CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU LAIT STÉRILISÉ

par M. PELLET,

Ingénieur agronome.

(fin)

VII. ESSAIS DE QUELQUES MÉTHODES DE STÉRILISATION.

Nous avons essayé un certain nombre de ces formules en suivant, non seulement la température de l'eau du bain-marie et celle de l'atmosphère de l'autoclave, mais également, au moyen de *thermomètres spéciaux*, la température du lait dans des flacons ; il s'agissait, en l'espèce, de bouteilles $\frac{1}{2}$ Vichy, en verre épais de coloration vert foncé.

Ces essais ont été effectués dans un autoclave à deux étages et à bain-marie chauffé par la vapeur au moyen de serpents. Pour chacun de nos essais, nous avons établi des courbes de température des différents milieux observés ; nous en donnons la reproduction dans la partie active de la stérilisation, c'est-à-dire au-dessus de 100° ; (à ce sujet, et principalement en ce qui concerne les courbes relatives au lait, nous attirons l'attention sur la surface comprise entre la courbe et la ligne des abscisses). Pour l'établissement de ces courbes, le temps, exprimé en minutes, est porté sur la ligne des abscisses, tandis que les degrés correspondent aux ordonnées.

Chauffe N° 1. — 1^o *Conditions de la chauffe* : Bouchage avant chauffage. Pas de vide. Bouteilles des paniers supérieur et inférieur immergées dans l'eau. Chauffage et refroidissement aussi rapides que le permet l'autoclave. La chauffe est effectuée en prenant pour guide la température du bain-marie qui, élevée jusqu'à 115° est maintenue 20 minutes à cette température. L'heure zéro correspond au début du chauffage alors que la température initiale était uniformément de 40° . Températures contrôlées : bain-marie : en E et E' ; lait en L et L'.

2^o *Observations*. La masse importante d'eau du bain-marie ne permet qu'une montée et une descente relativement lentes de la température. Les courbes E et E' d'un côté, L et L' de l'autre se confondent pratiquement. Le lait atteint la température maxima du bain-marie. Le lait, manifestement trop cuit, presque brun, ne peut avoir une valeur marchande (Voir graphique I).

Chauffe N° 2. — 1^o *Conditions de la chauffe*. Bouchage avant chauffage — pas de vide — bouteilles des paniers inférieur et supérieur immergées dans l'eau. Chauffage et refroidissement aussi rapides que le permet l'autoclave. La chauffe est effectuée en prenant pour guide la température du bain-marie qu'on élève jusqu'à 115° après quoi on arrête le chauffage et on lâche la pression. L'heure zéro correspond au début du chauffage alors que la température était uniformément de 40° . Températures contrôlées : bain-marie en E et E' — lait en L et L' (voir croquis précédent figurant l'autoclave et graphique 2).

Graphiques 1

2° Observations. Les mêmes que pour l'essai précédent en ce qui concerne l'allure et la similitude des courbes. Le maximum atteint par le lait est inférieur à celui du bain-marie. Le lait est encore beaucoup trop cuit.

Chauffe N° 3. — 1° Conditions de la chauffe. Bouchage avant chauffage — pas de vide — bouteilles du panier inférieur seules immergées dans l'eau ; chauffage et refroidissement aussi ra-

pides que le permet l'autoclave. La chauffe est effectuée en prenant pour guide la température du bain-marie qu'on élève jusqu'à 115°,

Graphique 2

après quoi on arrête le chauffage et on lâche la pression. L'heure zéro correspond au début du chauffage alors que la température était uniformément de 43°. Températures contrôlées: bain-marie en E — atmosphère en A — lait en L et L'. (Voir graphique 3).

2° *Observations.* La masse d'eau étant moins importante, les allures des courbes sont plus rapides; aux courbes E et A correspondent respectivement les courbes L et L', décalées dans le temps mais assez semblables comme allures. Le même maximum 113° de chacune de ces dernières est inférieure à celui de la courbe directrice, mais de 2° seulement. Il y a lieu de remarquer que le lait continue à monter même après le point de rencontre des courbes correspondant aux milieux dans lesquels il se trouve et bien qu'à ce moment ces courbes se trouvent en période de décroissance. Ce phénomène s'explique par le retard apporté dans la transmission de la chaleur, par la paroi du récipient qui contient le liquide. Le lait obtenu est encore trop cuit.

Graphiques 3

Chauffe N° 4. — 1^o *Conditions de la chauffe.* Bouchage avant chauffage — pas de vide. Les bouteilles des paniers inférieur et supérieur sont chauffées en atmosphère de vapeur. Chauffage et refroidissement aussi rapides que le permet l'autoclave et surtout la fragilité des flacons. La chauffe est effectuée en prenant pour guide la température du bain-marie qu'on élève jusqu'à 115°; après quoi on arrête le chauffage et

Graphiques 4

on lâche la pression. L'heure zéro correspond au début du chauffage alors que la température était uniformément de 42°

Températures contrôlées : bain-marie en E — atmosphère en A et A' — lait en L et L' (Voir graphiques 4).

2^o *Observations.* La faible quantité d'eau permet une montée et une descente relativement rapides. La température du lait est nettement en retard

sur celle de l'eau du bain-marie. Le maximum atteint par le lait est de 107°, et la quantité de chaleur reçue par les bouteilles est plus grande pour celles du panier supérieur que pour celles du panier inférieur, l'eau de refroidissement agissant en premier sur celles-ci. Le lait obtenu par ce mode de chauffe est à peu près blanc et n'a qu'un goût de cuit insignifiant surtout pour le lait du panier inférieur.

Les quatre essais de chauffe précédents ont eu pour but de rechercher les différences que l'on obtenait dans les divers milieux (eau, atmosphère, lait), suivant le mode de chauffage adopté (avec ou sans immersion des bouteilles ; temps de chauffe plus ou moins long) ; ils ont été effectués dans un autoclave industriel.

Nous avons également essayé d'autres chauffes, mais celles-là au laboratoire (1), en prenant pour courbe directrice celle du lait lui-même ; nous avons également dressé les courbes correspondantes dans la partie située au-dessus de 100°. Dans les résultats de ces dernières chauffes, nous faisons intervenir un chiffre représentant la coloration, déterminée par comparaison avec une échelle-type de laits progressivement colorés de 1 à 10, le chiffre 1 représentant la coloration d'un lait normal cru. Nous indiquons également la valeur de la surface (2) comprise entre la courbe et l'horizontale 100°.

Nous verrons plus loin le rapprochement que l'on peut établir entre la température maxima à laquelle le lait est porté, la surface ci-dessus envisagée et la coloration.

Chauffe N° 5. — 1° *Conditions de la chauffe.* Bouchage avant chauffage — pas de vide — on monte de 100 à 108° en 8 minutes ; on maintient 20 minutes à 108° et on redescend à 100° en 16 minutes.

2° *Observations.* Coloration du lait obtenu : 4. Valeur de la surface : 102.

Graphique 5

Chauffe N° 6. — 1° *Conditions de la chauffe.* Bouchage avant chauffage — pas de vide — on monte de 100 à 108° en 8 minutes ; on maintient 30 minutes à 108° ; on redescend à 100° en 16 minutes.

2° *Observations.* Coloration du lait obtenu : 5. Valeur de la surface 134.

Chauffe N° 7. — 1° *Conditions de la chauffe.* Bouchage avant chauffage — pas de vide — on monte de 100 à 105° en 5 minutes ;

(1) Sauf la chauffe N° 11, exécutée dans un autoclave industriel.

(2) Nous ne précisons pas, à dessein, l'unité de surface employée, étant donné que l'échelle des graphiques peut être variable ; toutefois il est évident que la comparaison entre différentes surfaces ne doit être établie que pour des graphiques à même échelle.

Graphique 6

Graphique 7

Graphique 8

on maintient 55 minutes à 105° et on redescend à 100° en 10 minutes.

Chaufe N° 8. — (d'après GORGERAT). *Conditions de la chauffe.* Contrairement aux indications de cet auteur, nous avons opéré sans le concours du vide, ni agitation, mais suivant ses données en ce qui concerne le chauffage proprement dit. — Bouchage avant chauffage — Montée de 100 à 113° en 1 minute ; on maintient 10 minutes à 113° et on redescend à 100° en 2 minutes.

2° *Observations.* Coloration du lait : 3. Valeur de la surface : 61.

2° *Observations.* Coloration du lait obtenu : 4. Valeur de la surface 125.

Chaufe N° 9. — 1° *Conditions de la chauffe.* Bouchage avant chauffage —

pas de vide — on monte de 100 à 116° en 1 minute; on maintient 7 minutes à 116° et on redescend à 100° en 2 minutes.

2° *Observations.* Coloration du lait : 4. Valeur de la surface : 54.
(Voir croquis N° 9 après la chauffe suivante).

Chauffe N° 10. — 1° *Conditions de la chauffe.* Bouchage avant chauffage — pas de vide — on monte de 100 à 120° en 1 minute — on maintient 3 minutes à 120° et on redescend à 100° en 2 minutes.

2° *Observations.* Coloration du lait : 4. Valeur de la surface : 36.

Chauffe N° 11

(Dr ROBIN). — *Conditions de la chauffe*
Stérilisation dans un autoclave industriel. — Bouchage avant chauffage — pas de vide. Nous avons suivi le mode opératoire indiqué aux directives J.

Observations.
Nous n'avons pas trouvé pour le lait une température supérieure à celle de l'atmosphère de l'autoclave.

La courbe que nous avons obtenue suit très approximativement les caractéristiques des directives données par l'auteur.

Coloration du lait : 4. Valeur de la surface : 109.

Graphique 9

Graphique 10

Graphique 11

Reprenons, pour les sept dernières chaufes, les chiffres représentant les surfaces, les colorations, et les températures maxima atteintes, nous avons le tableau suivant :

Chaufes	Colorations	Surfaces	Températures
N° 5	4	104	108°
N° 6	5	134	108°
N° 7	4	125	105°
N° 8	3	60	113°
N° 9	4	54	116°
N° 10	4	36	120°
N° 11	4	109	107°

Sur un graphique (figure n° 12), portons pour chacune de ces chaufes, en ordonnées, la température au-dessus de 100° et en abscisses une valeur proportionnelle à la surface ; nous obtenons respectivement pour les chaufes N° 5-6-7-8-9-10 et 11, les différents points E-F-G-H-I-J et K, dont la disposition est telle que les cinq points G-K-E-I et J, sensiblement sur une même courbe, correspondent à des laits d'une même

coloration, alors que les points F et H, respectivement à droite et à gauche correspondent à des colorations, la première plus forte, la seconde plus faible.

Une courbe telle que G-K-E-I-J peut donc servir de guide pour se rendre compte approximativement du temps de chauffe qui provoquera, pour une température maxima donnée, une coloration également déterminée.

Nous n'avons indiqué ici que la courbe des colorations 4 de notre échelle de teintes ; il est possible de déterminer d'une façon analogue celles des colorations voisines.

Toutes ces courbes sont théoriquement et pratiquement asymptotes à l'axe des ordonnées.

(à suivre)

Graphique 12