de 4.000 kg. de fourrage ensilé ; en d'autres termes, on produit sur la même surface 60 % d'aniamux en plus.

Ces résultats ne sont pas seulement du domaine théorique ; tous les agriculteurs qui sont passés de l'alimentation aux formules anciennes à l'alimentation à base d'ensilage ont pu constater, sans aucune exception, que par l'ensilage on augmentait le nombre des animaux entretenus.

Nous avons mentionné au cours de cette note les précautions à prendre dans les étables lors de la distribution des fourrages aux vaches laitières. A l'exemple de M. Corbière, éleveur à Nonant-le-Pin (Orne), il serait intéressant de pouvoir distribuer le fourrage ensilé à l'extérieur de la ferme ; c'est possible lorsque pendant la mauvaise saison, les animaux vont sans inconvénient dans les prairies.

Si l'on est obligé de conserver le bétail à l'étable, et c'est le cas le plus général, on recommandera de sortir des silos, quels qu'ils soient, et le plus rapidement possible, les parties altérées, de les porter loin des silos pour qu'aucune mauvaise odeur ne subsiste. Le fourrage sera amené dans un bâtiment voisin de l'étable proprement dite, il n'y séjournera pas et la répartition dans les auges aura lieu de préférence après la traite. Il est bon également de conseiller au personnel qui manipule l'ensilage de prendre quelques soins de propreté. Dans ces conditions, aucun reproche ne peut être fait aux cultivateurs qui vendent du lait produit avec des fourrages ensilés.

En définitive, il faut être convaincu de la valeur réelle des fourrages ensilés ; leur réussite ne fait pas de doute pour ceux qui réalisent une bonne technique. Les animaux nourris à l'ensilage se comportent aussi bien que ceux qui mangent des fourrages ordinaires ; la production laitière est augmentée ; le nombre des rations étant accru par rapport à une surface donnée, il peut donc en résulter une production plus importante et à meilleur marché.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU LAIT STÉRILISÉ

par M. PELLET,

Ingénieur agronome.

(suite)

VI. MÉTHODES DE STÉRILISATION PRÉCONISÉES,

Nous avons cru intéressant de relever ci-après, les différents procédés (indiqués dans les livres et périodiques spéciaux) relatifs à la stérilisation du lait ainsi que, le cas échéant, les différentes observations présentées à ce sujet par leurs auteurs.

Tout d'abord, la plupart des auteurs consacrent quelques mots à la « stérilisation domestique ». En vérité, ce chauffage à 100-101° pendant quelques minutes ne constitue réellement pas une stérilisation, et le lait traité de cette façon ne présente guère qu'une durée de conservation très limitée (deux ou trois jours au maximum). Cette méthode

a néanmoins donné des résultats intéressants pour les laits préparés « at home » ou dans les petites installations d'œuvres (type des « gouttes de lait »), dont le produit se trouve consommé à peu près au jour le jour. Certains laitiers des environs des grandes villes préparent un tel lait qu'ils livrent quotidiennement à domicile et peuvent rendre ce de fait des services appréciés, si leur préparation est faite consciencieusement.

Il convient toutefois de signaler qu'à l'œuvre de la « goutte de lait » du Mans, on monte sensiblement plus haut ; Voici à ce sujet ce que disait dans *Le Lait* n° 5, les docteurs LANGEVIN et GRANVAL : « Les flacons sont mis dans l'autoclave coiffés de leurs bouchons caoutchoutés, mais non bouchés. Ils sont portés à 105° pendant quarante minutes. On ne bouche pas pour diminuer la casse. Les bouchons sont appliqués sur les bouteilles dès la sortie de l'étuve, alors que la température du lait est encore au moins de 80°. Des recherches microbiologiques ont montré que ce lait était parfaitement stérilisé. »

Nous citerons également la biorisation qui consiste à porter pendant quelques instants, à 75°, du lait finement pulvérisé et à le refroidir brusquement. Dans ce procédé, les formes végétatives sont détruites, mais les spores résistent ; on ne peut donc obtenir qu'une conservation tout à fait provisoire.

Parmi les procédés devant donner un lait de conservation pratiquement illimitée, nous en avons relevé un certain nombre dont nous donnons ci-après quelques extraits.

Directives A. — « Certains fabricants chauffent les bouteilles à l'air libre dans un bain d'eau salée dont on élève progressivement la température jusqu'à 108-109° ; elles restent 30 à 45 minutes à cette température ».

Directives B. — « Les bouteilles disposées verticalement dans l'autoclave sont entourées d'eau et l'eau est chauffée par la vapeur de façon à ce qu'elle atteigne 120° C. ce qui représente 105° dans l'intérieur des bouteilles ; cette température est maintenue 20 minutes environ. L'eau chaude est alors évacuée et remplacée progressivement par de l'eau froide dans les limites qui permettent d'éviter la casse des bouteilles ; c'est chose en effet connue que ce refroidissement brusque empêche le lait de jaunir. »

Directives C. — « Quel que soit le mode de bouchage adopté, les bouteilles étant placées verticalement, et l'autoclave fermé, on fait arriver de l'eau jusqu'au niveau du col des flacons de la rangée inférieure, et l'eau est chauffée par la vapeur jusqu'au voisinage de 115°-120° C., ce qui correspond à environ 102°-105° à l'intérieur des flacons. On maintient cette température pendant vingt minutes. A ce moment l'eau chaude est soutirée et on fait arriver lentement de l'eau froide pour refroidir assez vite sans trop casser de bouteilles. »

Directives D. — « On emploie le chauffage des flacons complètement

immergés dans une saumure de sel marin portée à 105-107° pendant environ quarante minutes. Après évacuation de la saumure chaude on, fait arriver lentement de l'eau dans la bâche pour effectuer le refroidissement. »

Directives E. — « On fait arriver de l'eau jusqu'au niveau du col des bouteilles de la rangée inférieure. On chauffe par admission de vapeur jusqu'à 115-120°; on maintient cette température pendant 20 à 30 minutes. Quand le manomètre est à zéro, on fait arriver lentement de l'eau froide pour refroidir aussi vite que possible sans trop casser de flacons. Si on pouvait maintenir le lait lui-même à la température de 115-120° pendant une demi-heure, la stérilisation serait complète; malheureusement, le lait serait trop profondément modifié; dans la pratique, on se contente du chauffage tel que nous venons de l'indiquer et ainsi à l'intérieur des flacons, la température ne dépasse guère 105°. »

Directives F. — « Le chauffage de l'appareil a lieu soit au moyen d'eau surchauffée au sein de laquelle plongent les flacons, soit par la vapeur d'eau seule. Le lait doit y séjourner pendant 20 minutes à 108°. A la sortie, le lait doit être refroidi rapidement pour éviter que l'action prolongée de la chaleur ne provoque le jaunissement. Un tel lait possède un goût de cuit très prononcé. »

Directives G. — « Les températures élevées (115-120°) qui stérilisent à coup sûr et en quelques minutes, ne sauraient être appliquées au lait par suite de l'altération profonde qu'elles déterminent. Dans la pratique on ne peut dépasser 108° et la destruction des spores très résistantes comme celles du *tyrothrix* et du *subtilis* devient problématique. Il est difficile par ailleurs de compenser l'insuffisance de la température par une prolongation exagérée du chauffage et on s'explique, devant ces difficultés d'ordre pratique, les déboires souvent éprouvés dans l'industrie des laits stérilisés. »

Directives H. — « La conservation du lait stérilisé sous le vide atténue, dans une certaine mesure, son brunissement; elle évite surtout le développement des goûts suiffeux dûs à une oxydation de la matière grasse. Cette oxydation est favorisée par l'action de la lumière (DUCLAUX); elle est plus particulièrement à redouter si les globules butyreux viennent se rassembler à la surface du liquide. »

« La chaleur qui tue les germes vivants provoque d'autre part dans le lait des transformations d'ordre physique, chimique ou biologique; mais le résultat immédiat de cette action complexe est un brunissement du lait auquel est lié une modification de sa saveur. Ces altérations sont d'autant plus marquées que l'action de la chaleur qui les détermine est plus intense et plus prolongée. On est donc conduit pratiquement à déterminer la température et la durée minima d'une stérilisation efficace qui laisse au lait autant que possible toute sa blancheur et sa saveur originelles. Cette température et cette durée dépendent, bien entendu, de la nature des germes que contient le lait et par conséquent de son

état de propreté. Il ne faut pas oublier que l'action stérilisante de la chaleur doit atteindre toutes les parties du liquide. Il convient donc d'ajouter, au temps théorique de la stérilisation, celui qui est nécessaire à l'établissement de l'équilibre des températures de toute la masse. Une fois la stérilisation terminée, on a intérêt à refroidir la masse le plus rapidement possible. Dans ce but, on peut injecter de l'eau froide sous pression constante, si ce sont des bouteilles qu'il contient, pour éviter les débouchages et les éclatements. Le chauffage et le refroidissement étant d'autant plus rapides que les autoclaves sont plus petits, les dimensions de ces appareils devront être aussi réduites que le permettent les conditions économiques du travail. En pratique on obtient une bonne stérilisation du lait en le chauffant à 105° pendant 50 à 60 minutes, ou à 107-108° pendant 30 ou 40 minutes. Il arrive cependant que ces chiffres restent insuffisants, car ils ne peuvent tuer les spores particulièrement résistantes de certains *subtilis*. On est alors conduit à élever la température jusqu'à 115°, mais on provoque ainsi une coloration beaucoup trop accentuée du lait si on ne le refroidit pas très rapidement. On peut dire que le véritable remède à ces sortes d'accidents consiste à améliorer les conditions hygiéniques de la récolte du lait et de son ramassage. Il n'en reste pas moins vrai que la stérilisation industrielle gagnerait à être plus radicale et plus sûre. »

« Pour qu'il puisse en être ainsi, il est nécessaire de l'envisager sous d'autres bases en diminuant la durée et en augmentant le chauffage. L'expérience semble avoir démontré que de tels chauffages n'altèrent que relativement peu les propriétés organo-leptiques du lait, à condition que celui-ci soit toujours maintenu sous une pression suffisante pour ne jamais bouillir. Le remplissage des flacons, qui doit se faire aseptiquement comporte des difficultés. »

Directives I. — (Procédé GORGERAT). « Le lait chauffé à 115° pendant 15 minutes, minimum nécessaire pour l'obtention d'une stérilisation certaine, se teinte fortement et prend un goût de cuit très désagréable... Grâce au nouveau procédé de bouchage (procédé Herméticos) nous avons réussi à stériliser complètement du lait de Paris (pasteurisé et trait au moins depuis 18 heures) en lui conservant tout son aspect de lait frais et en ne lui communiquant qu'un goût de cuit insignifiant. Nous avons cherché à effectuer notre stérilisation à l'air libre dans une solution de nitrate de soude bouillant à 115° (solution 1400 de ce sel dans 1000 d'eau). Opérant dans des bouteilles en aluminium du type des tréfileries du Havre, bouchées au moyen de capsule d'aluminium de 2/10 mm., nous avons obtenu en cinq minutes une température de 113 à 113°,5 maintenue pendant 10 minutes. Les bouteilles ont été agitées pendant toute la durée de la stérilisation. Les résultats de cette méthode sont les suivants : caramélisation nulle, — goût de cuit à peine sensible, — aucun goût suiffeux, — odeur franche, — conservation parfaite après des étuvages de 150 à 250 heures à 37°. »

Directives J. — (Mode opératoire du Dr ROBIN de Nantes). « L'auteur effectue le chauffage par admission directe de la vapeur dans l'autoclave, au lieu du chauffage généralement employé au moyen d'un serpentín, et cela en vue de pouvoir monter plus rapidement et d'obtenir une température plus uniforme aux différentes hauteurs de l'appareil ; il supprime le refroidissement par eau afin de diminuer la casse et de rendre également la descente de température plus homogène.

« Après introduction du lait dans l'autoclave et fermeture de celui-ci, on fait l'admission de vapeur, la vanne inférieure de vidange et le robinet d'air supérieur du couvercle restant partiellement ouverts. La vanne d'évacuation à l'air libre doit rester seule fermée.

« Admission lente de la vapeur de façon à obtenir au thermomètre extérieur 100° en trente minutes. Dès que la température de 90° est obtenue, on étrangle progressivement la vanne de vidange inférieure, qui devra cependant rester ouverte pendant toute la durée de l'opération, ne laissant échapper qu'un filet de vapeur. A 100° on étrangle à son tour le robinet d'air supérieur du couvercle.

« Il est utile de signaler que la correspondance du thermomètre et de l'indicateur de température par le manomètre, n'est jamais parfaite. On doit se baser sur les données de l'expérience pour déterminer la température réelle intérieure par rapport à l'écart des deux températures observées extérieurement et qui est environ 1 à 2°. Ce réglage s'obtiendra au moyen de thermomètres à maxima, placés dans des bouteilles aux différents endroits de l'autoclave.

« Lorsque la température atteint 102° au manomètre, on ferme le robinet d'air supérieur du couvercle. On montera alors (suivant les données de l'expérience) à 106° au manomètre, correspondant à 107° au thermomètre extérieur, et pour obtenir 108° aux thermomètres-témoins placés à l'intérieur des flacons. »

« On chauffe en maintenant, admission de vapeur en main, la relation entre les deux températures, pendant une demi-heure (soit 18 minutes environ de stérilisation effective). puis on ferme l'admission de vapeur.

« Lorsque la température est redescendue à 104° au manomètre, ouvrir légèrement la vanne d'évacuation à l'extérieur. Dès qu'elle est retombée à 100°, ouvrir en grand cette même vanne, puis le robinet d'air du couvercle, et enfin la vanne inférieure de vidange. A ce moment l'autoclave peut être ouvert par paliers pour éviter la casse par un refroidissement trop brusque.

« En fait, la méthode consacre :

30 minutes à l'ascension à 100°

3 minutes à l'ascension de 100° à 106-107° (atmosphère) ;

30 minutes à la stérilisation proprement dite, le lait atteignant au bout de 12 à 13 minutes la température de 108° maintenue 17 à 18 minutes. »

7 minutes à la décompression.

Directives K. — « Le lait clarifié ou filtré est mis dans des bouteilles qui doivent être livrées au consommateur. Les bouteilles pleines sont placées dans un autoclave dans lequel la vapeur est admise de telle façon que le lait doit bouillir après quarante à quarante-cinq minutes. L'admission de vapeur est alors réduite afin de maintenir le lait à la température désirée pendant à peu près une demi-heure. La stérilisation est alors complète et il ne reste plus qu'à cacheter les bouteilles aussi rapidement que possible.

« Dans certaines installations, ceci est effectué mécaniquement avant que les bouteilles ne quittent le stérilisateur. Une autre modification consiste à cacheter les récipients avant le chauffage et à travailler sous pression. Le cycle des opérations est alors complété par un refroidissement rapide des bouteilles et de leur contenu. »

« Les hautes températures nécessaires à la stérilisation du lait entraînent des modifications indésirables dans les propriétés physiques et chimiques du lait et avant tout, des changements fondamentaux dans la crème qui, si on n'y prenait garde, rendraient le lait invendable. En conséquence, il est d'usage de soumettre le lait destiné à la stérilisation à un traitement connu sous le nom d'homogénéisation. » (Dans cette note, l'auteur ne précise pas la température de stérilisation, mais indique le temps pendant lequel on doit atteindre cette température ; la durée proposée 40 à 45 minutes relativement importante, s'applique à la stérilisation du lait en flacons de verre, et sa longueur relative n'a pour but que d'éviter autant que possible la casse de ces derniers.)

Directives L. — (Procédé NIELSEN). « Le lait circule dans une tuyauterie entourée de manchons dans lesquels passe la vapeur destinée au chauffage ; il est ensuite refroidi dans un système semblable de conduites destinées à une réfrigération extrêmement rapide. Le lait est propulsé par la force centrifuge avec une pression telle qu'il ne puisse entrer en ébullition. La durée du chauffage, réglée par le diamètre du raccord séparant le système de chauffage et de réfrigération, est de cinquante secondes pour une température de 130 à 135°, temps nécessaire pour obtenir la stérilisation à cette température.

« Ce procédé conserve au lait sa saveur et sa couleur naturelles, et le traitement à l'abri de l'air est très important quant à la conservation des vitamines. Après un refroidissement qu'il n'est pas nécessaire de pousser à une température très basse, le lait est transvasé dans des récipients stérilisés à sec. »

Directives M. — (Procédé STASSANO). Cette méthode, qui est appliquée industriellement à la laiterie de Strasbourg surtout pour la pasteurisation, peut être également utilisée en ce qui concerne la stérilisation, c'est-à-dire en vue d'une conservation de longue durée. Le principe

reste d'ailleurs le même, et seule doit changer la température à laquelle le lait est soumis.

Le liquide est chauffé en couche extrêmement mince (1/100 à 1 mm. d'épaisseur suivant la capacité de l'appareil). La longueur du parcours linéaire à effectuer est de 2,000 fois l'épaisseur de la couche et la vitesse linéaire un mètre par seconde. Le liquide chauffant est de l'eau à une température très légèrement supérieure à celle que doit atteindre le lait. La mise en bouteille est faite après stérilisation.

Les méthodes ci-dessus correspondent à un chauffage unique, mais on a préconisé des méthodes basées sur une succession de chauffages séparés par des refroidissements pendant des intervalles de temps plus ou moins longs (tyndallisation). Voici à ce sujet ce que nous trouvons chez différents auteurs.

Directives N. — « Au lieu de chauffer le lait à une température supérieure à 100°, on peut recourir au procédé général de stérilisation imaginé par TYNDALL, qui consiste à chauffer le lait deux fois à 24 heures d'intervalle, à une température inférieure à 100° (70-80° par exemple). On tue les bacilles et on respecte les spores et quand, au bout de 24 heures, celles-ci ont donné naissance à des bacilles, on chauffe une deuxième fois. »

Directives O. — « La stérilisation complète peut être obtenue par tyndallisation, c'est-à-dire par trois chauffages d'une demi-heure à 100° effectués à 12 ou 24 heures d'intervalle. »

Directives P. — « On chauffe le lait dans des récipients, fermés hermétiquement, pendant 80 à 85°; on laisse refroidir à trente degrés ce qui demande plusieurs heures; on recommence ainsi le chauffage à 85° pendant trente minutes et ainsi une autre fois. »

Directives Q. — « Chauffage durant trois ou cinq jours de suite, à 65-70° pendant dix à vingt minutes. Ce procédé n'est pas à recommander, car il est coûteux à cause du matériel nécessaire, de la chaleur exigée à chaque chauffe, et de plus il n'est pas d'une sécurité complète. »

CLASSIFICATION DES MÉTHODES

Toutes les méthodes que nous venons de passer en revue peuvent se classer en plusieurs catégories :

1° Les procédés de tyndallisation. Ils sont variables comme nombre de chauffe (2, 3, 4 ou 5) et comme températures maxima (de 65 à 100°); leur sécurité est contestée par certains auteurs, affirmée par d'autres.

Nous avons personnellement essayé cette méthode en effectuant deux chauffages à 100° avec 24 heures d'intervalle; mais n'avons pas toujours obtenu une stérilisation parfaite et, de plus, le lait étant plus « épais » que celui stérilisé en une seule chauffe à une température supérieure à 100°. Etant donné d'autre part le prix de revient onéreux de ces procédés, nous ne sommes pas d'avis d'en retenir l'emploi.

2° Les procédés par chauffage ultra-rapide, en couche mince, sous pression et à température relativement élevée (125-135°).

Ces derniers procédés, qui nécessitent un appareillage spécial, n'ont pas été étudiés par nous-mêmes, et ils sont encore trop nouveaux pour qu'on puisse avoir des renseignements précis sur la valeur des laits obtenus et sur leur réalisation pratique. Il s'était monté en Normandie une usine qui travaillait le lait suivant ce principe ; bien que cette industrie ait périclité assez rapidement, on ne peut attribuer la non réussite de cette affaire spécialement au principe du procédé, car d'autres causes, sont certainement intervenues dans cet échec. Nous réservons donc toute opinion au sujet de ces méthodes.

3° Les procédés de chauffage par immersion des flacons dans une solution saline et à l'air libre.

Parmi eux, le procédé GORGERAT est celui qui comporte le plus de précision ; l'emploi du flacon en aluminium permet de monter et de descendre très rapidement, et par suite d'atteindre une température relativement élevée sans craindre de « brûler » le lait. Nous avons vu plus haut les résultats favorables qu'obtient son auteur et il semble bien qu'il y ait là un procédé intéressant, très certainement tout au moins, pour du lait destiné à l'alimentation des adultes ; toutefois il faut réserver l'accueil que peut faire le public au flaconnage en aluminium. Les flacons en verre spéciaux à très faible coefficient de dilatation pourraient être utilisés dans le procédé, mais actuellement, leur prix de revient est presque prohibitif.

4° Les procédés de chauffage par la vapeur sous pression dans un autoclave, soit par admission directe de vapeur (Dr ROBIN) soit par chauffage au moyen d'un serpentín et dans ce dernier cas, on peut opérer avec ou sans immersion des bouteilles dans l'eau, immersion qui, suivant les auteurs, peut n'avoir lieu que pour les bouteilles de la rangée inférieure. On ne trouve en général aucune indication sur la rapidité de la montée de la température ; d'après les renseignements que nous avons pu nous procurer, il faut admettre qu'elle doit être aussi rapide que le permet l'emploi des récipients. Certains auteurs considèrent que la rapidité de la chauffe est un facteur important de la réussite, et GORGERAT a constaté que le lait conserve ses propriétés organo-leptiques d'autant plus longtemps que, toutes choses égales d'ailleurs, il a été chauffé plus rapidement. Quant à la température maxima qu'il faut atteindre et au temps pendant lequel le lait doit rester à cette température, ils sont assez variables, et en vérité on reste un peu sceptique sur les écarts constatés entre les diverses données, ainsi que, dans certaines méthodes, sur les différences indiquées entre la température de l'eau du bain-marie (115-120°) et celle du lait (102-105-107°).

Toutes les méthodes sont parfaitement d'accord pour conseiller un refroidissement rapide. En dehors des procédés ci-dessus indiqués, il

circule dans les milieux industriels spécialisés dans la stérilisation du lait un certain nombre de formules de chauffes que l'on attribue à tort ou à raison à telle ou telle usine. Nous citerons deux d'entre elles car elles ont tout au moins le mérite d'une certaine précision. Pour toutes deux, les flacons placés dans l'autoclave sont chauffés dans une atmosphère de vapeur d'eau ; la température de cette atmosphère est conduite de la façon suivante : dans la première, qui ne correspondrait qu'à une stérilisation temporaire (quelques jours), on monte de 100 à 104° en cinq minutes et on maintient cette température de 104° pendant 24 minutes pour les 1/4 litres, 27 minutes pour les 1/2 litres et 30 minutes pour les litres ; on refroidit aussi rapidement que possible. Dans la deuxième, on monte de 100 à 108° en sept minutes, et l'on maintient cette température pendant 18 minutes pour les 1/4 litres, 20 minutes pour les 1/2 litres et 22 minutes pour les litres, après quoi on refroidit aussi vite que possible. *(A suivre)*

LES EAUX RÉSIDUAIRES DES LAITIÉRIES

par Paul ROSSI,

Directeur des Services Vétérinaires de Saône-et-Loire

(suite et fin)

L'épuration des eaux résiduaires par les boues activées est toujours l'objet de controverses sur la prépondérance de l'aération ou de l'agitation mécanique.

Deux systèmes d'aération sont actuellement utilisés :

1° Le système dit de Manchester, imaginé par ARDERN et LOCKETT, par insufflation d'air, comprimé sous une pression de 246 kg. par centimètre carré (activated sludge). Cette insufflation d'air assez délicate, se fait au moyen d'une plaque poreuse ou « diffuseur », traversée par un violent courant d'air. La plaque poreuse se colmate facilement ; la construction est onéreuse. La consommation d'air serait de 7 à 8 mètres cubes par mètre cube d'eau à épurer.

2° Le système dit de Sheffield, imaginé par HAWORTH, agitation horizontale en présence de l'air, grâce à une circulation rapide (0 m. 48 par seconde à la surface), à travers de longs canaux. Le barbotage mécanique (bioréaction des Anglais) se fait par l'intermédiaire d'une turbine ou d'une roue, brassant le fond du canal et ramenant sans cesse à la surface, boues et eaux.

L'inconvénient est de rendre les boues plus fragiles aux influences extérieures et de retarder la décantation.

Une variante de ce système est le procédé Simplex, dans lequel une turbine horizontale prend l'eau et la boue, au fond d'un puits vertical, l'élève et le fait retomber en nappe mince à la surface du puits.

Les Anglais, qui emploient, dans de nombreuses laiteries, les boues