

# MÉMOIRES ORIGINAUX

---

## LES MATIÈRES ALBUMINOÏDES DU LAIT,

par M. BEAU,

Ingénieur Agronome.

---

« On peut construire une machine qui absorbe du lait à  
« un bout et rend du fromage à l'autre ; cela ne veut pas  
« dire que le fromage est contenu dans le lait. »

J. DUCLAUX. (1)

On doit admettre, dans l'état actuel de la science, que les propriétés « mystérieuses » du lait sont le résultat des propriétés physico-chimiques des matières albuminoïdes qu'il contient, en particulier de leur état physique colloïdal, et que c'est là également la raison pour laquelle ces dernières sont si mal connues : à peine touche-t-on par une réaction quelconque, même sans action visible à l'œil nu (chauffage), aux dites matières albuminoïdes, que leur équilibre change et qu'on n'a plus du « lait », au sens véritable, biologique, du mot ; cela vient de l'instabilité de l'état colloïdal, et ce résultat est du reste commun à tous les albuminoïdes naturels.

Or, que font les chimistes lorsqu'ils veulent étudier le lait, et en particulier ses albuminoïdes ? Ils appliquent ou essaient d'appliquer l'idée fondamentale de l'analyse, c'est-à-dire qu'ils traitent le lait en vue d'en séparer lesdites matières albuminoïdes ; seulement ils emploient pour cela des agents chimiques violents, présure, acides, sels minéraux..., dont le premier effet est de détruire l'état colloïdal, destruction qui est irréversible, c'est-à-dire telle qu'on ne puisse plus faire repasser le produit de la réaction à l'état qu'il avait dans le lait, à supposer qu'il y préexistât tel qu'on l'en extrait.

Ainsi, on traitera, par exemple, le lait par la présure, qui paraît être encore un des agents chimiques les moins violents, son action étant d'ordre diastasique, c'est-à-dire en somme biologique ; le produit du traitement est ce qu'on a appelé la caséine. Si l'on sépare le

(1) Les Colloïdes, Gauthier-Villars, 1920, Page 267.

sérum, on constate qu'il renferme encore des matières albuminoïdes, et, en le chauffant, ce qui est encore un moyen peu violent d'action, le produit de ce second traitement est ce que l'on a appelé tout d'abord, par analogie avec le produit résultant du chauffage du sérum sanguin, l'albumine (ou lactalbumine, pour la distinguer de l'albumine du sang ou de l'œuf).

Comme on le verra plus loin, la distinction de la caséine et de l'albumine offre dans l'industrie un réel intérêt pratique, qui pourrait expliquer son succès. Seulement le principe de leur séparation était trop commode pour qu'on ne l'appliquât pas en employant toute espèce d'autres réactifs coagulants, notamment les acides et les nombreux sels minéraux, avec ou sans addition de la chaleur. On conçoit qu'on ait pu arriver de cette façon à extraire du lait une multitude de produits différents, à qui chaque chimiste a voulu donner un nom spécial ; un célèbre travail, paru il y a 35 ou 40 ans, et dû à deux chimistes russes (DANILEWSKY et RADENHAUSEN), en a ainsi trouvé jusqu'à dix successivement extraits du même lait.

L'abus était flagrant, et Emile DUCLAUX l'a très bien montré à cette époque : pour y couper court, il commença par déclarer qu'il n'y avait dans le lait qu'une seule matière albuminoïde, la caséine, partie insoluble, partie soluble. Une idée analogue a été reprise par MM. LINDET et AMMANN avec leurs caséines  $\alpha$  et  $\beta$ . Malheureusement ce mot de caséine prête à confusion, surtout depuis que l'industrie en fabrique des milliers de tonnes, dans lesquelles il n'y a ni caséine soluble au sens de DUCLAUX, ni caséine  $\beta$ .

Le mot caséine désigne en effet à l'heure actuelle dans le commerce, c'est-à-dire au sens commun du mot, exclusivement toute matière obtenue par caillage du lait au moyen de la présure ou d'un acide à froid, et il n'est pas possible *pratiquement* de ne pas distinguer dans le lait la partie qui se coagule de cette façon (caséine), de celle qui ne se coagule pas (albumine). D'où la nécessité, pour conserver l'idée de DUCLAUX, LINDET et AMMANN, à savoir qu'il n'y a dans le lait qu'une seule sorte ou un seul groupe de matières albuminoïdes, *ceci sans faire aucune hypothèse sur sa constitution*, de donner à ce groupe un nom spécial ; je proposerai celui de *lactéine*. J'appellerai donc, au moins provisoirement et pour la commodité :

1° *Lactéine*, l'ensemble des matières albuminoïdes du lait, à l'état où cet ensemble se trouve dans le lait ;

2° *Caséine*, le produit de coagulation résultant de l'action de la présure ou d'un acide sur le lait à froid (Majeure partie de la caséine  $\alpha$ ) ;

3° *Albumine*, le produit de la coagulation résultant de l'action de la chaleur sur le lait (Totalité de la caséine  $\beta$  et reste de la caséine  $\alpha$ ).

\*  
\*\*

Nous n'avons sur la *lactéine*, telle qu'elle est définie ci-dessus, que des données vagues : nous savons bien qu'elle est formée par une ou plusieurs matières albuminoïdes voisines, qu'une grande portion au moins est à l'état colloïdal et sous forme de micelles en suspension dans le lait, qu'elle a un pouvoir rotatoire global compris entre  $-30^\circ$  et  $-116^\circ$ , enfin qu'elle peut cailler, c'est-à-dire perdre son état colloïdal et s'insolubiliser, sans doute en se transformant simultanément, caractère commun à tous les colloïdes. Mais là se bornent à peu près nos connaissances certaines : sur la constitution de la *lactéine*, nous ne savons rien.

On ne peut pas dire en effet que la *lactéine* soit un mélange (ou une combinaison ?) de caséine et d'albumine, car rien ne prouve que ces deux dernières préexistent dans le lait telles que nous les connaissons hors du lait. Pour pouvoir le dire, il faudrait, soit avoir reconstitué du lait, avec toutes ses propriétés physiques, chimiques, biologiques, etc... par un mélange convenable d'eau, de caséine, d'albumine, de lactose, de matière grasse et de sels, soit avoir enlevé du lait tous ses composants hormis l'eau et la caséine, par exemple, sans avoir modifié l'état physico-chimique de celle-ci. Or ces deux expériences n'ont jamais été faites jusqu'alors. Il n'est même pas certain qu'elles soient possibles, en particulier la seconde, si l'état de la *lactéine* dépend, au moins partiellement, des autres éléments du lait (lactose et sels).

Pour prendre une comparaison dans un domaine vulgaire, on peut bien dire que dans le mélange homogène de jaunes d'œufs, de farine, de sucre et d'eau constituant la pâte à crêpes par exemple, il y a du saccharose et de l'amidon tels que nous les connaissons en dehors de cette pâte ; on ne peut pas dire au contraire que dans le mélange homogène de matières albuminoïdes, de matière grasse, de sucre et d'eau constituant le lait, il y a de la caséine et de l'albumine, telles que nous les connaissons en dehors du lait, mais nous pouvons dire qu'il y a du lactose.

En résumé, rien ne prouve que la caséine et l'albumine, ou toute autre matière analogue extraite du lait, de quelque nom qu'on la décore, préexiste dans le lait, supposé naturellement frais au sortir du pis de la vache. Si donc on étudie les propriétés de la caséine et de l'albumine, et qu'on veuille, des résultats de cette étude, tirer une

conclusion quelconque relativement à la constitution de la lactéine, cette conclusion n'est pas nécessairement justifiée.

Tout ce que la plupart des expériences permettent de conclure, c'est que, quand on fait varier le nombre, la quantité ou la nature des constituants du lait, ou qu'on fait agir sur ce dernier différents réactifs physiques ou chimiques, les quantités de caséine et d'albumine, ou de caséine  $\alpha$  et de caséine  $\beta$ , obtenues en traitant le lait par des moyens appropriés à chacune de ces substances, varient ; mais cela ne veut pas dire nécessairement que les quantités réelles de ces substances *contenues* dans le lait varient dans la même proportion. Mais il y a plus, car les termes de caséine et d'albumine ne désignent pas chacun un seul et unique corps.

\*  
\*\*

La définition adoptée ci-dessus pour la *caséine* ne correspond pas en effet à un produit nettement défini, précisément parce qu'il n'a pas été isolé par des moyens mécaniques incapables de modifier ses propriétés, mais par des moyens chimiques agissant plus ou moins sur sa constitution.

Lorsqu'on veut étudier la caséine, et qu'on demande à un marchand de produits chimiques ou même à une caséinerie une certaine quantité de ce produit, on constate qu'il est livré neuf fois sur dix, non pas de la caséine à la présure, mais de la caséine à l'acide lactique, et encore est-ce une caséine précipitée dans des conditions tout particulières, en produisant progressivement l'acide au sein même du lait par fermentation du lactose.

Ceci nous amène à dire, pour reprendre une expression émise par Emile DUCLAUX à propos du lait, qu'il n'y a pas de caséine, mais des caséines (La lactéine est au contraire par définition une substance unique, quoique vraisemblablement formée de plusieurs corps mélangés ou combinés). En fait les caséines du commerce ont des propriétés très différentes les unes des autres, à la fois au point de vue physique, chimique et technique ; il y a autant de sortes de caséine que de modes de préparation, en particulier que d'agents coagulants ; et ces différences ne sont pas, comme on pourrait le croire, secondaires, mais bien capitales.

Pour ne citer que les deux plus importantes sortes de caséine, la caséine à la présure est éminemment plastique, renferme 10 à 12 % d'eau et 7 à 8 % de cendres, et est insoluble dans les alcalis dilués ou concentrés, tandis que la caséine par fermentation lactique n'a aucune propriété plastique, renferme seulement 6 à 8 % d'eau et 1 à 2 % de

ces, et est très soluble dans les alcalis même faibles, solution qui forme une colle très adhésive. Je parle naturellement dans tout ceci de caséines bien purifiées par les moyens mécaniques dont on dispose, ayant en particulier subi, à l'état de grains de petites dimensions, des lavages soignés et répétés, jusqu'à ce que l'eau de lavage s'écoule limpide.

En somme, le mot *caséine* reste simplement une expression commode dans la pratique pour désigner tous les produits qu'on obtient en coagulant le lait par addition de substances chimiques quelconques (de préférence la présure ou un acide), pourvu que ce soit à une température inférieure à 70° ; tous ces produits diffèrent les uns des autres par leurs propriétés, et, ainsi que l'usage industriel et commercial l'a consacré, on les distingue par le nom de l'agent coagulant : caséine à la présure, caséine lactique, acétique, chlorhydrique, sulfurique, etc...

Qu'est-ce que peut bien alors signifier le mot Caséine employé pour désigner un des constituants du lait ? Est-ce de la caséine à la présure, ou de la caséine lactique ou sulfurique qu'il s'agit ? Tous ces corps étant différents, prétendra-t-on qu'ils préexistent tous dans le lait ? Tout ce qu'on pourrait dire, c'est qu'ils ont pour origine commune une portion ou un constituant déterminé de la lactéine, lequel constituant pourrait être appelé caséine tout court, sans qualificatif ; mais, outre que c'est là une hypothèse gratuite, comment se fait-il que, dans les innombrables traitements que les chimistes ont, depuis plus d'un siècle, fait subir au lait pour l'étudier, on n'ait jamais isolé une pareille substance originelle ?

\*  
\*\*

En ce qui concerne l'*Albumine*, l'incertitude est peut-être encore plus grande, parce que son étude est encore moins avancée que celle de la caséine. C'est en principe le résultat de la coagulation par la chaleur seule, à une température notablement supérieure à 70°, mais en fait l'acidité joue un rôle dans l'opération, ainsi que toutes les autres contingences physiques et chimiques présentes.

Lorsqu'on chauffe le lait lui-même, il se coagule bien quelque chose, mais on n'a aucun moyen de l'isoler ; il faut d'abord enlever la caséine par un des moyens précédemment indiqués, puis traiter le liquide restant, le sérum, par la chaleur, ce qui donne un second coagulum qu'on appelle albumine ; mais rien ne prouve d'abord que ce coagulum soit le même que celui qui se produit quand on chauffe directement le lait lui-même, les conditions de la coagulation n'étant plus identiques.

De plus ce coagulum obtenu dans le sérum est très variable : quiconque a voulu préparer des lactosérums parfaitement limpides et ne se troublant plus par la chaleur, sait les difficultés qu'on a d'y arriver, et la variété des albumines obtenues, non seulement aux différentes températures, mais aussi à la même température et parfois à la même acidité avec des laits différents. Il n'est pas certain qu'on obtienne toujours un précipité identique ; rien que les différences d'aspect physique des coagulums font penser à des corps différents, et il est vraisemblable qu'il y a, comme pour la caséine, autant de sortes d'albumine que de modes de précipitation.

Tous ces coagulums d'albumine diffèrent du reste des coagulums de caséine par leur peu de cohésion ; au moindre mouvement du liquide ils se brisent en miettes et se mélangent au sérum ; la masse devient presque infiltrable, l'albumine passant au travers des filtres ou bien en colmatant les pores, et ceci quelle que soit la température, même supérieure à 100°, à laquelle le coagulum a été porté. Le caillé de caséine se rétracte, se durcit au contraire rapidement par la chaleur, et se laisse très rapidement filtrer, si bien qu'il paraît impossible de rapprocher les deux corps que forment ces deux espèces de coagulums, dont les propriétés physiques sont déjà si différentes.

Au point de vue industriel, l'albumine n'a ni les propriétés, ni les usages de la caséine ; elle a une couleur grise au lieu de jaune, couleur couleur déjà apparente lorsqu'une portion d'albumine se trouve précipitée avec la caséine ; elle n'a ni les propriétés plastiques de la caséine à la présure, ni les propriétés collantes de la caséine lactique ; bref les consommateurs de caséine, ainsi que les fromagers, évitent soigneusement de la précipiter avec la caséine, malgré l'intérêt évident qu'ils auraient à augmenter leurs rendements en coagulant le tout ensemble.

Comme le mot caséine, le mot *albumine* est donc aussi simplement une étiquette commode dans la pratique pour désigner les produits qu'on obtient en coagulant par la chaleur la presque totalité des matières albuminoïdes restant dans les sérums de lait, après qu'on a enlevé de ce dernier par un moyen approprié, l'un quelconque des produits que nous avons rangés précédemment sous l'étiquette Caséine.

Les deux groupes de produits restent en tout cas différents, et, de plus, d'une façon générale, chaque fois que l'on parle d'une caséine ou d'une albumine, il est d'abord nécessaire de définir sa méthode de préparation ; comme il y a une infinité de ces méthodes, il y a aussi une infinité de matières albuminoïdes, susceptibles d'être extraites du lait, *quoique non nécessairement préexistantes dans ce dernier.*

Il semble, après cette étude, si succincte soit-elle, qu'on ne puisse plus parler de caséine ni d'albumine dans le lait, ces corps étant ceux résultant de la coagulation, et non pas nécessairement ceux existant avant la coagulation ; il faut donc en revenir à la *Lactéine* et aux constituants réels de la lactéine ; ces constituants, nous les ignorons, de même que nous ignorons les constituants de toute matière albuminoïde naturelle (blanc d'œuf, protoplasme, etc.), et nous les ignorerons tant que nous n'aurons pas une méthode spéciale d'analyse des colloïdes, permettant de les séparer tout en les laissant à l'état colloïdal, ce qui paraît essentiel si l'on ne veut pas altérer leur constitution.

L'action des réactifs minéraux sur des édifices aussi complexes que les molécules d'albuminoïdes est nécessairement trop violente ; l'action de la présure et de la chaleur semble l'être moins ; elle a de plus été de tout temps à la portée des hommes, et ces deux raisons suffisent à expliquer l'importance théorique et pratique de la caséine et de l'albumine qu'elles fournissent.

Plus généralement, puisqu'il s'agit d'isoler les constituants de la lactéine sans en modifier ni la constitution chimique, ni même l'état physique, ce ne sont ni des réactifs chimiques, tels que les acides, les sels, etc., ni des agents physico-chimiques, tels que la présure, ni même, sans doute, des moyens purement physiques, comme la chaleur, qu'il faut employer, mais bien des moyens exclusivement mécaniques.

Or, les moyens mécaniques qui ont été de tous temps à la disposition des chimistes pour la séparation des corps solides, ne sont pas applicables tels quels aux colloïdes. C'est le cas de la cristallisation, inutilisable par définition même pour les colloïdes, de la précipitation, dont nous avons montré les inconvénients pour la caséine et l'albumine, lorsqu'elle est provoquée par des agents physico-chimiques, de la filtration également impossible avec les filtres ordinaires.

Il faut néanmoins rappeler que les premiers essais de filtration du lait avaient donné à Emile DUCLAUX des résultats intéressants ; il opérait avec une bougie Chamberland, sous pression, et obtenait ainsi un sérum de filtration absolument limpide, dont il coagulait par la chaleur l'albumine ou caséine soluble ; quant à la caséine insoluble, elle restait sur le filtre avec la matière grasse.

Ces essais mériteraient d'être repris et complétés au moyen des nouvelles méthodes de séparation et d'étude des colloïdes, inventées dans ces dernières années et qui sont les suivantes :

1<sup>o</sup> La filtration ou tamisage sur *membranes semi-perméables* (Malfitano), sorte de dialyse fractionnée, qui permettrait peut-être de séparer les constituants de la lactéine suivant l'ordre de grosseur de leurs micelles ;

2° La centrifugation (Jean Perrin), qui permettrait d'arriver à un résultat analogue par une sorte d'*écrémage fractionné* des micelles suivant leur grosseur ;

3° Enfin, l'*ultramicroscopie*, qui permettrait peut-être même de déterminer par la méthode de Jean PERRIN, le poids moléculaire des différents constituants et, si ce poids était le même, d'en conclure éventuellement à l'unité de la lactéine.

C'est là, en tous cas, la voie à suivre dans une nouvelle étude à entreprendre des matières albuminoïdes du lait, et plus généralement de tous les colloïdes organiques naturels.

1<sup>er</sup> Avril 1915 (1).

---

## LES BESOINS EN BON LAIT D'UNE CONSULTATION DE NOURRISSONS. MOYENS D'Y SATISFAIRE.

par les Docteurs LANGEVIN et GRANVAL,

Médecins de la « Goutte de Lait du Mans ».

---

La direction d'une Goutte de Lait, c'est-à-dire d'une consultation de nourrissons avec distribution de lait, nécessite la solution d'un certain nombre de questions pratiques concernant le lait, qui se présentent dans chaque région avec quelques variantes et sur lesquelles nous désirons attirer l'attention des collaborateurs de la revue *Le Lait*. Puisse chacun d'eux nous aider — dans la partie technique qui lui est propre — à résoudre les difficultés auxquelles nous nous heurtons

(1) Cette étude a été écrite pendant la guerre, qui en avait jusqu'ici empêché la publication et l'auteur, mobilisé à cette époque, n'a qu'un mot à y ajouter actuellement : M. Jacques DUCLAUX a donné, dans le livre, dont une phrase a été mise après coup en tête de ce travail, un résumé théorique et pratique très complet de nos connaissances actuelles sur les colloïdes ; toute personne qui désirera poursuivre l'étude des albuminoïdes du lait par les méthodes modernes, s'inspirera avec fruit des données de ce livre. Le journal *Le Lait* sera particulièrement heureux d'offrir ses colonnes aux travaux de ce genre, persuadé qu'il est, d'une part de la fécondité de l'étude *colloïdale* du lait pour la compréhension des caractères « mystérieux » de ce dernier, et pour la connaissance exacte des albuminoïdes, substratum de la vie, d'autre part, de l'importance pratique des résultats qu'on est en droit d'attendre de cette étude pour la connaissance précise de l'opération de la coagulation, si importante dans les industries du lait (M. B.).