La cuticule — La laine fine de 16-20 μ . ne diffère pas du duvet des brebis valaques, la laine grossière possède une cuticule avec des écailles.

En somme, les résultats trouvés chez les brebis de Frise sont d'accord avec ceux trouvés chez les brebis valaques. La laine des bonnes laitières est plus épaisse que celles des mauvaises laitières.

Il existe donc une relation entre les qualités de la laine et les facultés laitières. Plus grasse en moyenne est la laine, plus gras est le lait obtenu, toutes conditions égales d'ailleurs.

PASTEURISATION À BASSE TEMPÉRATURE.

Ses avantages et ses applications dans l'approvisionnement des agglomérations en lait de grande consommation, dans la buannerie et la fromagerie,

par M. E. VAILLANT,

Ingenieur agronome, Conseiller technique de laiterie.

(SUITE ET FIN).

V. — ALIMENTATION DES NOUVEAUX-NÉS PAR LE LAIT DE CONSOMMATION PASTEURISÉ.

J'ai dit au début de cette étude qu'il était nécessaire d'envisager la possibilité d'alimenter les nouveaux-nés avec le lait de grande consommation tant que le lait frais, dit aseptique, ne pourrait pas être produit en quantité suffisante, et dans des conditions relatives de bon marché.

C'est à ce point de vue que je voudrais examiner l'action de la pasteurisation sur la digestibilité et le pouvoir nutritif du lait.

Un lait, pour être conforme aux exigences des hygiénistes de l'enfance, doit être aéré, doit contenir une proportion suffisante de sels de chaux et en particulier de phosphates, doit être vivant, c'est-à-dire posséder à l'état actif les vitamines, les enzymes, les antitoxines et les substances bactéricides, doit être exempt de tous microbes pathogènes, doit contenir ses éléments sous la forme physique et la composition chimique où ils se trouvent dans le lait de la mère.

Les premières notions de la physique et de la chimie nous enseignent que la température voisine de 100° chasse les gaz des liquides; n'avons nous pas appris, lorsqu'on nous expliquait à l'école les principes de l'ébullition de l'eau, que les premières bulles qu'on voyait apparaître, bien avant l'ébullition, étaient formées par les gaz dissous qui s'échappaient. Nous avons appris aussi que le départ de

l'acide carbonique dissous provoquait la précipitation des sels alcalino-terreux. Nous savons tous que l'albumine est coagulée vers 100° ; enfin nous voyions tout à l'heure que cette même température détruisait les enzymes, les antitoxines et les substances bactéricides, tout en produisant une certaine paralysie des vitamines.

Toutes ces notions élémentaires permettent de porter immédiatement un jugement sain et irrévocable sur le mode de pasteurisation à appliquer au lait destiné à la première enfance.

Puisque nous avons montré combien la pasteurisation basse avait de garanties pour la grande consommation, nous voyons, d'un seul coup d'œil, qu'elle répond en tous points aux exigences que nous énumérions à l'instant.

Le lait chauffé à 63° et maintenu en mouvement pendant une demi-heure à cette température n'a perdu qu'une faible partie de ses gaz. L'acide carbonique et l'oxygène de l'air y sont encore presque en totalité. Les sels de chaux, de ce fait, restent dissous. Je ne reviendrai pas sur les enzymes, vitamines, antitoxines, etc., qui ne sont pas ou si peu atteintes. La caséine et l'albumine restent intactes.

Peut-on, en conscience, produire les mêmes affirmations en ce qui concerne la pasteurisation haute ? Je ne crains pas d'avancer que le faire serait un manque de bonne foi et de sincérité.

Toute la question, si grave, si controversée, de l'alimentation des grandes villes est là. Si nos savants hygiénistes veulent se mettre en face du problème sans parti pris, avec le ferme désir d'envisager la question bien en face, en conscience, je suis certain que leur bon sens, leur jugement sûr, leur impartialité les amèneront inévitablement à l'emploi de la pasteurisation basse.

Ce n'est pas une opération coûteuse, ni dans son installation, ni dans son exploitation. Elle peut être conduite très facilement, et offrir toutes garanties quant à un travail vrai, fini et certain, grâce aux dispositifs automatiques dont sont munis certains appareils modernes.

Un homme consciencieux surveillera le débit du pasteurisateur et le chauffage du lait, et c'est tout.

La question du lait et de sa pasteurisation à basse température a une portée énorme au point de vue social. Elle est vitale pour notre pays où tous nos soins, toute notre attention doivent aller vers les tout petits, où l'avenir de la race est en jeu. Il faut considérer avec augoisse, mais aussi avec courage et avec fermeté, notre situation, et en présence de l'extrême nécessité d'agir vite, très vite, il faut faire trêve aux grandes conceptions trop belles ou d'une réalisation lointaine.

Il faut se préoccuper tout de suite, sur l'heure, de parer au plus

pressé et rien n'est plus aisé puisqu'on a tout ce qu'il faut : l'exemple (*La Laiterie centrale de Strasbourg*), les résultats (Les attestations des Services d'Hygiène de Strasbourg), l'outillage (les chambreurs, construits maintenant en France) et des techniciens spécialisés.

Nous ne pouvons seulement que déplorer l'absence de réglementation officielle de cette question et nous nous étonnons que nos Pouvoirs Publics ne se soient pas encore préoccupés, comme ceux des nations voisines, d'un problème vital pour l'avenir national, mais nous avons la ferme confiance que, dans un temps très proche, les événements aidant, la pasteurisation, bien faite, bien comprise, bien installée, sera rendue obligatoire dans nos grandes agglomérations.

*
* *

VI. — PASTEURISATION DE LA CRÈME.

Il me reste, pour terminer, à examiner les avantages de la pasteurisation basse pour l'industrie laitière proprement dite. Comme précédemment, je ne pourrai qu'enregistrer de gros avantages, parce que ce procédé peut donner plus de garanties, avec le minimum de risques dans toutes les opérations industrielles visant la préparation de la crème, du beurre et du fromage.

Tout d'abord, en ce qui concerne les crèmes proprement dites, je considère que la pasteurisation basse n'a pas de raisons majeures d'être retenue. La pasteurisation de la crème, soit en vue de la vente directe, soit en vue de la préparation du beurre demande l'emploi de la pasteurisation haute à cause de l'organisation purement mécanique du travail. Au point de vue bactériologique, deux thèses sont en présence.

VII. — LA PASTEURISATION DU LAIT EN BEURRERIE.

Dans la beurrerie, on pasteurise les crèmes dans le but unique de supprimer tous les micro-organismes qui peuvent nuire, soit à la santé du consommateur, soit à la qualité ou à l'arôme du beurre. On pasteurise les crèmes pour avoir un milieu neutre qu'il sera facile de réensemencer ensuite d'un ferment lactique pur.

Certains auteurs disent que ces bactéries lactiques prospèrent mieux dans un milieu où l'albumine est à l'état dissous et aussi où l'oxygène est encore présente. Dans ce cas, la pasteurisation basse serait à conseiller.

D'autres affirment que la pasteurisation haute est préférable parce qu'elle détruit les substances bactéricides qui pourraient nuire au développement normal des bactéries lactiques.

Mais où la question ne se pose plus, c'est au point de vue de la pasteurisation du lait avant écrémage. Il y a un point capital sur lequel il faut s'arrêter. C'est l'influence de la température de pasteurisation sur la montée de la crème. Disons en passant que ce point a sa répercussion dans la partie que nous avons longuement étudiée, celle de la vente du lait à la consommation.

Bien souvent, nous avons entendu porter, dans le public, ce jugement sur le lait pasteurisé : « C'est un lait écrémé, puisque la crème ne monte pas ». Si on fait la petite expérience suivante, on est immédiatement convaincu.

Dans 3 crémomètres semblables, on introduit le même lait, mais on aura préalablement pasteurisé ce lait par les deux modes de pasteurisation. Les trois échantillons donnent les résultats que je résume dans le tableau ci-dessous :

Crémomètre n° 1.	Crémomètre n° 2.	Crémomètre n° 3.
—	—	—
Lait cru.....	le même lait pasteurisé à basse température.	le même lait pasteurisé à haute température.
Montée normale de la crème	Couche de crème presque aussi épaisse que la précédente, mais se formant un peu plus lentement.	très faible couche de crème se formant après un temps très long.

La pasteurisation haute empêche donc la montée de la crème, elle dénature l'apparence même du lait et fait croire à l'écémage préalable, à tort d'ailleurs

La pasteurisation basse donne un lait presque semblable au lait frais.

J'ajoute, pour être complet et impartial, qu'au point de vue de l'écémage centrifuge, la pasteurisation n'a qu'une influence insignifiante. On a prouvé, en effet, que les écémuses actuelles donnent un résultat aussi bon avec un lait à 30° C qu'avec celui qui aurait été chauffé à 90°. Cela s'explique très bien d'ailleurs par la théorie même de l'écémage centrifuge. La température ne peut modifier le rapport de densité qui existe entre la matière grasse du lait et le reste de ses constituants, la séparation de cette matière grasse pourra donc se faire aussi bien quelle que soit la température du liquide. Néanmoins il est bon de signaler que la pasteurisation haute coagule l'albumine et celle-ci, entraînée par la crème constitue des impuretés qui peuvent se retrouver également dans le beurre.

VIII. — LA PASTEURISATION DU LAIT EN FROMAGERIE.

L'emploi de la pasteurisation a une tout autre portée dans la fabrication des fromages et elle est appelée à y jouer, dans un avenir prochain, un rôle prépondérant. Je rends, en passant, hommage à MM. MAZÉ, ARTHAUD-BERTHET et PERRIER qui, en France, ont depuis plusieurs années, été les champions autorisés de cette idée et ont été les initiateurs de cette méthode. M. MAZÉ en particulier a été le premier à construire un pasteurisateur spécial à basse température qui a donné d'excellents résultats dans les usines où il a été installé.

Toute la fabrication des fromages repose sur deux choses essentielles, la coagulation de la caséine et l'égouttage du caillé, d'une part, le développement rationnel des agents de maturation, d'autre part.

La possibilité, qu'a le lait de cailler reste pour ainsi dire intacte jusqu'à 65°. Dès qu'on dépasse cette température, et plus on s'en éloigne, moins la coagulation est aisée, parce qu'il se produit une dissociation des principes albuminoïdes du lait et aussi, et surtout parce que les sels de chaux sont précipités. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que les sels de chaux ont une influence énorme sur la coagulation de la caséine. Notre savant Maître, M. LINDET a démontré, combien il fallait compter avec ces sels et il a étudié en détail cette question au point de vue fromagerie, ce qui lui a permis de tirer cette remarquable conclusion que : « Si on ajoute à du lait du chlorure de calcium, les phosphates
« alcalins du sérum font double décomposition avec le chlorure de cal-
« cium, et donnent du phosphate de calcium et du chlorure de sodium.
« La molécule complexe de caséine se trouve ainsi minéralisée davan-
« tage et une proportion légèrement plus grande de caséine α ,
« représentant 2,5 à 3 % de la caséine totale, caille, au détriment,
« bien entendu, des caséines dissoutes dans le sérum. . . . (1) ».

Lorsque le caillé est obtenu, il faut que son égouttage soit rapide, afin que la majeure partie du sérum s'écoule et qu'une proportion aussi faible que possible reste emprisonnée dans le caillé. On obtient ainsi un fromage homogène, ferme, d'une coupe irréprochable et relativement peu acide.

Lorsqu'on pasteurise le lait, il faut avant tout songer à ces questions primordiales en fromagerie. Or, la pasteurisation haute ne peut donner un lait répondant aux désirs des fabricants, puisque la température de chauffage employée empêche la coagulation rapide de la caséine et donne un caillé mou, sans consistance, d'un égouttage excessivement pénible.

Ces inconvénients disparaissent avec la pasteurisation basse, et je ne puis m'empêcher de rapporter ici l'impression de l'éminent

(1) LINDET. — *Le Lait et la Science*, p. 58, Payot, Paris, 1923.

Directeur de la Laiterie Centrale de Strasbourg, M. HEINTZ. « A Strasbourg, me disait-il, beaucoup de ménagères préparent elles-mêmes le fromage blanc avec le lait qu'elles achètent. Or, lorsque nous possédions la pasteurisation haute, je m'étonnais que notre lait fut délaissé par ces braves gens, mais j'en eus vite l'explication. Lorsque je constatais, moi-même, qu'il était presque impossible de préparer du fromage avec ce lait pasteurisé. Maintenant que nous avons fait installer la pasteurisation basse, je reçois des compliments de mes clientes qui, cette fois, obtiennent avec notre lait un fromage blanc tout aussi beau qu'avec du lait frais. »

Cette constatation est un enseignement précieux pour nos fromagers industriels.

Disons plus, la préparation en grand des fromages, tend de plus en plus à se débarrasser des pratiques surannées et routinières de nos ancêtres. Aujourd'hui, on fait le Camembert, le Brie et beaucoup d'autres fromages en appliquant les récentes découvertes de nos bactériologistes. La maturation, ou mieux l'affinage du fromage n'est livrée qu'à un ensemble de microorganismes choisis, provenant de cultures pures obtenues dans les laboratoires etensemencées dans le lait. On conçoit que leur action n'est possible que si les autres microorganismes sont détruits, d'où la nécessité absolue de pasteuriser le lait.

Les enseignements des lignes qui précèdent nous ont appris que, seule, la pasteurisation basse peut assurer une bonne fabrication mécanique, c'est donc à elle qu'on aura recours pour priver le lait de tous ses éléments nuisibles.

*
* *

IX. — RÉSUMÉ.

Pour nous résumer, j'ai cru bon de rassembler sous une forme succincte, en un saisissant parallèle, les caractéristiques des deux pasteurisations, afin de montrer, d'un coup d'œil, à tous ceux que la question intéresse, hygiénistes, industriels et, pourquoi pas, municipalités, où doivent aller leurs préférences dans le choix du système qu'ils devront employer.

	Pasteurisation à haute température	Pasteurisation à basse température
I. Technique.....	Chauffage du lait à 80-95°, pendant 2 à 3 minutes. Puis refroidissement.	Chauffage du lait à 63-65°. Séjour avec agitation lente dans des « chambreurs » pendant 30 minutes. Puis refroidissement.

	Pasteurisation à haute température	Pasteurisation à basse température
II. Constatations.....	Manque de sécurité dans le résultat du travail dû à la difficulté d'obtenir la régularité dans la température.	Sécurité complète obtenue grâce à la régularisation de température en grande masse dans les chambreurs et à la conduite automatique de ces chambreurs.
	L'albumne adhère fortement aux parois de l'appareil et s'y recuit. Chauffage augmenté. Nettoyage pénible. Désétamage rapide. La caséine recuite donne un goût désagréable de cuit	Très peu ou pas d'albumine coagulée, jamais recuite. Economie de chauffage. Nettoyage très facile. Pas de désétamage. Laits sans goût, identique lait frais.
	Dépense importante de combustible.	Dépense de combustible réduite d'un tiers.
III. Matériel.....	1 Pasteurisateur. 1 réfrigérant.	1 pasteurisateur. 1 groupe de chambreurs 1 réfrigérant.
IV. Fonctionnement...	Continu.	Continu grâce aux chambreurs à compartiments.
V. Action microbicide	Bacilles pathogènes non sporulés détruits. Bacilles sporulés non détruits.	Bacilles pathogènes non sporulés détruits. Bacilles sporulés non détruits.
VI. Action biologique.	Enzymes détruits. Antitoxines et substances bactéricides détruites. Vit mines atteintes.	Enzymes, antitoxines, substances bactéricides et vitamines intactes.
VII. Action chimique...	Chasse les gaz dissous précipite les sels de chaux, dénature la caséine.	Gaz dissous maintenus sels de chaux non précipités. Caséine intacte.
VIII. Digestibilité.....	Lait indigeste d'un goût désagréable, accepté difficilement par les nouveaux nés.	Lait digeste, semblable au lait frais.

	Pasteurisation à haute température	Pasteurisation à basse température
IX. Valeur nutritive...	Diminuée.	Intacte.
X. Conservation.....	Les substances bactéri- cides et les antitoxines étant détruites, les bactéries thermophi- les de la putréfaction se développent rapi- dement. Délai de conservation très restreint.	Le développement des bactéries thermophi- les de la putréfaction est retardé par la pré- sence des substances bactéricides et des antitoxines restés in- tactes. Délai de conservation prolongé.
XI. Montée de la crème	Devenue impossible et fait croire à un lait écrémé.	Presque semblable à celle du lait cru, mais un peu ralentie, laisse au lait l'apparence du lait frais.
XII. Ecrémage centri- fuge.	Possible, mais la préci- pitation des albumi- noïdes cause une gêne dans la pureté de la crème.	Toujours possible. Crème très pure.
XIII. Fabrication du beurre.....	L'inconvénient cité ci- dessus amène des im- puretés dans le beurre	Beurre pur.
XVI. Fabrication des fro- mages.....	Impossible. La caséine est décom- posée, les sels de chaux sont précipités. La coagulation est très difficile, l'égouttage du caillé est très long et très défectueux.	Recommandée. Après refroidissement du lait et réensemencement avec des fer- ments purs, on obtient une coagulation par- faite et un égouttage normal.

*
**

X. — CONCLUSIONS ET VŒUX.

La pasteurisation à basse température n'est pas une nouveauté puisque depuis plusieurs années elle est appliquée exclusivement dans les pays anglo-saxons ; elle est installée également presque partout dans l'Europe septentrionale, le Danemark, la Finlande, la

Suède et la Norvège ; dans ces pays, ou bien c'est elle qui est employée, ou bien il n'y a pas de pasteurisation du tout, mais je dois dire que toujours on y rencontre l'épuration mécanique.

Je ne veux pas, non plus, prétendre qu'elle est inconnue en France, tout au contraire. Je dirai qu'elle a été citée par presque tous les auteurs qui se sont occupés de Laiterie, mais j'affirme qu'elle n'a pas été suffisamment étudiée dans notre pays, parce que jusqu'à ces derniers temps nous n'avions pas d'appareils véritablement au point et suffisamment pratiques pour pouvoir être conduits par n'importe quel ouvrier.

A l'heure où le problème du lait préoccupe nos dirigeants et nos municipalités, j'ai cru de mon devoir d'essayer de mettre au point cette question et j'aurais réussi dans la tâche que je m'étais imposée si, par ces lignes, j'avais pu renverser les préjugés et surtout les hostilités intéressées qui ont jusqu'alors mis une entrave à l'extension de ce procédé. Je conseille à tous ceux que la question de l'approvisionnement des grandes villes en lait sain et propre intéresse, de faire une visite à la Laiterie Centrale de Strasbourg où journallement près de 60.000 litres de lait sont pasteurisés à basse température et livrés dans plus de 200 dépôts à toute la population, grands et petits, à l'entière satisfaction du monde médical, des hygiénistes et des consommateurs.

Je termine en formulant deux vœux :

1^{er} vœu. — Etant donné l'avis unanime des hygiénistes sur les avantages de la pasteurisation basse, étant donnée la simplicité d'installation de ce procédé, je demande que la pasteurisation à basse température soit étudiée impartialement, soit mieux connue et de ce fait mieux comprise.

2^e vœu — Etant donné que la pasteurisation basse est imposée officiellement dans presque tous les pays occidentaux lorsqu'il s'agit du lait destiné à l'alimentation de la population et surtout des enfants, étant donné que la France seule a jusqu'ici négligé cette question cependant capitale, dans les temps présents, puisqu'elle touche la vie et la prospérité de notre nation, je demande que cette lacune soit comblée au plus tôt, et que les pouvoirs publics mettent d'urgence à l'étude une réglementation imposant la pasteurisation basse de tout le lait de consommation distribué dans les agglomérations.

(Décembre 1923).