

SUR LES FLORES BACTÉRIENNE ET FONGIQUE DES CAILLÉS DE LAIT

RÔLE DES SYMBIOSES DANS LA MATURATION DU CAMEMBERT

par

Mademoiselle FRANÇOISE SANSONETTI

Docteur en Pharmacie

(Fin)

L'ATTAQUE DE LA CASÉINE ET LA MATURATION

La maturation du Camembert débute au moment où des bactéries présentant une pigmentation rouge succèdent aux Moisissures. L'apparition du « rouge » étant le critérium d'une bonne maturation, le seul souci des praticiens est d'amener les fromages à prendre le rouge *en temps opportun.*

Déterminer les agents de la maturation revient donc à préciser quels sont les organismes qui préparent aux ferments du rouge un terrain favorable. Nous nous efforcerons de reproduire en quelque sorte synthétiquement du rouge sur le caillé stérile.

La pigmentation des ferments du « rouge ». — Les ferments lactiques pigmentés en rouge sur les fromages ne présentent sur le caillé stérile la moindre coloration ; celle-ci n'a pu être observée qu'une seule fois en culture pure. Il s'agissait d'un caillé stérile d'un tube à essais surmonté d'une émulsion dans l'eau de ferments lactiques ; après plus d'un an de culture, l'eau présentait une teinte uniformément rougeâtre. Les ferments lactiques ne sont donc chromogènes que dans certaines conditions de milieu.

RÔLE DES SYMBIOSES SUR LA FORMATION DU ROUGE

Sur les fromages normalement salés, les ferments du rouge se développent à la suite des Moisissures. Il semble donc tout indiqué de faire appel aux symbioses de Moisissures et de ferments lactiques pour obtenir du rouge sur du caillé stérile.

Milieu : Du caillé à la présure est stérilisé en tubes à 115° pendant 1/4 d'heure. Les cultures de ferments du rouge seuls et en symbiose avec les Moisissures sont maintenues à 24°.

Les symbioses *Penicillium* + ferments du rouge, et *Penicillium* + *Oïdium* + ferments du rouge sont entièrement couvertes de Moisissures : le « rouge » n'a pas percé après plus d'un mois de culture.

Avec la symbiose *Oïdium* + ferments du rouge, un voile d'*Oïdium* recouvre le caillé dès le 2^e jour ; ce voile, d'abord sec, devient glaireux après 24 jours de culture, et présente dès lors une teinte légèrement

rosée. Le 37^e jour, les ferments du rouge envahissent toute la surface du caillé qui prend une teinte corail uniforme. Sur des cultures plus anciennes on observe un brunissement intense du pigment.

Avec la symbiose *Oïdium* + ferments lactiques seulement, la pigmentation rouge caractéristique des bactéries peut se manifester. *L'Oïdium est donc d'une façon constante l'intermédiaire obligé des ferments du rouge.* Aussi lorsqu'un salage exagéré élimine l'*Oïdium* des fromages, le rouge ne peut se former.

L'*Oïdium* apparaît, dès lors, comme un agent indispensable à la maturation du Camembert.

ROLE DE LA PEPTONE SUR LA FORMATION DU ROUGE

Au moment où le rouge apparaît dans la symbiose *Oïdium* + ferments du rouge, la solubilisation de la caséine est assez prononcée en surface. Il semblait donc que la présence de protéines dégradées devait activer et même provoquer la pigmentation rouge des ferments lactiques. Nous avons cherché à préciser le rôle de la peptone sur la pigmentation des ferments lactiques du rouge.

A du lait et à du caillé provenant de la coagulation du lait à la présure, on ajoute 2 % de peptone. Au cours de la stérilisation à 115° pendant 1/4 d'heure, le lait peptoné a coagulé.

Ferments lactiques. — Ils forment, dès le 7^e jour, un léger voile rosé à la surface du lait caillé peptoné. Cette coloration est plus ou moins persistante. La peptonisation de la caséine est des plus nettes ; les grumeaux perdent leur contour irrégulier ; les grains se soudent les uns aux autres en une masse compacte et homogène. Le lait caillé, sans peptone, ne présente dans le même laps de temps aucune modification. Sur caillé peptoné, on observe aussi une légère coloration. *La peptone tend donc à provoquer la pigmentation des ferments lactiques du rouge en culture pure.*

Symbiose Oïdium + ferments du rouge. — Les bactéries chromogènes s'étendent le 8^e jour sur le voile d'*Oïdium* ; sur le même milieu sans peptone, le rouge apparaît seulement le 24^e jour de culture. Sur caillé peptoné, le rouge se forme avec une avance de 13 jours sur le caillé sans peptone. *D'une façon constante, la peptone accélère le développement superficiel des ferments du rouge dans la symbiose Oïdium + ferments du rouge.*

Symbiose Oïdium + Penicillium + Ferments du rouge. — Le caillé se couvre d'abord de *Penicillium* et d'*Oïdium*. Vers le 15^e jour, les bactéries pigmentées en rouge s'étendent au-dessus du *Penicillium* ; la Moisissure disparaît peu à peu sous la gangue bactérienne. Le 24^e jour, il ne subsiste que de rares îlots de *Penicillium*. Nous avons reproduit dans cette expérience les phases successives et apparentes de la ferment-

tation des fromages. Les milieux sans peptone ne portent aucune trace de ferments du rouge chromogènes.

La peptone favorise la pigmentation des ferments du rouge en culture pure. Elle accélère aussi le développement superficiel des ferments chromogènes dans les symbioses *Oidium* + ferments du rouge et *Penicillium* + *Oidium* + ferments du rouge. De plus, en présence de peptone, les caractères protéolytiques des cultures pures de ferments lactiques du rouge sont des plus nets.

Bien que nous visions uniquement à reproduire en quelque sorte synthétiquement la pigmentation des ferments lactiques, nos résultats nous ramènent aux conclusions de GORINI [51]. Cet auteur montre, en effet, que l'addition au lait, de bouillon, d'eau de levure, de peptone, de sang défibriné exerce une activité stimulante sur les activités caillantes et caséolytiques des ferments lactiques. L'action stimulante de ces substances serait pour lui de nature catalytique. VOJKIEWIEZ [142] voit plutôt dans les protéines ainsi ajoutées des tampons qui diminuent dans le milieu la concentration des ions H^+ . Quel que soit le mécanisme, la peptone accélère la protéolyse et la pigmentation des ferments lactiques. Sur les fromages, la caséine dégradée par les Moisissures semble précisément jouer le même rôle que la peptone.

LA DÉGRADATION DE LA CASÉINE PAR LES ORGANISMES SEULS ET PAR LES SYMBIOSES

La dégradation de la caséine est souvent différente avec les organismes en culture pure ou en symbiose : VIRTANEN [141], MAZÉ [101], GRIMMER [57] en donnent quelques exemples.

GOLDING [46] signale que certains ferments lactiques des fromages à pâte bleue influencent le développement du *Penicillium Roqueforti* ; ils modifient parallèlement le clivage de la caséine. De là, l'importance du choix des levains lactiques dans la fabrication des fromages à pâte bleue.

Nous avons cherché à établir les différences résultant de l'attaque de la caséine par les Moisissures et les ferments lactiques en culture pure, ou en symbiose.

Milieux. — Du lait titrant 22° Dornic a été additionné, soit de présure, soit de 8 % d'acide lactique N/10. On conserve telle quelle une partie de ces laits. A d'autres portions de ces laits emprésurés ou acidifiés, on ajoute 2 % de peptone, ou 2,5 % de sel + 2 % de peptone. On coagule au bain-marie tous les laits emprésurés. Les laits acidifiés coagulent au cours de la stérilisation à 115° (durée 1/4 d'heure). La caséine forme un bloc surmontant le petit-lait rassemblé au fond des tubes. Les cultures sont maintenues à la température ordinaire.

La peptonisation de la caséine est très différente avec les deux Moisissures ; l'*Oidium* solubilise la caséine en surface ; après un mois de culture le caillé est liquéfié sur 1 cm. de profondeur. Le *Penicillium*

modifie, certes, la caséine en surface, mais la solubilisation s'opère toujours en profondeur; la liquéfaction débute à la base des tubes.

La peptonisation du caillé par les ferments lactiques en culture pure est très lente. GORINI [51] a montré combien même parfois il était difficile de mettre en évidence les propriétés protéolytiques des ferments. Dans nos cultures, le bloc de caséine se désagrège peu à peu au contact du petit-lait. Celui-ci se trouble d'abord, puis devient franchement lactescent; il s'épaissit ensuite progressivement au fur et à mesure que la caséine se dissout. Après 3 mois de culture le caillé acide + peptone et le caillé présure + peptone + sel sont nettement attaqués.

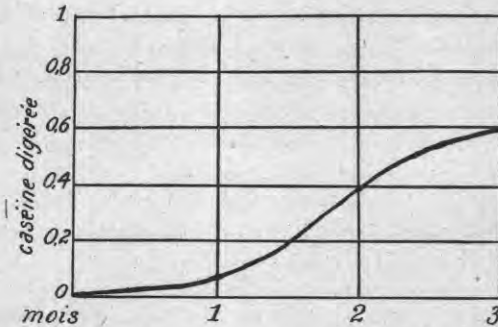


Fig. 9. — Courbe approximative de la solubilisation du caillé peptoné salé par les ferments lactiques du rouge.

La caséine a été plus rapidement désagrégée avec le caillé acide + peptone + sel où les 3/5 du caillé sont passés en solution après 3 mois de culture (Fig. 9).

Toutes les symbioses de Moisissures et de ferments lactiques accélèrent de façon très marquée la peptonisation de la caséine. Ces faits semblent devoir être rapprochés de l'activité particulière des réductases provenant d'associations symbiotiques.

Les ferments lactiques du rouge favorisent dans la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments du rouge, le développement du *Penicillium*; la peptonisation en masse de la caséine est ainsi activée, mais la solubilisation en surface par l'*Oidium* est entravée. C'est à partir du moment où les Moisissures ont peptonifié le milieu, que les ferments lactiques deviennent chromogènes. Parallèlement, leurs propriétés protéolytiques sont exaltées et ils développent l'arôme particulier du Camembert. La fermentation lactique précédant le développement des Moisissures, paraît en grande partie diriger la peptonisation de la caséine, autrement dit la maturation.

LES AGENTS DE LA MATURATION DU CAMEMBERT

La maturation du Camembert exige en résumé le développement

simultané et mesuré de trois symbioses : *Penicillium*, *Oidium*, ferments lactiques du « rouge ».

1° Le *Penicillium* est indispensable à la maturation. Il s'oppose à l'envahissement du caillé par l'*Oidium* qui solubilise rapidement le caillé et l'alcalinise ; des bactéries alcalinisantes succèdent à l'*Oidium*.

Le *Penicillium* en acidifiant le caillé favorise le développement des ferments lactiques du rouge qui communiquent à la pâte son bouquet caractéristique.

2° L'*Oidium* prend également une part active à la maturation du Camembert. Il alcalinise le milieu et peptonifie la caséine ; il apparaît comme l'intermédiaire obligé des ferments du rouge qui n'acquièrent leur pigmentation caractéristique qu'en symbiose avec lui.

D'après ECKLES, RAHN [37-38], MARCHAL [98], ces mêmes propriétés feraient de l'*Oidium* un agent de maturation des fromages de Harz, Herve et Casette. Il y aurait donc lieu de voir, jusqu'à un certain point, une analogie entre la maturation de ces fromages et celle du Camembert.

3° La maturation du Camembert ne commence qu'avec le développement superficiel des ferments de « rouge » ; ces bactéries suffisent à elles seules à provoquer le bouquet ; mais, une condition est indispensable : la présence de peptone dans le milieu. Nous avons vu précisément que les *Moisissures* (*Penicillium* et *Oidium*) *peptonifient la caséine*.

Ni l'*Oidium*, ni le *Penicillium*, ni les ferments du rouge séparés, ne peuvent assurer au fromage la texture et le bouquet du Camembert, non plus que la symbiose du *Penicillium* et des ferments lactiques (DVORAK [71]).

La maturation du Camembert est l'œuvre d'une symbiose composée des trois organismes.

Une maturation toujours uniforme et normale exigerait en conséquence un équilibre très strict dans l'activité réciproque des trois symbioses. Cet équilibre en réalité est difficile à obtenir dans la pratique, la composition variable du caillé favorisant tantôt l'un tantôt l'autre des symbioses, ce qui confère aux fabrications un caractère irrégulier.

RAPPORTS ENTRE LA FABRICATION ET LA MATURATION

Le praticien s'efforce, en faisant varier sa technique de fabrication, d'obtenir une croûte moisie typique qui lui assure une bonne maturation.

Nous analyserons brièvement les rapports entre les circonstances de la fabrication et la maturation.

1° **L'acidité du lait.** — Elle favorise le développement de l'*Oidium*. Du caillé provenant de laits altérés,ensemencé avec la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments du rouge, se couvre uniquement d'*Oidium* ; les ferments lactiques qui favorisent le développement du

Penicillium sont très peu nombreux. Sur les fromages provenant de mauvais laits, la croissance du *Penicillium* est compromise :

- a) *A cause de l'Oidium qui prédomine ;*
- b) *Du fait d'un développement précaire des ferments lactiques du rouge.*

2° **Egouttage.** — S'il est insuffisant, l'*Oidium* envahit le caillé et l'alcalinise ; des bactéries alcalinisantes lui succèdent. L'égouttage réglant la quantité de lactose qui reste dans la pâte limite la durée de l'acidification ; quand tout le lactose est attaqué, le *Penicillium* et les ferments lactiques se joignent à l'*Oidium* pour alcaliniser le caillé.

Par l'égouttage, on modifie non seulement la composition de la flore, mais on règle aussi son activité.

3° **Salage.** — L'*Oidium*, en milieu modérément salé, est l'intermédiaire des ferments lactiques du rouge qui assurent au Camembert son arôme spécifique en milieu peptoné. Un salage exagéré élimine l'*Oidium* et les ferments du rouge ; un salage insuffisant met le *Penicillium* dans l'impossibilité de se développer ; certaines diastases sont beaucoup moins actives en absence de sel.

Le salage sélectionne la flore et modifie ses propriétés.

4° **Température.** — Elle règle aussi la composition de la flore : l'*Oidium* supporte mal les basses températures auxquelles le *Penicillium* et les ferments lactiques du rouge peuvent proliférer.

La digestion de la caséine du Camembert est d'origine diastasique. Avec les symbioses, les diastases acquièrent une activité remarquable. Toute atteinte portée à la composition de la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments lactiques du rouge et provenant d'une acidité, d'un égouttage, d'un salage ou d'une température peu appropriée, conduira à une maturation anormale. Aussi au cours de la fabrication, faudrait-il assigner une valeur fixe aux différentes opérations. De plus, dans la maturation des fromages à pâte molle, il y a lieu de tenir compte des affinités réciproques entre les Moisissures et les bactéries. Le développement des bactéries est sous la dépendance des Moisissures : l'*Oidium* en alcalinisant le caillé prépare toujours le terrain au développement superficiel des bactéries ; le *Penicillium* au contraire s'y oppose. La composition et le développement de la flore fongique sont, d'autre part, conditionnés par la nature de la flore bactérienne ; c'est ainsi que la présence de bactéries résultant du défaut de salage (alcalinisantes) rend très précaire le développement du *Penicillium* ; par contre, dans la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments lactiques, les ferments du rouge favorisent nettement la croissance du *Penicillium*.

L'activité des ferments lactiques sur les Moisissures n'est donc pas sans intérêt ; elle assure une certaine uniformité à la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments lactiques, qui seule peut déterminer la maturation du Camembert.

CONCLUSIONS

1. Les fromages normaux couverts de *Penicillium*, d'*Oidium* et de ferments du rouge sont acides : $pH = 6,5$.

Les fromages insuffisamment salés, envahis par l'*Oidium* et des bactéries sont alcalins : $pH = 8,6$.

2. Sur des Camemberts de choix nous avons isolé :

1° Un *Penicillium* qui doit être rapporté au *Penicillium candidum* var. Rogeri ;

2° Un *Oidium* présentant les caractères de l'*Oidium lactis* (Fres.) ;

3° Des ferments du rouge, caractérisés par leur arôme spécifique de Camembert en milieu peptoné ; ils sont très résistants à l'acidité et se rattachent au groupe des ferments lactiques acidoprotéolytiques de GORINI.

3. Le *Penicillium* est très résistant au sel (20 %). Au delà de 6 % de NaCl, l'*Oidium* et les ferments du rouge ne peuvent se développer ; sur un fromage trop salé ces deux organismes seront donc éliminés.

4. L'*Oidium* résiste à de plus fortes acidités que le *Penicillium* (*Oidium* : résistance 14 % en volume d'acide lactique 5 fois normal ; *Penicillium* : résistance 4 % d'acide lactique, 5 fois normal). Les deux Moisissures ont la même résistance à l'égard des milieux alcalins (4 % en volume de soude 5 fois normale). Les ferments lactiques supportent 10 % d'acide lactique normal et peuvent proliférer sur bouillon à $pH = 4,5$.

Sur le caillé acide au sortir du moule, le *Penicillium*, l'*Oidium* et les ferments lactiques du rouge peuvent donc se développer simultanément.

5. Les basses températures (+ 4°) gênent moyennement le *Penicillium* et les ferments lactiques ; elles ne conviennent pas à l'*Oidium*.

6. Les ferments lactiques du rouge accélèrent le développement du *Penicillium* dans la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments lactiques ; leur présence a le même effet que le salage. Les bactéries des fromages mal salés compromettent par contre le développement du *Penicillium*.

7. Les ferments lactiques acidifient très lentement les milieux lactosés. Le *Penicillium* les acidifie d'abord, puis les alcalinise quand tout le sucre a été consommé. L'*Oidium*, par contre, est un alcalinisant énergique des milieux sucrés. Les fromages bien salés sont acides à cause de la prédominance du *Penicillium* et des ferments lactiques sur milieu sucré. Les bactéries alcalinisantes se joignent à l'*Oidium* pour alcaliniser très rapidement les fromages insuffisamment salés. Les Moisissures et les ferments lactiques alcalinisent immédiatement les milieux sans sucre.

8. Le *Penicillium*, l'*Oidium* et les ferments lactiques sécrètent des

ferments réducteurs. La réduction du bleu de méthylène est d'autant plus rapide avec les ferments lactiques que le sucre offert est plus facilement attaqué.

La réaction alcaline et le sel, bien que limitant le développement du *Penicillium*, augmentent de beaucoup l'activité des réductases.

9. La peptonification de la caséine s'opère en surface avec l'*Oidium*, et avec le *Penicillium* surtout en profondeur ; elle est lente avec les ferments lactiques du rouge, et très rapide avec les symbioses.

En symbiose avec l'*Oidium* seulement, les ferments lactiques du rouge acquièrent leur pigmentation caractéristique et succèdent au *Penicillium*. L'*Oidium* est l'intermédiaire obligé des ferments du rouge.

La peptone favorise la pigmentation et les propriétés protéolytiques des ferments lactiques du rouge ; ils succèdent aussi beaucoup plus rapidement aux Moisissures. Dans les fromages, la caséine digérée par les Moisissures semble précisément jouer le même rôle que la peptone.

10. En acidifiant le caillé, le *Penicillium* protège les ferments lactiques du rouge (résistant à l'acidité et au sel), qui à leur tour favorisent le développement de la Moisissure.

L'*Oidium*, qui alcalinise le caillé, cède la place à d'autres bactéries : ce sont des bactéries de la putréfaction (alcalinisantes) qui lui succèdent sur le caillé sans sel, ou, au contraire, sur caillé salé, les ferments lactiques du rouge qui communiquent à la pâte son arôme spécifique.

11. La symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments du rouge peut seule assurer la maturation régulière du Camembert ; elle s'oppose à la solubilisation rapide de la caséine par l'*Oidium*.

12. Il y aurait lieu dans la pratique de tenir compte des affinités réciproques entre les Moisissures et les bactéries. Il conviendrait aussi d'attribuer à l'acidité, à l'égouttage, au salage et à la température une valeur fixe. La composition de la symbiose *Penicillium* + *Oidium* + ferments du rouge serait ainsi constante et la maturation y gagnerait en régularité.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. ARTHAUD-BERTHET (J.). — Sur l'*Oidium lactis* et la maturation de la crème et des fromages (*C. R. Ac. Sc.*, CXL, p. 1475, 1905).
2. BABCOCK (S. M.) et RUSSELL (H. L.). — Maturation des fromages (*Rev. gen. Lait*, I, p. 280, 1902).
3. BABCOCK (S. M.), RUSSELL (H. L.), VIVIAN (A.) et HASTINGS (E. G.). — De l'influence du sucre sur la nature des fermentations du lait et des fromages (*Rev. gen. Lait*, XV, p. 305, 1901).
4. BACH (D.). — Contribution à l'étude de la nutrition azotée de l'*Aspergillus repens* de BARY (*Thès. Fac. Sc.*, Paris, Brilliard, St-Dizier, 1925).
5. BACHRACH (E.) et CARDOT (H.). — Sur la possibilité de déplacer l'optimum thermique d'un ferment figuré (*C. R. Soc. Biol.*, XCV, p. 962, 1926).

6. BAINIER (G.). — *Penicillium caseicolum* (*Bul. Soc. Myc. Fr.*, XXIII, p. 94, 1907).
7. BARTHEL (C.). — Influence des Moisissures sur les ferments lactiques (*Le Lait*, IV, p. 725, 1924).
8. BOSWORTH (A.). — Chemical studies of Camembert cheese (*N. York Agric. Exp. Stat.*, Technical Bul 5. Geneva, 1907).
9. BEAU (M.). — Le pays d'Auge et l'industrie fromagère normande (*L'Ind. lait.*, XXXIII, p. 631, 1908).
10. BEAU (M.) et BOURGAIN (C.). — *L'industrie fromagère*, 2 vol., Baillière, Paris 1926.
11. BELLET (A.). — Nouvelle méthode de dosage de l'acide lactique (*Bul. Soc. Chim. Fr.*, XIII, p. 565, 1913).
12. BERBERICH (J. M.). — Kamembert Fabrikation (*Molk. Zeit.*, XXII, p. 11, 1908).
13. BERTRAND (G.) et DUCHACEK (F.). — Action du ferment bulgare sur les principaux sucres (*An. Inst. Pasteur*, XXIII, p. 402, 1909).
14. BESANA (C.) et SAMARANI (F.). — Méthode de fabrication rationnelle du fromage de Grana (Parmesan) avec des ferments sélectionnés (*Rev. gen. Lait.*, IX, p. 337, 1913).
15. BEZANÇON (F.). — *Précis de microbiologie*, p. 387, Masson, 1920.
16. BIOURGE (P.). — Les Moisissures du genre *Penicillium* LINK. Etude monographique (*La Cellule*, XXXIII, p. 1, 1923).
17. BUDINOW (L.). — Zur Physiologie des *Bacterium lactis acidii* (*Centralb. f. Bakt.*, XXXII, p. 177, 1912).
18. BURR (A.). — Camembert Käse (*Molk. und Kaser. Zeits.*, III, p. 21, 1909).
19. BUTTENBERG (P.) et GUTH (W.). — Ueber Camembert Käse (*Zeit. f. Unters. der. Nahr. u. Genuss.* Band 14, Heft. II, p. 677, Berlin 1907).
20. CARDOT (H.) et LAUGIER (H.). — Action de fortes concentrations salines sur le bacille lactique (*C. R. Soc. Biol.*, LXXXVI, p. 108, 1922).
21. CHODAT (R.) et HOFMANN BANG (N.). — Etude de divers ferments lactiques (*Ann. Inst. Pasteur*, XV, p. 36, 1901).
22. CLARK (M.). — The determination of Hydrogen ions. (Seconde Edition, Baltimore, 1922).
23. CLAYTON (W.). — L'emploi et les effets du sel dans le beurre et la margarine (*Le Lait*, VII, p. 913, 1927).
24. COMBES (A.). — Causes de l'insuffisance de l'égouttage dans les fromages à pâte molle et dans les fromages à pâte ferme, non soumis à la pression (*La Laiterie*, XI, p. 3 et 12, 1922).
25. CONN (H.), THOM (C.), BOSWORTH (A.), STOCKING (W.) et ISAJEFF (T.). — The Camembert type of soft cheese in the U. States (*U. S. Depart. of Agric. Bur. Anim. Ind.*, Bull. 71, p. 29, Washington, 1905).
26. CONN (H.), ESTEN (W.) et STOCKING (W.). — Classification of Dairy bacteria (*Report of the Storrs (Connecticut) Agric. Exp. Station*, 1906).
27. CONSTANTIN (J.) et RAY (J.). — Sur les champignons du fromage de Brie (*C. R. Soc. Biol.*, V, p. 504, 1898).
28. CORNALBA (G.). — Sul chimismo della maturazione dei formaggi a pasta molle (*L'Ind. lattiera e zoot.*, XXXII, p. 7 et 16, 1907).

29. DAIRE (P.). — Les microbes dans l'industrie laitière, Baillière, 1914.
30. DENIGÈS (G.). — *Précis de Chimie analytique*, p. 747, Maloine, Paris 1913.
31. DOANE (C.) et LAWSON (H.). — Varieties of cheese, descriptions and analyses (*U. S. Dep. of Agric. Bur. Anim. Ind. Ind.*, Bull. 105, Washington, 1908).
32. DOMBROWSKI (W.). — Die Hefe in Milch und Milchprodukten (*Central. f. Bakt.*, II, XXVIII, p. 12, 1910).
33. DOX (A.). — Proteolytic changes in the ripening of Camembert (*U. S. Dep. of Agric. Bur. of Anim. Ind.*, Bull. 109, Wash., 1908).
34. DUCLAUX (E.). — Principes de laiterie, Paris, 1883.
35. DUCLAUX (E.). — Chimie Biologique, Paris, 1893.
36. DUCLAUX (E.). — 3^e Mémoire sur le lait (*An. Inst. Agro.*, IX, p. 15, 1884).
37. ECKLES (C.). — Recherches sur les fromages faits avec du lait caillé sans présure (Sauermilchkäse) (*Rev. gén. Lait*, V, p. 9, 1905).
38. ECKLES (C.) et RAHN (O.). — Die Reifung der Harzkäse (*Central. f. Bakt.*, II, XIV, p. 676, 1905).
39. EFFRONT (E.). — Action du ferment bulgare sur les substances protéiques et amidées (*C. R. Ac. Sc.*, CLI, p. 1007, 1910).
40. EPSTEIN (S.). — Untersuchungen über die Reifung von Weichkäsen (*Arch. f. Hyg.*, XLIII, p. 1, XLV, p. 354, Munich et Leipzig, 1902).
41. FALES (H.) et NELSON (J.). — Effets du chlorure de sodium sur l'action de l'invertase (*Journ. Am. chem. Soc.*, XXXVII, p. 2769, 1915).
42. FETTICK (O.). — Quantitative und qualitative Untersuchungen über die Bakterien, Hefen und Pilze der Butter und über den Einfluss des Kochsalzes auf dieselben. Welcher Kochsalzgehalt ist für Dänen oder Exportbutter Zülässig ? (*Central. f. Bakt.*, XXII, 1908).
43. FLEURY (P.). — Rapport entre l'activité diastasique et la réaction du milieu (*Bull. Soc. chim. Biol.*, VI, p. 536, 1924).
44. FREUDENREICH (E. DE). — Actions différentes des ferments lactiques sur la maturation du fromage (*Central. f. Bakt.*, II, XIV, p. 34, 1905).
45. FREUDENREICH (E. DE). — Sur quelques expériences faites sur le tyrogène (*Rev. Gén. du Lait*, I, p. 78, 104, 1901).
46. GOLDING (N.). — Quelques facteurs affectant le développement de certaines espèces de *Penicillium Roqueforti* (*Journ. of Dairy Sc.*, IX, p. 28 et 236, 1926).
47. GORINI (C.). — Recherches sur les Coccus producteurs d'acide et de présure (*Rev. gén. du Lait*, VIII, p. 337, 1910).
48. GORINI (C.). — Ma théorie acidoprotéolytique sur la maturation des fromages (*Le Lait*, VII, p. 36, 1927).
49. GORINI (C.). — Sur la manière de se comporter des bactéries productrices d'acide et de présure (acidoprotéolytiques) du fromage, vis-à-vis des températures basses, et leur intervention dans la maturation des fromages (*Rev. gén. du Lait*, IX, p. 97, 1912).
50. GORINI (C.). — Production rationnelle du Parmesan (*Central. f. Bakt.*, II, XXXVI, p. 42, 1912).
51. GORINI (C.). — L'action et la stimulation des streptocoques dans le lait (*Le Lait*, VII, p. 225, 1927).
52. GOY (P.). — Action du filtrat de *Mucor* sur le développement des cultures microbiennes (*C. R. Soc. Biol.*, LXXXVI, p. 1007, 1922).

53. GRATZ (O.). — Studien über die Antibiose zwischen *Bacterium casei* und den Bakterien *Coli Aerogenes* Gruppe (*Zeit. f. Garung. Phys.*, I, p. 256, 1912).
54. GRATZ (O.) et SAINT SZANYI. — Beteiligungen sich bei den Hartkäsen die Enzyme der Rindenflora an dem Käsestoff und Felspaltung der Kaseinnern ? (*Bioch. Zeit.*, LXIII, p. 436, 1914).
55. GRIMBERT (L.). — Diagnostic des bactéries par leurs fonctions biochimiques (*Thès. Fac. Méd.*, De Rudeval, Paris, 1903).
56. GRIMM (M.). — Die Hauptphasen der Milchsäuregärung und ihre praktische Bedeutung (*Central. f. Bakt.*, II, XXXII, p. 65, 1911).
57. GRIMMER (W.), BODSCHWINA (W.) et LIGNAU (E.). — Contribution à la biochimie de l'*Oidium lactis* (*Milchwirtsch. Forsch.*, I, p. 374, 1924).
58. GRIMMER (W.) et STEINLECHNER (E.). — Contribution à la biochimie de l'*Oidium lactis* (*Ibid.*, II, p. 122, 1926).
59. GUÉRAULT (P.). — De la fabrication du fromage avec du lait pasteurisé (*L'Ind. Laitière*, XVII, p. 332, 1909).
60. GUÉRAULT (P.). — Étude sur la fabrication actuelle des fromages à pâte molle (Brie, Coulommiers, Camembert). La nécessité de la conduire d'après des données scientifiques (2^e Congrès d'Industrie laitière, Paris, 1905).
61. GUITTONNEAU (G.). — Les principes d'une technique rationnelle en Industrie Laitière. Rôle des microorganismes en laiterie (*Le Lait*, Lyon, 1923).
62. GUITTONNEAU (G.). — Sur le rôle de la présure et son mode d'action dans la fabrication des fromages à pâte cuite (Gruyère, Emmenthal) (*C. R. Ac., Sc.*, CLXXX, p. 1536, 1925).
63. GUITTONNEAU (G.), KELLING (J.) et BARRET (J.). — Les présures commerciales dans la fabrication des fromages à pâte cuite (*Le Lait*, VI, p. 170, 1926).
64. HAGLUND (E.), BARTHEL (C.) et SANDBERG (E.). — La teneur en organismes du lait destiné à la fromagerie et la maturation (*Het Algemeen Zuivel-en Melkhygien. Weekb.*, XX, p. 26, 1924).
65. HAHN (A.) et MICHALIK (R.). — Influence des sels neutres sur les diastases (*Z. f. Biol.*, LXXIII, p. 10, 1921).
66. HASTINGS (E.) et HART (E.). — The presence of an acid producing enzyme in *Bact. lactis acidii* (*Proceed. of Soc. of Biol. Chem.*, in *Journ. of Biol. Chem.* XXXVIII, p. 14, 1913).
67. HOCHSTRASSER (W.) et PRICE (W.). — La fabrication du Camembert à partir du lait stérilisé (*Milch. Forsch.*, V, p. 30, 1927).
68. HUCKER (J.). — Revue des aspects bactériologiques de la maturation (*N. York. Agric. Exp. Sta.*, Techn. Bul. 89, 1922).
69. HUCKER (G.) et MARQUARDT (J.). — Effets de certains producteurs d'acide lactique sur l'arome du fromage de Cheddar (*Le Lait*, VI, p. 843, 1926).
70. ISAJEFF (T. W.). — Investigations in the manufacture and curing of Cheese. Directions for making Camembert, type of Cheese (*U. S. Dep. of Agric. Bur. of anim. Ind.*, Bul. 98, Washington, 1907).
71. JAROSLAW-DVORAK. — Etudes chimiques sur quelques Moisissures du genre *Penicillium* dans les fromageries (an. in *Le Lait*, VI, p. 361, 1921).
72. JAROSLAW-DVORAK. — Quelques remarques sur l'étude de BARTHEL Influence des Moisissures sur les ferments lactiques (*Le Lait*, V, p. 277, 1925).
73. JAVILLIER (M.) et TCHERNOROUTZKI (M.). — Influence comparative du

zinc, cadmium et du glucinium sur la croissance de quelques Hyphomycètes (*Penicillium...*), (*C. R. Ac. Sc.*, CLVII, p. 1173, 1913).

74. JENSEN (O.). — Etude sur les acides gras volatils du fromage et contribution à la biologie des ferments lactiques (*Ann. Agric. Suisse*, V, p. 229, 1904).

75. JENSEN (O.). — Chemische Untersuchungen über die Gerinnung der Milch und über die Löslichkeit des Gerinnsels in Salzwasser (*Zeits. f. phys. Chem.*, XCIII, p. 283, 1914).

76. JÉRUSALEM (E.). — Un nouveau dosage de l'acide lactique dans les organes et les liquides animaux (*Bioch. Zeit.*, III, p. 378, 1908).

77. KAYSER (E.). — Contribution à l'étude de la fermentation lactique (*Thès. Fac. Sc.*, Paris, Charaire Cie, Sceaux, 1894).

78. KAYSER (E.). — Influence de la matière azotée sur la production d'acétate d'éthyle dans la fermentation alcoolique (*C. R. Ac. Sc.*, CLV, p. 185, 1912).

79. KAYSER (E.). — Microbiologie, Baillièrre, Paris 1921.

80. KLEIN (J.) et KIRSTEN (A.). — Influence de divers sels sur les bactéries des fromages (*Rev. gén. Lait*, p. 19, 1901).

81. KLEINBOIL (M.). — Sur le fromage de Camembert (*Molkerei Zeit. (Hildesheim)*, XXXI, p. 2, 1922).

82. KLINCKSIECK (P.) et VALETTE (T.). — Code des Couleurs. Klincksieck, Paris, 1908.

83. KONDO (K.). — Ein experimenteller Beitrag zur Frage der Fettbildung aus Eiweiss bei der Reifung des Käses (*Bioch. Zeit.*, LIX, p. 113, 1914).

84. KOSTYTCHEW (S.) et AFANASIEWA (A.). — Sur la respiration des microbes de la fermentation lactique (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXXI, p. 161, 1925).

85. LANG (M.) et FREUDENREICH (E. von). — Ueber *Oidium lactis* (*Landwirt. Jahr. der Schw.*, VII, p. 229, 1893).

86. LANGLAIS (M.). — Contribution à l'étude de la flore fromagère (*Thès. Fac. Pharm.*, Paris, Salmon, Tours 1911)

87. LAXA (O.). — L'examen microscopique des fromages (an. in *Le Lait*, VI, p. 885, 1926).

88. LINDET (L.), AMMANN (L.) et HOUDET (V.). — Sur la maturation des fromages (*Ann. Inst. Agron.*, III, p. 223, 1904).

89. LINDET (L.). — Sur le rôle antiseptique du sel marin et du sucre (*C. R. Ac. Sc.*, CLV, p. 790, 1912).

90. LOUBIÈRE (A.). — Sur la flore fongique du fromage de Brie (*C. R. Ac. Sc.*, CLXX, p. 336, 1920).

91. LUMIÈRE (G.). — Contribution à l'étude de la fermentation lactique et des propriétés des microbes (*An. Ins. Pasteur*, XXXVII, p. 966, 1923).

92. LUTZ (L.) et GUÉGEN (F.). — De l'unification des méthodes de culture pour la détermination des Mucédinées et des Levures (*Cong. Int. de Bot.*, à l'Exposition Univ., Paris, 1900. Extr. Comptes Rendus, p. 415).

93. LUTZ (L.). — Sur les ferments solubles catalyseurs d'oxygène sécrétés par les Champignons Hyménomycètes (*Bul. Soc. Chim. Biol.*, X, p. 826, 1928).

94. MAHEU (J.). — Essais bactériologique et chimique des préparations pharmaceutiques dites « ferments lactiques » (*Thès. Fac. Méd.*, Paris. Lefrançois, Paris, 1921).

95. MAKRIKOFF (J.). — Ueber die Wirkung der Neutralisation von Nahr-

medien mit Kreide auf die Aktivität von Milchsäurebakterien (*Central. f. Bakt.*, II, XXXVII, p. 609, 1913).

96. MARRE (F.). — Teneur en matière grasse des Camemberts et interprétation des mesures adoptées par les précédents Congrès (Paris-Genève) (*Ind. Laitière*, XVIII, p. 294, 1914).

97. MARCAS (L.) et HUYGE (O.). — Influence de la pepsine sur la maturation du fromage de Herve (*Rev. gén. du Lait*, VI, p. 25, 1906).

98. MARCHAL (E.). — Contribution à l'étude des fromages mous (*Ann. Soc. Belge Microsc.*, XIX, p. 29, 1895).

99. MARSHALL (C.) et FERRAND (R.). — Bacterial association in the souring of milk (*Central. f. Bakt.*, II, XXI, p. 7, 1908).

100. MAZÉ (P.). — I : La fabrication du Cantal et les moyens de réaliser la pureté de la fermentation lactique qui assure sa maturation normale ; II : La fabrication du Port-Salut et des fromages de Hollande ; III : Les améliorations à réaliser dans la fabrication des fromages à pâte cuite. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXXVIII, p. 893, 1.033, 729, 1924).

101. MAZÉ (P.). — Les microbes dans l'industrie fromagère (*An. Inst. Pasteur*, XIX, p. 378, 481, 1905).

102. MAZÉ (P.). — Technique fromagère (*Ibid*, XXIV, p. 395, 435, 543, 1910).

103. MAZÉ (P.). — L'influence de la température sur la fabrication, l'affinage et la conservation des fromages à pâte molle (*L'Ind. Laitière*, XXXII, p. 9, 1907).

104. MESNIL (M.). — Sur le salage des fromages à pâte molle (*L'Ind. Laitière*, XXXII, p. 187, 1907).

105. MESNIL (M.). — Sur l'inégalité d'acidité des deux faces d'un fromage (*Le Lait*, VII, p. 162, 1927).

106. MODSHEIM (J.). — Dosage de l'acide lactique en présence de matières protéiques (*Bioch. Zeit.*, XCII, p. 105, 1912).

107. MORIÈRE (J.). — L'industrie fromagère dans le Calvados, Le Blanc, Caen, 1887.

108. MURRAY (A.). — La préparation du fromage de Camembert (*Hansen's Dairy Bull.*, X, p. 7, 1925).

109. NEMEC (A.) et VACLAV KAS. — Influence favorable du sélénium sur quelques Moisissures provenant de l'Industrie fromagère (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXI, p. 746, 1920).

110. NIERSTEIN (M.). — The transformation of proteins into fats during the ripening of cheese (*Proceed. Roy. Soc. Biol.*, XXXIII, p. 301, 1911).

111. NOTE DU SERVICE DE LA RÉPRESSION DES FRAUDES. — Sur une série de fromages mis en vente comme « fromages Camembert » et similaires (*Ann. falsif. fraudes*, V, p. 187, 1912).

112. PASTEUR (L.). — Mémoire sur la fermentation appelée lactique (*Ann. chim. et phys.*, 3^e série, LII, 1862).

113. RICHET (C.). — De la non accoutumance héréditaire des microorganismes (ferments lactiques) aux milieux peu nutritifs (*C. R. Ac. Sc.*, CLVIII, p. 1749, 1914).

114. RICHET (C.). — Influence de la surface libre sur la marche de la fermentation lactique (*C. R. Soc. Biol.*, LVIII, p. 957, 1905).

115. RODELLA (A.). — Sur l'importance des bactéries anaérobies stricts de la putréfaction dans la maturation des fromages (*Central. f. Bakt.*, XVI, p. 52, 1906).

116. ROGER (G.). — La matière grasse dans les fromages à pâte molle (*II^e Cong. int. lait.*, Paris 1905).
117. ROGER (G.). — La fabrication du fromage de Brie (*Rev. Hebdomadaire*, XI, p. 327, 1902).
118. ROGERS (L.). — Effet inhibiteur du *Str. lactis* sur le *lactobacillus bulgaricus* (*Journ. of bact.*, XIV, p. 26, 1928).
119. ROLET (A.). — Moyens de remédier aux défauts des fromages à pâte molle (*L'Ind. lait.*, XV, p. 29, 1905).
120. ROLET (A.). — Fabrication et composition de quelques fromages et du beurre (*Bull. Soc. enc. ind. nat.*, II, , 91, 1901).
121. RULLMANN (W.). — Ueber Säurebildung durch *Oidium lactis* (*Centr. f. Bakt.*, II, XVIII, p. 743, 1907).
122. SACCARDO (P.). — Intorno al *Oidium lactis* Fres (*Atti della Societa Veneto Trentina di Scienze Naturali* residente in Padova, V, fasc. II, 1878).
123. SACCARDO (P.). — *Sylloge Fungorum*, IV, p. 15, 1866.
124. SANFELICI (F.). — Studio chimico sulla maturazione dei formaggi a pasta molle (*Stazioni sperimentali agrarie*, XLI, p. 1, 1908).
125. SARTORY (A.). — Peptonification du lait par certaines Moisissures (*C. R. Soc. Biol.*, LXIV, p. 789, 1908).
126. SCORODAUMORA (A.). — La flore du Camembert préparé en Russie (*An. in Le Lait*, IX, p. 61, 1929).
127. SMORODINZTEFF (J.) et ADOFF (A. N.). — Les tampons dans l'étude des protéases (influence sur le pH pendant la digestion de la caséine) (*Bull. Soc. Chim. Biol.*, VII, p. 1154, 1925).
128. SOBOLEWA (W.) et ZALESKI (J.). — Le dosage de l'aldéhyde acétique au moyen du pyrrol et l'emploi de cette méthode pour le dosage de l'acide lactique (*Zeits. phys. Chem.*, CXIX, p. 441, 1910).
129. SPEAKMANN (H.), GEE (A.) et LUCK (J.). — Influence of sodium chloride upon the growth and metabolism of yeasts (*Journ. of Bact.*, XV, p. 319, 1928).
130. SUZUKI (S.) et HART (E.). — The quantitative estimation of lactic acid in cheese (*Jour. of Am. Chem. Soc.*, XXXI, p. 1364, 1909).
131. THOM (C.). — Fungi in cheese ripening : Camembert and Roquefort (*U. S. Dep. of Agric. Bur. An. Ind.*, Bul. 82, 1905).
132. THOM (C.). — The care and testing of Camembert cheese (*U. S. Dep. Agric. Bur. An. Ind.*, p. 339, 1907).
133. THOM (C.). — Camembert cheese problemes in U. States (*Connecticut Storrs. Sta.*, Bul. 58, p. 317, 1910).
134. THOM (C.). — Cultural studies of species of *Penicillium* (*U. S. Dep. Agric. Bur. An. Ind.*, Bul. 118, p. 109, 1910).
135. THOM (C.). — Soft cheese studies in Europe. XXIIth annual (*Rep. of Bur. Anim. Ind.*, for year 1905, p. 79 Wash. 1907).
136. THOM (C.). — Salt factor in the mold ripening cheese (*Connecticut Storrs. Sta.*, Bul. 97, p. 387, 1914).
137. TROILI PETERSON (G.). — Studien über saure Milch und Zähmilch (*Zeit. f. Hyg.*, XXXII, p. 361, 1899).
138. VAN DAM (W.). — Recherches sur le processus de maturation du fromage d'Edam (*Rev. gén. Lait*, VIII, p. 73, 97, 1910).

139. VAN SLYKE, HARDING et HART. — A study of enzyme in cheese, Bull. 203 (*Agr. Exp. Sta. Geneva*), an. in *Rev. gén. Lait*, I, p. 330, 1902).

140. VASLIN (P.). — Le salage des Camemberts en bain de saumure (*Le Lait*, V, p. 113, 1925).

141. VIRTANEN (A.). — Sur la dégradation de la caséine par les *bact. casei* et les *lactocoques* (*Soc. Scientiar. Fennica Commentationes physic. matemat.*, LXI, p. 13, 1923).

142. VOJKIEWICZ (A.). — Sur la physiologie des bactéries lactiques (*Bul. stat. agro. bact. de Moscou*, XXIV, p. 113, 1926).

143. WEIDEMANN (C.). — Morphologische Beschreibung einiger *Penicillium*. — Arten (*Penicillium camemberti*, THOM, *Central. f. Bakt.*, II, XIX, p. 758, 1907).

144. WOLF (W.) et BERBERICH (F.). — Der Einfluss des Salpeters auf die Qualität des Käses (*Molk. Zeit.*, XXII, p. 52, 1908).

LA MÉTHODE SYNTHÉTIQUE DANS L'ÉTUDE DU LAIT LE LAIT AU POINT DE VUE COLLOIDAL. RECHERCHES SUR LE MÉCANISME DE L'ACTION DE LA PRÉSURE

par Ch. PORCHER,

Docteur ès sciences physiques

(Suite)

LA CONSTRUCTION D'UN LAIT SYNTHÉTIQUE EN ALLANT DU SIMPLE AU COMPOSÉ

Dans la première partie de ce travail, nous avons montré comment il fallait entendre l'étude synthétique du lait. Nous avons jeté des idées générales auxquelles il faut donner un corps. Maintenant que nous possédons des éclaircissements sur le mécanisme d'action de la présure, que nous avons discerné ses stades, donné à chacun d'eux la signification qui lui appartient en propre, montré leur indépendance en même temps que leur filiation, nous sommes mieux armé pour nous élever du complexe : *caséinate de calcium + phosphates de calcium, au lait lui-même*. Plusieurs tentatives ont été faites pour préparer des liqueurs qui, par leurs réactions, puissent se rapprocher du lait lui-même et permettre ainsi de comprendre comment la sécrétion naturelle mammaire se comporte vis-à-vis de tel ou tel réactif, chimique ou biochimique. Mais nous devons reconnaître que ces tentatives ont toujours eu quelque chose d'incomplet. Elles n'étaient pour ainsi dire que des ébauches, et si elles semblaient donner satisfaction d'un côté, par d'autres, elles ne répondaient pas aux conditions du problème que l'on doit se poser en une pareille matière. De ce que nous avons obtenu un complexe qui par sa composition chimique et par sa façon de réagir vis-à-vis de la présure se rapproche étonnamment, pour ne pas dire plus, du complexe