LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

L. LINDET. — Les matières albuminoïdes du lait.....	161
M. FOUASSIER. — Décomposition de l'eau oxygénée ajoutée au lait pasteurisé.....	171
Pr ORLA-JENSEN. — La pasteurisation du lait.....	177
Revue générale :	
E. KAYSER. — La Fermentation lactique.....	184

Bibliographie analytique :

1 ^o Les Livres.....	192
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes.....	193

Bulletin Bibliographique... 209

Documents et Informations 211

M. AUBRY. — La Farine de Manioc et l'élevage des eaux.	211
---	-----

MÉMOIRES ORIGINAUX ⁽¹⁾

LES MATIÈRES ALBUMINOÏDES DU LAIT,

par L. LINDET.

Mon collègue et ami, M. BEAU, a publié, dans le premier numéro de cette Revue, un article très suggestif qui pose la question de la constitution des matières albuminoïdes du lait, en marge duquel il me semble intéressant d'apporter quelques notes personnelles.

M. BEAU fait remarquer, à juste raison, que les matières albuminoïdes sont, dans le lait, à l'état colloïdal et que tout réactif utilisé, fût-il des moins énergiques, pour les en extraire, démolit l'équilibre de cet état instable ; le chimiste n'a plus à sa disposition que les parties dégradées d'un édifice complexe, qui ne préexistaient pas dans le lait, du moins avec la constitution et la composition sous lesquelles nous les en retirons. Aussi, mettant en doute que les deux

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

albuminoïdes principaux et surtout d'autres, dont le caractère est moins bien précisé, forment molécules indépendantes ou à peu près indépendantes, il propose de réserver les noms de caséine ou caséines, et albumine, aux produits que l'on retire du lait sans que cela implique que ces corps y sont tous formés, et d'appeler *lactéine* la seule matière albuminoïde ou le seul groupe de matières albuminoïdes que le lait renferme, sans faire d'ailleurs aucune hypothèse sur sa constitution, puisque nous n'avons jusqu'ici aucun moyen d'extraire la lactéine sans la dégrader.

Convient-il d'attendre, pour étudier la lactéine, que la Science dispose de nouveaux procédés permettant de séparer du lait les matières albuminoïdes comme on en extrait le beurre à la baratte ? Sans doute, nous ne nous dissimulons pas que nous ne les arrachons pas au lait sans y laisser quelques lambeaux ; elles ne sont peut-être pas complètes ; peut-être aussi emportent-elles des éléments qui ne leur appartiennent pas ; mais sous ces réserves, je suis persuadé que deux albuminoïdes, la caséine α , qui est le corps extrait par la présure, l'ancienne caséine, et la caséine β qui, dissoute dans le sérum, en même temps qu'un peu de caséine α , on appelait et on appelle encore albumine (Lindet et L. Ammann, *Ann. de l'Inst. nat. agromomique*, 1906, p. 291 ; et Lindet, *loc. cit.*, 1913, p. 273), préexistent dans le lait, s'y forment côte à côte, constituant un groupe, que je consens à appeler lactéine, mais n'ayant de rapports entre elles que ceux d'un bon voisinage. Nous retrouvons ce bon voisinage dans la gliadine et la gluténine du gluten de nos farines de froment, l'albumine et la légumine des fourrages, la globuline et l'albumine du sang, etc. Là encore, nous ne sommes pas certains d'isoler ces matières albuminoïdes telles que la nature les a formées ; contentons nous des débris, fort honorables encore, que nous pouvons en obtenir. Sommes-nous certains qu'en dissolvant dans l'eau du chlorure de sodium et du sulfate de potassium, nous n'ayons pas du chlorure de potassium et du sulfate de sodium ? Cela ne nous empêche pas d'analyser une eau minérale. La vache nous donne-t-elle le même lait que celui qu'elle secrète ? Cela a-t-il arrêté les travaux sur le lait ? Ayons toujours présente à la mémoire la doctrine professée par MARPHURIUS dans le Mariage forcé : « Notre philosophie ordonne de ne point énoncer de propositions décisives, de parler de tout avec incertitude, de suspendre toujours notre jugement et ; par cette raison, vous ne devez pas dire : je suis venu, mais il me semble que je suis venu ». Ayons donc le courage de dire le peu que nous savons, avec les réserves que comporte la difficulté des sujets traités. *Quod potui, feci ; faciant meliora potentes.*

(1) Pouvoir rotatoire de la caséine α = $-116-120^\circ$; de la caséine β = $-30-35^\circ$.

I. — Constitution doublement colloïdale du lait.

Si nous laissons de côté la matière grasse qui est en émulsion et qui n'a aucune influence sur la constitution du lait, si nous envisageons, en un mot, du lait écrémé, frais, sortant de l'écrémeuse centrifuge, nous nous trouvons en face d'une double solution colloïdale, dont j'étudierai d'abord la constitution.

On sait qu'un liquide peut être transparent ou opaque et être colloïdal, au sens physico-chimique. Le liquide que, dans l'expérience de DUCLAUX, on retire du lait par filtration sur bougie de porcelaine, ou, dans les expériences de LINDET et AMMANN, par filtration sur une couche de kaolin, ou même par filtration après emprésurage, renferme ce que l'on a appelé albumine, parce que le liquide se coagule en partie, et ce que j'ai montré être un mélange de caséine α et de caséine β , dont le pouvoir rotatoire global a varié entre $-47^{\circ},9$ et -60° , représentant 20,9 à 34,9 % de caséine α et 79,1 à 65,1 % de caséine β ; (1) ce liquide dissout également le lactose, les sels, entre autres le chlorure de sodium, les phosphates et citrates alcalins. Ce sont précisément ces éléments solubles du sérum qui dissolvent nos deux caséines, la caséine β étant en quantité assez faible (à peine 10 % des caséines totales) pour se dissoudre complètement, la caséine α ne se dissolvant que pour 1/10 environ de son poids. Il est certain que nous avons là une solution colloïdale, car nous ne pouvons nous figurer un corps à poids moléculaire aussi élevé qui ne serait pas colloïdal, puisque la grosseur de la molécule est un des caractères des corps colloïdalement solubles. De plus, ces solutions sont un peu louches; autre caractère des solutions colloïdales: les solutions cristalloïdes sont seules limpides ou « optiquement vides ». Enfin, ces solutions coagulent par la chaleur; autre caractère encore réservé aux colloïdes.

Voilà donc ma première solution colloïdale qui est relativement limpide; mais le lait est opaque et porcelané, et cet aspect tient à ce que la solution colloïdale du sérum conserve en solution colloïdale l'excès de caséine α qui n'a pas pu entrer dans la constitution du sérum. La caséine en suspension dans le sérum, celle qui produit l'opacité du lait, est formée de micelles indépendantes les unes des autres, dont la dimension peut atteindre le cent millième de millimètre; mais les caséines dissoutes sont beaucoup plus petites que les autres et traversent les filtres les plus fins. L'hétérogénéité optique, c'est-à-dire l'opacité, est d'autant plus marquée que les micelles sont plus grosses.

Je considère donc qu'il n'y a dans cette constitution du lait rien

de mystérieux : les micelles de la plus grande partie de la caséine α sont colloïdalement dissoutes dans un liquide intermicellaire, colloïdal que l'on peut extraire (expérience de DUGLAUX) par une simple succion à travers une bougie de porcelaine. Ce liquide intermicellaire a sa constitution propre, c'est à-dire que ses éléments dissous (*lactose et sels*) ont, eux-mêmes, dissous colloïdalement les deux caséines ; ces dernières sont transparentes, probablement parce que leurs micelles sont plus petits ; le résidu caséineux qui reste opaque est probablement formé de micelles plus grosses.

II. — Composition chimique des deux caséines.

Avant d'aller plus loin, il me semble nécessaire de rappeler que la molécule de caséine est ce que l'on appelle « un complexe » ; elle contient, en effet, à côté de sa grosse masse albuminoïde, de la chaux et du phosphate de calcium qui saturent à peu près la moitié de la fonction acide de la caséine ; elle contient également du phosphore organique, du soufre organique et, probablement aussi, d'autres éléments qui nous échappent. Ce phosphate de chaux fait partie intégrante de la molécule ; car la caséine α , extraite par la présure, est entièrement soluble dans l'ammoniaque, phosphate de calcium compris. La caséine renferme d'ordinaire 3,50 % d'acide phosphorique total, dont 1,72 % à l'état organique. Les caséines α et β extraites du sérum en renferment moins : 1,18 % d'acide phosphorique total, dont 0,43 d'acide phosphorique à l'état organique, et encore cette quantité est-elle un maximum ; les réactifs dont je me sers pour les précipiter du sérum, acide phénique, alcool, etc., précipitant en même temps, une certaine quantité de phosphate de calcium, indépendamment, qui est, pour son compte, dissous dans les éléments du sérum et ne fait pas partie de la molécule albuminoïde.

III. — Individualité des deux caséines.

Je vais maintenant m'attacher à prouver, par des expériences, les idées que je viens d'avancer :

a) J'ai pu, par des additions fractionnées au moyen d'acide phénique ou d'acide picrique, ou par la chaleur, précipiter dans le sérum, l'une ou l'autre des caséines, en prédominance l'une par rapport à l'autre, sans cependant pouvoir les séparer (Lindet, *Ann. de l'Inst. nat. agronomique*, 1913, p. 288) ; elles préexistent donc l'une et l'autre.

b) Si l'on recharge en citrate de sodium un lait dont le sérum renferme 2,2 % de caséine α et 3,9 % de caséine β , on peut retirer de ce

lait un sérum dans lequel la teneur en caséine β n'a pas varié sensiblement (4,2 au lieu de 3,9), tandis que celle de la caséine α a doublé aux dépens de la caséine opaque en réserve (4,7 % au lieu de 2,2 %) (*loc. cit.*, p. 281).

c) Je me suis proposé de doubler la quantité de caséine α contenue dans le sérum, et pour cela j'ai ajouté à du lait une dose double de lactose et de sels appropriés, soit en dissolvant cette quantité dans le sérum lui-même, soit en additionnant un volume de lait de 1, 2, 3 volumes de solution de lactose et de sels. J'aurais dû, dans ce cas, doubler, tripler, etc., aux dépens de la caséine α en réserve dans le lait, la quantité dissoute dans le sérum ; je ne l'ai augmentée que de 33 à 46 % par rapport à la quantité théorique. Cela tient à ce qu'une partie des éléments solubles, spécialement le citrate de sodium, se fixe superficiellement aux micelles et n'agit que médiocrement sur elles pour les dissoudre. C'est là un phénomène d'*adsorption* qui est parfaitement établi pour les corps colloïdaux.

d) Je puis filtrer du lait sur du kaolin ; le liquide, au début surtout ne passe pas clair ; le filtre n'est pas assez fin, mais il s'éclaircit peu à peu, au fur et à mesure qu'il commence à s'acidifier lactiquement ; les molécules, légèrement caillées, sont plus grosses. Je prends ce liquide quand il est assez clair pour être polarisé et j'y dose la matière azotée totale. Je fais la même opération sur du sérum de lait caillé à la présure. Il y a plus de matières azotées dans le premier cas que dans le second ; la différence me donne les grosses micelles dont le pouvoir rotatoire calculé représente (-121°) (LINET et AMMANN, *loc. cit.* 1906, p. 290). C'est donc la caséine α qui fournit le léger louche constaté dans les laits filtrés.

e) Ce même sérum de lait filtré, légèrement louche, est additionné de présure, et la différence de teneur en matières azotées et en rotation polarimétrique des deux liquides, va, comme tout à l'heure, donner le pouvoir rotatoire de la caséine caillée (-124°) (*loc. cit.* p. 290).

f) Les boues d'écrémeuses ne sont autre chose que de grosses micelles de caséine α dont le pouvoir rotatoire a été trouvé de -119° (*loc. cit.* p. 287). On peut donc, par une centrifugation prolongée, séparer les grosses micelles de caséine α .

g) Les solutions de caséine commerciale (obtenues par la présure, dissoutes dans le carbonate de sodium, dans la soude, ou en présence d'eau de chaux) donnent le même pouvoir rotatoire que les solutions de boues d'écrémeuses, ou les caséines α , extraites des laits filtrés au kaolin (-116° — -118°).

h) J'ai constaté, en outre, que les caséines sont d'autant plus solubles dans les éléments du sérum et même dans l'eau qu'elles sont moins minéralisées. Le sérum de colostrum renferme en effet de 40 à

88 gr. de caséines solubles par litre, alors que le sérum des laits normaux n'en tient en solution que 6 à 8 gr. Ce sérum colostral est-il donc plus riche en lactose, en phosphates et en citrates alcalins, en sel marin, que le sérum de lait normal ? En aucune façon. Mais on a la clef du problème, quand on dose l'acide phosphorique et la chaux dans les caséines solubles d'un sérum de colostrum et dans les caséines solubles d'un sérum de lait, provenant de la même vache, et quand on constate que les premières sont six fois moins minéralisées que les secondes.

Pour prouver cette influence de la minéralisation des caséines sur leur solubilité, j'ai réalisé encore les expériences suivantes :

i) Je reprends ce même sérum de colostrum renfermant 88 gr. de caséines solubles par litre (dont 58 de caséine α) ; j'ajoute un peu d'acide phosphorique, puis un lait de chaux susceptible de saturer celui-ci (c'est l'expérience qu'HAMMARSTEN avait faite avec de la caséine décalcifiée par un acide) ; les caséines solubles se sont minéralisées et le sérum n'en renfermait plus, après filtration, que 6 gr., 40 par litre c'est-à-dire ce que l'on rencontre dans le lait frais, soit près de 15 fois moins qu'auparavant. Les caséines solubilisées ont rétrogradé.

j) J'ajoute à du lait du chlorure de calcium (environ 1 gr. par litre) et j'augmente de 2 à 3 % la quantité de caséine susceptible d'être caillée par la présure. Le chlorure de calcium a fait double décomposition avec les phosphates alcalins du sérum, et le phosphate de chaux formé a, comme tout à l'heure, enrichi en élément minéral la caséine solubilisée et l'a fait rétrograder également.

k) Le rendement en caillé d'un lait abandonné à la fermentation lactique, diminue d'abord parce qu'il y a peptonisation, augmente légèrement ensuite parce que le lactate de chaux joue le même rôle que le chlorure de calcium.

l) Quand on traite de la caséine α provenant de l'emprésurage par de l'acide acétique faible à 2 ‰, on parvient à épuiser la caséine de matières minérales ; à un moment donné, quand cet épuisement touche à sa fin on aperçoit la caséine passer, sous forme de liqueur louche, à travers le filtre. Sa solubilité peut atteindre jusqu'à 4 gr. par litre d'eau pure, alors qu'au début du lavage, cette solubilité était nulle. La solubilité de cette caséine α , déminéralisée, est naturellement plus grande dans l'eau chargée de lactose et des sels alcalins du sérum que dans l'eau pure, et j'ai pu atteindre jusqu'à 28 gr. par litre alors que, encore minéralisée, elle n'aurait pas dépassé 3 gr. par litre.

m) J'ai, toujours pour vérifier cette hypothèse, soumis à la dialyse de la caséine α dissoute dans du sérum artificiel et j'ai vu, quand les sels et la lactose ont eu traversé la membrane dialytique, la caséine devenir soluble.

Ces différentes expériences permettent de conclure à l'individualité des deux caséines, dont la solubilisation de l'une et de l'autre varie avec leur minéralisation. Vient-on à ajouter du phosphate de chaux sous une forme quelconque, leur solubilité rétrograde. Vient-on à les déminéraliser par l'acide acétique ou par la dialyse, que leur solubilité augmente. On peut les réunir dans un même groupement que l'on appellera lactéine ; je ne m'y oppose pas, mais ce seront toujours deux jumeaux sous un même toit.

Ces expériences, en outre, montrent que les deux caséines ne naissent pas d'un dédoublement d'une lactéine et le terme jumeaux, dont je viens de me servir, indique qu'elles sont nées en même temps. MALY avait imaginé que le caséinogène se dédouble, sous l'influence de la présure, en deux substances, l'une insoluble, l'autre soluble (1). Ce n'est pas exact, comme M. AMMANN et moi l'avons montré ; la quantité de caséines solubles obtenue dans le sérum préparé par filtration à la bougie de porcelaine, est plus forte que celle qui provient de sérum de lait caillé ; il ne s'est donc pas produit de dédoublement ni formé un nouvel albuminoïde soluble (*loc. cit.*, p. 290).

IV. - La physico-chimie dans le caillage du lait.

L'étude que nous avons faite de la constitution du lait, trouve son intérêt non pas dans les différentes manipulations auxquelles ce liquide est soumis : écrémage, barattage, pasteurisation, conservation, etc., mais bien plutôt dans l'opération si courante et si banale du caillage du lait.

Le phénomène auquel nous assistons chaque jour est d'ordre physico-chimique, et aujourd'hui, où il est encore mal établi, j'ai eu la satisfaction de retrouver dans notre mémoire de 1906, la phrase suivante : « Il semble naturel d'abandonner les théories chimiques et de ne s'appuyer que sur les théories physiques qui deviennent ainsi générales pour la coagulation de tous les corps colloïdaux, théories qui ont été émises par DUCLAUX et auxquelles les récents travaux de M. PERRIN et de M. Jacques DUCLAUX ont donné plus d'ampleur et plus de précision ».

Le caillage va mettre en jeu cette solution colloïdale de caséine α pour la transformer en un solide qui est le coagulum, ou, si l'on prend la terminologie admise dans l'étude des colloïdes, pour transformer « l'hydrosol » en un « hydrogel ». Va-t-on, à ce moment-là, pouvoir individualiser les deux substances albuminoïdes dont nous avons parlé, ou bien serons-nous autorisés à rapporter leur existence

(1) MALY, Yaresb, 1874, p. 154.

à un seul groupement ou à une seule combinaison ? Rappelons que sous l'influence de la présure, la caséine α se coagule et se recroqueville et laisse suinter un sérum qui renferme un mélange de caséine α et de caséine β , dissoute dans les éléments du sérum.

Nous avons considéré plus haut le sérum que l'on obtient par filtration directe du lait sur bougie de porcelaine, aussi bien que le sérum provenant de son caillage par la présure, comme le liquide intermicellaire qui retient isolées les unes des autres les micelles de caséine α , micelles qui, sous l'ultra-microscope, se montrent en mouvement perpétuel. Comment ces micelles vont-elles se rapprocher pour former le coagulum et devenir immobiles ?

L'explication que je vais donner paraîtra, j'en suis certain d'avance, fort précaire et insuffisamment assise sur les faits. C'est que la constitution et les propriétés des colloïdes sont encore bien incertaines. Dans son remarquable ouvrage « Les colloïdes », M. Jacques DUCLAUX a eu le courage de ne pas forcer les affirmations au delà de ce que l'expérience a donné et d'exposer, avec la meilleure foi, l'incertitude de nos connaissances dans les régions récemment découvertes et que de nouveaux chercheurs parcourent chaque jour, parmi lesquels l'auteur du volume occupe un des premiers rangs. M. Jacques DUCLAUX s'est à peu près borné à décrire les colloïdes minéraux artificiels, ceux que l'on connaît le mieux. Les colloïdes organiques naturels sont encore si loin de pouvoir être définis dans leur état physico-chimique que M. DUCLAUX réserve leur description pour le jour où ils seront mieux étudiés.

Nous allons donc être obligés d'interpréter les faits en nous inspirant de ce que l'on connaît déjà dans le domaine des colloïdes minéraux et peut-être sacrifierons-nous également aux hypothèses ; c'est à ce moment-là que mon collègue et ami, M. BEAU, pourra me retourner la parole de MARPHURIUS que j'ai eu l'imprudence de lui adresser plus haut. Mais quelle que soit la complexité de mon raisonnement, un fait restera indiscutable pour moi, c'est la séparation, par le caillage, de deux caséines préexistant dans le lait ; peut-être un peu défigurées par le changement d'équilibre dont elles sont l'objet. Si quelqu'un trempe du pain dans du lait, il avale du gluten et de la caséine ; au sortir de l'estomac, ces deux matières albuminoïdes sont peptonisées sans qu'il soit besoin de les réunir en un seul groupement ; mais chacune des peptones provient d'un albuminoïde différent, et je m'empresse de faire remarquer que la modification subie par les caséines, au moment où elles se caillent, ne peut vraisemblablement pas être mise en parallèle avec la peptonisation.

Examinons donc le mécanisme qui préside à la coagulation du lait.

On sait que les micelles sont douées de pression osmotique dont je rappellerai la nature : une pression déterminée de l'eau, par exemple, sur une solution colloïdale séparée par une membrane dialytique, du collodion, par exemple, pousse l'eau à pénétrer dans la solution ; la même pression osmotique s'établit de l'intérieur à l'extérieur, jusqu'à ce que les deux liquides, dans le cas actuel, les micelles et le liquide intermicellaire, soient *isotoniques*. Sans cette pression osmotique, les micelles cesseraient d'être indépendantes. La pression osmotique est donc, pour ainsi dire, un procédé de défense des micelles contre leur liquide intermicellaire.

Or, les micelles, pour rester indépendantes, doivent porter une charge électrique, c'est-à-dire être dissociées électrolytiquement en ions ou « ionisées ». Ceci demande quelques explications : un « électrolyte » est un corps qui conduit l'électricité en se dissociant ; le chlorure de sodium NaCl, par exemple, est, en solution étendue, pratiquement dissocié en un ion Na. qui porte une charge positive, et en un ion Cl, qui porte une charge négative. Evidemment, il y a loin d'un sel à un albuminoïde ; mais M. Jacques DUCLAUX déduit de ce que l'albuminoïde conduit l'électricité, qu'il est, lui aussi, un électrolyte susceptible d'être dissocié électrolytiquement.

Il est probable que ces grosses molécules complexes sont, par analogie avec les complexes minéraux, dissociées, d'une part, en un gros paquet d'atomes-ions qui sont assez immobilisés et que l'on nomme le granule, et d'autre part en ions actifs. Quelle est la partie active de la grosse molécule ? Il n'est pas interdit de penser que c'est la partie métallique, celle qui contient la chaux et le phosphate de calcium ; on sait que les sels de cette terre jouent un rôle important dans la coagulation de la caséine, de l'acide pectique, du sang, de l'argile, etc... Voilà donc notre caséine α ionisée, avec un gros ion intervenant peu ou n'intervenant pas dans les réactions et entouré d'un cortège d'ions actifs.

Il s'agit maintenant de coaguler cette caséine. Examinons d'abord ce que l'on sait sans conteste ; nous préviendrons quand nous serons obligés d'aller au delà.

On sait que la coagulation d'un colloïde traduit une perte ou tout au moins une diminution dans l'ionisation de ses micelles, et secondairement dans leur pression osmotique. Dès lors, les micelles cessent d'être indépendantes et se réunissent en suivant la loi de l'attraction universelle. Tout revient alors à se demander sous quelles influences les micelles vont perdre leur ionisation.

On sait encore que si l'on ajoute un électrolyte à un autre électrolyte, par exemple du sulfate de sodium à un complexe hydrochloroferrique, les ions se substituent, l'ion SO_4 à l'ion Cl, en sorte que l'on

retrouve de l'acide sulfurique dans la partie coagulée ferrugineuse et du chlore dans le liquide ; il y a eu, pour ainsi dire, double décomposition ; les ions substitués n'ont plus la même activité ; l'équilibre est troublé ; les micelles se coagulent.

On peut appliquer ce phénomène au cas où l'on produit le caillage du lait par un sel ou par un acide ; les sels et les acides sont des électrolytes.

Mais en face de la présure, l'explication est plus hasardée, car la bibliographie ne nous apprend rien sur la constitution physico-chimique des diastases, c'est-à-dire leur conductivité, leur poids moléculaire, etc... Cependant M. Jacques DUCLAUX n'hésite pas à dire que les diastases, et par conséquent les présures, sont des colloïdes, et comme il admet que les colloïdes sont ionisables, n'est-il pas téméraire d'en déduire que la présure est, comme la caséine, formée d'un gros ion et d'ions actifs. M. Gabriel BERTRAND n'a-t-il pas montré que la partie active de la laccase, autre diastase, est formée par le manganèse. Ces ions actifs de la présure vont se substituer à ceux de la caséine, peut-être faire double décomposition ; en tout cas troubler l'équilibre de l'ionisation. Et voilà comment, dirait-on dans le *Médecin* malgré lui, votre caséine se caille.

Les phénomènes de coagulation ne sont pas limités à la prise en masse de la caséine α ; sous l'influence de la chaleur, on voit le sérum, extrait par la bougie de porcelaine ou par caillage du lait, se coaguler à son tour. Tant que la température ne dépasse pas 55-60°c, le trouble produit disparaît par refroidissement ; le phénomène est réversible ; au delà, il devient définitif et les caillots se rassemblent, surtout si le lait est acide, c'est-à-dire s'il contient un électrolyte. Le phénomène s'explique quand on considère, d'après M. Jacques DUCLAUX, que l'ionisation, d'une façon générale, décroît avec la température. Là encore je ne réponds pas que nos deux caséines n'aient pas, au cours de la coagulation, perdu ou acquis, au contraire, quelques molécules étrangères ; mais toutes deux ont été élaborées par la femelle laitière.

Je crains que certains lecteurs me reprochent de ne pas avoir suffisamment satisfait leur curiosité ; je n'ai pas pu matérialiser ma pensée pour mieux me faire comprendre, sans m'exposer à franchir les limites des états physico-chimiques, tels que la Science les attribue aux éléments qui nous entourent. Si la Science n'accepte de parler que de ce qu'elle voit, elle doit renoncer à l'atome, à l'ion, à la pression osmotique, aux rayons cathodiques, à l'émanation du radium, etc... Peut-être ces créations de l'esprit seront-elles remplacées un jour par d'autres qui ne feront que reculer le problème à résoudre, Le philogiste a bien vécu !