- [58] GOLDING et MORISS. Whey research factory at Haslington. Pig feeding experiments with lactose residues. (*Journ. of. Ministry of Agriculture*, T. XXXII, n° 10, Janv. 1926, p. 911 à 918.)
- [59] GOLDING. Communication personnelle.
- [60] RIEDEL. Molkenwerwertung. (*Molkerei Zeitung*, 1923, n° 100, p. 1841 à 1842.)
- [61] OKA et CRICHTON. The food value of dried whey solids. (*Scottish Journ. of Agr.*, Vol. VI, 1923, p. 63 à 67.)
- [62] Cité par CHASSERAY. Le babeurre, aliment, médicament. (*Rev. Pratique des maladies des Pays chauds*, T. III, n° 2, von. 1923.)
- [63] DORLENCOURT et PEHU. *Société de Pédiatrie*, 5 juin 1920.
- [64] KUFFERATH. A propos des laits battus. (*Annales de Gembloux*, n°s 8 et 12, août et décembre 1923.)
- [65] DHONAL. Action du babeurre sur la sécrétion gastrique. (*Monatssch. für Kinderheilkunde*, T. XXVII, N° 1, p. 58 à 64, oct. 1924.)
- [66] JOHN EVVARD. A Little Milk Work Wonders in pig feeding. (*Iowa experiment station*, Bul. 17.)
- [67] HUNZIKER. Utilisation du babeurre sous forme de babeurre condensé et desséché. (*Journ. of Dairy Science*, janv. 1923, Vol. VI, n° 1, p. 1 à 12.)
- [68] ECKLES et GALLICKSON. Condensed and powdered buttermilk for dairy calves. (*Journ. Of Dairy Science*, mai 1924, Vol. VII, n° 3, p. 213 à 221.)
- [69] HUNZIKER. *Condensed Milk and Milk powder*, 4^e édition 1926. La Grange Illinois, p. 522 à 530.
- [70] JOHN EVVARD et RUSSELL DUNN. Dried Butter milk for pigs. (*Iowa Experiment station*, Bul. 58.)
- [71] JOHN EVVARD et RUSSELL DUNN. Milk by products in their bit in pork making. (*Iowa Agr. Experiment station*.)

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)

CHAPITRE VIII.

LES APPORTS SALINS DANS LE LAIT

Dans la première partie de ce travail, nous avons vu quels étaient les sels qu'il fallait employer pour séparer la caséine de la globuline et de l'albumine. Rappelons qu'en général, ce sont toujours des quantités massives auxquelles on a recours.

Nous n'avons fait aucune allusion au retentissement que l'addition de ces sels pourrait avoir sur l'emprésurage, puisque c'est d'un tout autre objet qu'il s'agissait. Etant donné, ainsi que nous le verrons plus

loin, que l'action de la présure est fortement conditionnée par l'addition de certains sels, tantôt facilitée, tantôt, au contraire, entravée, sinon annulée, il importe de classer les sels selon leur action sur l' emprésurage, d'établir les différences entre les divers métaux, c'est-à-dire les divers cathions, et voir si les anions des sels d'un même cathion ont également des influences différentes.

A priori, sachant comment les caséinates se comportent vis-à-vis de certains sels, notamment les sels alcalino-terreux et les sels de magnésium, nous pouvons penser, puisque l'action de la présure a pour but de scinder la caséine et d'en tirer la paracaséine dont les sels calciques sont insolubles, qu'on facilite l' emprésurage dès l'instant où l'on apporte au lait une charge supplémentaire d'un cathion alcalino-terreux. Par contre, si les cathions apportés sont alcalins, donc solubles dans l'eau, on devine, puisque les paracaséinates correspondants sont également solubles, qu'en déplaçant l'équilibre salin du lait du côté des sels alcalins, on gêne l' emprésurage ou plus exactement la précipitation du paracaséinate et, pour des doses assez fortes, on le supprime même.

Dès l'instant où l'on fait intervenir la présure, ce ne sont plus des doses massives qui nous intéressent, comme lorsque nous voulons séparer caséine et albumine, ce sont des doses faibles.

Ainsi qu'il résulte des considérations dans lesquelles nous sommes entré dans la comparaison du nombre des molécules des divers sels qui sont amenés à réagir sur les caséinates, nous avons vu qu'un apport salin, qui *pondéralement* paraît faible, a *moléculairement* une importance considérable.

Nombreux sont les auteurs qui se sont occupés de l'influence des sels sur l'action de la présure. E. DUCLAUX, dans son mémoire sur le lait (46) examine tour à tour l'action de différents sels alcalins : chlorure, sulfate, phosphate et nitrate de K ; chlorure, sulfate, phosphate et nitrate de Na ; chlorure, sulfate et nitrate de NH_4 ; des sels alcalino-terreux ; chlorure, sulfate et nitrate de Ca ; chlorure et nitrate de Ba ; chlorure et nitrate de Sr ; des sels de Mg : chlorure, sulfate et nitrate. Il note combien les actions de ces sels sont variées, ce qui n'est pas fait pour nous surprendre après ce que nous avons dit tout à l'heure. Les sels alcalins rendent la caséine « plus difficilement précipitable par la présure ».

« Mais quand on passe des alcalis aux terres alcalines, les actions changent, et il faut des doses infinitésimales des sels de ces terres pour modifier dans une proportion considérable la coagulabilité d'un lait. On peut même remarquer que les deux plus actives sous ce rapport sont la chaux et la magnésie, c'est-à-dire celles dont les sels sont le plus fréquemment présents ». Nous y reviendrons un peu plus loin.

Antagonisme des sels alcalins et des sels alcalino-terreux. —

Il y a donc un antagonisme marqué entre les sels alcalins et les sels de

calcium et de magnésium, les premiers tendant à contrarier l'action de la présure, les autres à la favoriser. Nous savons déjà, selon le langage de la chimie colloïdale, que les premiers sont dits *peptisants*, les autres *coagulants*.

Mais un autre facteur doit entrer en jeu dans les considérations que l'on est amené à formuler sur les modifications engendrées par les apports salins lors de l' emprésurage. L'interprétation qui en a été d'abord donnée demande à être modifiée ou mieux complétée. On n'a pas tenu assez compte des déplacements d'équilibre qu'elles entraînaient dans l'édifice salin préexistant et des modifications subséquentes du pH. L'addition de tel sel entraîne le pH vers l'acidité, de tel autre, au contraire, vers l'alcalinité, et pour juger très exactement l'influence de celui-ci ou de celui-là, il importe que l'on soit fixé sur les modifications du pH originel.

LES SELS DÉCALCIFIANTS

Les expériences qui ont porté sur l'influence de l'addition d'oxalates alcalins, de fluorure de sodium, etc... sels que l'on appelait alors *sels décalcifiants*, demandent à être reprises à la lumière des suggestions que nous venons d'évoquer. Lorsqu'on ajoute oxalate ou fluorure alcalin au lait, il se fait sans aucun doute des échanges d'ions entre les sels calciques solubles, le caséinate calcique et le sel alcalin apporté, d'où résulte une précipitation partielle du calcium sous forme insoluble et un déplacement des sels solubles dans un sens tel qu'on augmente la masse des sels alcalins. On diminue la proportion des sels coagulants, on augmente celle des sels peptisants, et peut-être même, transforme-t-on partiellement le caséinate de calcium en caséinate alcalin.

COSMOVICI (149) fait remarquer que le « mécanisme de l'action de l'oxalate n'est pas complètement élucidé. Déjà DUCLAUX considérait cette action comme complexe. Il avait observé que pour obtenir l'incoagulabilité du lait, il fallait toujours plus d'oxalate qu'il n'en aurait fallu pour le décalcifier seulement. Il pensait que l'oxalate avait un triple rôle de décalcifiant, de solubilisant de la caséine, et d'antagoniste de la présure. »

En fait, DUCLAUX a raison. Nous venons d'expliquer le rôle décalcifiant qui entraîne naturellement celui de solubilisant de la caséine, puisque, lui enlevant son calcium, il tend à en faire un caséinate alcalin.

Quant à l'action antagoniste de la présure, elle ne se trouve dans le lait que lorsque les doses d'oxalate de potassium deviennent assez fortes ; c'est alors que la réaction du lait change. Elle tend vers une alcalinité dépassant parfois 7,3 et l'on sait que lorsque le pH arrive à 7,4-7,5, la coagulation est entravée.

COSMOVICI qui a bien étudié l'action des oxalates fait remarquer que l'incoagulabilité du lait oxalaté n'est pas due seulement à l'augmentation du pH, car si on revient au pH initial par une addition d'acide,

la coagulation n'a pas lieu. Si l'on revient au *pH* originel par un *apport de CaCl²*, on redonne au lait oxalaté le pouvoir de coaguler par la présure.

Disons comme conclusion, que ces recherches nous montrent une fois encore la nécessité des sels de calcium solubles pour l'empresurage, en même temps que celle d'un *pH* déterminé < 7,4-7,5.

Parmi les sels décalcifiants ou considérés comme tels, il faut citer également les *citrates alcalins* qui sont employés dans la diététique infantile pour diminuer la coagulabilité du lait de vache par la présure. Ils tendent à insolubiliser le calcium, d'abord, parce que la saturation du citrate de calcium est rapidement atteinte déjà du fait de l'existence normale de ce sel dans le lait, ensuite, parce qu'on fait virer le caséinate calcique vers un sel potassique. Enfin, on fait remonter le *pH* vers l'alcalinité, pas toujours au point cependant où l'action de la présure puisse être entravée du fait de la réaction du milieu.

Nous reviendrons sur tous ces faits lorsque nous étudierons le résultat de l'addition de ces différents sels au complexe : *caséinate de calcium* + *phosphates de calcium*.

ACTION DES CHLORURES ALCALINO-TERREUX SUR L'EMPRESURAGE .

Il est tout naturel que ce soit le chlorure de calcium qui ait surtout été étudié, mais, comme nous le verrons, les autres chlorures de la même famille interviennent dans le même sens.

ACTION DU CHLORURE DE CALCIUM

Nous avons plus haut examiné l'influence du chlorure de calcium sur des caséinates de *pH* différents, et montré en même temps qu'il était nécessaire de fixer la nature du chlorure de calcium avec lequel on travaillait.

Nous savons également que la sensibilité du caséinate au chlorure de calcium n'est pas la même selon que l'on opère en présence ou en l'absence de présure. C'est d'ailleurs un point d'une trop grande importance dans cette étude pour que nous n'y revenions pas.

LA SENSIBILITÉ DU LAIT AU CHLORURE DE CALCIUM A DIVERSES TEMPÉRATURES

Avant de voir dans quelle mesure le chlorure de calcium facilite la gélification laïque, nous allons examiner l'ordre de sensibilité du lait au chlorure de calcium en l'absence de toute présure, à des températures différentes.

Nous savons que le lait additionné d'une quantité suffisante de *CaCl²* et porté au *B-M* bouillant coagule et que cette réaction est à la base du procédé d'obtention du sérum chloruro-calcique en vue de son examen au réfractomètre pour le dosage du lactose et l'appréciation du mouillage.

Sans viser ici la préparation de ce sérum, nous allons faire varier en nous adressant au lait : a) d'une part, la température à laquelle la précipitation chloruro-calciqne se produit, et : b) d'autre part, la quantum de ce sel, de façon à *déterminer pour une température donnée quelle est la proportion de CaCl^2 suffisante pour obtenir la coagulation.*

L'action du CaCl^2 au B-M bouillant. — Nous allons d'abord nous efforcer de *déterminer la dose minima de CaCl^2 nécessaire pour obtenir un sérum chloruro-calciqne clair et limpide au B-M bouillant.*

Diverses portions d'un lait écrémé sont chargées respectivement de 1 gr., 0 gr. 75 et 0 gr. 50 de CaCl^2 au litre, et portées au B-M bouillant.

Alors que dans l'emprésurage, on saisit nettement la floculation qui précède immédiatement la prise en masse, il en va différemment de la coagulation sous l'action de CaCl^2 , seul. Il est difficile de saisir le moment où elle s'obtient. Des petits précipités se collent d'abord sur les parois et dans le fond du tube pour gagner ensuite toute la masse.

Avec 0 gr. 75 et 1 gr., on obtient au bout de quelques secondes un caillé ferme, irrégulier, se rétractant bien et donnant un sérum limpide.

Avec 0 gr. 50 seulement, il n'y a pas de coagulation ; des petits grains se déposent au fond du tube.

C'est donc entre 0 gr. 50 et 0 gr. 75 par litre qu'il faut trouver la dose minima cherchée.

Nous avons fait des charges à raison de 0 gr. 60, 0 gr. 65 et 0 gr. 70 de CaCl^2 au litre.

Avec 0 gr. 60, il n'y a qu'un commencement de précipitation, mais pas de coagulation franche.

Avec 0 gr. 70, coagulation au bout de 1 min. 30 sec. mais le coagulum obtenu est moins ferme et se rétracte moins bien que celui que nous avons eu avec la dose de 0 gr. 75 au litre.

Il nous apparaît donc, et d'autres recherches ultérieures nous ont permis de le constater, que pour *obtenir un sérum chloruro-calciqne limpide à 100°, il fallait une dose minima de 0 gr. 75 de CaCl^2 au litre.*

Il va de soi que si on a affaire à des laits pathologiques, cette dose ne peut suffire et elle doit être parfois plus que doublée.

Dans l'expérience précédente, nous n'avons pas fait varier la température, puisqu'il ne s'agissait que de déterminer, pour l'unique température du B-M bouillant la dose minimum de CaCl^2 nécessaire à l'obtention du sérum.

Action du CaCl^2 à des températures différentes. — *Nous allons maintenant, en faisant varier la quantité de CaCl^2 ajoutée au lait, déterminer la température optima de coagulation du lait écrémé.*

Des portions de lait écrémé ont été additionnées respectivement de 0 gr. 25, 0 gr. 50, 1 gr., 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20 et 50 grammes, (CaCl^2 fondu) puis chauffées au B-M à partir de 20°, en élevant successivement la température de 10°, et en laissant cette température pendant 10 minutes.

Evidemment, comme on pouvait le supposer, *au fur et à mesure qu'on augmente la dose de CaCl^2 , il est nécessaire de moins chauffer pour obtenir une coagulation.*

Avec la dose de 2 grammes, c'est à 60° qu'on obtient un commencement de coagulation. A 65°, la coagulation est totale, et le caillé est ferme.

Avec 3 gr., c'est à 60° que la coagulation est totale.

Avec 4 gr., c'est à 50°.

Avec 5 gr. à 40° on obtient une coagulation nette, mais le caillé est mou et le sérum n'est pas limpide.

Avec la dose de 6 gr. à 30° déjà, la coagulation est tout à fait marquée, mais le coagulum est mou, fragmenté.

Ces chiffres ne doivent pas être pris pour leur valeur absolue ; ils seraient différents pour un autre lait ayant un *pH* autre.

Nous avons ensuite examiné ce que donnait l'addition au lait de doses croissantes de CaCl_2 à la température ordinaire.

Des portions d'un même lait écrémé ont été additionnées de doses allant de 0 gr. 25 jusqu'à 50 grammes (chlorure fondu) et voici les résultats obtenus :

TABLEAU LIII.

Charge en Ca Cl_2 (chlorure fondu)	<i>pH</i>	Acidité D	Aspect	Essai à l'alcool- alizarine
Lait	6.15 (acide)	18°		Rouge lilas
0 gr. 25	5.99	18°	Aspect normal	Rose lilas
0 gr. 50	5.92	18°	»	Rouge brun
1 gr.	5.78	19°	»	Brun
1 gr. 50	5.71	20°	Très fin dépôt sur les parois du flacon ; aspect plus net au bout de quelques heures.	Brun jaune
2 gr.	5.56	20°	Fin dépôt sur les parois du flacon.	Jaune
3 gr.	5.38	21°	Aspect plus net que précédemment.	Jaune
4 gr.	5.24	22°	Id.	Jaune
5 gr.	5.24	22°	Aspect plus net que précédemment.	Jaune
10 gr.	5.12	21°	Flocons grossissant	Jaune
20 gr.	5.39	20°	Floculation nette au bout de quelques heures ; immédiatement, floculation non apparente.	Brun jaune
50 gr.	5.70	15°	Floculation immédiate, dépôt adhérent aux parois du ballon, assez abondant.	Brun jaune

On constate que l'addition du CaCl_2 fondu fait viier nettement le lait vers l'acidité ; mais à partir de 10 grammes de ce sel par litre, le lait chloruro-calcifé remonte vers l'alcalinité, si bien qu'avec une dose de 20 grammes de CaCl_2 , on obtient le même *pH* qu'avec la dose de 3 grammes, et avec une dose de 50 grammes, le même *pH* qu'avec la dose de 1 gr. 50.

Maintenant que nous connaissons l'ordre de grandeur des quantités de chlorure de calcium qu'il faut pour précipiter le caséinate calcique du lait à des températures différentes, *en l'absence du ferment-lab*, voyons ce qui se passe lorsque nous faisons intervenir la présure.

Il y a longtemps que l'on a constaté que le chlorure de calcium facilite considérablement l' emprésurage des **laits normaux** et permet à des **laits anormaux ou malades** qui coagulent fort mal, et souvent pas du tout, de se gélifier à nouveau sous l'action de la présure.

E. DUCLAUX détermine le rapport (R) du temps de la coagulation du lait additionné de CaCl^2 au temps de la coagulation du lait pur. Il a pu construire le tableau suivant :

TABLEAU LIV.

Avec	$\frac{1}{50.000}$	de CaCl^2	R = 0,95
»	$\frac{1}{25.000}$	»	R = 0,91
»	$\frac{1}{10.000}$	»	R = 0,87
»	$\frac{1}{5.000}$	»	R = 0,83
Avec	$\frac{1}{1.000}$	»	R = 0,50
»	$\frac{1}{500}$	»	R = 0,41
»	$\frac{1}{250}$	»	R = 0,30
»	$\frac{1}{100}$	»	R = 0,21

Les doses de CaCl^2 sont données en sel anhydre pour un litre de lait.

« Avec 1 gramme de sel par litre, le lait se coagule deux fois plus vite » dit DUCLAUX. Relevons également avec cet auteur *que les proportions faibles de Ca Cl^2 qui retentissent si nettement sur l'emprésurage sont insuffisantes par elles-mêmes pour amener la coagulation du lait sans présure.*

Nous avons expérimenté le CaCl^2 sur deux laits, l'un, d'une acidité un peu élevée (23° D.) acidité sans aucun doute acquise et l'autre dont l'acidité était normale (17° D.).

Le lait à 23° d'acidité n'a pu être chargé que d'une dose extrêmement faible de chlorure de calcium, car à partir de 0 gr. 50, et *a fortiori* pour des doses plus élevées, ce lait faisait prise au B-M. sans présure. On n'a pu le charger que de 0 gr. 25 et de 0 gr. 50 de Ca Cl^2 par litre. Voici les résultats obtenus :

TABLEAU LV.

	Temps de prise
Lait originel.	125 sec.
0 gr. 25 de CaCl^2	90
0 gr. 50 de CaCl^2	50 sec.

Nous saisissons dans cette expérience à la fois le rôle du chlorure de calcium et celui de l'acidité acquise, résultant d'une fermentation lactique commençante, laquelle s'attaque aux sels calciques insolubles et tend à solubiliser une partie de leur chaux. *Le lactate de calcium ainsi formé, en s'ajoutant au chlorure de calcium apporté par l'expérience, donne une masse calcique soluble qui suffit à provoquer la précipitation du caséinate de calcium en l'absence de toute présure.*

GRAPHIQUE XIX.

INFLUENCE DU CHLORURE DE CALCIUM SUR L'EMPRESURAGE

La seconde expérience a été faite avec un lait d'acidité 17° D., et voici les résultats obtenus.

TABLEAU LVI.

	Temps de prise
Lait originel.	330 sec.
0 gr. 25 de CaCl^2	240
0 gr. 50 "	165
0 gr. 75 "	140
1 gr. "	110
1 gr. 50 "	90
2 grs. "	70

Le graphique ci-avant donne le résultat des deux expériences.

Les laits qui un peu plus haut ont été additionnés de charges croissantes en CaCl^2 fondu pour voir à quelle température on obtiendrait un sérum clair, ont été également emprésurés.

Avant de donner les résultats obtenus, il est bon de faire remarquer que pour une même quantité de chlorure de calcium, additionnée au lait ou au caséinate de $\text{pH} = 7$, l'augmentation de l'acidité, soit actuelle, soit potentielle, est plus marquée avec le lait qu'avec le caséinate. C'est que dans le lait, autour du caséinate, nous avons des sels, notamment les phosphates mono- et bi-potassiques, qui réagissent sur le chlorure de calcium, en conduisant à de nouveaux équilibres salins.

TABLEAU LVII.

INFLUENCE DE CHARGES CROISSANTES EN CaCl^2 FONDU SUR LE TEMPS DE PRISE PAR LA PRÉSURE

Lait chargé en CaCl^2	Temps de prise
Lait témoin	9 min.
Charge de 0 gr. 25	4 min.
" 0 gr. 50	3 min.
" 1 gr.	2 min.
" 1 gr. 50	1 min. 50 sec.
" 2 gr.	1 min. 20 sec.
" 3 gr.	1 min. 10 sec.
" 4 gr.	60 sec.
" 5 gr.	60 sec.
" 7 gr.	45 sec.
" 10 gr.	30 sec.
" 20 gr.	30 sec.
" 50 gr.	15 sec.

Tous les caillés sont fermes.

Retour à la réaction initiale du lait additionné de CaCl^2 par la soude ou la chaux. — Il est intéressant d'additionner à ces laits chloruro-calciques, soit de la chaux, soit de la soude, pour les faire revenir au pH initial. Cela nous permettra ainsi d'apprécier ce qui

revient en propre à la charge chloruro-calcique, puisque nous aurons des liqueurs de même pH.

Diverses portions de lait écrémé sont additionnés de 1 gr., 2 gr., 3 gr., 4 gr. et 5 gr. de CaCl_2 fondu au litre.

TABLEAU LVIII.

Charge en CaCl_2	pH	Temps de prise	Aspect des callés
0 gr.	6.43	9 min.	Ferme
1 gr.	6.36	2 min. 30 sec.	id
2 gr.	6.22	1 min. 15 sec.	id
3 gr.	6.22	55 sec.	id
4 gr.	6.08	55 sec.	id
5 gr.	6.06	55 sec.	id

On doit se demander, puisque l'addition du CaCl_2 fondu, c'est-à-dire alcalin, augmente néanmoins l'acidité du lait et, avec elle, la vitesse de coagulation par la présure et la fermeté du caillé, si la rapidité de cette coagulation est due simplement à l'augmentation de l'acidité ou à la présence d'un excès d'ions Ca solubles.

A un lait (celui qui précède) chargé de CaCl_2 fondu (1 gramme au litre), on ajoute ou de l'eau de chaux ou une solution de soude, pour revenir dans les deux cas à la réaction première, compte tenu des dilutions que l'on fait identiques pour tous les échantillons.

TABLEAU LIX.

	pH	Temps de prise
Lait témoin.	6.43	16 min.
Lait + 1 gr. CaCl_2	6.36	4 min. 50 sec.
Lait + 1 gr. CaCl_2 + eau de chaux	6.43	5 min. 40 sec.
Lait + 1 gr. CaCl_2 + soude	6.43	7 min. 15 sec.

Cette expérience est extrêmement intéressante parce qu'elle montre que pour des réactions semblables, la charge en CaCl_2 , bien que l'acidité qu'elle ait créée ait été neutralisée, améliore considérablement le temps de prise.

Nous faisons, une fois de plus, la distinction entre l'influence des ions Ca et celle des ions H; dans le cas présent, c'est celle-là qui est dominante.

Il est cependant une différence, — que nous avons déjà relevée — selon que l'on neutralise par la soude ou la chaux. Lorsque la neutralisation de l'acidité développée par l'addition chloruro-calcique est faite par la chaux, le temps de prise est plus court que lorsque cette neutralisation est faite par la soude.

L'expérience a été répétée avec la charge de 3 grammes de CaCl_2 au litre sur le même lait.

TABLEAU LX.

	pH	Temps de prise
Lait + 3 gr. CaCl^2	6,22	1 min. 10 sec.
Lait + 3 gr. CaCl^2 + eau de chaux	6,41	2 min.
Lait + 3 gr. CaCl^2 + soude	6,43	5 min. 10 sec.

Il semble que l'on puisse conclure que l'augmentation de la vitesse de coagulation par la présure pour un lait chargé en CaCl^2 est due, pour une part, à l'augmentation de l'acidité, et pour une autre part, la plus importante, à la présence d'un plus grand nombre d'ions Ca.

Les divers sels solubles de calcium. — Le rôle des ions Ca étant favorable à l'action de la présure sur le lait, il semble *a priori* indifférent que ces ions soient apportés sous la forme de tel ou tel sel.

Des portions égales du même lait écrémé ont été additionnées d'acétate, de chlorure, de lactate et de nitrate de calcium de façon que la charge ajoutée corresponde à 0 gr. 25 en chaux (Ca O), soit en chiffres ronds 0 gr. 50 en Ca Cl^2 par litre.

TABLEAU LXI.

	pH	Temps de prise
Lait témoin	6,43	4 min. 55 sec.
Lait + acétate de calcium	6,41	1 min. 45 sec.
Lait + chlorure »	6,41	1 min. 45 sec.
Lait + lactate »	6,41	1 min. 45 sec.
Lait + nitrate »	6,41	1 min. 45 sec.

Pour une charge correspondant à 0 gr. 50 en chaux, soit 1 gr. de CaCl^2 , on a :

	pH	Temps de prise
Lait témoin	6,43	4 min. 55 sec.
Lait + acétate de calcium	6,38	1 min. 10 sec.
Lait + chlorure »	6,38	1 min. 10 sec.
Lait + lactate »	6,38	1 min. 10 sec.
Lait + nitrate »	6,38	1 min. 10 sec.

Avec une charge correspondant à 1 gr. en chaux, soit 2 gr. en CaCl^2 :

	pH	Temps de prise
Lait témoin	6,43	4 min. 50 sec.
Lait + acétate de calcium	6,26	0 min. 35 sec.
Lait + chlorure »	6,24	0 min. 35 sec.
Lait + lactate »	6,26	0 min. 35 sec.
Lait + nitrate »	6,24	0 min. 35 sec.

CHLORURE DE BARYUM ET CHLORURE DE STRONTIUM. — Les quantités de sels qui sont ajoutées correspondent toujours moléculairement à celles du chlorure de calcium mises en œuvre dans l'expérience précédente. Le poids moléculaire du chlorure de calcium est de 111, celui du chlorure de strontium de 158 et celui du chlorure de baryum de 208.

Voici les résultats des expériences faites avec ces deux chlorures :

TABLEAU LXII.

Chlorure de baryum		Temps de prise
Lait originel.		310 sec.
0 gr. 50 de Ba Cl ² au litre.		195
1 gr.	»	125
2 gr.	»	75
3 gr.	»	50
4 gr.	»	40
5 gr.	»	30

TABLEAU LXIII.

Chlorure de strontium		Temps de prise
Lait originel.		450 sec.
0 gr. 375 de Sr Cl ² au litre.		275
0 gr. 750	»	200 sec.
1 gr. 50	»	120
2 gr. 25	»	85
3 gr.	»	70
3 gr. 75	»	60

GRAPHIQUE XX.

INFLUENCE DU CHLORURE DE BARYUM SUR LA GÉLIFICATION LABIQUE

Nous avons pris des doses du premier sel, correspondant à deux fois, et du deuxième sel, correspondant à une fois et demie celles du chlorure de calcium. L'action du chlorure de baryum et du chlorure de strontium, comme on peut le voir par ces tableaux et les graphiques qui les traduisent, est de la même allure que celle du chlorure de calcium.

Ces trois expériences ont été faites à des jours différents et ont aussi porté sur des laits également différents. Il y a lieu *maintenant de comparer*

GRAPHIQUE XXI.

INFLUENCE DU CHLORURE DE STRONTIUM SUR LA PRISE DU LAIT
PAR LE FERMENT-LAB

l'action de ces trois chlorures sur le même lait avec la même présure, en ayant toujours bien soin d'en prendre des quantités moléculairement équivalentes. Mais, auparavant, il importait de voir ce que donnerait le chlorure de magnésium, parce que la parenté chimique et physiologique du magnésium et du calcium laisse supposer que les sels solubles de magnésium agiront sur l'empresurage comme le font les sels correspondants de calcium.

LE CHLORURE DE MAGNÉSIUM. — Voici les résultats obtenus traduits par le graphique qui les accompagne :

TABLEAU LXIV.

	Temps de prise
Lait originel.	555 sec.
0 gr. 50 de $Mg\ Cl^2$	250
1 gr. » 	155
2 gr. » 	105
3 gr. » 	95
4 gr. » 	90
5 gr. » 	85

GRAPHIQUE XXII.

ACTION DU CHLORURE DE MAGNÉSIUM SUR L'EMPRESURAGE

Les divers sels solubles de magnésium. — Nous avons également comparé entre eux différents sels de magnésium : *sulfate, chlorure* et *nitrate*.

A des portions égales de lait écrémé, on a ajouté respectivement : sulfate, chlorure et nitrate de magnésium en quantités équimoléculaires correspondant à 0 gr. 40 de MgO par litre.

Voici les résultats :

TABLEAU LXV.

COMPARAISON DE L'INFLUENCE DE DIVERS SELS MAGNÉSIENS
SUR L'EMPRÉSURAGE

Lait	pH	Temps de prise	Aspect des caillés
Témoin	6,25	6 min.	caillé ferme
Lait + chlorure	5,87	2 min.	caillé se rétractant mieux
Lait + nitrate	5,87	2 min. 05 sec.	»
Lait + sulfate	5,87	2 min. 15 sec.	»

Comparaison sur le même lait des quatre chlorures de Ca, Ba, Sr et Mg. — Dans cette expérience, nous avons, comme nous le disions tout à l'heure, — *sur le même lait et avec la même présure*, — comparé les actions des quatre chlorures dont il vient d'être question : *de calcium, de strontium, de baryum et de magnésium*, des quantités équimoléculaires des sels anhydres ayant été ajoutées au lait. Les graphiques donnent les résultats. Nous constaterons le *grand parallélisme de ces courbes et leur allure semblable*, mais toutefois nous voyons qu'il est possible de les grouper deux à deux. La courbe du chlorure de baryum voisine vraiment avec celle du chlorure de calcium, pendant que les deux autres courbes, qui voisinent également, s'écartent cependant des deux premières. *A priori*, il nous semblerait donc que le chlorure de calcium et le chlorure de baryum sont des coagulants plus énergiques que les deux autres chlorures de strontium et de magnésium, *mais on doit se demander, avant de conclure de cette façon, quel est le jeu de l'acidité*. Si nous n'avons pas les mêmes acidités dans le mélange de lait et de chlorure pour les quatre sels ci-dessus, nous ne devons pas être surpris des différences constatées dans les courbes. C'est ce que nous verrons un peu plus loin.

LE CHLORURE DE ZINC. — Le zinc étant un métal qui touche aux alcalino-terreux, par l'intermédiaire du magnésium, nous avons essayé l'action du chlorure de zinc sur l'emprésurage, et une solution de ZnCl_2 anhydre, équimoléculaire avec celle de CaCl_2 a été faite. *Le chlorure de zinc est un coagulant énergique du lait tout comme le chlorure de calcium et peut-être même davantage que ce dernier* ainsi que nous l'avons vu antérieurement.

Avec des doses de chlorure de zinc correspondant à 0 gr. 50, 1 gr., 2 gr. par litre de lait frais, le liquide ne fait pas prise sans addition de présure à 40°, mais avec

GRAPHIQUE XXIII.

COMPARAISON DES INFLUENCES DES CHLORURES ALCALINO-TERREUX ET DE
MAGNÉSIUM SUR L'EMPRESURAGE (a)

(a) Les quantités des sels mis en expérience correspondent à celle qui est donnée en abscisse pour le chlorure de calcium.

des doses supérieures à 2 grammes, — déjà, 2,25 grs suffisent —, il fait déjà prise au B-M à cette température.

TABLEAU LXVI.

ACTION DU CHLORURE DE ZINC SUR L'EMPRESURAGE

	Temps de prise
Lait originel.	540 sec.
0 gr. 50 de ZnCl_2	330
1 gr. »	230
2 gr. »	125

Nous avons pensé qu'il s'agissait là de doses un peu plus fortes de Zn Cl^2 et pour mieux apprécier l'action de ce sel, nous en avons utilisé des doses faibles : 0 gr. 10, 0 gr. 20, 0 gr. 30 et 0 gr. 40 par litre.

TABLEAU LXXII.

	Temps de prise
Lait originel.	360 sec.
0 gr. 10 de Zn Cl^2	335
0 gr. 20 » 	315
0 gr. 30 » 	300
0 gr. 40 » 	245

Les résultats ci-dessus doivent être opposés à ceux de X. CHAHOVITCH et A. GIAJA (241). Ces auteurs, en opérant avec le sulfate de zinc ont constaté que les petites doses de sel (0 gr. 50) retardent la coagulation, tandis que les fortes doses (3 grs) l'activent.

Influence de la réaction des sels acalino-terreux et magnésiens ajoutés au lait. — Nous avons vu un peu plus haut, dans l'examen du graphique réunissant les quatre courbes correspondant aux chlorures de calcium, de strontium, de baryum et de magnésium, qu'il fallait faire intervenir le facteur acidité. En effet, certains résultats dont nous allons maintenant faire mention nous y engagent une fois de plus.

Un lait témoin qui coagule en 2 min. 30 sec. va coaguler avec une charge correspondant à 1/100 de molécule de CaCl^2 par litre, soit 1 gr. 11, en 0 min. 45 sec.

Avec une charge moléculairement correspondante en MgCl^2 , soit 0 gr. 95 il coagule en 1 min. 20 sec. soit près du double de temps.

Si la charge en CaCl^2 , au lieu d'être de 1/100 de molécule, est de 1/200 de molécule, la coagulation se fait, — il s'agit d'un autre lait —, en 1 min 55 sec. On a le même temps avec une charge chloruro-magnésienne de 1/100 de molécule et non plus de 1/200.

Il était indiqué, en présence de ces résultats, de prendre soigneusement les pH afin de voir dans quelle mesure l'acidité jouait, car on était fatalement amené à en supputer le rôle. La comparaison des influences des charges équimoléculaires de sels différents ne devient plus alors possible, puisque leur addition au lait entraîne des modifications également différentes de la réaction du lait.

Nous nous sommes adressé uniquement aux chlorures : de calcium, de baryum, de magnésium, de manganèse et de cuivre. Des solutions équimoléculaires de ces sels considérés anhydres ont été préparées.

A des portions de 50 cm³ du même lait écrémé, on ajoute 0 cm³ 5 de chacune des solutions ainsi préparées de façon à obtenir une charge par litre de lait correspondant à 1/100 de la molécule du sel anhydre.

(241) X. CHAHOVITCH et A. GIAJA. — Action du sulfate de zinc sur la coagulation du lait par la présure. *C. R. Soc. biol.*, 1926, 94. 695.

TABLEAU LXVIII.

Laits	pH
Témoin	6,38
— + CaCl^2	5,87
— + BaCl^2	5,87
— + MgCl^2	6,21
— + MnCl^2	5,35
— + CuCl^2	0,36

D'après ce que nous savons de la grande influence de l'acidité sur l'emprésurage, ces chiffres vont nous permettre de comprendre les résultats ci-dessous, sauf cependant en ce qui concerne le chlorure de cuivre, le cuivre intervenant ici pour gêner la présure qu'il « intoxique » dans une certaine mesure :

TABLEAU LXIX.

Laits	Temps de prise des laits ci-dessus	Temps de prise sur d'autre laits dont on n'a pas pris le pH
Témoin	5 min.	5 min. 40 sec.
— + CaCl^2	0 min. 50 sec.	1 min. 35 sec.
— + BaCl^2	0 min. 45 sec.	1 min. 25 sec.
— + MgCl^2	1 min. 15 sec.	2 min. 25 sec.
— + MnCl^2	0 min. 30 sec.	1 min. 05 sec.
— + CuCl^2	3 min. 30 sec.	7 min.

Nous voyons que la coagulation est d'autant plus rapide que la liqueur est plus acide, exception toujours faite pour le CuCl^2 .

Si nous diminuons la quantité de CaCl^2 ajoutée au lait pour la ramener à 1/200 de molécule anhydre par litre, elle fait coaguler le lait emprésuré dans le même temps que les quantités de 1/100 de molécule, c'est-à-dire doubles, de chlorure de magnésium.

Mais nous ne devons pas être surpris de cela, car si nous prenons l'acidité des deux laits en question, ils ont alors le même pH = 6,04, le lait témoin ayant un pH = 6,21.

Ce dernier lait était sans doute particulièrement acide, mais la comparaison des résultats n'en est pas moins valable.

Nous voyons donc que lorsque des laits sont chargés en sels différents d'un même métal, dès l'instant qu'il s'agit d'une même charge moléculaire, on aboutit à la même réaction, c'est-à-dire au même pH, et à des temps de prise par la présure pour ainsi dire identiques. Il en est pour les chlorure, sulfate et nitrate de magnésium, comme il en était tout à l'heure pour les chlorure, nitrate, lactate et acétate de calcium.

Si nous chargeons un lait de masses moléculairement égales ($\frac{N}{100}$ du sel anhydre) du chlorure de métaux différents, les laits ne coagulent pas dans le même temps, la coagulation la plus rapide est obtenue avec le lait chargé de chlorure de manganèse dont l'addition avait développé

la plus grande acidité. Exception doit toujours être faite pour le chlorure de cuivre pour les raisons que nous avons données tout à l'heure.

INFLUENCE DE LA MATIÈRE GRASSE SUR L'EMPRÉSURAGE

Dans l'étude de l'action de la présure sur le lait, nous avons vu qu'il était toujours indiqué de s'adresser au lait écrémé, parce qu'il devenait possible d'éliminer l'opacité amenée par la présence des globules gras, laquelle rend difficile l'observation de la floculation et, par conséquent, charge la détermination exacte du temps où les flocons apparaissent d'une erreur qu'il faut éviter dans des mesures précises.

Mais, en outre, il est intéressant d'examiner l'influence du taux de la matière grasse sur le temps de prise, parce que, à égalité de quantités de présure employées pour des volumes égaux de lait différemment chargés en graisse, nous ne devons pas obtenir le même temps de prise. La présure, en effet, n'a pas d'action sur la matière grasse ; elle n'agit que sur l'édifice caséinique que contient le lait écrémé. Or, plus un lait est chargé de matière grasse, moins il renferme d'éléments non gras ; par suite, si sur des volumes égaux de lait écrémé, de lait gras et de crème, on fait agir la même quantité de présure, en réalité, on augmente le taux du ferment avec le lait gras et la crème, puisqu'on diminue la quantité de caséine sur laquelle il doit agir.

D'un lait frais, on recueille le lait écrémé et la crème qui a 30 % de matière grasse. Nous faisons un mélange à volumes égaux de crème et du lait écrémé, lequel — les calculs nous le montrent — renferme 85 % de lait écrémé.

On opère toujours sur 25 cm³ de lait écrémé, du mélange de celui-ci avec de la crème à volumes égaux et de crème pure et on prend $\frac{1}{2}$ cm³ de présure.

Voici les temps de prise :

TABLEAU LXX.

	Quantité de lait écrémé	Temps de prise
Lait écrémé.	100	140
Mélange du lait écrémé et de la crème	85	120
Crème	70	100

Si nous rapportons les temps de prise à la quantité de lait écrémé en présence, nous avons les rapports :

$100/140 = 0,714$; $85/120 = 0,708$; $70/100 = 0,70$ nombres presque identiques.

Nous traduirons les résultats de cette expérience en disant qu'il faut le même temps, à la même quantité de présure, pour coaguler la même quantité de lait dans quelque mélange que ce dernier se trouve, qu'il s'agisse de crème, de mélange de crème et de lait écrémé ou de lait écrémé pur, toutes autres conditions étant égales d'ailleurs.

INFLUENCE DU MOUILLAGE DU LAIT SUR L'EMPRÉSURAGE

Nous avons vu, lorsqu'on ajoute au lait, milieu complexe, du CaCl_2 , qu'il faut une certaine masse de ce sel, — en dernière analyse, d'ions Ca — pour amener, à une température donnée, la précipitation du caséinate calcique *du lait*. Mais si, au lieu de s'adresser au lait, on fait porter l'action du CaCl_2 sur le *caséinate calcique isolé*, on saisit mieux la grandeur de la masse saline nécessaire pour en amener la précipitation.

Si nous faisons intervenir la présure, il importe également, pour la précipitation d'une masse donnée de paracaseïne, que soient présentes des masses déterminées d'ions Ca.

L'étude de l'influence du mouillage sur la gélification labique dont nous allons maintenant donner les résultats le montrent nettement.

L'expérience relatée plus haut sur la mesure des temps de prise d'un lait écrémé, d'une crème et d'un mélange de lait écrémé et de crème à volumes égaux a montré qu'il *fallait le même temps, à la même quantité de présure, pour coaguler la même quantité de lait, où que celui-ci se trouvât, soit à l'état pur, soit mélangé avec de la crème.*

La dilution modifie les concentrations en caséine et en chaux, si elle ne touche pas aux rapports de ces deux principes. — *A priori*, on pouvait se dire qu'il en serait de même pour du lait écrémé que l'on diluerait, en d'autres termes, que du lait additionné de son volume d'eau, par exemple, doit coaguler plus vite que du lait écrémé pur, à la condition toujours, qu'à des volumes égaux des deux laits, pur et mouillé, on ajoute des quantités égales de présure. Or, l'expérience montre qu'il en va tout différemment : du lait mouillé coagule plus lentement que du lait pur, en dehors de toutes remarques relatives à la consistance du caillé sur lesquelles nous reviendrons dans un moment.

Si l'on veut bien réfléchir à l'importance bien connue, assez souvent mal classée, des sels de calcium sur l'emprésurage, on se rendra compte qu'il n'y a aucune opposition entre ce résultat et celui que nous avons rappelé tout à l'heure. En ajoutant à du lait écrémé de la crème, on n'apporte nulle perturbation dans le taux de l'édifice caséinatique et de l'édifice salin qui l'avoisine. Au contraire, lorsqu'on dilue en même temps l'édifice caséinatique et l'édifice salin, les proportions relatives de la caséine et de la chaux sont évidemment conservées, mais les masses en présence sont fortement réduites par la dilution, et la perturbation apportée dans le taux des ions Ca est la plus grave. Nous verrons, en effet, dans la suite de cette étude, qu'il faut, pour déterminer la coagulation par la présure, une concentration donnée en sels calciques solubles ; pour une quantité définie de caséine, la dilution diminue cette concentration, et c'est par là qu'elle trouble la coagulation labique en la retardant et en donnant un caillé plus ou moins consistant.

GRAPHIQUE XXIV.

INFLUENCE DE LA DILUTION DU LAIT SUR L'EMPRESURAGE

Les fortes dilutions du lait écrémé aboutissent, en effet, sous l'action de la présure, à des caillés extrêmement diffluent. Déjà avec un lait mouillé renfermant 10 pour 100 d'eau, on note une diminution dans la consistance du caillé originel, en même temps qu'un retard dans sa formation. Lorsque le lait est additionné de son volume d'eau, les flocons mettent beaucoup de temps à se souder pour former une masse homogène, sans grande consistance, il est vrai. Dans un lait très mouillé, addi-

tionné de 2 et 3 volumes d'eau par exemple, on voit, en effet, en suivant attentivement l'empresurage, que les flocons qui se formaient et qui s'agglutinaient très rapidement lorsque le lait était pur, ne se soudent que très lentement, lorsque le lait est mouillé. Les deux courbes du graphique XXIV donnent la mesure du retard apporté dans la coagulation lors de la dilution du lait écrémé.

L'addition de sels calciques solubles aux dilutions de lait. —

Puisque la dilution diminue les masses en présence, notamment la masse calcique, qu'arrivera-t-il si on corrige l'effet qu'elle engendre de ce côté en apportant dans la liqueur des doses à déterminer de CaCl_2 .

A priori, on doit supposer que la coagulation qui ne se fait plus pour une certaine dilution s'observera encore, parce que la masse de chaux aura été considérablement augmentée, tandis que celle de caséine restera diminuée par la dilution. L'apport chloruro-calcique entraînera la formation d'un précipité, alors que, pour une masse moindre, il n'y a pas coagulation.

Du lait écrémé a été additionné successivement de 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 volumes d'eau, c'est-à-dire que l'on a eu à comparer des laits écrémés contenant respectivement 50 %, 66 %, 75 %, 80 %, 83,33 %, 85,71 % et 87,50 % d'eau.

Du lait non dilué et de ses dilutions, on fait deux parts dont la seconde a été additionnée de CaCl_2 de façon qu'il y ait toujours 1 gramme de CaCl_2 par litre de la liqueur. Il est évident que le rapport de la masse de la chaux apportée par 1 gramme de CaCl_2 à la masse correspondante existant dans la dilution croît à mesure que celle-ci s'exagère.

Des prises de 10 cm³ de chacune des liqueurs : lait écrémé non dilué et laits dilués, additionnés et non additionnés de CaCl_2 , sont empresurés à 40°.

Voici les chiffres obtenus :

TABLEAU LXXI.

ADDITION DE CaCl_2 A DES LAITS DILUÉS			
		Sans CaCl_2	Avec CaCl_2
Lait écrémé non dilué		135 sec.	25 sec.
Lait écrémé + 1 vol. d'eau . . .		285 sec.	20 sec.
Lait écrémé + 2 vol. d'eau . . .		Pas de prise	10 sec.
» 3 »	»	»	6 sec.
» 4 »	»	»	3 sec.
» 5 »	»	»	prise quasi immédiate.
» 6 »	»	»	»
» 7 »	»	»	»

De ce tableau intéressant, il résulte que le temps de prise par la présure s'accroît à mesure que la dilution du lait non chloruro-calcifié s'exagère. C'est le contraire qui s'observe pour les laits chloruro-calcifiés, parce que, avec eux, les masses relatives de chaux présente croissent

considérablement avec la dilution, — ce qui ne peut que faciliter la coagulation — pendant que les masses de caséine diminuent.

Le caillé du lait chloruro-calcifié est beaucoup plus rétractile que l'autre, en même temps que plus ferme; d'ailleurs, rétractibilité et fermeté vont évidemment ensemble, puisque celle-là entraîne une plus grande densité du coagulum.

Le lait dilué de son volume d'eau donne un caillé extrêmement mou allant au fond du tube et laissant un sérum encore blanchâtre, chargé de petits flocons en suspension, alors que le caillé de la même dilution additionné de CaCl_2 est très rétractile, assez ferme, bien ramassé, moins cependant que celui du lait non dilué également calcifié.

Les dilutions avec 2 volumes d'eau et au-dessus, sans CaCl_2 , ne donnent pas de coagulum; tout au plus, se forme-t-il quelques flocons qui se rassemblent dans le fond du tube, mais le liquide surnageant est encore très laiteux.

Après addition de CaCl_2 , le lait dilué avec 2 volumes d'eau donne parla présure un caillé mou, mais bien ramassé.

Pour les dilutions plus fortes, si le coagulum après addition de CaCl_2 est moins consistant que pour les dilutions moins marquées, on note toujours une fusion très nette des flocons qui se rassemblent et qui forment un ensemble tout à fait spongieux.

Ainsi que l'indique le tableau ci-dessus, les temps de prise, pour les dilutions très élevées : 5, 6, 7 et 8 volumes d'eau, additionnées de CaCl_2 , sont pour ainsi dire négligeables; la précipitation, après addition de la présure dans la liqueur chauffée à 40° , est en quelque sorte instantanée; on voit un granulé extrêmement fin apparaître, et les flocons grossissent à vue d'œil avec une très grande rapidité, pour se souder ensuite très vite les uns aux autres.

Si l'addition de 1 gramme de CaCl_2 par litre aux laits dilués ci-dessus augmente considérablement la masse des ions Ca par rapport à celle qui existe dans les mêmes laits non chloruro-calcifiés, et d'autant plus que les dilutions sont plus fortes et que les concentrations de la caséine diminuent, il faut remarquer aussi, dès l'instant où l'on ajoute à ces dilutions les mêmes quantités de présure, que le rapport de la présure ajoutée à la caséine qu'elle doit scinder croît considérablement avec la dilution. L'attaque de la caséine se fera donc plus facilement avec les fortes dilutions qu'avec les moins fortes.

Pour le démontrer, nous avons répété l'expérience ci-dessus en maintenant l'apport de CaCl_2 à 1 gramme par litre de liqueur, mais en employant des quantités de présure qui soient toujours les mêmes par rapport à la caséine présente. C'est dire que nous avons dilué la présure à employer dans les mêmes proportions que le lait écrémé lui-même.

Voici les chiffres obtenus :

TABLEAU LXXII.

Lait non dilué chloruro-calcifié.	255 sec.
Lait + 1 volume d'eau.	130
» 2 »	110
» 3 »	105
» 4 »	95
» 5 »	90
» 6 »	85
» 7 »	80

Les caillés obtenus sont très rétractés, ils forment une masse homogène spongieuse.

Il n'est pas douteux que la solidité du coagulum résulte de ce que la protéine très plastique, le paracaséinate de Ca, constitue la trame de l'organisation spongieuse, les parois des mailles de celle-ci.

Les grandes masses de chaux ajoutées sous forme de CaCl^2 dans les dilutions du lait écrémé nous permettent de concevoir, et la rapidité de la coagulation, et l'obtention d'un caillé nettement dessiné, après emprésurage.

Mais, qu'arrivera-t-il si, au lieu d'augmenter considérablement la masse calcique en face de la caséine, nous ajoutons des quantités de CaCl^2 proportionnelles à la quantité de lait qui se trouve dans la dilution sur la base de 1 gramme de chlorure pour un litre de lait non dilué ? En somme, nous maintiendrons constant le rapport de la chaux ajoutée à la chaux originelle.

Nous prenons une liqueur mère de CaCl^2 à 50 grammes par litre.

A 100 cm^3 de lait écrémé non dilué, nous ajoutons 2 cm^3 de cette solution, ce qui correspond bien au taux de chlorure de calcium : 1 gramme par litre.

Pour la dilution du lait avec 1 volume d'eau, nous prendrons, pour la même quantité : 100 cm^3 , 1 cm^3 de la liqueur chloruro-calcique.

Pour la dilution avec 2 volumes d'eau : 2/3 cm^2	
» 3 »	2/4
» 4 »	2/5
» 5 »	2/6
» 6 »	2/7
» 7 »	2/8

Les résultats sont alors tout à fait différents de ce qu'ils sont plus haut.

TABLEAU LXXIII.

Lait non dilué calcifié	4 min. 40 s. = 280 sec.
Le même lait + 1 vol. d'eau	6 min. 40 s. = 400 sec.
Le même lait + 2 vol. d'eau	8 min. 40 s. = 520 sec.

TABLEAU LXXIII (suite).

La floculation est déjà plus difficile à observer ; les flocons ne se soudent point, et se rassemblent au fond du tube en petites masses rétractiles, le sérum n'est pas limpide.

Lait + 3 vol. d'eau

Coagulation après 16 minutes ; elle est difficile à apprécier, et on n'observe que de très fins flocons en suspension.

Lait + 4 vol. d'eau

Il n'y a rien au bout de 1 heure.

Cette expérience comporte un enseignement intéressant puisqu'elle montre que malgré l'apport calcique, faible il est vrai, la coagulation n'est pas facilitée ; *il arrive une dilution pour laquelle elle ne se fait plus.*

Nous devons maintenant faire les calculs des masses en présence, calculs d'une certaine relativité, mais dont l'intérêt n'est point négligeable.

Admettons que le lait écrémé renferme 30 grammes de caséine et 1 gr. 70 de chaux, chiffre que nous avons accepté dans notre travail avec CHEVALLIER : Un bon tiers environ, soit 0 gr. 600 est sous forme de sels solubles : citrate, phosphate monocalcique, phosphate bi-calcique, un autre tiers, soit 0 gr. 600 environ, est uni à la caséine pour faire le caséinate, enfin ce qui reste est sous forme insoluble à l'état de phosphate tricalcique.

Nous devons considérer ici la chaux ionisable, c'est-à-dire celle qui relève des sels vraiment solubles, à l'état cristalloïde, et celle qui appartient au caséinate de calcium. Le total atteint donc 1 gr. 200, en chiffres ronds.

Lorsqu'on ajoute 1 gramme de CaCl_2 par litre au lait, c'est sensiblement 0 gr. 500 de CaO en plus. Les calculs des proportions relatives de la chaux ajoutée à la chaux originelle dans les diverses dilutions sont maintenant faciles à faire.

TABLEAU LXXIV.

		CaO ionisable originelle	CaO ajoutée
Lait non dilué		1,200	0,500
Lait dilué avec 1 vol. d'eau		600	500
» 2 »		400	500
» 2 »		300	500
» 4 »		240	500
» 5 »		200	500
» 6 »		170	500
» 7 »		150	500

La proportion de chaux ajoutée par rapport à la chaux ionisable existant dans le lait est :

TABLEAU LXXV.

Lait non dilué	500/1200 = 41,6 %
Lait dilué avec 1 vol. d'eau	500/600 = 83 %
» 2 »	500/400 = 125 %
» 3 »	500/300 = 166 %
» 4 »	500/240 = 208 %
» 5 »	500/200 = 250 %
» 6 »	500/170 = 294 %
» 7 »	500/150 = 333 %

Quand on ajoute le CaCl^2 proportionnellement à la quantité de lait originel qui se trouve effectivement dans la dilution, le rapport de la chaux ajoutée sous forme de CaCl^2 à la chaux ionisable du lait *se maintient constant* quelle que soit la dilution ; il est de 41,6 %.

Lorsque nous ajoutons 1 gramme de CaCl^2 sans nous occuper du taux de la dilution, la quantité de chaux soluble totale dans le lait dilué avec 4 volumes d'eau est de 0 gr. 740 ; au contraire, si l'apport nouveau de CaCl^2 tient compte de la dilution, nous n'avons plus que 0 gr. 340 de chaux soluble. Le rapport des quantités de chaux soluble, dans l'un et dans l'autre cas, est donc de $\frac{740}{340} = 2,17$; une même quantité de caséine aura donc dans un cas 2,17 fois plus de chaux soluble à sa disposition, lors de l'emprésurage, que dans l'autre.

Si les dilutions du lait écrémé sont beaucoup plus fortes que celles qui viennent d'être indiquées, on comprendra que l'addition de 1 gramme de CaCl^2 par litre peut devenir considérable, par rapport à la chaux et à la caséine originelles.

E. HEKMA (80, 242) dilue le lait 10, 20 et même 50 fois son volume d'une solution à 1 pour 1000 de CaCl^2 . Après emprésurage, la coagulation s'observe macroscopiquement et microscopiquement à la température de 40° et même à la température ordinaire si la quantité de ferment est considérable. Dans le cas d'une dilution avec 50 fois son volume d'eau, on apporte 0 gr. 500 de chaux, alors que la chaux soluble du lait originel qui se trouve dans la dilution ne correspond même pas à 0 gr. 025, c'est-à-dire vingt fois moins. C'est dire qu'il y a une masse considérable d'ions Ca pour la faible quantité de caséine en présence ; aussi malgré la formidable dilution avec 50 volumes d'eau, le paracaseinate de calcium précipite-t-il.

INFLUENCE DE LA DIALYSE SUR L'EMPRESURAGE

Si l'on soumet du lait à la dialyse, le passage des sels solubles à travers la membrane ne s'effectuera pas avec la même vitesse. Les

(242) E. HEKMA. — Les particules de caséine (disques du lait) en suspension dans le lait. — *Le Lait*, 1924, 4, 774.

molécules les plus petites passeront d'abord les premières ; c'est le cas des chlorures alcalins de Na et de K. Viendront ensuite les molécules salines plus grosses, telles que les phosphates mono- et bi-potassiques desquels relève principalement l'acidité du sérum ; les citrates de K, de Ca et de Mg, les phosphates mono- et bi-magnésiens et calciques suivront et, finalement, resteront dans le dialyseur les protéines, notamment le caséinate de calcium, accompagnées des phosphates tricalcique et trimagnésien.

Nous avons laissé de côté le lactose, l'azote non protéique soluble et cristalloïde dont l'influence sur l'emprésurage est nulle ; eux aussi traversent la membrane du dialyseur.

Les passages successifs, — on pourrait dire d'une autre manière, plus exacte après tout, — les inégalités de vitesse dans la traversée de la membrane entraînent avec des modifications corrélatives de l'équilibre salin, des modifications parallèles dans la réaction. A n'en pas douter les sels alcalins, *peptisants* selon la terminologie adoptée, disparaissent les premiers ; rappelons-nous également que la réaction du sérum relève de certains d'entre eux : phosphates bi- et surtout mono-potassique. Or, *l'acidité a une influence anti-peptisante*.

La dialyse d'un liquide aussi complexe que le lait demande à être suivie heure par heure, même quart d'heure par quart d'heure lorsqu'au lieu des dialyseurs à membrane épaisse, on substitue des dialyseurs à parois minces comme nous les avons préparés ci-dessus, et même moins encore si la dialyse se fait à chaud, si par un artifice dont il a déjà été question, le liquide à l'intérieur du dialyseur est agité de telle sorte que les surfaces en contact avec la paroi intérieure de la membrane soient constamment renouvelées.

BRIOT (102) s'est employé à définir le rôle de tel ou tel sel dans l'emprésurage au cours de la dialyse. C'est ainsi qu'il a vu que le chlorure de sodium est un *sel retardateur* de la coagulation du lait normal par la présure, à un plus faible degré cependant que les citrates alcalins.

Ses quelques expériences sur la dialyse du lait lui ont montré : « qu'une dialyse modérée a pour effet de rendre le lait plus facilement coagulable par la présure. Le temps de coagulation devient environ moitié moindre de celui d'un témoin non dialysé et amené par addition d'eau distillée au même volume que le lait dialysé. »

BRIOT effectuait la dialyse avec un tube de parchemin dont la paroi était épaisse ; aussi, n'était-ce qu'au bout de six heures de dialyse qu'il mettait le lait en expérience.

Se reportant à l'action empêchante des citrates alcalins, il prend soin d'expliquer cette plus facile coagulabilité par la présure en disant : « Le citrate du lait a également dialysé en partie et cette perte de citrate a beaucoup augmenté la coagulabilité du lait, tout en diminuant la solubilité du phosphate de chaux. »

Nous ajouterons qu'en même temps que les citrates alcalins, les chlorures alcalins ont dû partir également ce qui tend une fois de plus à faciliter l' emprésurage. Nous avons cité la phrase entière de BRIOT, mais nous dirons sans tarder que sa dernière partie : « tout en diminuant la solubilité du phosphate de chaux », demande une explication que nous reportons à plus tard.

Nous avons effectué un certain nombre de dialyses sur le lait dont voici les résultats :

Les premières ont été faites avec des dialyseurs Schleicher-Schull très irréguliers comme nous le savons. On a employé du lait écrémé dilué avec deux volumes d'eau et additionné de III gouttes de formol par 100 cm³ pour en empêcher l'altération.

Commencement de la dialyse à 8 heures : Le lait témoin à l'origine, dilué comme il vient d'être dit, et additionné de CaCl² à la dose de 1 gramme par litre faisait, pour une présure donnée, prise en 2 min. 10 sec., soit 130 secondes.

Le premier échantillon prélevé à 9 heures, soit après 1 heure de dialyse, traité comme le précédent, fait prise en 1 min. 55 sec., soit 115 secondes.

Le deuxième échantillon à 10 heures, après 2 heures de dialyse fait prise en 2 min. 10 sec. ou 130 secondes. On retrouve le même temps de prise qu'avec le témoin.

3^e échantillon à 11 heures, soit 3 heures de dialyse, prise en 2 min. 15 sec.

4^e échantillon à 13 heures $\frac{1}{2}$, soit 5 heures $\frac{1}{2}$ de dialyse, prise en 2 min. 20 sec.

5^e échantillon à 14 heures $\frac{1}{2}$, soit 6 heures $\frac{1}{2}$ de dialyse, prise en 2 min. 40 sec.

6^e échantillon, à 15 heures $\frac{1}{2}$, soit 7 heures $\frac{1}{2}$ de dialyse, prise en 3 min. 15 sec.

Bien entendu, comme toujours, il a été tenu compte de la dilution croissante de la liqueur pour rectifier les temps de prise trouvés avant l' emprésurage.

On voit que les temps de prise croissent, sauf pour le premier et le deuxième échantillon ; *le premier coagule même plus vite que le témoin.*

Lorsque le temps de prise dépasse celui du lait témoin, que la dialyse, à ce moment, a éliminé du lait les éléments anticoagulants et qu'elle commence à faire sortir du dialyseur les éléments coagulants, nous allons voir augmenter à peu près régulièrement les temps de prise.

Avec les dialyseurs Schleicher-Schull, l'irrégularité de leur épaisseur ne permet pas toujours de bien saisir l'allure du phénomène. Nous avons des différences très faibles dans l'expérience ci-dessus entre les temps de prise des différents échantillons successifs.

Si nous employons des filtres en collodion, alors nous allons apprécier et beaucoup plus vite, les modifications déclanchées par la dialyse sur l' emprésurage.

L'expérience a été faite avec des filtres en collodion, et à chaud, la dialyse ayant été effectuée contre de l'eau courante aux environs de 35° ; elle a été beaucoup plus rapide qu'avec les cartouches Schleicher-Schull.

Il s'agit de lait dilué avec deux volumes d'eau et formolé ; il fait prise après addition de CaCl² au taux de 1 gramme par litre, en 1 min. 45 sec.

Une première expérience faite dans les mêmes conditions nous avait montré

qu'au bout de 2 heures seulement de dialyse, le lait, même chloruro-calcifié comme ci-dessus, ne coagulait plus. Aussi, avons-nous pensé à faire des prélèvements très rapprochés les uns des autres. Nous les avons effectués tous les quarts d'heure et voici les chiffres relevés :

TABLEAU LXXVI.

Après 1/4 d'heure, prise en 2 min. 25 sec.
» 2/4 d'heure, prise en 2 min. 50 sec.
» 3/4 d'heure, prise en 8 min. 30 sec.
» 1 heure 1/2, prise en 19 min. 45 sec.
» 1 heure 3/4, pas de coagulation au bout de 2 heures.

Nous voyons combien la dialyse a modifié *rapidement* les temps de prise. Nos chiffres ne sont nullement comparables avec ceux que nous avons obtenus avec les cartouches Schleicher-Schull.

L'aspect des caillés est également intéressant.

Avec le lait originel, la masse fait bloc.

Après 1/4 d'heure de dialyse, le bloc est moins ferme et il se disloque aisément.

Après 1/2 heure, il se détache sous forme de petites masses spongieuses, mal soudées les unes aux autres.

Au bout de 1 heure 1/2, nous n'obtenons que des flocons mal rétractés et le sérum reste blanchâtre.

Une observation au sujet de cette expérience demande à être relevée. Nous avons vu antérieurement que lorsqu'on ajoute du CaCl_2 à des laits fortement dilués à la dose de 1 gramme par litre de liqueur, cette addition accélère la coagulation par la présure. Or, nous constatons, dans la dialyse du lait à chaud sur membrane de collodion, que, en dépit de cette addition de CaCl_2 , il y a une augmentation des temps de prise, et que même, il n'y a plus de coagulation du tout pour une dialyse relativement prolongée. Il semblerait que les conclusions de cette expérience infirment celles que nous venons de rappeler. Mais nous ferons remarquer que la dialyse favorise la fuite des sels de calcium solubles, et que la masse du CaCl_2 ajoutée après dialyse sur l'échantillon prélevé compense sans doute des pertes importantes qui se sont effectuées, mais, au total, la quantité des sels de calcium solubles diminue au fur et à mesure que la dialyse progresse. On conçoit donc que l'allure des coagulations soit bien celle qui vient d'être indiquée.

Deuxième expérience. — Du lait écrémé a été dilué avec deux volumes d'eau ; non dialysé et non chloruro-calcifié, il ne coagule pas, même après trois heures. Additionné de CaCl_2 au taux de 1 gramme par litre, il fait prise en 1 min. 45 sec.

Dialysé à froid pendant 1 heure, et calcifié, il fait prise en 1 min. 35 sec.

Après 3 heures, prise en 1 min. 30 sec.

Après 16 heures, prise en 3 min. 20 sec.

Nous voyons combien *le fait de dialyser à froid ralentit considérablement la dialyse*, car les chiffres que nous venons de donner ne ressemblent pas du tout à ceux de l'expérience précédente.

Ici, notons cependant que nous n'avons pas formolé et les laits étaient devenus légèrement acides, si bien que s'il y avait eu formolage, ce qui aurait contrarié la fermentation lactique, c'est plus de 3 min. 20 sec. que nous aurions obtenu pour le prélèvement fait au bout de 16 heures.

Dans une série d'autres dialyses effectuées sur des laits écrémés dilués ou non, formolés pour éviter l'inconvénient que nous venons de signaler, nous avons toujours constaté que *la dialyse, dans ses premiers temps, nous donne des laits qui coagulent plus vite que le lait témoin*. C'est donc que le lait a été débarrassé, comme nous le faisons pressentir plus haut, de ses éléments anticoagulants : chlorures et citrates alcalins. Les dits premiers temps se mesureront par quarts d'heure, et même par cinq minutes, lorsqu'on opérera à chaud avec des dialyseurs en collodion à minces parois. Ils se traduiront par des heures, lorsque, au contraire, nous utiliserons des dialyseurs à parois plus épaisses et qu'on opérera à froid.

LES MODIFICATIONS DU pH AU COURS DE LA DIALYSE. — Après le départ des éléments anticoagulants, nous allons voir les phosphates alcalins, facteurs de l'acidité, disparaître à leur tour, et par suite, la réaction du lait tendre vers l'alcalinité, première raison qui nous explique le retard dans l'emprésurage ; nous y ajouterons une seconde : le départ des phosphates mono- et bi-calciques solubles.

Voici les expériences qui vont nous donner la marche du pH :

50 cm³ de lait écrémé sont mis à dialyser dans un sac de collodion contre 450 cm³ d'eau distillée, eau *fixe*, et on porte le tout à la glacière.

L'expérience commence à 11 heures du matin. Six heures après, le volume du lait est devenu 63 cm³.

Pour comparer la réaction du lait dialysé à celle du lait témoin vis-à-vis de la présure, nous diluons ce dernier dans les mêmes proportions que le lait écrémé resté à l'intérieur du dialyseur.

TABLEAU LXXVII.

	Temps de prise	Aspect des caillés	pH	Degrés D
Lait témoin dilué	50 sec.	Caillé ferme.	6,91	13°
Lait dialysé. . .	75 sec.	Caillé mou diffusant. Liquide d'exsudation laiteux.	7,05	7°

Relevons que pour passer du pH = 6,91 au pH = 7,05 assez voisin, nous avons une différence considérable dans l'acidité titrable, puisqu'elle est de 6° D.

Barbotage carbonique. — Dans le lait dialysé, on fait barboter CO² pendant quelques minutes. On porte au B.M. et on emprésure. La coagulation est rapide, presque immédiate ; en 5 secondes, on l'obtient avec la même quantité de présure qui a fait coaguler le lait témoin tout à l'heure en 50 secondes.

Nous noterons ici le grand intérêt du barbotage carbonique qui n'a pas été accompagné d'un apport de chaux, mais qui a eu pour résultat de solubiliser la chaux préexistante.

L'INTERVENTION DES ÉQUILIBRES DE DONNAN. — Nous avons vu que, déjà au bout de 6 heures, la dialyse a modifié considérablement l'équilibre salin du lait puisque l'emprésurage est retardé et que le caillé a un tout autre aspect que celui du lait non dialysé.

La différence n'est pas considérable, puisqu'elle n'est que de 25 secondes pour six heures de dialyse. Mais il faut remarquer que la dialyse a été faite contre de l'eau fixe, ce qui a entraîné l'intervention d'un équilibre de DONNAN, alors que dans certaines expériences qui précèdent, au cours desquelles nous avons obtenu si rapidement des modifications importantes dans la durée de l'emprésurage, nous opérons avec de l'eau courante, à chaud, et sous agitation; dans ce dernier cas, il n'y avait pas d'équilibre de DONNAN, mais soutirage continu des éléments salins solubles.

Dans une seconde expérience, nous laissons la dialyse durer 24 heures à la glacière. Les 50 cm³ de lait originel sont devenus 70 cm³. L'eau du vase extérieur est teintée en jaune par les pigments du sérum.

50 cm³ de lait témoin ont été dilués dans les mêmes proportions avec de l'eau bi-distillée.

Lait témoin	6,98	Caillé assez ferme; il faut penser que l'addition d'eau à ce lait était de 40 %, puisque 50 cm ³ ont été amenés à 70 cm ³ .
Lait dialysé	7,20	Coagulation très lente. Caillé très mou obtenu seulement au bout d'une heure.

Si nous résumons toutes ces recherches, nous constatons qu'elles ont, les vitesses des modifications étant laissées de côté, toujours la même allure. Au début de la dialyse, il y a départ de sels qui gênent l'emprésurage, d'où, comme conséquence, la plus facile coagulation du lait par la présure. Ensuite, le pH du lait marche vers l'alcalinité, ce qui tend, en même temps que les éléments coagulants disparaissent, à retarder de plus en plus la prise par la présure.

INFLUENCE DU FORMOL SUR LA COAGULATION DU LAIT PAR LA PRÉSURE

Le formol que nous avons utilisé est le formol commercial qui contient 40 % d'aldéhyde formique et qui donne XXXIII gouttes par cm³ au compte-gouttes Duclaux.

Dans les expériences dont il va maintenant être question, c'est toujours au nombre de gouttes de formol pur par litre que nous avons rapporté les quantités prises; parfois nous avons été obligé de diluer

le formol au préalable pour des prises d'essais de lait écrémé ne dépassant pas 25 cm².

Le formol est d'abord ajouté au lait peu avant l'emprésurage.

Voici les résultats obtenus, ramenés, — nous le répétons, — au nombre de gouttes de formol pur par litre de lait.

TABLEAU LXXVIII.

INFLUENCE DU FORMOL SUR L'ACTION DE LA PRÉSURE

	Temps de prise		Temps de prise
Lait originel	365 sec.	Avec XII gouttes de formol	445 sec.
Avec I goutte de formol	370	XIV	495
II	370	XVI	505
III	375	XX	520
IV	375	XXV	565
V	380	XXX	605
VI	395	XXXX	640
VII	400	L	690
VIII	405	LXXX	1155
IX	405	C	2760
X	425		

Les caillés obtenus sont fermes jusqu'aux environs de XX gouttes de formol par litre, puis leur consistance va graduellement en diminuant et les quatre derniers coagulum sont très mous.

Il est tout à fait remarquable de constater l'influence, faible en somme, du formol sur l'emprésurage pour des doses de ce composé, qui sont, à n'en pas douter, remarquablement antiseptiques. Il faut des quantités élevées de cet antiseptique : XXX gouttes, pour arriver à un retard sensible dans la prise du lait en bloc, prise molle, il est vrai.

A. TRILLAT (243) signale que le formol ne gêne pas la gélification labique aux doses employées : $\frac{1}{2.000}$ à $\frac{1}{5.000}$. POTTEVIN (244) ne relève qu'une action retardatrice sur l'emprésurage.

L'influence du formol est d'autant plus prononcée que le contact avec cet antiseptique a été plus prolongé (BANDINI (245), WEITZEL (246). Ainsi que l'a relevé E. LOWENSTEIN (247), il y a lieu d'incriminer ici l'action chimique de l'aldéhyde formique sur la caséine, laquelle porte

(243) A. TRILLAT. — Action de la formaldéhyde sur le lait. *C. R. Ac. Sc.*, 1904, **138** n° 11.

(244) POTTEVIN. — Recherches sur le pouvoir antiseptique de l'aldéhyde formique. *Ann. Inst. Pasteur*, 1894, **9**, 807.

(245) P. BANDINI. — Die Wirksamkeit des Formalins und des Wasserstoffsperoxyds in der Milch. *Centrbltt f. Bakt.*, 1906, **41**, Abt. 1, 271.

(246) A. WEITZEL. — Ueber die Labgerinnung des Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen. *Arb. a. d. Kais. Ges.*, 1902, **19**, 126.

(247) E. LOWENSTEIN. — Die Wirkung des Formalins auf die Milch und das Labferment. — *Zeit. für Hyg. und Infectiouskrankh.*, 1904, **48**, 2.

sur les groupements NH^2 . En tout cas, nous pouvons conclure que le formol n'agit pas sur les points où la présure fait porter son action.

ACTION DU FORMOL SUR LA PRÉSURE. — LOWENSTEIN s'est demandé, d'ailleurs après de FREUDENREICH, si le formol attaquait la présure elle-même. L'un et l'autre ont constaté que ce ferment est assez résistant à l'égard du formol en solution. C'est ce que de notre côté, nous avons nous-même observé.

Dans l'expérience ci-dessus, le formol est en somme très dilué dans le lait et s'il doit exercer une action nocive sur le ferment, celle-ci est, du fait de cette dilution, rendue moins sensible. Mais, si l'on fait agir le formol sur la présure même, et qu'ensuite celle-ci soit ajoutée au lait, on percevra nettement si une action de l'antiseptique sur la diastase s'est exercée.

De la présure obtenue par macération chlorhydrique de caillettes a été diluée 15 à 20 fois son volume de façon qu'elle fasse coaguler le lait dans les conditions antérieurement décrites, en 4 ou 5 minutes. A des fractions de cette dilution, on ajoute I, II, III gouttes, etc. de formol. les gouttes étant toujours considérées de formol pur et ramenées à un litre de la dilution de présure. *On a laissé en contact le formol et la présure pendant 1 heure 20 min. avant d'ajouter le ferment au lait*, et voici les résultats obtenus avec un lait écrémé ayant une acidité de 20° D.

TABLEAU LXXIX

ACTION DU FORMOL SUR LA PRÉSURE ELLE-MÊME

Gouttes de formol par litre	Temps de prise	Gouttes de formol par litre	Temps de prise
I	150 sec.	XII	170-175 sec.
II	155	XIV	175 sec.
III	155	XVI	145-150
IV	160	XX	150
V	160	XXV	150-155
VI	165	XXX	155
VII	170	XL	155-160
VIII	170-175 sec.	L	165
IX	170-175	C	170-175
X	175		

Avec le lait et la présure pure, prise en 140 sec.

De ces résultats, il ressort que *le formol n'a pas une action toxique sur la présure, même après un contact de 1 h. 20.*