LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- R. H. LEITCH. — L'arrêt de la fermentation lactique dans la préparation du fromage. . . 529
- M. BOUIN. — La constante moléculaire simplifiée et les laits pathologiques. 541
- J. PIEN, J. BACHIMONT et R. FILHOL. — Sur la recherche du *Bacterium coli* dans le lait (*suite*) 548
- M. SEELEMANN. — Les derniers résultats obtenus dans le domaine des recherches sur la mastite, en particulier la lutte contre la « Galt » . . . 563
- W. STECK. — Contribution à l'étude de la valeur du principe quantitatif dans la physiologie pathologique des maladies infectieuses. . . . 571
- M. POLONOVSKI et M^{lle} THOMAS. — Variations saisonnières et cycle annuel des indices des beurres du Nord de la France (*fin*) 583

- W. DORNER. — La durée de la décoloration à l'épreuve de la réductase est-elle fonction de la teneur bactérienne du lait ? 595

Revue :

- G. GENIN. — La chimie colloïdale et l'étude du lait. . . . 608

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres. 615
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 620
- 3^o Brevets 648

Bulletin bibliographique :

- 1^o Brevets 650

Documents et informations :

- M. BEAU. — La situation laitière. 651
- Concours régional de la race normande 656
- Concours spécial de la race montbéliarde 656

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

L'ARRÊT DE LA FERMENTATION LACTIQUE DANS LA PRÉPARATION DU FROMAGE (2)

par

RENWICK H. LEITCH

Professeur de Laiterie
West of Scotland Agricultural College.

Dans la préparation du fromage Cheddar, on demande une formation régulière et progressive d'acide lactique pour : a) limiter et, si possible, prévenir le développement d'organismes nuisibles qui, accidentellement ou par négligence, ont trouvé accès au lait destiné

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Paru dans le *Volume jubilaire du Professeur Ch. Porcher*.

à la préparation du fromage ; b) assurer l'élaboration d'une saveur agréable et d'une consistance satisfaisante du fromage mûr, et c) rendre possible le processus de la fabrication en un temps raisonnable. Pour arriver à ces fins, on a l'habitude d'ensemencer le lait destiné à la préparation du fromage avec une culture vigoureuse de bactéries productrices d'acide lactique. De telles cultures, connues sous le nom de « levains lactiques », sont actuellement, pour ainsi dire, toujours employées dans la fromagerie, tant à la ferme qu'à l'usine. Lorsque dans la préparation du fromage Cheddar, le levain lactique est bon et le lait normal, le temps entre l'emprésurage et la mise sous presse du fromage est en moyenne de six heures. Si le temps est considérablement plus long, on dit que *le fromage est lent*. Le travail lent dans la préparation du fromage est un inconvénient qui revient périodiquement et qui est redouté autant par les fromagers de la ferme que par ceux de l'usine.

La principale caractéristique d'un fromage à travail lent est le ralentissement ou l'arrêt complet de la fermentation lactique à un stade particulier du processus de fabrication, d'où prolongation du temps nécessaire pour atteindre l'acidité requise du caillé avant l'élimination du petit-lait, et lors du broyage et du salage. Au lieu de la période normale de fabrication de six heures à partir de l'emprésurage, un fromage à travail typiquement lent exigera de 12 à 14 heures pour sa préparation.

Généralement, l'arrêt de la formation d'acide lactique débute lors de l'emprésurage. Il est donc probable que, quel que soit le facteur qui est cause de cet arrêt, il est présent dans le lait primitif et est concentré dans le caillé qui vient de se former sous l'action de la présure. Sous l'influence de ce facteur, la formation d'acide est lente pendant le chauffage du caillé et s'arrête pendant quelque temps, lorsque la température la plus élevée est atteinte. Le fromager ne peut rien faire pour activer le processus ; impuissant, il doit attendre que les bactéries lactiques, provenant du levain lactique, aient finalement pris le dessus sur le facteur d'inhibition dont l'action se manifeste.

Depuis longtemps, on cherche quelle pourrait être la cause de cet arrêt de la fermentation lactique. Dans l'industrie, on l'attribue invariablement au levain lactique ; on l'accuse de faiblesse ; on dit qu'il manque de vigueur, même lorsqu'on peut démontrer que dans du lait stérilisé, l'action de la culture qui a servi de levain est régulière, et qu'elle y provoque une acidité de 0,9 %, après une incubation de 14 à 16 heures à la température de 21° C. La cause du défaut doit donc être cherchée autre part que dans le levain lactique lui-même.

Deux explications se présentent pour ce retard de la formation d'acide : ou d'autres organismes présents dans le lait destiné à la pré-

paration du fromage exercent une action inhibitrice sur le développement des bactéries lactiques, ou le lait même contient une substance antibactérienne qui constitue un frein à l'activité des bactéries productrices d'acide lactique. La première explication implique la théorie de l'antagonisme bactérien ; la seconde permettrait de supposer qu'occasionnellement, le lait, comme le sang, peut assumer une action inhibitrice marquée sur le développement bactérien.

L'ANTAGONISME BACTÉRIEN. — L'influence antagoniste d'une espèce microbienne sur une autre a été démontrée expérimentalement ; entre autres, par FROST, GARRE, OLITSKY, GUNDEL, LEWIS, FLEMING et HUMMER.

L'antibiose est un principe bien connu du spécialiste de laiterie. La faculté du *Lactobacillus bulgaricus* de limiter le développement de bactéries productrices de gaz dans le lait et dans le caillé et une influence inhibitrice similaire du *L. acidophilus* en sont des exemples des mieux connus. Il est admissible que l'action d'un organisme antagoniste des bactéries productrices d'acide lactique, qui se trouvent généralement dans le lait destiné à la préparation du fromage ou y sont apportées par le levain lactique, peut être cause de cet arrêt de la fermentation lactique. MORGAN est de cet avis. Il affirme que dans les fromageries de la Nouvelle-Zélande, le travail lent des fromages est directement dû au *B. subtilis*. Au cours de ses recherches, MORGAN constata que dans les usines où ce défaut se présentait, le lait pasteurisé destiné à la préparation du fromage était abondamment infecté par des bactéries productrices d'alcali du type *B. subtilis* et que les cultures servant de levain lactique étaient fréquemment infectées par les mêmes organismes. Travaillant dans des conditions expérimentales, MORGAN put démontrer que l'infection de lait pasteurisé normal, au moyen d'une culture de laboratoire de *Bacillus subtilis* (elle-même primitivement isolée d'un levain lactique infecté), eut comme effet une suspension temporaire de la fermentation lactique dans le caillé et un travail lent du fromage. Le fromagetémoin, auquel n'avait pas été additionnée la culture de *B. subtilis*, fut achevé en 6 heures $\frac{1}{2}$, tandis que la préparation du fromage d'expériences, qui avait été infecté au moyen du *B. subtilis*, exigea 10 heures $\frac{1}{2}$. Les recherches de MORGAN tendraient donc à démontrer que la présence de *B. subtilis*, soit dans le levain lactique, soit dans le lait de fromagerie pasteurisé, serait la cause du travail lent du fromage. Il ne nous a pas été possible de confirmer ces données.

L'INFLUENCE DU BACILLUS SUBTILIS SUR LA FERMENTATION LACTIQUE. — Lorsque MARSHALL étudia l'influence sur la fermentation lactique dans le lait du développement de certaines bactéries qui s'y trouvent associées, il constata que le *Bacillus subtilis* stimule en fait

la fermentation lactique et que, dans certaines limites, le stimulant augmente en proportion directe avec la concentration du *B. subtilis* dans le lait, aux premiers stades de la fermentation. Il fait observer qu'à basse température, le stimulant est plus évident qu'à une température élevée. Plus récemment, le Professeur Ch. PORCHER, l'éminent savant, et son collaborateur, M. LAMBERT, ont également démontré que le *B. subtilis* exerce un effet stimulant sur le *Streptococcus lacticus*, et qu'en fait, il accélère la coagulation du lait.

Nos propres expériences avec le lait et le fromage ont confirmé que le *B. subtilis* n'a pas un effet de retardement sur la fermentation lactique. Une série d'échantillons de lait frais stérilisé furent ensemencés simultanément avec 1 % d'une culture vigoureuse de *Streptococcus cremoris* et avec une culture vieille de 24 heures (dans de l'eau peptonée) de *B. subtilis* ; les échantillons de lait ainsi ensemencés furent maintenus à 27° C., et, ensuite, leur acidité titrée fut régulièrement déterminée, en vue de constater la formation d'acidité. Des échantillons du même lait, qui avaient seulement été additionnés de 1 % de la culture de *Streptococcus cremoris*, servirent de témoins. Les données du tableau suivant sont caractéristiques des résultats obtenus :

TABLEAU I.
ACIDITÉ DU LAIT ENSEMENCÉ APRÈS :

	0 heure	3 heures	5 heures	7 heures	9 heures
<i>Echantillon-témoin :</i>					
200 cm ³ de lait, 1 % de levain lactique	0,18	0,215	0,27	0,52	0,61
<i>Echantillon d'expérience :</i>					
200 cm ³ de lait, 1 % de levain lactique, 10 cm ³ de culture de <i>B. subtilis</i>	0,18	0,22	0,30	0,57	0,64

EFFET DU BACILLUS SUBTILIS SUR LE FROMAGE. — En vue de déterminer l'influence du *Bacillus subtilis* dans la fabrication du fromage Cheddar, une série de fromages furent faits de lait normal qui avait été additionné de cultures vigoureuses de *B. subtilis* ; en même temps, des fromages-témoins furent faits d'une partie du même lait qui n'avait pas été additionné de *B. subtilis*. Quatre souches de *B. subtilis* furent utilisées ; deux étaient des cultures de laboratoire ; la troisième avait été isolée d'un échantillon de lait pasteurisé du commerce ; une quatrième avait été isolée de foin. Le lait employé avait été produit à la Station d'Expériences du Collège et était de très bonne qualité. Vingt et un grands fromages et autant de témoins furent préparés.

Lorsqu'on consulte les données concernant ces fromages, on s'aperçoit que l'addition de *B. subtilis*, en quantités relativement considérables, n'eut aucun effet de retardement, ni sur la progression de la fermentation lactique dans le caillé, ni sur le temps nécessaire à la préparation du fromage. Que le lait fût cru ou pasteurisé, que la culture fût additionnée au lait du soir ou au lait du matin, ou à un mélange des deux, le même résultat fut toujours observé ; dans aucun cas, la formation d'acide lactique ne fut retardée. Le tableau synoptique de nos résultats le démontre nettement :

TABLEAU II.

	Témoin	Expérience
Temps de maturation du lait (temps depuis l'addition du levain lactique jusqu'à l'emprésurage) ..	97 minutes	98 minutes
Epreuve de la présure	21 secondes	21 secondes
Acidité lors de l'emprésurage	0,218 %	0,218 %
Augmentation de l'acidité due à la maturation du lait	0,033	0,033
Temps depuis l'emprésurage jusqu'à l'élimination du petit-lait	3 h. 15 m.	3 h. 10 m.
Temps depuis l'emprésurage jusqu'à la mise sous presse	5 h. 20 m.	5 h. 18 m.

Le *B. subtilis* n'eut donc aucune influence appréciable sur la durée de préparation. De plus, il n'y eut aucune caractéristique spéciale permettant de différencier les fromages-témoins des fromages d'expériences au cours de la fabrication. Cependant, lorsque le *B. subtilis* était abondant, le caillé dégageait, au cours du brassage, une légère odeur, rappelant celle de pâte de pain. Lorsque, après une maturation de 7 mois, les fromages furent examinés, aucune altération de la couleur, de la consistance et de la saveur, attribuable à l'influence du *B. subtilis*, ne put être constatée.

RAPPORTS DU *BACILLUS COLI* ET DE L'ARRÊT DE LA FERMENTATION LACTIQUE. — Dans les fromages dont la préparation est de longue durée, on constate occasionnellement des traces de dégagement gazeux dans le caillé, d'où est née l'idée que des organismes du groupe *Coli* provoqueraient le travail lent du fromage. En vue de préciser l'influence du *Bacillus coli* dans des conditions déterminées, 10 cm³ d'une culture, vieille de 24 heures, d'une souche authentique de cet organisme furent additionnés à 20 gallons (91 litres 20) de lait, dont fut préparé du fromage. En fait, cette addition de *B. coli* accéléra la formation d'acide, principalement au cours des premiers stades de la préparation. L'odeur typique, révélant la présence du *B. coli*, devint évidente au cours du chauffage du caillé, et après que la température de 32° C. eut été atteinte. Lorsque le petit-lait fut éliminé du caillé, une odeur fut perçue, rappelant celle qui émane des intestins d'un

porc qui vient d'être abattu. Lors du broyage, l'odeur était encore forte, mais elle fut moins prononcée après le salage. Des vacuoles à gaz furent perçues dans le caillé frais. Cependant, après une maturation de 7 mois, le fromage ne présentait pas de trous en pointe d'épingle et était de bonne qualité. L'expérience fut répétée avec une culture de *B. coli* vieille de 3 jours. Encore cette fois, on observa une accélération de la formation d'acide au cours des premiers stades de la préparation, mais l'odeur, révélant la présence du *B. coli*, fut moins prononcée et fut seulement bien nette lors du brassage. La préparation des fromages-témoins et des fromages d'expériences exigea un temps normal ; pour les deux, la mise sous presse put être faite simultanément.

Une infection simultanée par le *B. coli* et le *B. subtilis* n'eut pas d'influence perceptible sur le temps de préparation des fromages.

Pendant la période de 16 ans qui vient de s'écouler, nous avons fait des expériences, sur une grande échelle, au sujet de la fabrication du fromage, et nous n'avons pu établir de rapport entre les cas d'arrêt bien caractérisés de la fermentation lactique et les bactéries qui généralement infectent le lait destiné à la fabrication des fromages. *Selon nos expériences, la cause réelle du travail lent du fromage n'est pas une action inhibitrice de bactéries spécifiques qui viennent infecter le lait utilisé, mais l'action d'un facteur restrictif qui se trouve dans le lait lui-même.*

ACTION RESTRICTIVE DU LAIT NORMAL FRAIS. — Nombre d'auteurs ont voulu établir la présence d'un principe restrictif dans le lait normal frais. Lorsque du lait frais de vaches saines est maintenu à une température appropriée et que, par intervalles, on en fait des cultures sur plaques, on observe une réduction du nombre de bactéries au cours des premières heures de la vie du lait. On est d'avis que cette réduction de la teneur bactérienne, telle que la montre la méthode de culture sur plaques, est due à une propriété dite « germicide », laquelle fut signalée par FOKKER en 1890. En 1897, WIDAL et SICARD attirèrent l'attention sur la présence d'agglutinines dans le lait cru. ROSENAU et MCCOY sont d'avis que ces agglutinines provoquent la réduction de la teneur bactérienne du lait frais. Ils sont, de plus, d'avis que s'il y a inhibition du développement, il n'y a pas réellement destruction des bactéries spécifiques dans le lait frais. A cause de l'aggrégation des bactéries en conglomerats, moins de colonies se développent sur les plaques au cours des premières heures qui suivent la sortie du lait de l'animal producteur. ORLA-JENSEN (1930) affirme que le lait de vache frais contient une substance bactéricide qui est thermolabile et est complètement détruite à 70-75° C. ; elle prévient le développement et la production d'acide de la plupart des streptocoques et

bactéries lactiques. ORLA-JENSEN ne parvint pas à déterminer le caractère chimique de cette substance inhibitrice. JONES et SIMS, de l'Institut ROCKEFELLER, ont déterminé la présence dans le lait de vache cru d'une substance bactériostatique qu'ils appellent « lacténine ». Ce facteur paraît plus actif envers certains organismes qu'envers d'autres. Il prévient le développement du streptocoque de la mammite pendant une période d'environ six heures ; d'autre part, s'il est présent en concentration suffisante, il prévient complètement le développement du streptocoque de la fièvre scarlatine.

D'autres auteurs ne sont pas parvenus à démontrer l'existence d'une faculté bactéricide du lait. Il importe de mentionner que nombre des premiers auteurs, qui constatèrent une réduction progressive des bactéries dans le lait frais cru, l'avaientensemencé, dès le début, de bactéries spécifiques, telles que des bacilles paratyphoïdes, le *B. pyocyaneus*, le *B. typhosus*, le *B. diptheriae*, des souches de *B. coli*, sur lesquelles le lait peut exercer une action agglutinante spécifique. Ces faits ne permettent cependant pas de conclure qu'il y aura une influence similaire sur les bactéries non pathogènes. A ce point de vue, les premières observations de KÖNING présentent quelque intérêt. KÖNING constata que la réduction initiale de la teneur bactérienne de lait frais était le plus nette dans du lait produit dans de bonnes conditions de propreté, et qu'elle était moins prononcée dans du lait malpropre. CONN et STOCKING démontrèrent que la réduction apparente du nombre total de bactéries, observée durant un bref intervalle après la production du lait, est accompagnée d'une augmentation rapide du nombre de bactéries productrices d'acide. Les données de ces auteurs sont résumées dans le tableau suivant (Tableau III).

Lorsque du lait *normal* frais de vaches saines estensemencé de petites quantités de *Streptococcus cremoris*, puis maintenu à la température de 27° C. et qu'à des intervalles successifs, au cours de l'incubation, on en fait des cultures sur plaques, il se produit, ainsi que nous l'avons constaté, une augmentation progressive du nombre de bacté-

TABLEAU III.

Temps après la traite	Total de bactéries par cm ³	Pourcentage de bactéries productrices d'acide
Frais	12.550	10
3 heures	12.250	16
6 heures	19.650	23
9 heures	56.900	36
12 heures	114.250	60

ries. Des échantillons de lait qui venait d'être trait de 10 vaches appartenant au troupeau de la Station d'Expériences furentensemencés d'une culture vigoureuse de *Streptococcus cremoris* dans du lait, dans les proportions de 1 cm³ d'une culture diluée pour 40 cm³ de lait. Des échantillons-témoins des mêmes laits nonensemencés servirent de base de comparaison. Les données suivantes furent obtenues :

TABLEAU IV.

AUGMENTATION DE LA TENEUR BACTÉRIENNE DE LAIT FRAIS CRU
(MOYENNES POUR 10 VACHES).

Temps après la traite	Non ensemencé	Ensemencé de 2,5 % d'une dilution à 1 : 100.000 de levain lactique
2 heures	22.830	44.680
4 heures	75.000	147.500
6 heures	156.600	303.400
8 heures	1.436.000	2.540.000

Ces données tendraient à indiquer que le lait frais cru de vaches saines n'exerce aucune influence restrictive notable sur les bactéries lactiques généralement utilisées comme levains lactiques. Donc, lorsque l'acidification du caillé subit un arrêt à n'importe quel stade de la préparation du fromage, il n'est pas dû à une caractéristique inhérente au lait de vache frais cru, qui présente une réaction normale.

INFLUENCE RESTRICTIVE DU LAIT ANORMAL. — Tandis que l'action restrictive normale de lait frais cru à caractéristiques normales est comparativement faible et n'est pas suffisante par elle-même pour arrêter ou suspendre l'action des organismes du levain lactique dans le caillé du fromage, il n'en est pas de même pour certaines formes de lait anormal et, *d'après notre expérience, cette circonstance constitue la cause réelle du travail lent du fromage.* Tel lait anormal est le produit de vaches présentant une infection spécifique de la mamelle (généralement une forme de mammite) et la substance inhibitrice qu'elle contient est extrêmement puissante. De petites quantités de tel lait — souvent moins de 0,1% —, se trouvant dans du lait destiné à la préparation de fromage, peuvent arrêter la fermentation lactique dans le caillé pendant plusieurs heures consécutives. Voici un cas typique de travail lent étudié au cours de l'été de 1930.

Un fermier laitier du comté de Dumfries, dans le Sud-Ouest de l'Ecosse, propriétaire d'un troupeau de 50 vaches, signala que lorsqu'il commençait la fabrication du fromage au mois de mai, le caillé de ses fromages ne présentait pas une formation d'acide de la façon habituelle.

Tandis que dans les circonstances normales, les fromages étaient prêts vers 1 h. 30 de l'après-midi, une acidité suffisante pour autoriser la mise sous presse ne s'y était pas encore développée vers 6 heures du soir. La situation s'aggrava jusqu'à ce qu'enfin il ne fût pas possible de déceler une acidité appréciable par l'épreuve du « fer chaud », ayant 8 heures du soir, alors que la préparation des fromages avait commencé à 6 heures du matin. Le fromager, qui était bien au courant des procédés de fabrication, ne parvint pas à trouver de remède. Un changement de levain lactique n'eut aucune influence appréciable, et même lorsque la quantité de culture additionnée fut considérablement augmentée, aucune amélioration ne fut constatée. Le développement de l'acidité ne se produisit pas en un temps normal et, après l'élimination du petit-lait, le caillé resta mou et pâteux. L'examen microscopique d'un frottis du lait démontra que sa teneur en leucocytes était un peu plus élevée qu'elle ne peut l'être normalement. Le fermier avait d'abord affirmé que les mamelles de toutes les vaches productrices étaient saines ; il fut cependant amené à faire un examen systématique du lait de chaque quartier de la mamelle de chacune des vaches. Cet examen révéla qu'un quartier de la mamelle d'une des vaches était malade et que, jusqu'alors, le produit de ce quartier avait été mélangé au lait destiné à la préparation des fromages. La quantité de ce produit n'était pas supérieure à un demi-litre. Cependant, lorsque ce lait anormal ne fut pas utilisé, la préparation des fromages se fit normalement, d'excellents caillés furent obtenus, le travail lent avait disparu comme par magie. Que cette quantité relativement petite de lait anormal ait été la cause directe de l'arrêt de la fermentation lactique fut prouvé par le fait que, lorsque, sur demande, le fermier la mélangea de nouveau au lait dont fut préparé le fromage, toutes les caractéristiques typiques du travail lent du fromage reparurent.

Un autre fermier laitier, dont le troupeau de 110 vaches avait un rendement quotidien de 340 gallons (1.550 litres 4), fit des constatations similaires en 1929. Au début de la saison de 1929, le travail de ses fromages fut trop lent ; il l'attribua à un défaut de vigueur du levain lactique. Nous l'aidâmes dans un examen clinique de toutes les vaches, et l'élimination du lait de trois vaches, légèrement atteintes de mammite, amena une amélioration considérable. Un nouvel examen du troupeau révéla que le lait d'une vache, qui avait été atteinte de mammite au cours de la saison précédente, présentait une légère altération physique. Lorsque le lait de cette vache fut éliminé également, le travail des fromages devint absolument normal, et l'inconvénient ne se présenta plus au cours de cette saison. Au début de la saison suivante (1930), de nouveau se manifesta l'arrêt de la fermentation lactique. Guidé par son expérience de l'année précé-

dente, le fermier fit un examen soigneux de toutes les vaches du troupeau. L'exclusion du lait de deux vaches, présentant des altérations de la mamelle, eut encore comme résultat l'élimination du travail lent.

Pour nombre d'autres cas d'arrêt de la fermentation lactique que nous avons pu observer, il fut démontré que le travail lent du fromage était toujours dû à la même cause : le lait anormal d'une ou de plusieurs vaches du troupeau. Il est parfois difficile de déterminer quelle est la vache dont le lait est cause du travail lent, parce que le facteur restrictif peut être présent et actif avant que le lait présente des altérations physiques apparentes. Dans de tels cas, le lait de chaque vache du troupeau doit être l'objet d'un examen biologique et biochimique méticuleux. Des indications utiles seront fournies par : la valeur du pH , la réaction à l'alizarol, le chiffre de catalase, la réaction avec la présure et plus spécialement avec la pepsine, la rapidité de digestion par une solution de trypsine, la teneur en albumine du sérum, l'indice chlore-lactose, l'examen microscopique direct de frottis du sédiment, plus spécialement avec détermination du taux leucocytaire ; la rapidité du développement d'acide, lors d'addition de 1 % d'un levain lactique pur.

NATURE DE LA SUBSTANCE INHIBITRICE. — Jusqu'ici, on n'a pas encore déterminé avec exactitude quelle est la nature réelle de cette substance inhibitrice. KÖNING était d'avis que le lait contenait des principes restrictifs dérivés du sang. HOYBERG et STORCH ont montré que, dans des conditions anormales, le sérum sanguin non modifié peut passer dans le lait lorsqu'il est sécrété. Il est concevable qu'une telle invasion du sérum sanguin puisse avoir une influence inhibitrice sur le développement des bactéries lactiques dans le lait. A la suite de certaines expériences, des plus intéressantes, CURRAN émit la conclusion que la fourniture de sang à la mamelle est associée de quelque manière avec la formation d'une substance inhibitrice du développement des bactéries dans le lait.

En vue de déterminer si le sérum sanguin normal a un tel effet restrictif, du lait dont furent préparés des fromages Cheddar, fut additionné de quantités différentes de sérum frais. Le sérum fut obtenu par centrifugation de sang frais de bovins qui venaient d'être sacrifiés. Le sérum fut additionné au lait dont fut préparée une série de fromages, dans les proportions suivantes : a) 0,04 %, b) 0,40 %, c) 1,20 %, d) 2,4 %. L'addition de sérum sanguin normal, dans ces proportions différentes, n'eut aucune influence appréciable sur le temps nécessaire à la préparation des fromages, ainsi que le démontra la comparaison avec celle de fromages-témoins, préparés du même lait, qui n'avaient pas été additionnés de sérum. Les fromages d'expérience présentaient une odeur rappelant celle de viande, et lorsque

l'addition fut le plus abondante (1 litre et 2 litres pour 20 gallons (91 litres 2) de lait), le caillé avait une couleur rose, qui ne fut pas constatée dans les fromages-témoins. Il ne fut pas constaté d'arrêt de la fermentation lactique à la suite de l'addition de sérum.

Récemment, nous avons obtenu des preuves que la substance inhibitrice est associée à la fraction albumine du lait.

RAPPORTS ENTRE LE LAIT A TRAVAIL LENT ET LA PRÉPARATION DES LEVAINS LACTIQUES. — GORINI a démontré que le lait de certaines vaches apparemment saines ne convient pas au développement des bactéries lactiques ; il nomme tel lait « dysgénésique ». Les données de GORINI ont été confirmées récemment par SONCKE KNUDSEN et par KELLY. MAZÉ constata que des ferments lactiques utilisés régulièrement dans une fromagerie perdirent brusquement leur faculté productrice d'acidité dans le lait pasteurisé et dans la crème pasteurisée, tandis qu'ils continuèrent à se développer d'une manière typique dans du lait qui avait été stérilisé à l'autoclave à une température de 115° C. Comme cette constatation fut faite chaque fois au printemps, MAZÉ attribua le phénomène à des modifications du lait cru, les substances bactéricides (alexines) dérivées du sang de la vache variant avec le régime alimentaire. MAZÉ recommande de sélectionner les cultures qui doivent être utilisées dans du lait frais, en se basant sur leur « immunité », et émet l'avis que cette immunité pourrait disparaître par une culture prolongée dans du lait stérilisé. *Nous sommes plutôt d'avis, cependant, que tout lait, soit cru, soit pasteurisé, qui provoque la disparition de la faculté de former rapidement l'acide chez les bactéries lactiques, n'est pas normal, et que la modification de sa réaction est due à une cause pathologique plutôt qu'au régime alimentaire des vaches.* Nous avons également observé que la cause la plus fréquente de l'affaiblissement et de l'inactivation des levains lactiques est l'utilisation, comme milieu de culture, de lait ne présentant pas les qualités requises.

INFLUENCE DES AGENTS ACTIVANTS ET STIMULANTS. — GORINI mentionne qu'il est possible d'appropriier du lait dysgénésique pour le développement bactérien, par l'addition d'extrait de levure, de peptone ou de bouillon, qui, probablement, fournissent une vitamine essentielle, ou une substance-tampon, ou un constituant nutritif supplémentaire. SAGASTUME, adoptant les méthodes de GORINI, constata qu'une souche de *Lactobacillus acidophilus* ne se développa dans du lait dysgénésique que lors d'addition de bouillon, de tryptophane ou de peptone. LUTHER THOMSON établit le fait que de petites quantités d'extraits aqueux de légumes (pommes de terre, carottes, épinards) favorisent le développement de nombre de streptocoques qui ne se développent pas dans le bouillon seul. SARGENT mentionne

encore que différents extraits organiques de substances végétales et animales, telles la levure, des fruits, du liquide ascitique, du sang et des extraits glandulaires, stimulent, à un degré notable, le développement de différents microorganismes dans des milieux solides et liquides. Ces facteurs de développement présentent différentes ressemblances avec les vitamines.

Deux agents qui ont la réputation d'exercer une influence stimulante sur les cultures de bactéries lactiques dans du lait, sont le jus de citron et l'extrait de levure. Le premier est parfois additionné aux levains lactiques du type *Str. lacticus* ; le second, plus fréquemment, aux cultures de *lactobacilles*.

En vue de déterminer si le jus de citron pourrait être utile dans la préparation de fromage de lait à travail lent, une série de fromages d'expériences fut préparée avec du lait « dysgénésique », auquel fut additionné du jus de citron, comme agent activant. Il fut constaté que l'addition de jus de citron au lait n'eut pas d'influence appréciable sur le temps nécessaire à la préparation des fromages, quoique, parfois, fût constatée une amélioration de la consistance du fromage mûr.

De même, dans des conditions similaires, l'extrait de levure n'eut pas d'influence appréciable sur la durée de préparation des fromages. L'extrait de levure additionné au lait à travail lent donna un caillé relativement plus ferme, et lui communiqua une légère odeur de pâte de pain, qui était le plus prononcée lorsque le petit-lait fut éliminé du caillé. Comme l'addition de jus de citron, celle d'extrait de levure eut pour effet une légère amélioration de la consistance du fromage mûr.

INFLUENCE DE L'INFECTION DES LEVAINS LACTIQUES PAR DES MOISSURES SPÉCIFIQUES. — Le lait à réaction anormale a une influence restrictive plus prononcée sur des levains lactiques purs que sur des levains lactiques légèrement infectés. BARTHEL constata que l'infection par des moisissures, telles que le *Penicillium glaucum* et les espèces *Mucor* et *Aspergillus*, stimule notablement les cultures de *Str. lactis* vieilles. Récemment, nous avons constaté qu'il était possible, en utilisant un levain lactique infecté par la moisissure *Oidium lactis*, de préparer du fromage dont le travail était normal avec du lait dont le travail était extrêmement lent lorsqu'on utilisait un levain lactique pur.

(Traduction de R. N. GÖRANSSON.)

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] BARTHEL. *Le Lait*, 1924, **4**, 725.
- [2] CONN et STOCKING. *Rev. gén. de Lait.*, 1902, **2**, 265.
- [3] CUBBAN. *J. Bact.*, 1931, **21**, 38.
- [4] FLEMING. *Brit. Journ. Expt. Path.*, 1929, **10**, 226.

- [5] FOKKER. *Forsch. Med.*, 1890, **8**, 7.
- [6] FROST. *J. Infect. Diseases*, 1904, **1**, 599.
- [7] GARRE. *Centr. f. Bakt.*, 1887, **2**, 312.
- [8] GORINI. a) *J. Bact.*, 1922, **7**, 276.
 b) *Proc. World's Dairy Congress*, 1923, I, 308.
 c) *Atti. R. Acad. Naz. Lincei Cl. Sc. Mat. e. Nat.*, 1927, **6**, 338.
- [9] GUNDEL. *Centr. Bakt. Parasitenk.* I Abt., 1927, **104**, 463.
- [10] HOYBERG. *Zeitschr. Fleisch. Milchhyg.*, 1911, **21**, 133.
- [11] HUMMER. *Centr. Bakt.* II Abt., 1927, **71**, 407.
- [12] ORLA-JENSEN. *Centr. Bakt. Parasitenk.* II Abt., 1930, **80**, 321.
- [13] JONES et SIMMS. a) *J. Expt. Med.*, 1930, **51**, 327.
 b) *Science*, 1930, **72**, 456.
- [14] KELLY. *Scientific Agriculture*, 1930, **10**, 328.
- [15] SONCKE KNUDSEN. Royal Vet. Agric. Coll. Copenhagen, *Year-Book* for 1929.
- [16] KÖNING. *Milchw. Centralb.* I, 1905, 49, 97, 215, 289, 337.
- [17] OLITSKY. *Inaug. Dissert.*, Berne, 1891.
- [18] MARSHALL. *J. Dairy Science*, 1920, **3**, 406.
- [19] MAZÉ. *C. R. Acad. Sc.*, 1924, **178**, 1434.
- [20] MORGAN. *New Zealand Journ. Agric.*, 1928, **37**, 305.
- [21] PORCHER et LAMBERT. *Le Lait*, 1930, **10**, 640.
- [22] ROSENEAU et MCCOY. *Hyg. Lab. U.S. Public Health Service Bull.*, 1908, 56.
- [23] SAGASTUME. *Rev. Fac. Cim. Quim.* (Univ. Nacion, La Plata, 1929, **5**, (2), 99.
- [24] SERGENT. *Rev. Hyg. Med. Prev.*, 1929, **51**, 850.
- [25] STORCH. *Jahr. Thierchem.*, 1889, **14**, 170.
- [26] LUTHER THOMSON. *J. Bact.*, 1929, **17**, 379.
- [27] WIDAL et SICARD. *C. R. Soc. Biol.*, 1897, **49**, 804.

LA CONSTANCE MOLÉCULAIRE SIMPLIFIÉE ET LES LAITS PATHOLOGIQUES (1)

par

MAURICE BOUIN

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

On entend couramment par lait pathologique un lait dont la composition est plus ou moins profondément modifiée sous l'influence d'une cause morbide. Selon Ch. PORCHER, on doit réserver le nom de lait pathologique à celui qui provient d'une mamelle malade, et non point à celui qui provient d'un animal malade dont la mamelle ne serait pas touchée par le processus pathologique. « A mamelle saine répond du lait sain, ou, disons plus exactement, du lait non modifié chimiquement... » (2).

(1) Paru dans le *Volume jubilaire du Professeur Ch. Porcher*.

(2) Ch. PORCHER. *Traité de Physiologie normale et pathologique* publié sous la direction du Professeur G. H. ROGER, art. *La sécrétion lactée*. T. XI, p. 379. Masson édit. 1927.