



**Etude d'un enzyme coagulant microbien dérivé de  
ENDOTHIA PARASITICA. II. FABRICATIONS  
EXPERIMENTALES DE FROMAGES A PATE MOLLE ET A  
PATE CUITE AVEC L'ENZYME COAGULANT PFIZER**

J.P. Ramet, C. Alais, F. Weber

► **To cite this version:**

J.P. Ramet, C. Alais, F. Weber. Etude d'un enzyme coagulant microbien dérivé de ENDOTHIA PARASITICA. II. FABRICATIONS EXPERIMENTALES DE FROMAGES A PATE MOLLE ET A PATE CUITE AVEC L'ENZYME COAGULANT PFIZER. *Le Lait*, 1969, 49 (481\_482), pp.40-52. <hal-00928482>

**HAL Id: hal-00928482**

**<https://hal.science/hal-00928482v1>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## **Etude d'un enzyme coagulant microbien dérivé de ENDOTHIA PARASITICA**

### **II. FABRICATIONS EXPERIMENTALES DE FROMAGES A PATE MOLLE ET A PATE CUITE AVEC L'ENZYME COAGULANT PFIZER (\*)**

par

J.P. RAMET, C. ALAIS et F. WEBER

*Ecole Supérieure de Laiterie de la Faculté des Sciences de Nancy-54*

### **I. - INTRODUCTION**

Dans la première communication [1], nous avons exposé les problèmes que posent la pénurie de la présure animale, qui commence à se manifester à l'échelle mondiale, et la variabilité des cours ; nous avons ensuite présenté les résultats de nos études concernant les propriétés biochimiques de l'enzyme coagulant Pfizer et les propriétés rhéologiques du caillé. Ces études en laboratoire ont montré que cet enzyme s'apparente à la présure animale par certaines de ses propriétés et qu'il possède en outre des caractères spécifiques pouvant être avantageux en pratique. L'étude rhéologique du coagulum formé dans le lait par l'enzyme Pfizer a montré qu'il doit bien convenir à la coagulation du lait de fromagerie.

Les études biochimiques qui se poursuivent dans notre laboratoire, permettent, entre autre, de prévoir le comportement du nouvel enzyme dans des conditions variées ; mais elles ne sont évidemment pas suffisantes pour juger de son aptitude à la fabrication de nombreuses espèces de fromages, en ce qui concerne leurs qualités physiques et organoleptiques, d'une part, et le rendement, d'autre part. C'est pourquoi, nous avons entrepris des fabrications à l'échelle de l'atelier expérimental, qui ont été suivies de fabrica-

---

(\*) Préparation enzymatique commercialisée sous les noms « sure-curd » ou « suparen » aimablement mis à notre disposition par *Pfizer Europe*, Bruxelles.

tions à l'échelle industrielle. Dans tous les essais, la présure a été prise comme élément de comparaison. Cela ne signifie pas que nous considérons les enzymes actuellement à l'étude comme des produits de remplacement, des succédanés *strictu sensu* de la présure. L'histoire des drogues, des médicaments et des enzymes montre que bien des produits nouveaux, choisis au départ en raison de certaines analogies avec les produits anciens, ont joué un rôle important en raison de propriétés particulières, qui leur ont assigné une toute autre place que celle de succédané.

Cet article rapporte les premiers résultats obtenus dans la fabrication de deux types caractéristiques de fromages à pâte molle, l'un à croûte fleurie, genre Camembert, l'autre à croûte rouge lavée, le Munster, et d'un fromage à pâte cuite, l'Emmental français. En ce qui concerne le Camembert et le Munster, il s'agit de fabrications expérimentales, dans lesquelles nous avons fait varier différents facteurs et en particulier la dose d'enzyme et de chlorure de calcium ; le caillage, l'égouttage et l'affinage ont été contrôlés et le rendement mesuré. Dans les nouveaux essais, les contrôles seront plus approfondis, notamment en ce qui concerne la mesure physique des propriétés du caillé et la mesure chimique de l'affinage. En ce qui concerne l'Emmental, il s'agit d'essais préliminaires, réalisés sous notre contrôle dans une « fruitière », qui ont permis de fixer une dose convenable d'enzyme et d'apprécier la qualité des fromages obtenus.

## II. - MATERIEL et METHODES

### Enzymes

Nous avons utilisé l'enzyme coagulant Pfizer sous sa forme commerciale « Sure-Curd » dont l'activité, selon les indications de l'étiquette, est équivalente à celle des présures en poudre de « force » 1/100 000. Dans les essais de comparaison, nous avons utilisé un extrait de présure liquide de « force » 1/10 000, pour les pâtes molles, et une présure en poudre (1/100 000) pour l'Emmental. Les « forces » déclarées par les fabricants et déterminées de diverses manières par l'épreuve de coagulation (le plus souvent par référence à un standard « interne » non officiel), ont une valeur indicative. Ce qui importe, c'est la quantité d'enzymes qui permet d'atteindre, en un temps donné, des propriétés telles que le caillé puisse être travaillé dans de bonnes conditions. C'est ce que nous avons cherché à déterminer dans nos essais.

### Méthodes analytiques

a) L'acidité est exprimée en degrés Dornic (°D) ; la matière grasse du lactosérum est mesurée par le butyromètre Gerber et

celle du fromage, par la méthode Van Gülick ; les extraits secs sont déterminés après dessiccation à l'étuve à 102°, à poids constant.

b) La fermeté du caillé a été mesurée, dans certains essais, d'une manière continue au moyen du « torsiomètre « N.I.R.D.-PLINT », dont le principe a été établi par Burnett et Scott Blair [3]. L'appareil est directement placé sur la cuve où se produit la coagulation. On mesure le temps au bout duquel les différentes valeurs choisies sur le micromètre ont été atteintes. On peut ainsi établir des courbes qui traduisent l'évolution de la fermeté du caillé formé après l'addition de l'enzyme coagulant.

### Fabrication du Camembert et du Munster à la fromagerie expérimentale

Le lait provient d'un mélange de 800 l de lait du matin fourni par des troupeaux de vaches françaises Frisonnes Pie Noire. Il est conservé en réservoir refroidi à 6° pendant 20 heures ; il subit ensuite une épuration centrifuge et une pasteurisation dans un appareil à plaques ; la température est indiquée pour chaque essai et le chambrage est de 15 secondes. Le lait est alors réparti dans des bassines à raison de 40 kg par essai et la teneur en matière grasse est ajustée.

Vingt minutes avant l'emprésurage, le lait estensemencé par deux levains lactiques, soit 3 p. 100 de ferments à 30° (*Str. lactis*) et 1 p. 100 de ferments à 20° (mélange de *Str. lactis*, *cremoris* et *citrovorus*) ; on lui ajoute ensuite 3 p. 100 d'une solution de colorant (rocou) et du chlorure de calcium pur anhydre en solution à 10 p. 100, aux doses indiquées dans les tableaux.

L'emprésurage est effectué, soit avec une solution à 2 p. 100 dans l'eau de l'enzyme Sure-Curd, qui se dissout très facilement, soit avec la présure animale liquide. Le lait est agité pendant 2 minutes ; puis on note le temps de coagulation, défini par l'apparition de flocons sur une lame métallique plongée dans le liquide, et le temps de « tranchage », défini par l'apparition d'un film de lactosérum au contact de la paroi et de « fleurs » de sérum à la surface du caillé.

Le caillé est tranché au « sabre » et laissé au repos sous le sérum durant 15 à 20 minutes avant le moulage à la louche, dans des moules en acier inoxydable. Après un égouttage de 19 à 21 heures à température et hygrométrie contrôlées, le salage a lieu en bain de saumure de densité 19° Baumé, et d'acidité 20-25° Dornic, à la température de 12°, pendant 1 heure (\*).

---

(\*) Sel fin spécial « SOCOSEL » n° 1 A, 200/400.

TABLEAU 1 : Conditions particulières des essais

|  | Camembert<br>(expérimental) | Camembert<br>(industriel) | Munster                 |
|--|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Lait de mélange (l)                    | 800                         | 8.000                     | 800                     |
| Lait traité (kg)                       | 40                          | 200                       | 40                      |
| Pasteurisation                         | 72°/15 s<br>(90°/15 s)      | 68°/30 s                  | 75°/15 s                |
| Levain lactique (kg/100 kg)            | 4                           | 1,5                       | 4                       |
| Chlorure de calcium (g/100 kg)         | 15<br>(0)                   | 10                        | 10                      |
| Tranchage, dimension des morceaux (cm) | 3 x 3                       | 4 x 4                     | 2 x 2                   |
| Moules, H et D (cm)                    | 13 x 11                     | 13 x 11                   | 13 x 15                 |
| Egouttage                              | 3 h à 28°<br>puis à 20°     | 20 h à 28°                | 3 h à 28°<br>puis à 20° |
| Durée du salage                        | 1 h                         | (au sel fin)              | 1 h 10                  |
| Retournements (heures)                 | 3.30 - 4.30 - 6.30          | 0.15 - 1.0 - 4.0          | 2.30 - 3.30 - 6.30      |
| Affinage : température                 | 12°                         | 14°                       | 17°                     |
| hygrométrie (%)                        | 90                          | 90                        | 90                      |
| durée (jours)                          | 20                          | 11                        | 20                      |

Après 24 heures de « ressuyage », l'ensemencement a lieu par pulvérisation d'une suspension de *Penicillium candidum* pour le Camembert et de *Bacterium linens* pour le Munster.

Le tableau 1 précise les conditions particulières à chaque type de fabrication. L'examen organoleptique a été pratiqué par le personnel qualifié et par les élèves de l'Ecole de Laiterie.

#### **Fabrication du Camembert industriel**

Le lait provient d'un grand mélange (8 000 l) de troupeaux voisins des précédents ; il subit le même traitement jusqu'à son ensemencement par 1,5 p. 100 de ferments lactiques à 20° (mélange de *Str. lactis et cremoris*). Le moulage se fait au « multimoule » après basculement pneumatique de la cuve sur le répartiteur (système ALPMA). Le salage a lieu au sel fin. Les autres conditions sont précisées dans le tableau 1. Il faut signaler que cette fabrication est organisée en vue d'un travail rapide avec une dose de présure et à une température de caillage relativement élevées.

#### **Fabrication d'Emmental.**

Il s'agit d'une fabrication d'Emmental de 100 kg, dans les conditions habituelles d'une « fruitière » de village de montagne, caractérisée par le traitement du lait cru en chaudière de cuivre, sans addition de chlorure de calcium, l'ensemencement et la régulation de l'acidité du lait étant effectués par apport de lactosérum acidifié durant 24 h (acidité 70 à 80° D). On a utilisé une dose de Sure-Curd permettant les mêmes conditions de travail que la présure ordinaire, soit, pour 100 l de lait, 1,6 g de Sure-Curd ou 2 g de présure en poudre (1/100 000). La coagulation intervient après 25-28 minutes, à la température de 32° et une acidité de 18° D ; le tranchage a lieu 5 minutes après. La cuisson se fait à 54°. Cinq retournements sont effectués sous presse ; le salage a lieu en saumure, 48 heures à 12°. L'affinage se poursuit durant 3 mois environ, la température de la cave chaude étant 21°.

### **III. - RESULTATS**

#### **Propriétés des caillés de pâtes molles**

Les premiers essais de fabrications expérimentales ont été faits en utilisant des doses d'enzyme Sure-Curd telles que le temps de coagulation, dans le laitensemencé de ferments lactiques et additionné de chlorure de calcium, soit le même qu'avec la présure animale. Nous avons observé que, dans ces conditions, les gels formés par chaque enzyme évoluent différemment et les temps de tranchage ne sont pas du tout les mêmes. Durant les premières

minutes qui suivent la coagulation (apparition de flocons), les caillés formés par Sure-Curd paraissent être plus mous que les caillés formés par la présure, mais par la suite, les premiers se raffermissent plus vite que les seconds. Le degré de fermeté finalement atteint est le même pour les deux enzymes, mais le temps pour l'atteindre est nettement plus long avec la présure qu'avec Sure-Curd ; la différence est de 10 à 20 minutes pour ces types de fabrication. Cela signifie qu'avec Sure-Curd l'exsudation du sérum est plus hâtive et le tranchage peut intervenir 10 à 20 minutes plus tôt qu'avec la présure.

L'étude de la coagulation par le torsiomètre met en évidence cette différence de comportement des deux enzymes, comme le montre l'exemple de la figure 1. Ces résultats étayaient les observa-

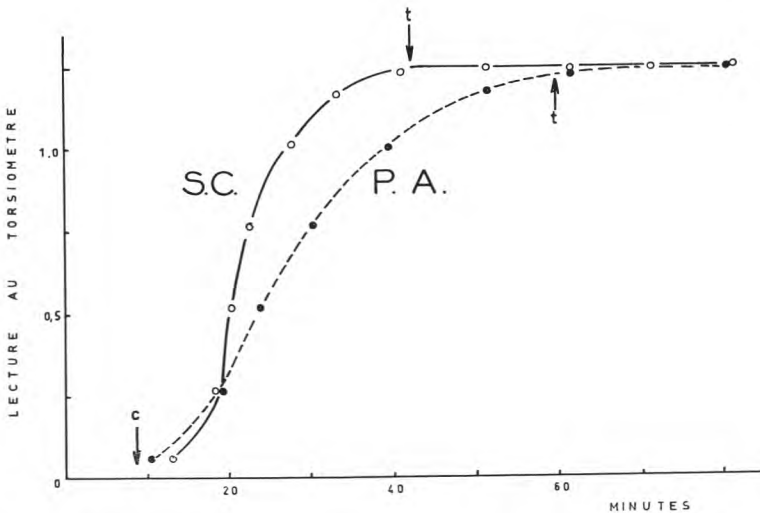


Fig. 1. — Evolution de la fermeté du coagulum formé par l'enzyme Sure-Curd (S.C.) et la présure animale (P.A.)

Temps 0 : addition de l'enzyme ; c : temps de floculation

t : temps de tranchage.

Dose d'enzyme, S.C. = 2,7 ; P.A. = 18 g/100 kg lait — Température 35°.

tions que nous avons faites dans la précédente communication en ce qui concerne l'épreuve de la coagulation, dont la signification est réduite lorsque l'on compare des enzymes de nature différente [1]. Il est évident que le rapport du temps de tranchage au temps de coagulation ( $t_t/t_c$ ) n'est pas le même pour les deux enzymes réagissant sur le même lait et dans les mêmes conditions. La valeur la plus significative en fabrication est le temps de tranchage.

TABLEAU 2. — Fabrication type Camembert

| N°<br>(*) | Mois     | Enzyme<br>(***) | Préparation du lait              |                               |                 |                          |                    | Caillage                 |                          |                            | Egouttage    |                       |  |
|-----------|----------|-----------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|--|
|           |          |                 | Pasteu-<br>risa-<br>tion<br>(°C) | CaCl <sub>2</sub><br>g/100 kg | Acidité<br>(°D) | Tempé-<br>rature<br>(°C) | Enzyme<br>g/100 kg | Temps<br>coagul.<br>(mn) | Temps<br>tranch.<br>(mn) | Acidité<br>tranch.<br>(°D) | Durée<br>(h) | Acidité sérum<br>(°D) |  |
|           |          |                 |                                  |                               |                 |                          |                    |                          |                          |                            |              | au mou-<br>lage       | au der-<br>nier re-<br>tourne-<br>ment<br>(**) |
| 1         | Février  | Sure-Curd       | 72                               | 15                            | 25              | 35                       | 3,6                | 8                        | 50                       | 15                         | 19           | 16                    | 81   |
|           |          | Présure         | 72                               | 15                            | 25              | 35                       | 18                 | 8                        | 60                       | 14                         | 21           | 16                    | 64   |
| 2         | Mars     | Sure-Curd       | 72                               | 15                            | 25              | 35                       | 2,7                | 10                       | 70                       | 14                         | 19           | 16                    | 79   |
|           |          | Présure         | 72                               | 15                            | 25              | 35                       | 18                 | 9                        | 80                       | 12                         | 21           | 15                    | 77   |
| 3         | Mars     | Sure-Curd       | 90                               | 15                            | 22              | 32                       | 1,65               | 22                       | 65                       | 16                         | 19           | 16,5                  | 70   |
|           |          | Sure-Curd       | 90                               | 0                             | 22              | 32                       | 1,65               | 22                       | 65                       | 16                         | 20           | 17                    | 75   |
|           |          | Présure         | 90                               | 15                            | 22              | 32                       | 18                 | 10                       | 70                       | 15                         | 21           | 15,5                  | 65   |
| 4         | Juin     | Sure-Curd       | 68                               | 10                            | 25              | 33                       | 1,0                | 50                       | 90                       | 17,5                       | 20           | 18,5                  | 62   |
|           |          | Présure         | 68                               | 10                            | 25              | 33                       | 25                 | 8                        | 60                       | 17                         | 20           | 18                    | 60   |
| 5         | Juin     | Sure-Curd       | 68                               | 10                            | 25              | 33                       | 2,7                | 19                       | 40                       | 18                         | 20           | 19,5                  | 65   |
|           |          | Présure         | 68                               | 10                            | 25              | 33                       | 25                 | 13                       | 60                       | 18                         | 20           | 19,5                  | 56   |
| 6         | Septembr | Sure-Curd       | 68                               | 10                            | 24              | 34                       | 1,75               | 26                       | 45                       | 16                         | 20           | 17                    | 66   |
|           |          | Présure         | 68                               | 10                            | 24              | 34                       | 25                 | 10                       | 60                       | 15                         | 20           | 17                    | 51   |
| 7         | Octobre  | Sure-Curd       | 68                               | 10                            | 25              | 35                       | 2,5                | 14                       | 40                       | 17                         | 20           | 19                    | 72   |
|           |          | Présure         | 68                               | 10                            | 25              | 35                       | 25                 | 10                       | 60                       | 16                         | 20           | 18                    | 64   |

(\*) N° 1, 2 et 3 : essais à l'atelier expérimental ; extrait sec moyen des laits 110 g/kg ; quantité de lait emprésuré 40 kg.  
 N° 4, 5, 6 et 7 : essais à la fromagerie ; extrait sec moyen des laits 120 g/kg ; quantité de lait emprésuré 200 kg.

(\*\*) — après 6 h. 30 pour les camemberts de l'atelier expérimental ; après 4 h. pour ceux de la fromagerie.

(\*\*\*) — Présure 1/10 000.



Le tableau 2 montre que l'on peut réduire notablement la dose de Sure-Curd, de façon à obtenir un temps de coagulation double de celui donné par la présure, et avoir cependant une évolution du caillé du même ordre, permettant le tranchage à peu près dans le même temps (essai n° 3). En réduisant encore plus la dose de Sure-Curd, on peut obtenir un temps de coagulation 6 fois plus long qu'avec la présure, le temps de tranchage devient alors 1,5 fois plus long, mais le caillé est nettement plus mou, ce qui rend le moulage délicat ; cependant, le fromage obtenu avec cette dose réduite de Sure-Curd est de bonne qualité et le rendement est normal (essai n° 4, tableau 2).

Dans l'essai n° 3, avec une faible dose de Sure-Curd, une fabrication a été faite sans addition de chlorure de calcium ; le temps de coagulation n'a pas été sensiblement affecté, ce qui confirme les précédentes observations [1], mais le caillé est resté un peu plus mou que celui obtenu avec une addition de 15 g de chlorure de calcium ; il a été cependant possible de le travailler après le même temps de tranchage et le fromage s'est fait normalement. Les doses habituelles de chlorure de calcium peuvent être réduites lorsque la coagulation est faite par Sure-Curd.

### **Egouttage des caillés de pâtes molles**

Les fromages obtenus avec Sure-Curd sont en général plus égouttés que ceux obtenus avec la présure ; mais l'on peut parvenir à des valeurs très voisines de l'extrait sec des fromages en réglant la dose de l'enzyme à une valeur convenable. La plus grande vitesse de l'égouttage, lorsque Sure-Curd est employé, est probablement la conséquence d'une acidification plus poussée. Les tableaux 2 et 3 montrent que l'acidité du sérum en fin d'égouttage est toujours plus grande avec Sure-Curd qu'avec la présure. Il y a évidemment un effet stimulant de Sure-Curd sur les bactéries lactiques présentes ; il se pourrait d'ailleurs, qu'il s'agisse d'un effet indirect et que les produits de la protéolyse en soient la cause.

### **Affinage des pâtes molles - Propriétés organoleptiques**

La « couverture » des Camemberts et des Munsters s'est faite d'une manière comparable avec les deux présures. Dans les fabrications expérimentales, le *Penicillium candidum* apparaît environ 1 jour plus tôt avec Sure-Curd qu'avec la présure, et son développement ultérieur est excellent.

L'affinage des deux types de fromages a été plus rapide avec Sure-Curd qu'avec la présure. Le premier enzyme permet d'obtenir plus tôt une pâte onctueuse ; le raccourcissement de la durée d'affinage pouvant être estimée à 3 jours, dans les conditions de

TABLEAU 3. — Fabrication type Munster

| Essai<br>(*) | Enzyme    | Préparation du lait (**) |                  |                     | Caillage                 |                          |                               | Egouttage    |                          |                       |
|--------------|-----------|--------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
|              |           | Acidité<br>(°D)          | Tempé-<br>rature | Enzymes<br>g/100 kg | Temps<br>coagul.<br>(mn) | Temps<br>tranch.<br>(mn) | Acidité au<br>tranch.<br>(°D) | Durée<br>(h) | Acidité du sérum<br>(°D) |                       |
|              |           |                          |                  |                     |                          |                          |                               |              | au mou-<br>lage          | au 2° re-<br>tournem. |
| N° 1         | Sure-Curd | 20                       | 36               | 3,0                 | 13                       | 40                       | 13,5                          | 19           | 14                       | 55                    |
|              | Présure   | 20                       | 36               | 19                  | 13                       | 50                       | 13                            | 19           | 15                       | 45                    |
| N° 2         | Sure-Curd | 19                       | 35               | 2,7                 | 14                       | 45                       | 13,5                          | 19           | 14                       | 60                    |
| N° 3         | Sure-Curd | 19                       | 35               | 2,7                 | 13,5                     | 45                       | 14                            | 19           | 15                       | 57                    |

(\*) Tous les essais ont été effectués en mai, sur 40 kg de lait d'extrait sec moyen 112 g/kg.

(\*\*) Pasteurisation 75° — 15 s, CaCl<sub>2</sub> 10 g/100 kg, dans tous les essais.

nos expériences (tableau 1). La protéolyse limitée de la caséine se développe donc plus rapidement et d'une manière plus homogène dans les fromages fabriqués avec Sure-Curd, sans qu'il y ait « coulage sous croûte ».

L'odeur et le goût des fromages Sure-Curd sont normaux et caractéristiques. Dans les essais Camembert n° 2 et 3, les fromages Sure-Curd ont été jugés de qualité supérieure aux fromages témoins à la présure animale. Dans l'essai n° 1, qui a été réalisé avec une dose trop élevée de Sure-Curd, 17 dégustateurs ont trouvé que les fromages étaient bons et normaux et 3 ont décelé une « pointe » d'amertume.

#### **Rendement en pâte molle** (tableau 4)

Le rendement fromager des fabrications de camemberts et de munsters, exprimé en poids sec pour 100 kg de lait, a toujours été un peu plus élevé avec Sure-Curd qu'avec la présure, même lorsque de trop faibles doses ont été employées (camemberts n° 3 et 4), ce qui avait pour conséquence d'avoir un caillé un peu mou au moment du moulage. Dans le cas du Camembert, par exemple, la quantité totale d'extrait sec de fromage était supérieure de 1,7 à 7,5 p. 100 selon les essais.

Dans les fabrications du Camembert industriel, le sérum séparé avec Sure-Curd a un extrait sec et une teneur en matière grasse généralement inférieurs à ceux du sérum présure.

#### **Observations sur la fabrication et la qualité de l'Emmental**

L'emploi de Sure-Curd, dans les conditions précisées plus haut, a permis des fabrications tout à fait normales. On a seulement observé une ouverture de la pâte un peu plus précoce en cave.

En ce qui concerne les qualités organoleptiques, on a observé qu'avec Sure-Curd la pâte est plus onctueuse et plus souple qu'avec la présure. Le goût et l'arôme des fromages sont excellents. Selon deux affineurs ayant dégusté ces fromages, ceux qui sont faits avec Sure-Curd seraient plus « fruités », moins piquants et conviendraient mieux à une partie de la clientèle.

### **IV. - CONCLUSIONS**

A la lumière de ces premiers essais, l'enzyme Sure-Curd donne d'excellents résultats dans la fabrication de fromages à pâte molle, en conservant la technique habituelle. La qualité des produits est au moins égale à celle que l'on obtient par l'utilisation de la pré-

TABLEAU 4. — Résultats analytiques et rendements (Camembert et Munster).

| Essai         |                   | Résultats analytiques (*) |      |         |      | Rendement kg p. 100 lait |             |
|---------------|-------------------|---------------------------|------|---------|------|--------------------------|-------------|
| Numéro        | Enzyme (**)       | Lactosérum                |      | Fromage |      | Fromage frais            | Fromage sec |
|               |                   | M.G.                      | E.S. | E.S.    | G.S. |                          |             |
| (***)         |                   |                           |      |         |      |                          |             |
| A - Camembert |                   |                           |      |         |      |                          |             |
| N° 1          | Sure-Curd ( 3,6 ) | 1,5                       |      | 38,4    | 38,3 | 12,7                     | 4,90        |
|               | Présure (18 )     | 1,0                       |      | 35,6    | 35,5 | 13,2                     | 4,70        |
| N° 2          | Sure-Curd ( 2,7 ) | 1,5                       |      | 38,4    | 38,5 | 12,2                     | 4,69        |
|               | Présure (18 )     | 1,5                       |      | 36,3    | 36,3 | 12,7                     | 4,61        |
| N° 3          | Sure-Curd ( 1,65) | 1,0                       | 61,6 | 39,7    | 39,8 | 13,5                     | 5,37        |
|               | Sure-Curd ( 1,65) | 1,5                       | 57,9 | 36,5    | 36,6 | 14,5                     | 5,30        |
|               | Présure (18 )     | 1,5                       | 61,7 | 41,3    | 41,4 | 12,2                     | 5,05        |
| N° 4          | Sure-Curd ( 1,0 ) | 2,0                       | 68,3 | 43,6    |      | 15,0                     | 6,46        |
|               | Présure (25 )     | 2,5                       | 69,2 | 43,7    |      | 14,3                     | 6,12        |
| N° 5          | Sure-Curd ( 2,7 ) | 2,5                       | 69,7 | 47,0    | 52,7 | 15,1                     | 7,1         |
|               | Présure (25 )     | 2,5                       | 70,5 | 45,5    | 53,0 | 14,5                     | 6,6         |
| N° 6          | Sure-Curd ( 1,75) | 3                         | 69,8 | 42,7    | 45,5 |                          |             |
|               | Présure (25 )     | 4                         | 71,5 | 40,0    | 45,3 |                          |             |
| N° 7          | Sure-Curd ( 2,5 ) | 3                         | 67,4 | 42,5    | 45,6 | 14,5                     | 6,16        |
|               | Présure (25 )     | 4                         | 68,4 | 40,0    | 43,3 | 14,9                     | 5,95        |
| B - Munster   |                   |                           |      |         |      |                          |             |
| N° 1          | Sure-Curd ( 1,9 ) | 1,5                       | 64,2 | 43,0    | 46,7 | 12,0                     | 5,16        |
|               | Présure (30 )     | 2,0                       | 66,5 | 43,7    | 44,1 | 11,5                     | 5,03        |
| N° 2          | Sure-Curd ( 2,7 ) | 2,0                       | 65,1 | 40,5    | 44,3 | 12,7                     | 5,13        |
| N° 3          | Sure-Curd ( 2,7 ) | 1,5                       | 65,9 | 41,0    | 45,1 | 12,5                     | 5,13        |

(\*) M.G. : matière grasse ; E.S. : extrait sec total ; G/S : matière grasse p. 100 E.S. Lactosérum au début de l'égouttage : fromage en fin d'égouttage.

(\*\*) entre parenthèse, dose d'enzyme (voir tableaux 2 et 3).

(\*\*\*) N° 1, 2 et 3, essais à l'atelier expérimental ; n° 4, 5, 6 et 7 essais à la fromagerie.

sure animale. L'emploi de Sure-Curd présente, en outre, les avantages suivants :

1 - Réduction des temps technologiques, aussi bien en ce qui concerne le décaillage et l'égouttage, qu'en ce qui concerne l'affinage. Du fait de l'évolution des propriétés physiques du caillé et de l'accélération de l'acidification lactique, le tranchage pourrait être pratiqué plus tôt que cela n'a été fait dans nos essais. La réduction de la durée d'affinage dépend évidemment de la température de la cave, mais, toutes conditions égales, la maturation des fromages Sure-Curd est plus rapide et plus régulière que celle des fromages à la présure, même lorsque l'extrait sec des premiers est supérieur à celui des seconds.

2 - Augmentation du rendement fromager. Nos essais ne sont pas assez nombreux ni assez vastes pour pouvoir chiffrer avec précision cette augmentation ; il faut cependant noter que les écarts vont toujours dans le même sens.

3 - Possibilité de réduire les doses habituelles de chlorure de calcium et de levain lactique.

En ce qui concerne l'Emmental, nos essais montrent que l'on peut également obtenir avec l'enzyme Sure-Curd, des fromages de très bonne qualité.

Nos résultats relatifs à la qualité des fromages et au développement plus rapide du goût et de la texture caractéristiques concordent avec ceux des auteurs américains qui ont fait l'essai de l'enzyme Sure-Curd dans la fabrication d'une dizaine de variétés de fromages [3].

En fait, cet enzyme se comporte à la fois comme un enzyme de coagulation et comme un enzyme d'affinage ; c'est là un caractère très intéressant dont nous développerons l'étude dans les prochains essais.

### Résumé

« L'enzyme coagulant Sure-Curd a donné de bons résultats dans la fabrication de fromages à pâte molle (type Camembert, Munster) et à pâte cuite (type Emmental). Il permet de réduire les temps technologiques et d'obtenir un rendement fromager un peu supérieur à celui des fabrications témoins, en ce qui concerne les pâtes molles ; l'affinage est un peu plus rapide et régulier. »

### Summary

« The milk-clotting enzyme Sure-Curd has been used successfully in the manufacturing of soft cheese (e.g. Camembert, Munster) and

hard cheese (e.g. Emmental). For soft cheese, it has the advantage of reducing the technological times and one obtains a slightly better yield when compared with the controls ; the ripening is somewhat quicker and more regular. »

### Zusammenfassung

« Das Milchgerinnungsenzym Sure-Curd wurde mit Erfolg für die Herstellung von Weichkäse (z.B. Camembert, Munster) und Hartkäse (z.B. Emmental) verwendet. In der Weichkäseproduktion ist es möglich die technologischen Zeiten zu reduzieren und eine etwas bessere Ausbeute als bei den Kontrollen zu erzielen ; die Reifung ist etwas schneller und regelmässiger. »

### V - Bibliographie

- [1] ALAIS (C.) et NOVAK (G.). — Etude d'un enzyme coagulant microbien dérivé de *Endothia parasitica*. I - Propriétés biochimiques de l'enzyme coagulant Pfizer et propriétés rhéologiques des caillés formés dans le lait. *Le Lait*, 48, 1968, 393.
- [2] BURNETT (J.) et SCOTT-BLAIR (W.). — A speed-compensated torsionmeter for measuring the setting of milk by rennet. — *Dairy Ind.*, 28, 1963, 220.
- [3] SHOEVERS (J.) et BAVISOTTO (V. S.). — Fermentation-derived enzyme substitute for animal rennet. *J. Dairy Sci.* 50, 1967, 942.

Remerciements. — *Nous remercions M. S. Aubé, Chef de Pratique à l'Ecole de Laiterie, pour ses conseils et son aide et nous remercions M. R. Hirsch, Président-Directeur Général de la Fromagerie de Parroy, pour les facilités qu'il nous a données en vue de l'exécution de nos essais.*

(Reçu pour publication le 18 novembre 1968).

---