LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

C. GORINI. — Les ferments lactiques acidoprotéolytiques 337

M. REINER, G.W. SCOTT BLAIR et G. MOCQUOT. — Sur un aspect du mécanisme de formation des lainures dans le fromage de gruyère Comté 350

E. GOIFFON. — Dosage photométrique des lipides du lait mis en dispersion aqueuse 356

A. FOSCHINI. — Sur l'état de l'anhydride carbonique du lait 372

Bibliographie analytique :

1^o Les livres 377

2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 383

3^o Brevets 420

Bulletin bibliographique :

1^o Les livres 423

2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 424

Supplément technique :

G. GÉNIN. — La fabrication de fibres artificielles en partant de laine de caséine 430

BULLETIN ANALYTIQUE :

1^o Les Livres 436

2^o Revues 436

3^o Brevets 436

Documents et informations :

Législation française. Décret n° 49-438 du 29 mars 1949 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 1^{er} août 1905 en ce qui concerne le commerce des glaces et des crèmes glacées 440

Exposition internationale laitière 1949 (U.S.A.) 445

Prix scientifiques 446

Communiqués 447

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

LES FERMENTS LACTIQUES ACIDOPROTÉOLYTIQUES

par

COSTANTINO GORINI

Les ferments lactiques acidoprotéolytiques intéressent toujours davantage la science pure et la science appliquée, tant au point de vue technique qu'au point de vue médical.

Il me semble qu'il est nécessaire de pourvoir à leur caractérisation définitive, en reliant les travaux émanants de plusieurs auteurs avec mes recherches anciennes et modernes qui sont leur point de départ.

Dès 1892-1894, j'avais le bonheur de découvrir des bactéries

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

capables de produire, dans le lait, de l'acidité et, simultanément, de la protéolyse (*B. prodigiosum*, ...). Cette notion capitale initiait à l'étude du métabolisme azoté des ferments lactiques et, en même temps, révélait le pouvoir protéasique des bactéries en milieu acide et non pas seulement en milieu neutre ou alcalin (1).

Il m'apparaissait alors que la caséolyse en milieu acide était une caractéristique des germes ayant une fonction importante dans la maturation des fromages.

Cette découverte et cette hypothèse, dont la valeur croissante a été illustrée à l'occasion de mes Noces d'or scientifiques (2), passèrent inaperçues jusqu'en 1901, date à laquelle je pus démontrer, lors de mes travaux à la Station Laitière de Liebefeld-Berne, la présence normale dans la mamelle de coccus acidoprotéolytiques qui ont initié à l'étude de la microflore mammaire (WINKLER).

J'ai trouvé ces mêmes germes de la microflore mammaire dans plusieurs fromages (Parmesan, Emmental, Edam, Güter), dans la caillette, dans la présure, dans les fourrages, dans les laits fermentés et dans les selles animales, ainsi que dans des mamelles malades à la suite de traites mauvaises (1904-1910).

La grande hétérogénéité et les variations morphologiques et culturelles de ces germes m'ont dissuadé d'en établir des espèces et m'ont fait leur donner des désignations de types avec des noms écologiques provisoires (*Mammococcus*, *Gastrococcus*, *Entéro-coccus*, *Caseococcus*). Ces nombreux types peuvent être groupés génériquement en streptocoques et staphylocoques selon leur aspect, mais, bien souvent, un même type est dissociable et peut donner des formes rejoignant les deux groupes.

Maints auteurs, que je considère comme mes collaborateurs, ont décrit à nouveau ces germes comme des espèces distinctes de ferments lactiques sous des dénominations différentes sans se préoccuper de l'inconstance, de l'interchangeabilité et de la dissociation possible des propriétés généralement considérées comme essentielles pour fixer une espèce. Ainsi, on rencontre les termes *St. liquefaciens*, *St. zymogenes*, *M. casei liquefaciens*, *M. caseolyticus*, *Tetracoccus liq.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus apis*. La confusion est donc grande. J'ai pu constater, à propos des variations signalées, qu'une souche envoyée à différents collègues a pu être jugée comme réunissant des

(1) Cette opinion persiste. Par exemple, dans l'ensilage des fourrages, les défenseurs de la théorie autolytique pensent toujours que l'intervention des bactéries est à condamner complètement parce qu'elles produisent une nuisible digestion trypsique, en ignorant ou en négligeant mes recherches sur l'ensilage lactique dû à la présence constante inévitable d'acidoprotéolytes provoquant au contraire une digestion papainique qui est avantageuse comme celle engendrée par les végétaux (1941).

(2) J. Wyss-Chodat. Une date dans la microbiologie lactique : Les noces d'or d'un savant italien, *Zyma-Journal*, Nyon, septembre 1942.

types différents, alors que ma culture initiale était certainement pure et monocytogénique.

A la suite de mes investigations qui furent prolongées pendant une quarantaine d'années et, tenant compte des recherches de mes collaborateurs sur mes propres souches et sur d'autres, je suis arrivé à admettre les critères suivants pour la caractérisation de ces germes parmi les ferments lactiques :

1. Les germes acidoprotéolytiques attaquent une grande partie des hydrates de carbone comme le font les autres ferments lactiques, mais leur différenciation ne peut pas être établie d'après leur action sur les sucres.

2. Les germes acidoprotéolytiques se caractérisent, au contraire, par un système complexe d'activités protéasiques qui ne consistent pas seulement dans la liquéfaction de la gélatine ; d'autre part, cette liquéfaction n'est pas constante et ce test n'est pas suffisant par ailleurs pour indiquer une vraie protéolyse.

Les autres ferments lactiques ne produisent que des endo-protéases agissant seulement après la mort des cellules et simplement sur les peptides en milieu non acide ; ils caséolysent seulement le lait additionné de carbonate de calcium.

Au contraire, les acidoprotéolytiques produisent, en outre, des exo-protéases qui agissent pendant la vie cellulaire et sur les protéines en milieu acide, pH 4-5 (1922). De cette manière, ces ferments préparent les éléments de nutrition pour les autres ferments lactiques ; ils engendrent diverses protéinolyse qui ne sont cependant pas parallèles car elles dépendent d'enzymes spécifiques différentes. Mieux encore, ces germes produisent deux ordres de protéases, les unes dont l'optimum est à pH 8,4 et d'autres dont l'optimum est à pH 4,8 (*acidoprotéases* GORDACH) qui ont été trouvées aussi par BERGER, JOHNSON et PETERSON chez *Leuconostoc mesenteroides*, *Propionibacteries* et *Lactobacillus*).

Enfin, la production protéasique des acidoprotéolytiques se différencie de celle des autres ferments lactiques à quatre points de vue : protéolyse soit en zone alcaline soit en zone acide, plus grande vitesse d'action enzymatique, plus profonde dégradation des protéides, libération enzymatique plus intense à la fois par excrétion et par autolyse.

Il est essentiel de reconnaître que l'activité biochimique des germes est en rapport avec la facilité et l'intensité de la production enzymatique. *Il n'existe aucun rapport entre la masse des cellules actives et la quantité de protéides décomposées* ; ce fait fut démontré, entre autres, par MOYCHO avec *B. prodigiosum*. Ce sont là des arguments très forts qui devraient inciter à un changement d'opinion différents auteurs encore persuadés de l'impor-

tance supérieure donnée à la quantité des microbes de maturation.

3. Les germes acidoprotéolytiques sont beaucoup plus résistants que les autres ferments lactiques : anaérobiose facultative, développement entre 10 et 45° sur de nombreux milieux même non sucrés, acceptation d'un pH allant de 3,5 à 9,6 ; vitalité maintenue plus d'un an dans les lactocultures à température ambiante et au-delà de deux ans et demi à 5° C. ; thermo-résistance à 60-63° C. pendant 30 minutes, résistance à la dessiccation, tolérance au sel jusqu'à 15 % de chlorure de sodium, à la bile, au bleu de méthylène, au suc gastrique (d'où leur passage à travers l'estomac), et à d'autres substances qui inhibent généralement les autres ferments lactiques.

Une autre particularité réside en ce fait que les flagelles et la mobilité chez les streptocoques et les staphylocoques s'observent particulièrement parmi les acido-protéolytiques.

D'après les premiers travaux de FLEMMING et WAKSMAN, ces germes, à la différence d'autres ferments lactiques, ne seraient pas sensibles à la pénicilline ni à la streptomycine ; ces deux antibiotiques ne seraient donc pas efficaces contre les mammites provoquées par ces germes, que SEELEMANN, confirmant mes recherches sur l'identité des mammocoques et des entérocoques, appelle mammites entérocoquiques pour les différencier des affections dues aux streptocoques spécifiques appartenant à d'autres groupes sérologiques.

Cependant, les travaux de mes élèves ont démontré que même dans la résistance à la pénicilline, ces germes, y compris *Staphylococcus aureus*, sont très variables.

4. En corrélation avec la pluralité de leurs activités enzymatiques les germes acidoprotéolytiques montrent une tendance très prononcée au phénomène de la variabilité et de la dissociabilité physiologiques par divergences individuelles, ainsi que je l'ai démontré dès 1921. Ainsi, à la suite de plusieurs repiquages à partir d'une même culture mère, on peut trouver des cultures avec des propriétés différentes, non permanentes, mais toujours reversibles, même après plusieurs années.

J'ai rencontré des variations brusques spontanées attribuables à la composition fortuite de la semence ; c'est pourquoi, afin d'éviter une dissociation facile, j'ai toujours conseillé l'emploi de semences abondantes représentant les différentes portions de la culture initiale, car il faut admettre que les différents types cellulaires sont répartis irrégulièrement selon les zones et selon l'âge de la culture. A cette fin, j'ai recommandé aussi ma méthode du lait versé sur des cultures en milieu gélosé.

L'utilité des semences massives pour les recherches enzymatiques ressort bien de cette méthode « lait sur agar-culture », qui

permet de déceler la faculté caséolytique chez des microbes qui, dans les lacto-cultures ordinaires, sont inactifs sur le lait (groupes du streptocoque, du bacille typhique, du *B. equi*, des saccharomyces, etc.). Cette méthode permet aussi de distinguer les microbes qui produisent seulement de la chymase de ceux qui produisent des caséases inférieures, c'est-à-dire les protéolytiques des peptolytiques (TAGMARA TALCE NIEDRA).

Il y a aussi des variations « adaptatives » qui dépendent des facteurs extérieurs : j'ai observé que la température élevée et l'anaérobiose favorisent l'attaque des hydrates de carbone tandis que l'inverse favorise la protéolyse, que la vie saprophytique favorise la glycolyse tandis que la vie parasitaire favorise la protéolyse. Dans la suite, j'ai vu que le comportement des acido-protéolytiques est en rapport aussi avec les modifications nutritives subies par le lait (1907), que ces modifications appartiennent à une cause ou à une autre, par exemple du fait de l'alimentation des vaches ou de la stérilisation du lait. Ces modifications sont attribuables à des carences puisqu'elles sont susceptibles de compensation au moyen de peptone, de sang, de levure, de vitamines ; elles concernent la constitution intime des composants du lait, la teneur du lait en principes favorisants ou inhibiteurs. Tout ceci explique comment l'action des bactéries sur le lait est une de leurs propriétés la moins constante et justifie la conclusion de DUCLAUX qu'il n'y a pas un lait mais des laits. A cet égard, depuis 1897 et maintes fois, j'ai constaté, au moyen des lactocultures des Acidoprotéolytes, l'indépendance et même le contraste entre les fonctions des bactéries vis-à-vis des conditions de vie.

Toutes ces connaissances relatives au *dédoublément* des fonctions ont permis à mes élèves leurs études concernant l'action de la pénicilline sur les bactéries.

Entre autres, existe le lait que j'ai nommé en 1927 « lait disgénésique » parce que défavorable au développement et au fonctionnement des ferments de maturation, en raison d'une alimentation défectueuse des vaches laitières.

De tout cet ensemble de connaissances, j'ai indiqué les règles à suivre pour l'identification des germes acido-protéolytiques par les lacto-cultures : anaérobiose facultative, c'est-à-dire en couches assez profondes, à 30-35° C., dans du lait « normal » par ses propriétés chimiques et bio-physico-chimiques, c'est-à-dire un lait « eugénésique », trait aseptiquement, frais, pur, sans aucune addition, et stérilisé de manière à être modifié le moins possible dans sa constitution intime, ce qui se traduit par la conservation de sa coloration blanche initiale. La manière « drastique » par laquelle on stérilisait le lait au temps de FREUDENREICH, et qui est encore en

usage dans certains laboratoires, n'est point convenable pour obtenir un caillot caractéristique des ferments acido-protéolytiques et pour étudier l'action des bactéries sur le lait en général.

Indépendamment de l'influence de la composition du lait, j'ai étudié le comportement de ces cocci vis-à-vis des différents hydrates de carbone. L'expérience m'avait appris que des recherches de ce genre doivent être répétées maintes fois pour une même souche pendant plusieurs années et sur des repiquages parallèles. Dans mes essais de fermentation des sucres, j'ai pu vérifier, pour une même souche, des variations et des dissociations transitoires réversibles qui sont aussi attribuables à des *divergences individuelles* puisque les modifications n'affectent pas la culture totale ; en effet, les différents repiquages d'une même culture mère ne montrent pas tous les mêmes variations.

Evidemment, la variation adaptative se produit d'autant plus facilement et rapidement que les cellules prédisposées sont plus nombreuses ; la variation s'accomplit en rapport avec les conditions précédentes de la vie du germe considéré et en particulier son habitat. Cependant, des conditions de vie très antérieures marquent leur influence. Les passages successifs « fourrages, milieu, intestin, mamelle, lait, fromage » conditionnent ces variations. On peut ainsi rencontrer, parmi les entérocoques, les mammocoques, les gastrocoques, les caséocoques, des souches qui rappellent leur origine végétale plus ou moins proche et montrent une préférence à attaquer les sucres végétaux plutôt que les sucres animaux, sans pour cela qu'il s'agisse d'espèces différentes. Dès 1920, j'eus la possibilité de mettre ces faits en lumière à propos des ferments lactiques d'ensilage que des auteurs, se basant sur l'attaque d'hydrates de carbone, avaient décrit comme des espèces distinctes des ferments lactiques du lait : ce sont simplement des variantes enzymatiques d'une même espèce. Ces germes sont susceptibles de modifier leurs propriétés à la suite d'un changement de milieu nutritif. Cela prouve que l'emploi, sans discrimination des réactions de fermentation pour l'identification des germes, donne facilement lieu à des confusions. Cela prouve encore qu'une description des espèces bactériennes, sans considération de la variation et de la dissociation est impossible, ainsi que viennent de le montrer les travaux de BURRI sur l'unification de *St. casei* et de *St. thermophilus*.

Les variations sont toujours temporaires et s'accomplissent entre certaines limites sans modification du génotype. Dans une espèce donnée certaines enzymes n'apparaissent jamais. Si les variations ne comportaient pas un processus physiologique normal réversible, mais une acquisition ou une perte occasionnelle anormale d'enzymes extragénotypiques, n'importe quel microbe serait

capable de produire par variation n'importe quelle enzyme : dans ce cas, toute classification systématique des bactéries deviendrait impossible.

De là, vient ma conception que la production enzymatique tout entière d'une bactérie est constitutive ou constitutionnelle, c'est-à-dire qu'elle est primitivement et constamment présente dans la cellule ; en conséquence, j'ai distingué les enzymes en « habituelles » et « adaptatives » suivant qu'elles se *manifestent* (non pas, se produisent) sur tous les substrats et dans toutes ces conditions, ou seulement sur des substrats spécifiques et dans des conditions spéciales.

Si nous considérons, en les additionnant, toutes les particularités de nos germes acido-protéolytiques, en ce qui concerne leurs facultés enzymatiques, leur variabilité, leur adaptabilité et leur propriété de résistance, nous sommes à même d'expliquer leur ample diffusion dans la nature. Ces germes sont répandus très largement, à l'état saprophytique (lait cru, pasteurisé et condensé, produits et ustensiles laitiers, bière, ensilage, selles...), à l'état parasitaire (mamelle, estomac, intestin,...) et même pathologique (mastites, endocardites, septicémies, suppurations, autopsies de personnes mortes par différentes infections où les cocci apparaissent comme envahisseurs primaires ou secondaires à l'instar du *B. Coli*, loge des abeilles, virulence pour certains animaux de laboratoire, etc.). Ils sont capables de se développer dans les conditions les plus différentes ; ils présentent des variétés innombrables dont la classification est extrêmement difficile ; ils peuvent se présenter dans un même lieu, sous des formes diverses interchangeables et donnent lieu à des caractéristiques temporaires dans le temps.

Tout ce qui précède vient à l'appui de mon hypothèse sur la participation des acido-protéolytiques à la maturation des fromages. L'adaptation et la résistance exceptionnelles, de ces coques expliquent leur présence constante dans toutes sortes de fromages, à pâte molle ou à pâte dure, crue ou cuite ou fondue, à n'importe quelle température, puisqu'ils proviennent de multiples sources, et de façon inévitable (mamelle, fourrages, selle, présure, atmosphère). En effet, tous les types de ces coques ont été trouvés dans le Parmesan, l'Edam, l'Emmental, le Cheddar, le Tilsitt, le Camembert, les fromages bleus, le Bel Paese (voir : Bibliographie spéciale fromagère).

Souvent, ces germes ont été rencontrés en quantité relativement faible, mais, pour juger, il faudrait savoir si on les a recherchés d'une manière convenable, selon les prescriptions que j'ai indiquées. Ainsi, une bonne méthode d'isolement comporte un ensemencement abondant sur plaque de gélose-lait, puis une courte incubation de

18-24 heures à 30-35° C. et un repiquage précoce des colonies prometteuses en lait. Pour l'identification, on tirera aussi profit de la thermo-résistance et de l'halophilie de ces germes sans négliger leurs propriétés d'alcalinoprotéolytes facultatives tout en se modifiant dans le fromage vieux de sorte que leur faculté acidifiante s'affaiblit tout en conservant la possibilité de protéolyser en milieu acide ainsi qu'il a été constaté par GRENZ dans le Tilsitt.

Actuellement, nos connaissances, approfondies selon les techniques enzymologiques, nous permettent de comprendre pourquoi on peut trouver ces germes en quantité variable, et tantôt dans toutes les phases, tantôt dans certaines seulement, de fabrication, et plutôt dans les premières, c'est-à-dire dans le lait prématuré, dans le fromage jeune, ou, au contraire, dans les dernières.

Quoiqu'il en soit, les germes acido-protéolytiques peuvent toujours jouer un rôle essentiel, même s'ils sont en quantité relativement faible, dans les fromages, étant donné leur activité protéasique par laquelle ils dégradent les protéides et étant donné qu'il n'y a aucun rapport entre la masse des cellules actives et la quantité de protéides décomposées. Cette activité peut se traduire par une action favorable à la croissance d'autres ferments lactiques (1), par la formation de substances aromatiques agissant sur la maturation. Une importance particulière a été donnée ces derniers temps, à la production de tyrosinase, de diacétyl, et de divers acides volatils qui, à faible dose, modifient favorablement la saveur des fromages. En relation avec l'attaque de la tyrosine, GRIMMER (1939) arrive à déclarer que le *St. lactis* et le *B. casei epsilon* ne peuvent être considérés comme les agents exclusifs ni même principaux de la maturation des fromages, renforçant ainsi le jugement de WINKLER plutôt en faveur des acido-protéolytiques.

Pour terminer, rappelons les dernières contributions apportées à la question par l'Ecole de Liebfeld.

BÜRRI attestait récemment que, environ 1%, c'est-à-dire de 10.000 à 2.000.000 par gramme, de la microflore totale du fromage Emmental, jeune de vingt-quatre heures, ou vieux de trois mois, est composée normalement par différents types de ces coques. Cela, dit-il, prouve leur résistance à l'acidité et à la température élevée, et l'on est autorisé à admettre leur participation à la maturation (*Schw. Milchz.*, 1934, n° 36).

BAUMANN confirme la présence normale, dans les fèces, dans le lait et l'Emmental, de coques acido-protéolytiques producteurs d'acides volatils. Il souscrit, en outre, à mes conclusions de 1912 concernant l'identification difficile de ces germes en raison de l'in-

(1) Ils favorisent aussi le développement du ferment du rouge (*B. lineus*) spécifique des fromages à pâte molle (Steinfath).

constance de leurs caractères et il admet qu'une même culture peut contenir des formes morphologiques différentes et variables.

DORNER et EREKSON (*J. Bact.*, 1935, 29, 70) ont démontré que, sur 8 fromages Emmental, celui possédant le meilleur goût et la meilleure structure était le plus riche en acido-protéolytiques en ce qui concerne le lait en chaudière (600.000 par gramme, en symbiose avec le *St. thermophilus*). A ce propos, je rappellerai que, suivant mes recherches sur le Parmesan, confirmées d'ailleurs par DELLA TORRE, la provenance de ces coques et leurs propriétés culturales, leur permettent une activité dans la portion de lait acidifiée pour la fabrication de levain, puis ultérieurement, d'exercer leur action pendant l'affinage en chambre froide, même après la vie cellulaire. BURRI et HANUSCH ont fait avec l'Emmental les mêmes observations.

MOSIMANN (*Land. Inst. Sch.*, 1944) signale la présence normale de ces germes dans les caillettes de veau fraîches et conservées, appuyant les recherches de KNOWLES (*J. Dairy Res.*, 1936) de RICHARD (*Dissert.*, Zürich, 1942) et les miennes ; il constate également la résistance de ces germes au suc gastrique et à la dessiccation, grâce à quoi les mammocoques peuvent devenir gastrocoques, entérocoques, et se conserver longtemps dans la présure en poudre.

Caractères morphologiques et cultureux des coques lactiques acidoprotéolytiques

Ma très longue expérience m'amène à conclure que les différents types de ces microbes possèdent un trop petit nombre de caractères constants et communs pour en établir une seule espèce ou un nombre déterminé d'espèces. Je crois préférable de les réunir dans un *groupe enzymatique* relativement homogène en adoptant les caractères descriptifs totaux suivants, basés sur mes recherches et sur celles de mes collaborateurs :

Microcoques d'aspect et de dimensions variables (ronds, ovales, lancéolés, en grains de café, de 0,5 à 2,5 μ présentant parfois des formes géantes ou très réduites ; cellules isolées ou groupées en chaînettes irrégulières, en tétrades, en sarcines, en grappes, de telle sorte qu'on peut admettre un type streptococcique et un type staphylococcique, ces types étant interchangeables, parfois dans une même colonie.

Germes prenant le Gram ; anaérobies facultatifs, parfois mobiles, blancs ou pigmentés (jaunes, oranges, brunâtres, etc.) ; liquéfiant ou non la gélatine que celle-ci soit ou non sucrée ; certains préfèrent ou exigent ou la présence, ou bien l'absence de lactose ; producteurs ou non de catalases ; réduisant ou non les nitrates ; produisant de l'acide lactique de nature racémique différente.

Caillots caractéristiques des cocci lactiques acido-protéolytiques

*Mammococcus I**Mammococcus II**Mammo-
coccus III**Enterococcus I* *Enterococcus II**Entero-
coccus V**Gastro-
coccus I**Gastro-
coccus II**Caseo-
coccus I* *Caseococcus
IV**Caseococcus
V**Caseococcus
VI**Caseo-
coccus
VII, VIII,
IX, XI**Caseococcus
XII*

(Schémas dus à la courtoisie de M. P. RENCO.)

Développement optimum à 30° C. en lait, avec coagulation en 24-36 heures de façon homogène sans séparation de sérum comme les autres ferments lactiques, mais solubilisant le caillot après 48 heures, avec *digestion partielle* soit latérale soit périphérique, sans qu'il y ait constance pour les différentes souches (schémas ci-contre).

Le *caillot caractéristique* peut présenter des fissures transversales ou longitudinales mais sans gaz ; le sérum est généralement limpide, incolore ou légèrement citrin avec réaction acide croissante ; la gélatine lactosée arrive à une acidité $pH = 5$; parfois on rencontre des sérums filants, muqueux, des sérums avec une *saveur agréable de fromage ou au contraire amère*.

Germes formant, en plaques de gélose-lait, des colonies rondes de 0 mm. 5 à 2 mm., uniformes ou granuleuses. Colonies ordinairement entourées de deux zones, l'interne plus claire marquant un anneau de caséolyse, l'externe plus opaque révélant une zone d'acidification ; la zone interne peut faire défaut et cependant la colonie transportée en lait stérilisé délicatement se révèle caséolytique. Formation de colonies vertes, bleuâtres sur gélose lactosée au bleu de Chine.

Dans les plaques de gélatine, est surprenant le comportement de certaines souches qui forment, en même temps, des colonies fondantes et des colonies non fondantes, lesquelles, pourtant, transportées en lait, sont toutes caséolytiques. Intéressante aussi est l'apparition d'écuelles très larges de gélatine liquéfiée sans substance cellulaire visible ; cela prouve la rapidité exceptionnelle d'autolyse de ces microbes et confirme le non parallélisme entre le nombre des cellules et l'action protéasique.

Il apparaît donc que l'identification des coques lactiques acidoprotéolytiques est souvent délicate. Il conviendra de se souvenir principalement des points suivants :

- 1° Toutes les souches ne liquéfient pas la gélatine ;
- 2° Toutes les souches ne forment pas une zone de caséolyse sur gélose-lait ;
- 3° Certaines souches ne montrent leur pouvoir caséolytique qu'à température modérée d'incubation (au-dessous de 30° C) ;
- 4° Le lait stérilisé de façon brutale n'est pas favorable pour l'appréciation des manifestations caséolytiques.

Résumé

Par la découverte des acidoprotéolytes (1892-1894), bactéries qui produisent dans le lait simultanément de l'acidité et de la protéolyse, j'ai démontré le premier la capacité des ferments de protéolyser en milieu acide et j'ai marqué le début de l'étude du métabolisme azoté des ferments lactiques.

Parmi ceux-ci j'ai trouvé, en de nombreux endroits, différents types de cocci (à partir de 1901) que, par leur grande hétérogénéité morpho-culturelle et leur possibilité de mutation, j'ai désignés comme de simples souches d'un même groupe, sous des noms écologiques. Plus tard, ces cocci ont été décrits à nouveau par plusieurs auteurs comme des espèces distinctes sous de nouvelles dénominations.

L'étude de ces germes, poursuivie pendant quarante ans, par moi et par mes collaborateurs, amène aux conclusions suivantes :

Les cocci acidoprotéolytiques forment un groupe enzymatique relativement homogène de ferments lactiques, qui diffèrent des autres non pas par des propriétés carbohydrasiques mais par des propriétés protéasiques.

Ils possèdent un grand nombre d'activités enzymatiques, et par conséquent, une grande variabilité et dissociabilité par *divergences enzymatiques individuelles*, qui en rendent la classification difficile.

Leurs mutations ne sont pas permanentes, mais reversibles, même après des années ; elles ne sont pas illimitées, mais au contraire limitées entre les bornes de la constitution de l'idioplasme, sans changement du génotype.

Ils possèdent un grand nombre de propriétés exceptionnelles de résistance, lesquelles, jointes à la variabilité, permettent leur large diffusion dans la nature en conditions saprophytique, parasitaire et pathologique, en apportant une contribution considérable à la question du parallélisme entre les ferments lactiques techniques et les ferments thérapeutiques.

Ils possèdent des activités enzymatiques, des propriétés d'origine, de résistance, et de variabilité par quoi ils sont à même de participer, même en quantité relativement faible, à la maturation de tous les fromages, dans lesquels, effectivement, ils ont été trouvés constamment. (Rappelons-nous qu'il n'y a aucun rapport entre la masse des cellules actives et la quantité de protéides décomposées.)

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- C. GORINI. *Riv. Igiene e San. Publ.*, 1892, 3, 527 ; 1893, 4, 549. — *Giorn. Soc. It. Igiene*, 1894, 16, 129. — *R. C. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, 1901, 34, 1279. — *Landw. Jahrb. Schweiz.*, 1902. — *Zbl. Bakt.*, 1902, 2, 8, 137. — *Rev. Gén. du Lait*, 1902, 1, 8. — *R. C. Ac. Lincei*, 1902, 11, 159. — *R. C. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, 1904, 37, 939. — *Rev. Gén. du Lait*, 1904, 3, 22. — *R. C. Ac. Lincei*, 1905, 14, 396. — *Milchw. Zbl.*, 1905, 2, 494. — *R. C. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, 1907, 40, 947. — *Rev. Gén. Lait*, 1907, 6, 24. — *Zbl. Bakt.*, 1908, 2, 21. — *R. C. Ac. Lincei*, 1910, 19, 150 ; 1911, 20, 284. — *Milchw. Zbl.*, 1911, 10, 434. — *Zbl. Bakt.*, 1912, 2, 32. — *Rev. Gén. Lait*, 1912, 8, 5. — *Zeits. Gär. Phys.*, 1912, 1, 49. — *R. C. Ac. Lincei.*, 1912, 21, 790. —

- Rev. Gén. Lait*, 1913, 9, 19. — *R. C. Ist. Lomb. Sc. Let.*, 1922, 55, 415. — *Proc. Worlddairy, Cong. Washington*, 1923. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1924, 179, 1641. — *R. C. Ac. Lincei.*, 1925, 1, 99. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1925, 181, 742. — *Le Lait*, 1926, 6, 81. — *Zbl. Bakt.*, 1926, 2, 67. — *Milchw. Forsch.*, 1926, 3, 178. — *R. C. Ac. Lincei.*, 1921, 30, 312. — *R. C. Ist. Lomb. Sc. Let.*, 1921, 54, 295. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1921, 172, 1382. — *Milchw. Forsch.*, 1921, 1, 10. — *Zbl. Bakt.*, 1922, 2, 55. — *Le Lait*, 1922, 2, 1. — *Journ. Dairy Sc.*, 1922, 5, 510. — *Proc. Third. Int. Cong. Microb. New-York*, 1939, 215.
- C. GORINI, GRASSMANN et SCHLEICH. *Hoppe-Seyler Z. Ph. Ch.*, 1932, 205, 133.
- C. GORINI. *R. C. Ist. Lomb. Sc.*, 1939-1940, 73, 475 ; 1943, 77, 149. — *Zbl. Bakt.*, 1943, 2, 106, 52. — *Giorn. Batt. Imm.*, 1944, 3, 4. — *Abderhalden's Fermentforschung*, 1945, 17, 4, 491. — *Le Lait*, 1944, 24, 193. — *C. R. Soc. Phys. Sc. Nat. Genève*, 1944, 61. — *R. C. Ist. Lomb. Sc.*, 1920, 53. — *R. C. Ist. Lomb. Sc.*, 1932, 65. — *Archiv. Mikrob.*, 1933, 4. — *Zbl. Bakt.*, 1935, 1, 135. — *R. C. Ist. Lomb. Sc.*, 1941, 74. — *Bull. Techn. Inst. Int. Agric.*, 1942, 33, 3. — *Boll. Uff. Min. Agric. Roma. Annales Micro.*, 1897, 9. — *R. C. Ist. Lomb. Sc.*, 1907, 40 ; 1923, 56 ; 1927, 60. — *Zbl. Bakt. Or.*, 1926, 67. — *Milchw. Forsch.*, 1928, 5, 457. — *R. C. Ac. Lincei.*, 1927, 6. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1927, 185, 970. — *Zbl. Bak.*, 1939, 1, 144. — *R. C. Ist. Lomb. Sc.*, 1944-1945, 78.

MES COLLABORATEURS :

- C. CALLERIO. *Boll. Soc. Med. Chir. Pavia*, 1926. — HUCKER. *Zbl. Bakt.*, II, 1928, 4. — JANOSCHECK. *Milchw. Forsch.*, 1931. — GORBACH. *Arch. Microb.*, 1935 ; *Enzymologia*, 1937. — CORBERI. *Arch. Mikrob.*, 1938. — MASCHMANN. *Ergb. Ensymforschung.*, 1943. — P. RENKO. *Annali di Microbiologia*, 1948. — WOLFF. *Zbl. Bakt.* — ROGERS et DAHLBERG. *J. Agr. Res.*, 1914. — BURRI et HOHL. *Landw. J. Schweiz.*, 1916. — EVANS. *J. Inf. Dis.*, 1916. — ORLA-JENSEN. *Lactic Acid Bacteria*, 1919, 1945. — AYERS et J. MUDGE. *Inf. Dis.*, 1922. — SLOBODSMA-ZAYKOWSKA. *Bioch. Zeits.*, 1925. — FRAZIER. *J. Bakt.*, 1928. — STOLTZE. *Diss. Kiel*, 1930. — GRIMMER. *Milchw. Forsch.*, 1934. — HAMMER. *Iowa Agr. Exp. St.*, 1935-1936. — KNOWLES. *J. Dairy Res.*, 1936. — SMIT. *Milchw. Forsch.*, 1936. — CHAPMANN. *J. Bakt.*, 1936. — MEEWES. *Diss. Kiel*, 1936. — SHERMAN. *Bact. Rev.*, 1937. — DELITSCH. *Zbn. Bakt.*, 1938. — GRIMMER. *Milch. Forsch.*, 1939. — DAVIS. *Nature, Londres*, 1939. — RICHARD. *Diss. Zurich*, 1942. — SEELEMANN. *Zel. Bakt.*, 1943. — MOSIMANN. *Landw. J. Schweiz*, 1944. — VIRTANEN. *Nap. Wiss.*, 1931 ; *Zeit. Thys. Che.*, 1932. — CONSOLE et RAHN. *J. Bact.*, 1938. — STEINFATT. *Diss. Kiel*, 1929. — TAGMARA TALCE NIEDRA. *Enzimologia*, 1939-1940. — F. WEIGNER. *Milchw. Forsch.*, 1926, 8. — KARNICKI et DORNER. *Lond. 'Jahrb. Schweiz.*, 1934. — BARTHEL. *Zbl. Bakt.*, 1915, 2. — MOYCHO. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1936, 202. — BERGER, JOHNSON et PETERSON. *J. Bact.*, 1938 ; *Biol. Chem.*, 1938.

BIBLIOGRAPHIE FROMAGÈRE SPÉCIALE

Fromage Parmesan

C. GORINI. *R. C. Ist. Lomb.*, 1904, 37.

DELLA TORRE. *St. Sper. Agr. It.*, 1918, 1923-25 ; Il Formaggio di Grana, Rome, 1936.

Fromage Edam-Gouda

BEEKOUT et DE VRIES. *Centr. Bakt.*, 1906-7, II, 15 et 17.

ORLA-JENSEN. *Dairy Bact.*, 1921.

Fromage Tilsitt

GRIMMER et COLL. *Milch. Forsch.*, 1921-27, 32, 34, 37.

DIETHELM. *Diss. Kiel*, 1932.

SKOLTING. *Diss. Kiel*, 1935.

GRENZ. *Milch. Forsch.*, 1932, 14.

ROEDENKIKCHEN. *Milch. Forsch.*, 1937, 19.

DELITSCH. *Zbl. Bakt.*, 1938, II, 98.

MEYER. *Zdl. Bakt.*, 1938, 2, 98.

Fromage Emmenthal

ELDREDGE et ROGERS. *Zbl. Back.*, 1914.

HANUSCH. *Wien. Milchw. Ber.*, 1933, 1.

EREKSOEN et DORNER. *Journ. Bact.*, 1935, 29, 70.

DEMETER et SCHMID. *Milchw. Forsch.*, 1935, 17, 244 et 270.

WINKLER. *Handbuch Der Milchw.*, 1935; *Jeschichte der Milchw.*, p. 660.

FRAZIER, BURKEY, BOYER, SANDERS et MATHESSEN. *Journ. Dairy Sc.*, 1936, 18, 373.

BURRI. *Schweiz. Milchw.*, 1934, N°36.

BOGDANOW. *Mikrobiol. U.R.S.S.*, 1936.

Fromage Cheddar

HASTINGS et COLL. *Wisc. Agr. Exp. St.*, 1909.

HARRISON et COLL. *N. Y. Agr. Exp. St.*, 1913.

HART et COLL. *J. Agr. Res.*, 1914.

HUCKER. *N. Y. Agric. Exp. St.*, 1922.

ALLEN. *Journ. Dairy Res.*, 1930, 38.

KELLY. *N. Y. Agric. Exp. St.*, 1931, 32.

DAVIS. *Journ. Dairy Res.*, 1935, 6, 175.

HAMMER, LANE et LONG. *Iowa Agric. Exp. St. Res. Bull.*, 1935, 190 ; 1936, 206.

KNOWLES. *Journal Dairy Res.*, 1934, 5, 185 ; 1936, 7, 63.

ALLEN et KNOWLES. *Journ. Dairy Res.*, 1936, 7, 63.

HANSEN. *Chem. Abst.*, 1936.

Fromage Kingston (Canada)

SADLER et KELLY. *Journ. Dairy Sc.*, 1924.

Fromage à pâte molle

GRIMMER, BOEDSCHWINNA et SCHUTZLER. *Milch. Forsch.*, 1929, 77.

Fromage Camembert, Bleus, Brickcheese

HAMMER. *Milchw. Forsch.*, 1936.

Fromage Linbourg

GRIMMER et COLL. *Milchw. Forsch.*, 1929.

Fromage Brinsen de Hongrie

GRATZ, RACZ et VAS. *Centr. Bakt.*, 1912, 1914 et 1917, 33, 41, 47.

Fromage Pecorinoromano

RICCARDO. *Ann. It. Tech. Agr.*, 1933, 6.

Fromage Güter

TROILI PETERSON. *Centr. Bakt.*, 1903 et 1909, II, 24.

Fromage Willstermarsch et Cheshire

BOYSEN. *Milchw. Forsch.*, 1936, 18.

Fromage Bulgare

KANTARDIEFF. *Jahrb. Un. Sofia*, 1925.

Fromage Pecorino Serbo Kaimak

GUTSCHY. *Le Lait*, 1927.

Fromages Taleggio et Belpaese

ARNAUDI et COLL. *Ann. Microb.*, 1941.

Fromages fondus

DAGER. *Le Lait*, 1936.

HENNEBERG. *Molk. Zeit. Hildesh.*, 1932.

Fromage Castelsanpietro

SACCHETTI. *Arch. Mikrob.*, 1932 et 1933.

SPARAPANI. *Il Latte*, 1948.

SUR UN ASPECT DU MÉCANISME DE FORMATION DES LAINURES DANS LE FROMAGE DE GRUYÈRE COMTÉ

par

M. REINER (1) et G. W. SCOTT LAIR

National Institute for research in dairying, University of Reading,
Reading, Angleterre

et

G. MOCQUOT

Sation Régionale de Recherches Laitières, Poligny, France.

On peut trouver dans le fromage de gruyère deux types de cavités, bien différentes d'aspect, les « yeux » et les « lainures ». Les premiers sont des trous plus ou moins sphériques, les secondes des fissures qui, lorsqu'elles ne sont pas trop étendues, sont généralement

(1) M. Reiner the Technical College, Haifa, Israel.