fromage au lieu d'ajouter des ferments est donc pleine de promesses. Ce procédé serait intéressant dans les stations d'expéditions, qui transforment en fromages, à intervalles irréguliers, leurs excédents de lait destiné à la vente. En effet, dans de telles conditions, il n'est pas possible de se procurer des ferments convenables et on éprouve des difficultés à fabriquer des fromages réguliers.

CONCLUSIONS

Le *Streptococcus paracitrovorus* (HAMMER), semble avoir un effet net sur la production de l'arome caractéristique qui se développe dans le fromage de Cheddar. Ceci est particulièrement exact quand on emploie du lait pasteurisé pour la fabrication du fromage.

Le *Streptococcus citrovorus* (HAMMER) ajouté au lait en grande quantité avant la fabrication du fromage n'a produit aucun effet sur l'arome du fromage de Cheddar.

Le *Streptococcus Lactis* (LÖHNIS) quoique produisant, dans certains cas, un arome un peu plus acide, a produit du fromage très proche de celui produit en employant des ferments commerciaux, qui ont le *Streptococcus cremoris* (ORLA-JENSEN) comme type prédominant des organismes présents.

Du lait auquel de l'acide lactique chimiquement pur avait été ajouté, a produit un fromage d'aussi bonne qualité que celui obtenu avec un lait similaire additionné de ferments commerciaux, l'acide étant ajouté en deux opérations : d'abord un tiers (0,015 %) quand le lait est placé dans les cuves, et le reste après découpage du caillé.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA CAUSE DU GONFLEMENT DES LAITS AU LACTO-FERMENTATEUR

AVEC UNE ANNEXE

SUR L'APPLICATION DU PHÉNOMÈNE DE D'HÉRELLE A L'INDUSTRIE LAITIÈRE

Par le D^r W.-DORNER

Ingénieur agronome attaché à l'Etablissement fédéral de bactériologie
et d'industrie laitière à Liebefeld près Berne.

Chef : M. le prof. D^r R. BURRI.

— FIN —

E. — LE PHÉNOMÈNE DE D'HÉRELLE ET L'INDUSTRIE LAITIÈRE.

A la lecture de l'exposé des grandes lignes du phénomène de d'HÉRELLE que nous allons faire, on pourrait croire tout d'abord qu'il ne touche pas à l'industrie laitière. Il n'en est rien. La bactériophagie est un problème de microbiologie des plus intéressants, tant au point de vue purement scientifique, qu'en vue de ses applications pratiques. En effet, dans la lutte contre les parasites animaux

ou végétaux, l'homme utilise des méthodes se basant sur trois principes différents. Ce sont :

Les agents chimiques, produits toxiques ou désinfectants, les agents physiques tels que la chaleur, les radiations lumineuses, etc., et finalement les agents biologiques, parasites ou ennemis naturels des organismes que l'on veut détruire. En bactériologie on ne disposait jusqu'ici que des agents chimiques et physiques. D'HÉRELLE a eu le mérite de nous montrer que les agents biologiques, ennemis des bactéries, existaient et que leur application pratique était possible.

Après des observations analogues de TWORT en 1915, d'HÉRELLE a publié en 1917 son premier mémoire sur le bactériophage. Il avait constaté que les fèces de dysentériques contenaient souvent un agent qui lysait les bactéries de la dysenterie. De minimes quantités du filtrat de ces fèces détruisent une culture en bouillon de l'agent de la dysenterie. Le filtrat de ce bouillon a les mêmes propriétés, ajouté en très petite quantité il lyse une nouvelle culture de bactéries de la dysenterie. On peut reproduire le phénomène indéfiniment de cette façon.

Depuis la découverte de d'HÉRELLE, une foule de chercheurs de tous les pays se sont occupés de la bactériophagie et le nombre des travaux publiés à ce sujet est très grand. Ce sont presque exclusivement les représentants de la bactériologie médicale qui ont travaillé dans ce domaine et excepté une allusion que nous avons faite en 1923, dans la *Nouvelle Gazette de Zurich*, il ne semble pas qu'on se soit occupé de la bactériophagie dans les milieux laitiers. Nous ne pouvons donner ici qu'un extrait extrêmement succinct des faits établis et des observations qui ont été publiées. Nous renvoyons le lecteur qui désire de plus amples informations aux travaux de BAIL [13], d'HÉRELLE [14], BRUYNOGUE [15], HAUDUROY [16, 18], BORDET [17], v. PREISZ [19] et WOLLMANN [20], qui ont paru en 1925 et donnent une excellente vue d'ensemble sur les différents problèmes qui se posent.

Les savants sont loin d'être d'accord au sujet de la nature du bactériophage. Les uns prétendent avec d'HÉRELLE qu'il s'agit d'un parasite des bactéries, tandis que d'autres cherchent à prouver que le bactériophage est constitué simplement par une partie de la bactérie devenue indépendante et dont les fonctions naturelles sont exaltées. Nous ne voulons pas examiner le pour et le contre de ces hypothèses. Ce qui importe pour nous, c'est que le bactériophage existe et qu'il agit sur les bactéries.

La propriété la plus apparente du bactériophage est la lyse, c'est-à-dire la dissolution des bactéries sur lesquelles il agit. Cette lyse se traduit en milieux liquides par une disparition plus ou moins com-

plète du trouble produit par le développement microbien. A la surface des milieux solides le phénomène est forcément localisé aux points où le bactériophage se trouve. Il se révèle par l'apparition à ces points de taches vierges, de trous dans le gazon microbien sans cela uniforme. Selon la conception de d'HÉRELLE, ces trous représentent des colonies du bactériophage. La lyse des bactéries ne se produit pas dans tous les cas. Elle n'est pas la seule manifestation du bactériophage. Celui-ci provoque souvent chez les bactéries qu'il atteint des modifications héréditaires morphologiques et physiologiques plus ou moins profondes. C'est ainsi que le *bact. coli* peut perdre parfois la faculté de produire du gaz au dépend du glucose. Des colonies glaireuses, coulantes de cet organisme se développent quelquefois sous la même influence. On remarque aussi chez le *bact. coli* dans les bouillons incomplètement lysés des bâtonnets de grandes dimensions, dont le contour est irrégulier et le contenu granuleux.

Le bactériophage n'a de prise que sur les bactéries qui sont en voie de multiplication. Dans la règle il agit et se multiplie sous toutes les conditions qui permettent un développement microbien actif. C'est ainsi qu'il n'est pas gêné par l'absence complète d'oxygène libre pourvu que les bactéries sur lesquelles il agit puissent se développer sous ces conditions. On a cependant reconnu que dans certains cas des circonstances, qui n'empêchent pas le développement normal des bactéries, peuvent entraver ou empêcher l'action du bactériophage. C'est ainsi que bien des bactéries se développent parfaitement dans des milieux de culture relativement riches en acide et sont souvent à même d'en produire des quantités appréciables. Or, la plupart des bactériophages ne peuvent agir en milieu acide. On conseille, en conséquence, d'effectuer toutes les expériences relatives au bactériophage sur des milieux neutres ou alcalins dépourvus de sucre. Il est vrai cependant que les bactériophages qui attaquent le *bact. coli* sont en général moins sensibles à l'acidité du milieu et qu'en outre on a vu des bactériophages s'adapter petit à petit à des milieux franchement acides. Si l'expérience confirmait la nocivité des acides pour le bactériophage, l'application de ce dernier dans la pratique laitière pourrait se trouver compromise parce qu'on travaille ici presque exclusivement en milieu acide.

D'autre part, on a remarqué que la gélatine, la gélose, le blanc d'œuf, etc., additionnés en quantités suffisantes aux milieux liquides, empêchent le bactériophage de manifester son action, tandis que les bactéries prospèrent d'une façon normale. On a voulu attribuer cette action à la viscosité qui est conférée aux milieux par ces substances, viscosité qui empêcherait le contact des bactéries avec le bactériophage. Là aussi on se demandera si le bactériophage,

lorsqu'on voudrait le faire agir dans le fromage, n'en serait pas empêché par la consistance de celui-ci.

Dans la règle, toutes les bactéries d'une culture ne sont pas lysées par le bactériophage. Un certain pourcentage des organismes présents n'est pas détruit et se multiplie normalement. Ces bactéries sont résistantes. Elles sont immunisées contre le bactériophage. On trouve très souvent des souches qui sont résistantes dès le moment où elles sont isolées de produits naturels.

Il ressort de l'expérience fondamentale de d'HÉRELLE que le bactériophage se multiplie en séries et que, d'autre part, il est sans doute de dimensions très réduites puisqu'il passe au travers des filtres qui retiennent les bactéries. On a trouvé par différentes méthodes que le bactériophage avait un diamètre d'environ $20\ \mu\mu$, soit $0,00002\ \text{mm}$. Il supporte un peu mieux la chaleur et les antiseptiques que les microbes qu'il attaque. Tandis que ceux-ci sont souvent détruits par un chauffage à $60^{\circ}\ \text{C}$. pendant une heure, le bactériophage est encore actif après avoir subi l'action de la température de $65\ \text{à}\ 75^{\circ}\ \text{C}$. pendant soixante minutes. La quinine est le seul produit envers lequel le bactériophage est dans la règle plus sensible que les bactéries.

Selon les indications que l'on trouve dans la littérature scientifique, ce sont surtout des organismes pathogènes ou des espèces s'en rapprochant qui sont attaqués par le bactériophage. Le plus fort contingent des microbes sensibles au bactériophage appartient à la flore intestinale. On peut se demander si le fait que jusqu'ici ce sont surtout des organismes pathogènes qui ont été reconnus comme sensibles au bactériophage ne provient pas de ce que ce sont surtout des médecins qui se sont occupés de la question. On peut considérer la plupart des organismes importants en laiterie : les streptocoques, staphylocoques, les bactéries du groupe *coli-aérogènes*, les anaérobies sporulés, comme des races dénuées de pouvoir pathogène des microbes analogues dangereux pour la santé de l'homme et des animaux. Cette étroite parenté entre les organismes pathogènes et les microbes qui jouent un rôle dans l'industrie laitière est tout en faveur de l'hypothèse selon laquelle le bactériophage aurait une grande importance en laiterie.

Le bactériophage se trouve surtout dans les excréments des animaux. On le trouve cependant aussi dans le sol, dans l'eau de mer et de rivière. Il est probable que là aussi il provient des matières fécales.

Selon la conception de d'HÉRELLE, il n'existe qu'une seule espèce de bactériophage divisée en un certain nombre de races spécialisées sur les différentes espèces de bactéries. Il semble cependant, selon des expériences très probantes, que l'on doit admettre l'existence de

plusieurs bactériophages distincts agissant chacun sur une espèce ou un groupe d'espèces microbiennes. Dans la règle, les bactériophages sont polyvalents, c'est-à-dire capables d'agir sur plusieurs espèces de bactéries. Il en est cependant qui n'agissent que sur une espèce, voire même une seule souche de microbes.

Il serait déplacé de discuter longuement ici les applications thérapeutiques du bactériophage. Si nous en disons quelques mots, c'est pour montrer au lecteur que le phénomène de d'HÉRELLE n'est pas seulement intéressant au point de vue théorique, mais aussi quant à ses applications pratiques.

L'emploi du bactériophage en médecine se base sur l'observation répétée que les animaux épargnés par une épizootie hébergeaient dans leur intestin un bactériophage attaquant l'agent de la maladie. On a même voulu expliquer l'extinction spontanée des épidémies, en admettant qu'il existe une immunité contagieuse due au bactériophage. Celui-ci se propagerait aux dépens des agents de l'épidémie de la même façon que ceux-ci, et sa virulence augmentant petit à petit il arriverait à s'en rendre maître. Le malade serait alors le théâtre d'une lutte entre le bactériophage et l'agent pathogène, lutte dont dépendrait la guérison ou la mort du patient. L'infection de l'homme et des animaux par le bactériophage les protégerait donc dans une certaine mesure contre certaines maladies.

C'est d'HÉRELLE qui le premier a fait des essais sur la valeur thérapeutique du bactériophage. Il prétend avoir obtenu d'excellents résultats surtout dans la lutte contre le barbone, la typhose aviaire et la dysenterie. Récemment DA COSTA-CRUZ a utilisé le bactériophage au Brésil dans la lutte contre la dysenterie. Plus de 10.000 personnes ont été traitées et il paraît que les résultats ont été excellents. Il y a cependant encore controverse au sujet de l'action thérapeutique du bactériophage. Un bon nombre de savants n'ont jamais pu obtenir des résultats satisfaisants. Nous ne voulons pas prendre position dans ce débat. Il suffit pour nous de constater qu'un grand nombre de chercheurs sérieux ont pu se convaincre par des expériences faites sur des animaux que l'application du bactériophage confère une certaine immunité.

Dans la première partie de ce travail traitant de la genèse des laits gonflants, nous avons avancé l'hypothèse que la prédisposition fermentative du lait pourrait se trouver fonction de l'absence ou de la présence de certains bactériophages dans le lait. Il faut remarquer ici que l'existence de la prédisposition fermentative, bien que n'étant pas prouvée strictement par des essais scientifiques, doit être considérée comme établie empiriquement par la pratique. Nous voulons maintenant considérer notre hypothèse d'un peu plus près. Nous avons cherché d'abord à nous rendre compte si sa base même, la

possibilité d'une action du bactériophage dans le lait et les produits laitiers, correspondait à la réalité. Nous avons effectué à cet effet quelques expériences sur l'action du bactériophage sur les bactéries contenues dans le petit-lait. On ne peut certes pas affirmer positivement que le bactériophage aura la même action dans le lait que dans le petit-lait. Il est cependant probable qu'à ce sujet il n'existe pas de différences fondamentales entre ces deux milieux. En outre, le petit-lait joue un rôle des plus importants dans certains procédés de préparation de la présure, fait qui motiverait à lui seul l'étude de l'influence du bactériophage dans ce sous-produit. Nos expériences ont été effectuées comme suit :

Du petit-lait provenant de la fromagerie d'essai de Liebefeld, contenu dans des tubes de 50 cc., a été pasteurisé pendant une demi-heure à 56° C. pour détruire les organismes gazogènes qui pourraient s'y trouver. Dans la suite, nous avons reconnu que cette pasteurisation était insuffisante. Nos essais n'en ont pas souffert parce que, comme nous l'établirons plus loin, la race de *bact. coli* qui se trouvait naturellement dans le petit-lait était attaquée par le bactériophage que nous avons utilisé. Nous avons ensuiteensemencé le petit-lait avec une souche de *bact. coli* et ajouté un bactériophage (1) attaquant cet organisme. Un tube de petit-laitensemencé, mais sans addition de bactériophage, a servi de témoin. Tous les tubes étaient ensuite portés à l'étuve de 30° où ils séjournaient pendant vingt-quatre heures. Nous avons choisi cette température parce que c'est à environ 30° que l'on tient les macérations de caillettes dans la pratique. Après cette incubation, nous avons examiné le contenu des tubes au microscope et nous avons préparé des dilutions dans du bouillon lactosé en commençant par une addition de 1 cc. Les tubes de bouillon ont été tenus jusqu'au lendemain à 38°. Les résultats sont consignés dans le tableau IX.

En résumé, il découle ce qui suit du tableau IX :

1° Tandis que le contenu des tubes témoins sans addition de bactériophage présentait,ensemencé dans du bouillon lactosé, un dégagement de gaz jusqu'aux dilutions de 10 millions à 1 milliard (col. 3), il n'y a pas eu de production de gaz dans le milieuensemencé, même avec 1 cc. du petit-lait additionné de bactériophage (col. 6).

2° L'examen microscopique des deux séries (col. 4 et 7) a donné des résultats moins homogènes. Les tubes témoins contiennent dans tous les cas du *bact. coli*. Dans l'expérience du 4 décembre, il ne semble pas que l'addition du bactériophage ait eu une influence sur le nombre des germes de *bact. coli* visibles au microscope. Les expériences du

(1) Le bactériophage et la souche sensible de *bact. coli* ont été mis aimablement à notre disposition par M. le professeur Dr O. BAIL, à Prague. Nous l'en remercions ici publiquement.

TABLEAU IX.

L'action du bactériophage KrS sur le bact. coli cord dans le petit-lait

Date 1 4 7 8 9	Petit-lait pasteurisé + bact. coli cord (témoin)			Petit-lait pasteurisé + bact. coli cord + bactériophage KrS		
	Culture en bouillon lactosé		Examen microscopique du petit-lait après l'incubation	Culture en bouillon lactosé		Examen microscopique du petit-lait après l'incubation
	trouble	dégagement de gaz		trouble	dégagement de gaz	
	2	3	4	5	6	7
4	cent millions	cent millions	Bact. coli, quelques streptocoques.	dix millions	0	Bact. coli, quelques streptocoques.
7	dix millions	dix millions	Bact. coli, peu de streptocoques.	dix millions	0	Beaucoup d'éléments très minces à côté de bâtonnets trapus et de formes coccoïdes (bact. coli modifié), strepto- coques.
8	un milliard	un milliard	Bact. coli, strepto- coques.	cent millions	0	Bâtonnets très courts et trapus de 1 à 1,5 × 1 à 3 μ en chaînes comme des streptoco- ques (bact. coli mo- difié).
9	dix millions	dix millions	Seulement bact. coli.	dix millions	0	Streptocoques, bact. Güntheri, bact. coli peut être présent mais en tout cas rare.

7 et du 8 décembre permettent déjà mieux de conclure à une action du bactériophage. Dans le tube qui en a reçu on découvre un grand nombre de microbes de forme bizarre dont les contours sont irréguliers et le contenu granuleux. Il s'agit très probablement de *bact. coli* modifié par le bactériophage. L'expérience du 9 décembre est encore plus claire. Tandis que dans le tube témoin on voit le *bact. coli* en grand nombre, sa présence est douteuse dans le tube qui a reçu du bactériophage.

3° Le bactériophage semble également avoir une certaine action sur le nombre des microbes qui se développent dans le bouillon lactosé (col. 2 et 5). Sur les quatre expériences, les tubes témoins avaient deux fois une teneur plus haute en bactéries que les tubes additionnés de bactériophage. Nous ne pouvons cependant pas tirer une conclusion de ce résultat occasionné peut-être par le hasard.

En même temps que les cultures de bouillon nous avons aussi fait des cultures en couche profonde sur de la gélose au petit-lait peptoné et des cultures en plaques sur gélatine. Les résultats obtenus concordent bien avec ceux que nous avons discuté plus haut. Dans toutes les expériences excepté celle du 9 décembre, le *bact. coli* était présent dans le petit-lait additionné de bactériophage. Cet organisme

avait cependant perdu la faculté de produire du gaz au dépend du lactose. Sur les plaques de gélatine, nous avons observé à plusieurs reprises la variété glaireuse du *bact. coli* qui se produit sous l'influence du bactériophage. Il découle sans doute possible de ces essais qu'on peut influencer le *bact. coli* contenu dans le petit-lait en utilisant des bactériophages appropriés.

Appliqué à la pratique, ce résultat signifie que l'effet désiré, empêcher la production de gaz, peut être obtenu avec le bactériophage. En effet, le fromager ne se préoccupera guère de la présence dans le lait, le petit-lait ou le fromage d'organismes appartenant au groupe *coli-aérogènes*, si ceux-ci ne produisent pas de gaz. La question, si ces organismes sont complètement inoffensifs ou s'il leur reste le pouvoir de modifier défavorablement la saveur du fromage, reste ouverte.

Les conditions des expériences que nous venons de relater étaient extrêmement favorables pour démontrer l'action du bactériophage parce que nous avons employé une souche de *bact. coli* très sensible et un bactériophage très virulent. Il est évident que toutes les races de *bact. coli* que l'on rencontre dans la pratique laitière ne sauraient être attaquées par le même bactériophage. Cependant, comme nous l'avons déjà remarqué, le petit-lait que nous avons employé dans nos expériences contenait une race de *bact. coli* sensible au bactériophage KrS. Les expériences du tableau X le démontrent clairement.

En principe, nous avons procédé de la même manière que pour les expériences du tableau IX avec la différence que nous n'avons pas pasteurisé le petit-lait. Dans les expériences 1 et 2 nous n'avons pasensemencé le *bact. coli*. Nous avons laissé se développer celui qui se trouvait naturellement dans le petit-lait. Les expériences 3 et 4 sont identiques à celles du tableau IX.

Les résultats de ces expériences sont clairs. Il n'y a pas eu de dégagement de gaz dans le bouillon lactosé toutes les fois que nous avons ajouté du bactériophage au petit-lait. Il ressort des expériences n^{os} 1 et 2 que la race de *bact. coli* se trouvant naturellement dans le petit-lait subit aussi bien l'influence du bactériophage KrS que le *bact. coli* cord. Les résultats de l'examen microscopique, spécialement si l'on considère les essais n^{os} 3 et 4, sont très instructifs. Dans le tube ayant reçu du bactériophage (n^o 3), nous avons constaté peu de *bact. coli*, tandis que dans le tube témoin (n^o 4), nous avons noté : *bact. coli* très nombreux.

Cependant, comme nous l'avons déjà relevé, le *bact. coli* qui se trouve dans le petit-lait doit être considéré comme un organisme relativement peu dangereux. On ne saurait donc interpréter nos résultats en disant que nous sommes arrivés à empêcher le gonfle-

TABLEAU X.

L'action du bactériophage sur le bact. coli contenu dans le petit-lait

Numéros	Désignation de la matière première et des additions	Examen microscopique du petit-lait après incubation de 24 h. à 30°	Cultures en bouillon lactosé	
			trouble	dégagement de gaz
1	Petit-lait (témoin du n° 2)	Bact. Güntheri, streptocoques, peu de bâtonnets trapus (coli)	un million	un million
2	Petit-lait + bactériophage KrS	Bact. Güntheri, peu de streptocoques, quelques exemplaires isolés de bact. coli.	dix millions	0
3	Petit-lait + bact. coli cord + bactériophage KrS	Streptocoques, bact. Güntheri, peu de bact. coli.	dix millions	0
4	Petit-lait + bact. coli cord (témoin du n° 3)	Bact. coli très nombreux, peu de streptocoques et de bact. Güntheri	dix millions	dix millions

ment par l'emploi du bactériophage. La seule conclusion qu'on puisse en tirer est qu'il est possible en principe d'influencer les bactéries dans le petit-lait au moyen du bactériophage.

Les faits établis par nos expériences sont donc de nature à rendre notre hypothèse au sujet de la cause de la prédisposition fermentative du lait plus plausible. La preuve absolue, il est vrai, n'est pas encore faite. On peut facilement se représenter que l'absence de certains bactériophages pourrait faciliter la genèse de certaines maladies du lait, tandis que la présence de certains autres a le même résultat en occasionnant des races bactériennes mucoïdes ou en nuisant à certains microbes utiles, par exemple les bactéries lactiques. On pourrait aussi établir un parallèle avec la médecine en comparant l'apparition et la disparition mystérieuse de maladies du lait à l'extinction des épidémies sous l'influence du bactériophage.

Selon la pratique fromagère, une alimentation trop intensive et une fumure trop copieuse des prairies, seraient la cause d'une prédisposition fermentative défectueuse du lait. Prétendre que tel n'est pas le cas est impossible. On ne peut que constater que la relation de cause à effet n'est pas établie clairement. On pourrait se demander si de grosses rations de fourrages concentrés ne peuvent pas influencer la teneur des fèces en bactériophage. Il faut aussi tenir compte du fait que les agriculteurs qui affouragent intensivement font dans la règle de même pour la fumure. On ne saurait actuellement trancher la question si ce n'est que l'une ou l'autre des deux soi-disant causes de la prédisposition fermentative défectueuse du lait qui agit. On

peut cependant se représenter que les engrais attachés extérieurement au fourrage jouent un certain rôle. On sait en outre que lorsque les plantes ont à leur disposition de grandes quantités de sels nutritifs elles en absorbent souvent beaucoup plus que pour couvrir leurs besoins. Elles accumulent par exemple du nitrate de potasse. Les plantes recevant de fortes fumures se développent aussi plus rapidement. De ce fait, elles sont soumises moins longtemps à l'action des rayons du soleil. Or, différents savants qui s'occupent de la question des vitamines (STEENBOCK, DANIEL et GYÓRGY), ont prouvé récemment que la teneur des fourrages en vitamine antirachitique augmente considérablement lorsqu'on les expose aux radiations ultra-violettes. On pourrait peut-être conclure par analogie que le fourrage qui a subi plus longtemps l'effet des rayons solaires contient une substance quelconque qui influence la teneur des matières fécales en bactériophages. Les engrais et les sels nutritifs accumulés pourraient avoir un effet analogue.

Il est également possible qu'il existe une relation entre la bactériophagie et la phase bactéricide du lait. En effet, BRUDNY [21] décrit dans un travail y relatif, des modifications du *bact. coli* qui rappellent en tous points celles qui se produisent sous l'influence du bactériophage.

Nous espérons avoir démontré dans ce qui précède que la question du bactériophage mérite l'attention des chercheurs de la branche laitière. Un immense domaine encore complètement inconnu s'ouvre à eux. On cherchera tout d'abord à obtenir des indications sur la fréquence des différents bactériophages dans le lait et les produits laitiers, ainsi que dans le fourrage et les matières fécales. On établira s'il existe des relations entre la présence ou l'absence de certains bactériophages et l'apparition de certaines maladies du lait.

CONCLUSIONS

1^o La genèse du gonflement des laits est un problème compliqué. La présence dans le lait des organismes qui en sont la cause directe ne suffit pas pour déclencher la maladie. Un certain nombre d'hypothèses émises à ce sujet ont fait l'objet d'expériences à l'occasion d'un dérangement de la fabrication à la fromagerie d'essais de Liebefeld.

2^o Dans le cas étudié, les fèces des vaches ne contenaient pas des organismes gazogènes en nombre supérieur à la normale. On ne pouvait donc attribuer la cause du gonflement du lait à sa pollution avec des fèces extraordinairement riches en bactéries gazogènes, d'autant plus que pendant et après l'époque où le lait gonflait, la teneur des fèces est restée invariable.

3° A cette occasion, nous avons constaté que les matières fécales des vaches avaient une teneur en organismes gazogènes tantôt haute, tantôt basse, mais invariable pour un animal donné pendant de longues périodes. Nous avons essayé d'expliquer ce phénomène.

4° Le gonflement du lait ne provenait pas non plus de ce que celui-ci, les conditions bactériologiques de sa production restant les mêmes, ait eu à certains moments une prédisposition spéciale pour le gonflement. Au contraire, additionné de bactéries appropriées, le lait a gonflé à n'importe quelle époque.

5° Dans notre cas le gonflement du lait était causé par la présence du *bact. aérogenes* dans les fèces. Cet organisme ne s'y trouvait qu'au moment où le lait présentait cette maladie. Cette dernière disparue, c'est le *bact. coli* qui dominait dans les excréments.

6° Le cas étudié confirme une fois de plus l'expérience faite à Liebefeld que le *bact. aérogenes* est l'organisme dangereux par excellence pour la fabrication du fromage, tandis que le *bact. coli* est relativement inoffensif.

7° L'hypothèse que la prédisposition fermentative du lait pourrait être fonction de l'absence ou de la présence de certains bactériophages dans celui-ci a été rendue plus plausible par quelques expériences effectuées avec du petit-lait. Il a été possible d'empêcher le *bact. coli* de produire du gaz en ajoutant du bactériophage au petit-lait.

8° Il ressort en outre de ces essais que l'étude du phénomène de d'HÉRELLE peut avoir une grande importance pour l'industrie laitière et que des recherches dans ce domaine pourraient peut-être donner la clé d'une foule de problèmes encore obscurs.

Bibliographie

- [1] WUETHRICH et DE FREUDENREICH, *Centralblatt f. Bacteriologie*, II Abteilung, t. I, p. 873, 1895.
- [2] W. HUETTEMANN, *Thèse Méd. Vét.*, Berne, 1905.
- [3] P. ANKERSMIT, *Centralblatt f. Bacteriologie*, I Abteilung, t. XXXIX, p. 359, 574, 1905 ; t. XL, p. 100.
- [4] HARRISON, *Centralblatt f. Bacteriologie*, II Abteilung, t. XIV, p. 366, 1905.
- [5] WYSSMANN et PETER, *Milchwirtschaft*, 8^e éd., p. 51, 1920.
- [6] BURRI et DUEGGELI, *Centralblatt f. Bacteriologie*, I Abteilung, t. XLIX, p. 145, 1909.
- [7] BURRI, *Revue générale du Lait*, t. VIII, p. 35, 1909.
- [8] LOEHNIS, *Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie*, p. 187 et 239, 1910.
- [9] PETER, *Annuaire agricole de la Suisse* (éd. allemande), p. 376, 1901.
- [10] BURRI et HOHL, *Annuaire agricole de la Suisse* (éd. allemande), p. 315, 1917.
- [11] STECK, *Annuaire agricole de la Suisse* (éd. allemande), p. 511, 1921.

- [12] E. KAISER, *Microbiologie agricole*, p. 506, Paris 1914.
- [13] O. BAIL, *Bulletin technique des Sciences médicales*, t. I, 1925.
- [14] F. D'HÉRELLE, *Bulletin technique des Sciences médicales*, t. I, 1925.
- [15] R. BRUYNOGUE, *Bulletin technique des Sciences médicales*, t. I, 1925.
- [16] P. HAUDUROY, *Bulletin technique des Sciences médicales*, t. I, 1925.
- [17] J. BORDET, *Ann. Pasteur*, t. XXXIX, p. 718, 1925.
- [18] P. HAUDUROY, *le Bactériophage de d'Hérelle*, Paris, Le François, 1925.
- [19] H. VON PREISZ, *Die Bakteriophagie*, Jéna, Fischer, 1925.
- [20] E. WOLLMAN, *Ann. Pasteur*, t. XXXIX, p. 789, 1925.
- [21] V. BRUDNY, *Centralblatt f. Bacteriologie, II Abteilung*, t. XXII, p. 193, 1909.

DE LA CONSERVATION ET DE L'ASSAINISSEMENT DU LAIT

Par le D^r Henri STASSANO

— FIN —

Dans la figure 18 on voit représenté l'un des réfrigérants « Lawrence », en service dans la Laiterie Centrale de Strasbourg. Ce réfrigérant naturellement peut refroidir aussi bien le lait qui vient directement du pasteurisateur, que le lait provenant de l'un des chambreurs du procédé de la pasteurisation basse.

Nous verrons plus loin, d'après le contrôle bactériologique, quelle est la place que ce système de pasteurisation mérite de prendre. Cependant, ce n'est qu'à la fin de ce mémoire, lorsque nous aurons examiné tous les autres différents aspects de la question et soumis à des contrôles, aussi objectifs, les résultats obtenus en traitant toujours simultanément le même lait cru par les différents procédés de pasteurisation envisagés, qu'il sera possible de tirer une conclusion impartiale.

Au sujet de la stérilisation, en tant que procédé en vase clos, il n'y a pas grand chose à dire. Je tiens seulement à recommander à cette place aux puériculteurs qui, forcément, n'ont pas notre longue habitude du laboratoire, de ne pas se laisser tromper par les affirmations toutes fallacieuses des fabricants de laits stérilisés, au sujet de ces prétendus laits stérilisés à 105° ou même à 108° seulement. Même en réduisant le volume des bouteilles de lait dans le triple but d'augmenter l'efficacité du chauffage, de diminuer la coloration et le goût de cuit que le lait prend à l'autoclave, et afin de pouvoir vendre le lait plus cher, sans que le client, peu porté aux calculs, puisse s'en rendre compte, il est indispensable d'atteindre les 112° pour obtenir la stérilisation du lait.

A l'égard des laits stérilisés, les puériculteurs se laissent également leurrer par l'idée que ces laits au moins ont été chauffés aussitôt après la traite. Eh bien, il suffira de pratiquer dans ces laits le titrage