LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

A. HOUDINIÈRE. — Le colostrum de vache (<i>Fin</i>) . . .	97
J. PIEN et G. RENVOISE. — L'analyse chimique des colles en poudre à base de caséine	121
A. ROCHAIX et F. SIMON. — Antagonisme du colibacille et des bactéries putrides dans le lait contaminé	144

Bibliographie analytique :

1 ^o Les livres	147
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés vantes	154
3 ^o Brevets	184

Bulletin bibliographique :

1 ^o Les livres	187
2 ^o Brevets	188

Documents et informations :

M. BEAU. — La situation laitière	189
--	-----

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

LE COLOSTRUM DE VACHE

Composition - Propriétés

RÉPERCUSSIONS EN INDUSTRIE LAITIÈRE

par

A. HOUDINIÈRE

Ingénieur agricole

Docteur-Vétérinaire sanitaire du département de la Seine

(*Fin.*)

D. LES INDUSTRIES DE LA FROMAGERIE ET DE LA CASÉINERIE

Avant d'entrer dans le détail de la question, nous croyons bien, pour mettre en lumière l'une des répercussions principales de la colostralisation, de résumer quelques données sur la teneur en protéines des lacto-sérums obtenus par coagulation du lait normal par la présure, les acides ou la chaleur :

1^o Le lacto-sérum d'emprésurage contient l'albumine et la globuline du lait, ainsi que de la protéose soluble séparée de la caséine lors de son clivage sous l'action du ferment lab ;

2^o Le lacto-sérum de lait acidifié ne renferme que des holo-

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

protéides si l'on a effectué la coagulation exactement au point isoélectrique. Si l'on reste en deçà du $pH = 4,6$, sans s'enfoncer plus avant dans la zone acide des pH , la caséine ne précipite pas entièrement. Une petite partie reste dans le lacto-sérum. De plus la lacto-globuline au moins, précipite d'autant mieux que l'on se tient aux alentours de son point isoélectrique $pH = 5,4$. Cette protéine n'influence vraiment la coagulation par son pouvoir protecteur que si elle est en quantité anormale ;

3° Le lait non acide ne donne ni coagulum apparent, ni lacto-sérum sous l'action de la chaleur. Cependant, dans ce lait chauffé à température suffisante, les holoprotéides, quoique toujours en suspension, sont coagulés. En effet, si l'on coagule ce lait cuit par la présure, les acides ou un autre procédé, le lacto-sérum obtenu ne contient ni la lactalbumine, ni la lactoglobuline qui ont précipité avec la caséine.

Le lacto-sérum de lait acide, coagulé par cuisson, contient d'autant moins d'holoprotéides que la température de chauffe dépasse la température où ces corps commencent à coaguler. Ils précipitent avec la caséine et influencent d'autant plus les caractères du précipité qu'ils sont abondants. Le louche qui peut se produire dans le lacto-sérum est dû à la formation de phosphate tricalcique.

I. Fromagerie

1° Les fromages de lait.

a) Maturation, épuration et écrémage du lait.

On sait que la maturation du lait est une opération qui n'est guère réalisée que dans la fabrication des fromages à pâte ferme. Grâce au repos d'une traite sur deux, à 12-15° C. dans les « rondes » du laitier, elle permet l'écémage partiel du lait, son épuration relative par séparation des éléments insolubles et l'obtention au sein du liquide d'une flore microbienne propre à la fermentation lactique.

Nous n'entrerons pas dans le détail des phénomènes complexes qui, assez mal connus, ont lieu pendant cette maturation, mais nous soulignerons que, sans aucun doute, les laits colostraux présents dans le lait ainsi mis au repos, doivent avoir une influence sur les résultats cherchés, non seulement par leur action sur la montée de la crème, mais encore par leur acidité marquée, par l'abondance de leurs éléments cellulaires et par leur puissant pouvoir bactéricide.

Nous ne reviendrons pas sur l'épuration et l'écémage centrifuges qui ont été envisagés précédemment.

b) La coagulation du lait.

La principale influence qu'exerce le colostrum en fromagerie est l'entrave qu'il apporte à la coagulation du lait. « Il suffit parfois de quelques litres de colostrum pour empoisonner une cuve et rendre la coagulation plus difficile ou défectueuse (1) (PORCHER [182]).

C'est surtout dans la fabrication des fromages à pâte ferme que l'on a insisté sur l'importance de ces troubles.

La coagulation du lait colostroïde est du type paresseux. Parmi les différents types connus de laits à coagulation paresseuse les auteurs reconnaissent au moins trois catégories en général :

1° Les laits de rétention dont la composition anormale comporte une teneur exagérément élevée en holoprotéïdes ;

2° Les laits pauvres en calcium ;

3° Les laits de composition apparemment normale qui coagulent dans un temps normal mais sans se gélifier.

Une opinion souvent admise est que le colostrum est néfaste en fromagerie par l'élévation de l'acidité qu'il apporte dans le lait. C'est ce qu'affirme par exemple, TOURNEBISE [241] à propos du gruyère.

Lorsque l'on traite des laits peu acides (15-16° D.) comme c'est le cas dans la fabrication de ce fromage il n'est évidemment pas douteux que l'acidité du mélange se trouve renforcée et dépasse l'acidité optimum (17° D.) recherchée dans cette fabrication.

Cela ne veut pas dire qu'un tel renforcement est à l'origine de tous les mécomptes rapportés à la colostralisation.

Notons du reste qu'il ne s'agit pas toujours d'une acidité supplémentaire de fermentation (acide lactique) mais de celle due à un renforcement de la teneur en sels.

En réalité l'emprésurage défectueux des laits colostroïdes et les défauts qui en découlent pour le fromage sont surtout en rapport avec leur richesse en holoprotéïdes et notamment en lactoglobuline. cette dernière agit par la protection qu'elle exerce sur la caséine.

Comme le soutenait PORCHER [185], il y a une analogie entre la coagulation paresseuse des laits pathologiques et celle des laits colostraux. « L'influence nocive du colostrum et des laits de rétention dans l'épreuve du lab est due, pour une bonne part, à leur richesse en globuline. »

C'est pourquoi nous pensons que l'acidité des laits colostraux, déjà utile au premier temps de l'emprésurage qui aboutit à la lyse

(1) D'une façon générale les praticiens sont d'avis que le lait riche en holoprotéïdes à coagulation paresseuse, d'une seule vache, peut encore donner un caillé floconneux, alors qu'il est mélangé au lait normal de 100 vaches.

de la caséine, ne peut qu'être également favorable au deuxième temps de la coagulation, en contrebalançant l'influence de la globuline. Nous y reviendrons encore plus loin.

C'est sans doute une des raisons pour lesquelles les mauvais effets des laits colostraux se font moins sentir dans l'industrie des fromages à pâte molle où l'on traite des laits acides.

Une autre preuve que l'acidité du lait colostré n'est pas entièrement responsable de la mauvaise coagulation des laits colostroïdes se trouve d'ailleurs dans ce fait que d'autres laits riches en holoprotéides, mais la plupart du temps alcalins (lait de femme, lait de mammites, etc.) coagulent mal par la présure.

c) L'égouttage et la qualité des fromages.

Il est bien connu que les caillés anormaux obtenus avec les laits colostraux ou colostroïdes s'égouttent insuffisamment et surtout difficilement.

On sait que pour un lait normal, coagulé par la présure, la séparation du sérum est d'autant plus rapide que la concentration en ions H du lait ou du caillé qui en dérive est élevée. Plus le caséinate est décalcifié, plus les flocons de caséine précipitée sont fins, grenus et cassants, plus la charpente du caillot a une structure physico-chimique rigide favorisant la séparation spontanée, puis le cas échéant, l'expression du sérum.

Dans le cas des laits colostroïdes la séparation du sérum est difficile en dépit du renforcement de la concentration en ions H.

Nous avons vu que la globuline protège le paracaseinate (formé dans le premier temps de l'emprésurage) contre l'action protéolytique de la présure et contre l'action coagulante des sels.

Dans ces conditions la gélification est lente à se produire et, par suite, la synérèse retardée. La structure physico-chimique du coagulum obtenu est complètement différente de celle du coagulum de lait normal. Une partie du sérum reste emprisonnée dans les mailles du caillot. On dit que le ressuyage du grain est défectueux.

Commentant les recherches qu'il a poursuivies avec M^{lle} BRIGANDO sur le lait de femme et le rôle protecteur de la globuline PORCHER [187] s'exprime ainsi : « Par sa présence, et alors que ses proportions en sont relativement faibles, la globuline retarde l'emprésurage. Elle donne un caillé mou qui se brise facilement. La synérèse est retardée et dans le rompage du caillé, il n'est pas possible d'obtenir des petits morceaux aussi fermes qu'avec le lait normal. Il y aura des pertes au rompage ; le sérum sera laiteux et les rendements seront diminués. Dans la fabrication des fromages à pâte cuite, le ressuyage sera mauvais. »

L'industrie fromagère aurait donc intérêt à être renseignée

d'une façon précise sur le rapport pouvant exister entre la teneur en holoprotéides (notamment en globuline) du lait traité et la consistance du caillé, l'importance de l'égouttage et mieux encore la durée de celui-ci ainsi que sur le rendement en fromage et la composition du lacto-sérum, toutes conditions étant égales par ailleurs.

* * *

BUR et BERBERICH [31] ont autrefois accusé le lait colostroïde de donner un caséum ne se dégorgeant pas, aboutissant à une mauvaise fermentation.

On sait que l'égouttage insuffisant des fromages est à l'origine de nombreux défauts de fabrication.

L'un de ceux que l'on rapporte le plus fréquemment aux laits colostraux comme d'ailleurs aux autres laits riches en holoprotéides, est le gonflement des fromages à pâte ferme.

MARTIN [138] considère que l'addition de colostrum au lait est une des causes du *gonflement tardif des fromages à pâte ferme*. Le boursofflement du fromage serait dû à la multiplication de germes anormaux apportés dans le lait par le colostrum.

Le même auteur estime également que la colostralisation peut donner naissance à des gruyères « mille trous ».

Pour TOURNEBISE [241] le lait de colostrum donne un fromage dont l'égouttage insuffisant constitue un milieu acide éminemment favorable au développement des microbes provoquant le *gonflement précoce sous presse*.

Il appuie du reste à ce propos sur le fait que certains laits colostraux peuvent garder leurs caractères nocifs pour la fabrication du gruyère pendant deux à trois semaines après la mise-bas.

D'autres auteurs ont signalé des faits analogues depuis longtemps (DEHOVE-DENEULIN [50], etc.).

* * *

Sans insister sur ces défauts, il semble bien qu'ils n'expriment que des conséquences indirectes de la colostralisation. En effet, dans la pratique, les fromagers modifient les conditions de la technique suivant les faits qu'ils observent.

Si dans une fromagerie de gruyère il est constaté par exemple que le lait est trop acide, la règle générale veut au moins que l'on diminue la température de chauffage du caillé (1 à 4° de moins). Il en résulte une moins bonne sélection des germes thermophiles si utiles à l'égouttage et à la maturation.

Par suite les pseudo-ferments lactiques (groupe des *B. Coli* et *B. lactis aerogenes*), germes gazéifiants, se développent anormale-

ment. Or, on sait que les microbes de ce groupe sont souvent responsables du gonflement sous presse ou du gonflement précoce des fromages dits mille trous (GUITTONNEAU [78, 79]).

Au contraire si le fromager relève seulement un ralentissement de la coagulation, et l'apparition d'un caillé qui reste floconneux, il cherchera à remédier à ces défauts en augmentant l'acidité et en ajoutant du chlorure de calcium. Si ces remèdes sont sans effet, il se détermine à augmenter la température du chauffage (62-63°).

Dans ces conditions, on sait que l'on aboutit encore à un déséquilibre dans la flore microbienne : la température optimum pour la sélection des germes thermophiles est dépassée. Les ferments thermorésistants (*B. subtilis*, ferments butyriques, putréfiants) prennent la prépondérance et l'on peut enregistrer différents mécomptes, notamment des gonflements très tardifs.

Nous donnons ces explications d'ailleurs incomplètes, simplement pour montrer que l'on est assez mal fixé sur les répercussions de la colostratisation et que, seules des expériences rationnelles pourraient apporter des éclaircissements précis.

Pour ne pas alourdir ce chapitre, nous n'examinerons pas en détail la fabrication des autres fromages.

Si les méfaits de la colostratisation y sont d'autant plus atténués que l'acidité du lait traité est élevée, il n'en reste pas moins que ces méfaits sont réels.

Ces troubles sont saisonniers. Ainsi à la période des laits colostraux de fin mars à fin mai, il a été constaté que le lait frais utilisé dans la fabrication du « Cantal » coagule mal par la présure et les fromages obtenus sont de qualité très inférieure (GARDET [70]).

Mais ne constate-t-on pas dans la plupart des fabrications fromagères des périodes où le démarrage lactique est très lent, où la coagulation est ralentie en dépit de l'acidité et de l'addition de chlorure de calcium et où le mauvais égouttage aboutit à des fermentations anormales, notamment à des gonflements.

Si la colostratisation n'est pas la seule cause de ces accidents, nous croyons qu'elle est loin de leur être étrangère.

a) La pasteurisation du lait en fromagerie.

Si la dénaturation des protéines solubles par la chaleur a des répercussions dans la fabrication des fromages de lait pasteurisé, *a fortiori* ces répercussions seront-elles plus importantes s'il s'agit de lait colostroïde pasteurisé.

On sait que si l'on considère la pasteurisation en fromagerie comme un assainissement du lait, au sens des hygiénistes, l'utilisation des méthodes quasi officielles assurant la destruction certaine des germes pathogènes ne sont pas sans entraîner des inconvénients troublant la bonne marche des fabrications.

En effet la dénaturation de l'albumine, et l'altération des phosphates empêchent l'obtention de fromages de qualité satisfaisante.

C'est d'ailleurs pourquoi M^{lle} BRIGANDO, CHAMP et CLOSSON [27] ont proposé de remédier à l'altération des sels par l'addition au lait pasteurisé de phosphates bi et monocalciques, cette addition devant être suivie, naturellement, du réensemencement avec des ferments lactiques de même qualité biochimique que ceux du lait originel ainsi que l'ont préconisé PORCHER et THIEULIN [192].

En ce qui concerne l'albumine, sa partie coagulée par la chaleur reste incluse dans la masse du fromage de sorte que la teneur en azote des petits-laits est diminuée. La durée de coagulation est prolongée plus que de coutume. Il y a augmentation du rendement en fromage, non seulement du fait de l'inclusion de cette portion d'albumine et des phosphates de chaux insolubles, mais encore par suite d'un excès d'humidité. C'est parce que l'égouttage est incomplet (KIEFFERLE [105], KEESTRA [103], DEMETER [51]).

PIEN [168] a insisté sur cette difficulté dans l'élimination du sérum. S'il est possible d'y remédier par l'égouttage provoqué comme c'est le cas dans la fabrication des fromages pressés ou cuits, il n'en est plus de même dans la fabrication des fromages à pâte molle où l'égouttage doit avoir lieu spontanément.

Sans aller plus avant dans la question, on comprend tout de suite quel rôle néfaste jouerait la colostralisation dans la fabrication des fromages pasteurisés où tous les inconvénients précédemment cités prendraient une importance encore plus grande.

En définitive c'est la coagulation des holoprotéides qui est la pierre d'achoppement de la pasteurisation en fromagerie.

C'est pourquoi certains auteurs n'ont voulu considérer ce chauffage, non plus comme un assainissement hygiénique, mais seulement comme un procédé capable d'améliorer la conduite des fabrications. Rappelons que ce fut MAZÉ qui avança le premier cette conception en proposant de chauffer le lait pendant cinq minutes à 60° C. De cette façon on limite évidemment la dénaturation des holoprotéides mais on se heurte aussi à d'autres difficultés dont l'étude est toujours à l'ordre du jour et dans le détail desquelles nous n'entrerons pas.

2° Les fromages de lacto-sérum.

a) Le sérat ou sérac.

Rappelons que ce fromage est obtenu à partir du petit-lait qui reste dans la chaudière où l'on a préparé la caillebotte du gruyère. Il constitue, une fois salé, un élément important de la nourriture des fromagers de montagne.

Après un chauffage à 75-80° qui permet d'enlever la matière grasse surnageante (fabrication du « beurre de brèches ») ou après écrémage centrifuge, on porte le petit-lait à ébullition et l'on y ajoute 2 à 10% d'aisy (petit-lait acide de sérac d'une opération précédente, soumis à fermentation).

On voit apparaître dans la masse, des flocons plus ou moins abondants de matières protéiques coagulées qui, surnageant, sont puisés avec une passoire pour être mis en moules. Dans ces matières se trouvent évidemment les holoprotéides du lacto-sérum. Le restant est constitué par des protéines telles que de la caséine non coagulée primitivement.

D'après POURIAU [193] 100 kilogrammes de lait employés à la fabrication du gruyère gras donnent 4 à 6 kilogrammes de ce second fromage. Suivant UHLEN [248] le meilleur rendement est obtenu par un tranchage à 94° effectué à l'acidité de 13° D.

Si nous rappelons ces quelques données c'est parce que nous pensons que l'on pourrait peut-être obtenir des renseignements indirects sur l'influence de la colostratisation, comme d'ailleurs sur celle des autres laits à coagulation paresseuse, en examinant les variations saisonnières de la teneur totale en holoprotéides du lacto-sérum et sur celles de son rendement en sérac.

La question qui se pose est évidemment de savoir quel est le devenir des holoprotéides après fabrication du gruyère à partir de lait coagulant difficilement par la présure.

Les holoprotéides non coagulés par cette diastase, abondants dans le lait colostroïde, passent-ils entièrement dans le lacto-sérum d'égouttage ?

Une partie de ces protéines solubles, celle qui protège le paracaseinate contre l'action protéolytique de la présure reste-t-elle dans le lacto-sérum emprisonné par la caillebotte de gruyère ?

Cette même portion serait-elle dégradée au fur et à mesure de l'égouttage sous l'influence de l'action protéolytique de la présure et de l'acidité élevée du milieu ?

Quoique la richesse primitive du lait en holoprotéides puisse compenser cet emprisonnement ou cette lyse, il est possible qu'il s'ensuive des variations en plus ou en moins dans la quantité totale de matière azotée retirée du lacto-sérum, c'est-à-dire des variations dans le rendement en sérac. Ceci marcherait de pair avec le défaut d'égouttage en général.

Cependant certains auteurs pensent que les caillés de lait à coagulation paresseuse tout en abandonnant très lentement le lacto-sérum, en laissent écouler une quantité normale. Si le fait est exact, il serait néanmoins intéressant de savoir si ce petit-lait de chaudière est aussi riche en holoprotéides que le petit-lait normal.

b) Les lacto-protéines.

Il s'agit des protéines coagulables par la chaleur des lacto-sérums de fromages à pâte molle, ou des lacto-sérums de caséine, que ces fromages ou ces caséines aient été obtenus par l'action de la présure, par acidification spontanée ou provoquée. Elles sont obtenues comme pour le sérac par action de la chaleur.

Rappelons que BLEYER et DIEZ [19], en étudiant le petit-lait de fromages à pâte molle ont précisé, en 1925, que le rendement le meilleur en protéines est obtenu lorsqu'on les chauffe à l'ébullition et que leur réaction correspond à un pH de 4,4 à 4,6 voisin de leur point isoélectrique moyen (pH de protéine de serum-présure = 4,4 à 4,7 ; pH de protéine de serum-acide = 4,4 à 5).

Dans la pratique, il est nécessaire de réduire l'acidité élevée des lacto-sérums en les neutralisant.

Des considérations analogues à celles qui ont été exposées à propos du sérac se font jour au sujet des lacto-protéines et nous n'y reviendrons pas.

II. La caséinerie

1° Caséine-présure.

a) Caséine-présure première.

Il s'agit de la caséine préparée à partir du lait non acide. Les méfaits d'une abondance d'holoprotéides sur la coagulation sont analogues à ceux que nous avons exposés pour la fabrication des fromages à pâte ferme. En définitive l'égouttage est défectueux. C'est là un point capital.

En effet la plasticité de ces caséines, propriété recherchée, diminue lorsque la teneur en acide lactique augmente. Le mauvais égouttage peut donc nuire à la qualité des produits obtenus en dépit des nombreux lavages effectués.

De plus il faut noter que le travail du caillé après coagulation comporte un chauffage jusqu'à 65°. Or, on sait qu'à cette température les holoprotéides commencent à coaguler. Si le chauffage est intense et les albumines abondantes il peut en résulter encore des défauts dans la qualité des caséines obtenues.

b) Caséine-présure seconde.

Ce produit, préparé à partir de lait déjà acidifié est d'autant moins plastique que l'acidité est élevée. On se retrouve ici dans les mêmes conditions que pour la fabrication des fromages à pâte demi-dur et à pâte molle mis à part le chauffage ultérieur.

2° Caséine lactique et caséine aux acides.

Nous avons vu que pour obtenir un produit pur, la coagulation

idéale de la caséine par les acides doit être opérée au voisinage de son point iso-électrique. Si l'on s'écartait sensiblement de ce voisinage et si la lactoglobuline était abondante (comme la peut se produire lors de colostratisation), PORCHER [182] estime « que le rôle protecteur si marqué de la globuline vis-à-vis de la caséine ne serait pas sans engendrer de très grandes difficultés dans la séparation ».

Dans ce cas, sans doute, l'égouttage serait encore défectueux.

Un autre facteur peut intervenir pour troubler les fabrications notamment en présence d'une abondance de protéines solubles. Il s'agit de la température.

Dans la préparation de la caséine lactique, la coagulation spontanée est complétée par un chauffage progressif terminal atteignant 65° C. à la fin de l'opération.

Dans la préparation de la caséine aux acides, le chauffage peut être appliqué pendant la coagulation elle-même. Il ne dépasse pas 65° C.

Si la température est trop élevée ou appliquée pendant un temps trop long, on aboutit à la coagulation des holoprotéides dont les floculats viennent se mêler à la caillebotte. Si le rendement est meilleur, le produit final est de moins bonne qualité, les protéines solubles coagulées n'ayant pas les mêmes propriétés que la caséine.

BEAU [13] conseille de ne jamais dépasser la température de 65°. Pour ce qui nous intéresse nous rapporterons ici une remarque de cet auteur averti, qui vient, à notre avis, appuyer cette notion de l'influence néfaste des laits riches en holoprotéides.

« Il peut se faire en effet, qu'à certaines époques de l'année ou pour des raisons peu connues, mais dans lesquelles l'alimentation des vaches doit avoir une part, on ait affaire à des laits dits albumineux, soit particulièrement riches en lactalbumine, soit contenant une albumine ayant tendance à coaguler relativement à basse température. »

Pour des raisons autres que celles qui nous préoccupent, M^{lle} BRIGANDO [26] recommande d'ailleurs pour préparer la caséine acide d'amener le lait légèrement au-dessous de son point isoélectrique (4,2-4) et de cuire le grain obtenu dans son sérum à 45-50°.

Pour la cuisson de la caillebotte lactique précipitée à froid PIEN et HERSCHDORFER [170] utilisent la température de 50° et ils recommandent également, pour des raisons diverses, de limiter le plus possible l'élévation de température.

L'analyse fréquente et détaillée des caséines industrielles et des lacto-sérums de caséinerie mettra peut-être un jour en lumière,

par des variations de leur composition, cette influence néfaste des teneurs élevées en lactalbumine et en lactoglobuline des laits anormaux, notamment des laits colostroïdes.

CHAPITRE V

RÉSUMÉS ET CONCLUSIONS

I. Constitution physico-chimique

Du point de vue chimique le premier colostrum se caractérise par sa richesse en matière sèche (matières protéiques et minérales) et sa pauvreté en eau et lactose. La vitesse de variation de chaque composant au cours de la période colostrale n'est pas constante. Jusqu'à plus ample informé, c'est le taux des matières protéiques qui possède la vitesse la plus lente.

Le colostrum s'oppose aux laits de rétention par son E. S. D. élevé, en relation avec sa haute teneur en matières azotées et minérales.

Les glycérides colostraux possèdent des constantes physiques et chimiques intermédiaires entre celles des graisses du corps et du lait. Phosphoaminolipides et stérols sont plus abondants dans le colostrum que dans le lait.

L'azote se partage principalement entre une caséine assez peu abondante et une grande quantité d'holoprotéides avec prédominance de la globuline au début de la sécrétion et prépondérance de l'albumine à la fin de la période. Comme pour le lait le pouvoir spécifique du colostrum relève de ses holoprotéides.

Outre le lactose, il existe de faibles proportions d'autres glucides.

Le chlorure de sodium et les phosphates, notamment les phosphates solubles sont abondants. Chlore et phosphore varient dans le même sens, comme pour les laits de fin de lactation.

L'acide citrique serait absent. En général les oligoéléments minéraux sont plus abondants que dans le lait normal.

La composition chimique apparaît comme intermédiaire entre celles du sang et du lait.

Du point de vue physique le premier colostrum diffère du lait par :

Une solution ionique d'électrolytes très dissociés ;

Une solution moléculaire de faible concentration ;

Une solution colloïdale où les holoprotéides, notamment la globuline exercent un pouvoir protecteur élevé sur la caséine ;

Une émulsion riche en corpuscules de DONNÉ.

II. Constantes physiques et chimiques

Par ses *constantes fixes* (point de congélation) le premier colostrum ressemble au lait normal.

Par ses *constantes variables* il en diffère physiquement par :

Une densité, une viscosité, plus élevées ;

Une tension superficielle, un indice de réfraction, une résistance électrique, une acidité actuelle, moins élevés, et chimiquement par : une acidité potentielle plus accentuée et un indice de Froidevaux moins prononcé.

III. Propriétés physico-chimiques

Dans le premier colostrum elles se caractérisent par :

Une lente montée de crème due à une viscosité qui empêche les facteurs responsables de l'ascension de la crème de se manifester. Mieux que le lait cru, il accélère la montée de la crème dans le lait chauffé ;

Une prise en masse par la chaleur à partir de 63° ;

Une réaction positive à l'alcool ;

Une coagulation assez difficile par les acides ou la séparation du sérum est lente.

IV. Constitution biologique

Du point de vue cytologique, le colostrum contient :

Des cellules organiques dont on peut chiffrer les proportions par l'établissement des rapports de rétention ou d'infection.

Le premier a une valeur d'autant plus haute que la rétention est marquée. Celle du second est toujours inférieure à 0,50 dans le cas d'infection ;

Des cellules microbiennes comprenant :

Des germes saprophytes de présence constante ;

Des germes pathogènes en cas d'infection.

Du point de vue biochimique :

Les actions diastasiques sont plus intenses dans le colostrum que dans le lait, sauf pour la réductase aldéhydique et la phosphatase dont les activités sont faibles ou nulles ;

Les vitamines A, B₁, B₂ et C sont en quantités plus importantes que dans le lait normal ;

Des hormones y sont présentes ;

La couleur du colostrum tient à sa richesse en certains caroténoïdes et en riboflavine.

V. Propriétés biologiques

Elles sont d'ordre nutritif et humoral.

La valeur alimentaire du premier colostrum est caractérisée par une valeur énergétique élevée et par les qualités biologiques de ses protéines et éléments biochimiques.

Les particularités de sa digestion sont en rapport avec son faible volume et son inertie à la présure « in vitro » comme « in vivo ». Le colostrum est « *un lait de type albumineux, concentré et modifié par résorption* ». Sa digestion est du type acide.

On lui attribue un pouvoir laxatif qui n'est pas détruit après lyse de ses protéines et ébullition.

Le colostrum est utilisé en alimentation humaine sous diverses formes.

Mis à part un pouvoir infectant occasionnel, le colostrum possède généralement :

1° Un pouvoir bactéricide marqué (Phagocytose, Pouvoirs opsonique, agglutinant, lytique) ;

2° Un pouvoir immunisant qui protège le nouveau-né des infections digestives. Le colostrum est *un des véhicules de l'immunité héréditaire*.

Le colostrum apparaît comme la résultante de trois finalités mammaires : la sécrétion, le tarissement, la colostralisation lactées ;

Tarissement et colostralisation sont assurés par un seul mécanisme : celui de la résorption lactée.

L'image physiologique du colostrum se situe entre celle d'un lait ancestral probable et celle du lait normal.

On peut supposer qu'il reproduit plus ou moins fidèlement, d'une manière passagère et transitoire les variations que le lait de l'espèce a subies au cours des âges avant d'atteindre son actuel degré de spécialisation.

VI. Colostralisation

L'intensité de la colostralisation des laits de mélange a été définie par l'enrichissement en holoprotéides que celle-ci entraîne dans le lait normal. Ses variations ont été étudiées puis calculées par des exemples pratiques.

Deux phases caractérisent la période colostrale :

1° Dans les trois premiers jours le pouvoir d'enrichissement, très élevé, décroît rapidement ;

2° Du quatrième au treizième jour environ, ce pouvoir, nettement plus faible, diminue lentement.

L'intensité de la colostralisation est inversement proportionnelle à l'âge des laits colostraux. Elle varie proportionnellement au nombre des accouchements, c'est-à-dire en raison inverse du temps pendant lequel s'échelonnent les parturitions.

Les calculs effectués et leur discussion montrent qu'elle ne peut être tenue pour un fait négligeable. Elle se place dans le cadre de l'altération de la composition normale des laits de grand mélange par les laits anormaux.

VII. Colostralisation et industrie laitière

a) *Dans l'industrie du lait en nature*, la colostralisation intervient d'une façon fort probable pour :

- Accélérer la montée de la crème dans le lait cru ;
- Augmenter la teneur en leucocytes et en protéines de ce lait ;
- Augmenter le sédiment du lait homogénéisé ;
- Favoriser l'apparition de la rancidité de ce dernier (lipases) ;
- Modifier la faculté de crémage du lait pasteurisé ;
- Exagérer les conséquences de la dénaturation des holoprotéides par la chaleur (dépôts, goût de cuit (?), etc.) ;
- Changer les propriétés diastatiques des laits crus ou pasteurisés ;
- Imprimer au lait mis en vente des propriétés ou des goûts anormaux ;

b) *A l'égard des laits de conserve* on sait que la colostralisation :

Donne au lait stérilisé des propriétés spéciales (troubles digestifs chez les enfants), tout en augmentant le taux des holoprotéides coagulés et peut-être le goût de cuit ;

Favorise la coagulation ou l'épaississement en boîtes des laits concentrés sucrés ou non sucrés.

Ces accidents correspondent au moment de l'année où les vêlages sont les plus abondants.

c) *En beurrerie* les laits colostraux doivent augmenter la durée du barattage et les pertes de matières grasses dans le babeurre. Ils renforcent la couleur jaune du beurré et sa teneur en vitamine A. On est encore mal fixé sur les variations qu'ils imposent aux constantes du beurre, dont ils modifient la consistance. Celles-ci sont sans doute intermédiaires entre celles du beurre normal et celles du suif.

Les lipases colostrales doivent favoriser l'apparition de la rancidité. Elles interviennent peut-être également dans l'étiologie du goût de poisson du beurre ;

d) *En fromagerie* la colostralisation gêne la coagulation du lait. L'égouttage est defectueux. Il en résulte surtout des gonflements. Le lait colostroïde pasteurisé ne peut convenir aux fabrications fromagères ;

e) *En caséinerie* les laits colostraux jouent un rôle important dans la coagulation du lait par le lab ou par les acides. De plus si le chauffage des caillebottes dépasse 65° les qualités des caséines sont modifiées.

VIII. Conclusions

Les moyens palliatifs pour éviter les méfaits de la colostralisa-

tion sont mal connus. Il y a donc lieu d'insister sur les moyens préventifs à utiliser pour éviter le mélange des laits colostraux au lait normal.

a) Remèdes palliatifs.

Y a-t-il un moyen de faire disparaître ou d'atténuer l'action néfaste des laits colostraux en industrie laitière.

Si l'on ne possède pas de données expérimentales sur ce point, on peut déjà concevoir que chacun des procédés utilisables doit être adapté aux troubles constatés dans les diverses industries. En effet le lait colostré peut n'intervenir que par certaines de ses propriétés (pouvoir bactéricide, montée de la crème, coagulation défectueuse...).

Pour les accidents dus aux protéines solubles des laits colostraux, il ne semble pas que tous les moyens utilisés jusqu'ici contre des méfaits semblables (lait de mammite, lait de rétention, etc.) soient applicables.

Par exemple, l'addition de chlorure de calcium, le barbotage de gaz carbonique dans les cuves de coagulation n'apparaissent pas comme devant donner des résultats bien probants, notamment là où l'on traite des laits frais.

Mais seules des recherches didactiques éclairciraient la question.

b) Action préventive.

Il est évidemment plus logique d'éviter le mélange des laits colostraux au lait normal.

On peut tout d'abord chercher à dépister ces laits à leur arrivée à l'usine. Sur ce point, les épreuves de l'acidité, de l'alcool, des réactions diastatiques (catalase et Schardinger), de la coagulation, par la présure ou par la chaleur, sont parmi les plus recommandables.

Cependant une telle entreprise ne peut constituer qu'un sondage et non pas une prévention systématique. En effet il ne peut être question d'appliquer une ou plusieurs de ces épreuves au contenu de chaque bidon livré dans les grandes usines.

C'est vers une action préventive étendue à la production qu'il faut se tourner.

A première vue on peut penser que la colostratisation aurait des effets beaucoup moins importants si les vêlages étaient échelonnés régulièrement sur toute l'année.

Le consommateur y gagnerait beaucoup : le lait de consommation serait toujours suffisamment abondant sur le marché et son prix de vente ne subirait plus ces oscillations qui traduisent sa surproduction en été et sa pénurie en hiver.

Les pertes d'été, dues aux fermentations seraient moins lourdes pour les industriels et la qualité hygiénique moyenne du lait améliorée.

Il est cependant difficile de réaliser une telle réforme sans modifier profondément les coutumes et sans apporter des perturbations profondes dans le travail des producteurs. Par exemple, il serait beaucoup plus difficile de surveiller les vêlages, de pratiquer l'allaitement artificiel des veaux pendant l'été au moment des grands travaux agricoles.

La question se complique pour les productions beurrière et fromagère où la demande du consommateur varie beaucoup plus qu'en matière de lait et pour lesquelles se poseraient des problèmes techniques de conservation souvent très difficiles à résoudre.

Enfin un argument très important est celui des variations du rendement en lait suivant l'époque de la mise-bas, c'est-à-dire suivant celle de la conception.

Tous les auteurs sont à peu près d'accord, en de nombreux pays, et notamment en France, pour reconnaître comme de meilleur rendement les lactations débutant en automne et comme inférieures celles de la fin du printemps et du début de l'été : TURNER [246], CANNON [34], DOWELL [56], WILLY [267], LEROY et MARCQ [124], MARCQ et DEVUYST [137], etc.

C'est pourquoi nombre d'entre eux, considérant l'abondante proportion des vêlages de printemps, ont préconisé une meilleure répartition des mise bas, notamment une augmentation de leur nombre en automne. Et ceci convient aussi bien pour l'industrie du lait de consommation que pour l'industrie beurrière (ST-OLIVE [214], DORNIC [53], etc.) et sans doute fromagère.

Ce dernier auteur prend d'ailleurs l'exemple du Danemark, où la production maximum du beurre est atteinte en hiver au moment où la demande est forte et les prix élevés.

C'est à cette proposition que l'on peut sagement se rallier en étageant les accouchements sur les mois qui correspondent aux productions maxima, c'est-à-dire sensiblement d'octobre à février et pratiquement pendant l'hibernation des animaux à l'étable.

Une telle réforme ne serait pas sans modifier bien des habitudes : en particulier la monte en liberté des taureaux serait supprimée et le producteur aurait plus à se préoccuper d'obtenir une date déterminée de vêlage que d'assurer rapidement le retour de la fécondité de ses animaux, etc...

* * *

Du point de vue de la colostratisation on ne pourrait certes pas obtenir un rythme parfaitement régulier des accouchements

puisque ceux-ci dépendent des variations dans l'époque des chaleurs, de l'efficacité des fécondations, et des facteurs individuels ou autres qui conditionnent le déclenchement des processus physiologiques du part.

Il n'en resterait pas moins que dans l'ensemble un grand progrès serait acquis qu'une répression par sondage bien exécutée viendrait compléter.

On doit avouer en effet que si la loi interdit le mélange de colostrum au lait, c'est bien rarement qu'un contrôle est exercé à cet égard.

Nous ne connaissons sur ce point que les deux jugements rapportés par MOREL [147], antérieurs du reste au décret du 25 mars 1924 (Tribunal Correctionnel de Saint-Etienne, du 31 décembre 1909, et jugement par défaut acquittant le prévenu, du 15 décembre 1910).

Seuls des organismes privés, comme certaines coopératives fromagères, exigent de leurs adhérents, en nombre relativement restreint, l'élimination du colostrum des livraisons.

Si un contrôle de la production du lait était organisé, la déclaration obligatoire des dates de saillies et des dates de vêlage des vaches dont le lait est destiné à la vente, aiderait ses agents, non seulement à vérifier les efforts du producteur vers un plus large échelonnement des parturitions mais encore à prévenir le mélange des laits colostraux au lait normal. Les épreuves de laboratoire, notamment, seraient limitées à l'examen du lait provenant de fermes déterminées.

On ne peut nier l'intérêt d'une telle discipline imposée aux producteurs :

Le consommateur en serait le premier bénéficiaire ;

L'industriel fabriquerait des produits de meilleure qualité et éviterait des pertes importantes ;

Le producteur y gagnerait par une stabilisation des prix et moins de mécomptes dans l'élevage des veaux nouveau-nés.

Joinville-le-Pont, le 30 septembre 1943.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] E. ABDERHALDEN. *Z. f. fleisch u. Milchhyg.*, 1932, n° 14, 280.
- [2] E. ACKERMANN. *Z. f. Untersuch. Nahrungs genussmitt.*, 1907, **13**, 186-188.
- [3] A. AUZINGER. *Milchw. Zent.*, 1909, **5**, n° 7, 8, 9, 10.
- [4] AYERS et T. JOHNSON. Cités par D. et G. [45].
- [5] E. AZARME. *Journal Dairy Res.*, 1938, **9**, 121.
- [6] E. G. BALL. *Science*, 1938, **38**, 131 ; *Journal Biol. Chem.*, 1939, **128**, 51.
- [7] BARDELLI. *Hygiène viande et lait*, 1909, **3**, 249.

- [8] G. BARTHÉLEMI. *Le Lait*, 1941, **21**, 225.
- [9] S. BARTLETT. X^e Congrès mondial de Laiterie, Rome-Milan, 1934, 2^e Section.
- [10] H. BAUDEAU. *Le Lait*, 1936, **16**, 946.
- [11] R. BAUER. *Z. Untersuch. Lebensmitt.*, 1933, **65**, 42-49.
- [12] J. BAUER et S. ENGEL. *Biochem. Z.*, 1911, **31**, 46.
- [13] M. BEAU. La caséine, 2^e partie, 1 vol., 127 pages, *Le Lait* éd. 1932, p. 8.
- [14] J. A. BEIJERS. *Rapp. Assoc. Progrès Science du lait*, 1932, p. 16-18.
- [15] BELL. Cité par B. [8].
- [16] G. L. BELLE. Rech. sur la croissance de quelques mammifères. *Th. Doct. Vét.*, 1930.
- [17] M. H. BERRY. *Journal Dairy Science*, 1935, **18**, 458.
- [18] BIORGE. *Revue Gén. Lait*, 1901-1902, **1**, 150.
- [19] B. BLEYER et S. DIEZ. *Milchw. Forsch.*, 1925, **2**, 91, 229.
- [20] H. BLUMBERG et O. S. RASK. *Journal Nutrition*, 1923, **6**, 285.
- [21] A. BODE. Cité par M. [145], p. 75.
- [22] BOGGILD. Cité par B. et B. [31].
- [23] A. BONN. Cité par M. [145], p. 111.
- [24] J. et M. BORDET. *C. R. Acad. Sciences*, 1924, **179**, 1109.
- [25] E. BOURGEOIS. *Le Lait*, 1927, **7**, 525, 640, 747, 851.
- [26] J. BRIGANDO. *Le Lait*, 1933, **13**, 657, 843, 965, 1098, 1230.
- [27] J. BRIGANDO, CHAMP et CLOSSON. *Le Lait*, 1935, **15**, 382.
- [28] BROCK et WOOLF. *Acta Brev. Neerl. Physiol.*, 1936, **5**, 80-1 ; *Chem. Abst.*, 1937, **31**, 3162.
- [29] H. J. BRUECHNER. *Am. Pro. Rev.*, 1938, **14**, 378.
- [30] E. BRUGNATELLI. *Pathologica*, **13**, n° 305 ; *Bolletino d. Soc. Médico-chirurgica di Pavia*, 1925, **37**, 783.
- [31] A. BUR et F. M. BERBERICH. *Molkerei Zeitg.*, 1909, **23**, 51.
- [32] L. BURIANA et L. NICOLÆ. Rech. répartition soufre lait de quelques mammifères. 1 brochure, 47 p., 1939. Ed. Tipogra. Cooperativa Litteria Crestina Str. Uranus, 79, Bucarest.
- [33] A. C. M. CANDLISH et A. N. BLACK. X^e Congrès mondial de Laiterie, Rome-Milan, 1934, 3^e Section.
- [34] C. Y. CANNON. *Journal Dairy Science*, 1933, **16**, 11.
- [35] W. J. CAULFIELD et W. H. RIDDELL. *Journal Dairy Science*, 1936, **19**, 235-242.
- [36] J. CERF. *Le Lait*, 1932, **12**, 300.
- [37] H. J. CHANNON, J. C. DRUMMOND et J. GOLDING. *The Analyst*, 1924, p. 17.
- [38] T. CHRZASZCZ et C. GORALOWNA. *Biochem. Z.*, 1925, **166**, 172.
- [39] E. J. COHN. *Journal Génér. Physiol.*, 1922, **4**, 697.
- [40] H. S. CORRAN et Collaborateurs. *Biochem. J.*, 1938, **32**, 2231 et 1939, **33**, 1694.
- [41] W. B. COMBS et S. T. COULTER. Bull. n° 273, *Station essais agric. Univers. Minnesota*, novembre 1930.
- [42] W. E. COTTON, J. M. BUCK et H. E. SMITH. *Journal Amer. Med. Assoc.*, 1934, **55**, n° 9.

- [43] C. CROWTHER et H. RAISTRICK. *Biochem. Journal*, 1916, **10**, 438.
- [44] F. CRUSIUS. *Journal Prakt. Chem.*, 1856, **1**, 68.
- [45] A. O. DAHLBERG et H. S. GARNER. *Bull. Minist. Agric. U. S. A.*, 1921, n° 944, mai.
- [46] A. D'AMBROSIO. *Ind. olii minerali a Grassi*, 1930, **10**, 169.
- [47] W. J. DANN. *Biochem. Journal*, 1933, **27**, 1998.
- [48] W. L. DAVIES. *Journal Dairy Research*, 1932, **4**, 144.
- [49] R. O. DAVIES et E. K. GRIFITHS. *Welsh. Journal Agric.*, 1939, **15**, 189.
- [50] P. DEHOVE-DENEULIN. *Industrie laitière belge*, 1903, n° 2.
- [51] K. DEMETER. *Le Lait*, 1938, **18**, 637.
- [52] W. DORNER et A. WIDNER. *Le Lait*, 1931, **11**, 545.
- [53] P. DORNIC. *Industrie du beurre*, 1922, **17**, 425-437.
- [54] P. DORNIC. *Revue Génér. Lait*, 1901-1902, **1**, 217.
- [55] P. DORNIC et A. CHOLLET. *Lait, beurre et dérivés*. 1 vol., 1926. Baillière éd., Paris.
- [56] J. C. DOWELL. *The creamery and Milk Plant Monthly*, 1922, **11**, 85-88.
- [57] H. DREWES. *Milchw. Forsch.*, 1927, **4**, 403.
- [58] J. C. DRUMMOND, K. H. COWARD et A. F. WATSON. *Biochem. Journal* 1921, **15**, 540.
- [59] G. ECKARDT. *Deutsche Molkerei Zeitg.*, 1933, **54**, 1591.
- [60] S. ENGEL et L. DENNEMARK. *Hoppe-Seyler's Z. f. physiol. Chim.* 1912, **76**, 148-158.
- [61] H. ENGEL et H. SCHLAG. *Milchw. Forsch.*, 1924, **2**, 1.
- [62] H. ENGEL, H. SCHLAG et W. MOHR. *Milchw. Forsch.*, 1924, **2**, 47.
- [63] R. V. FRADKINA. *Sovietskaia Veterinaria*, 1935, n° 1, 17.
- [64] W. FREI. *Sweizer Arch. f. Tierheilkunde*, nov. 1929, 557.
- [65] W. FREI et H. LIENHARD. *Biochem. Z.*, 1926, **173**, 1.
- [66] W. FREISE. *Milchw. Forsch.*, 1924, **1**, 313.
- [67] J. FROIDEVAUX. *Ann. Fals. et Fraudes*, 1933, **26**, 202.
- [68] E. FYNN. *Z. f. Fleisch u. Milchhygiene*, 1908, **18**, 6.
- [69] R. GALLAY. *Le Lait*, 1934, **14**, 693.
- [70] F. GARDET. *Extrait cours professé Sect. Et. sup. Industries lait* : Institut National Agron., 1937.
- [71] O. F. GARRETT et O. R. OVERMANN. *Journal Dairy Science*, 1940, **23**, 13-17.
- [72] G. GÉNIN. *Le Lait*, 1932, **12**, 1079.
- [73] J. GIROUX. *Le Lait*, 1937, **17**, 354.
- [74] M. GRIAULE. *Le Lait*, 1941, **21**, 338.
- [75] W. GRIMMER. *Milchw. Forsch.*, 1924, **2**, 31.
- [76] W. GRIMMER et G. SCHWAZ. *Milchw. Forsch.*, 1925, **2**, 163.
- [77] GROH et ALTIN. *Journal Abstr.*, 1936, **30**, 7589.
- [78] G. GUITTONNEAU. *Le Lait*, 1923, **3**, 669-782.
- [79] G. GUITTONNEAU. *Le Lait*, 1924, **4**, 739.
- [80] E. HAGLUND et E. WALLER. *Le Lait*, 1926, **6**, 206.
- [81] A. J. HAHN et P. H. TRACY. *Journal Dairy Science*, 1940, **23**, 503.
- [82] D. B. HÄND. Cornell University. Cité par GÉNIN : *Le Lait*, 1942, **22**, 327.
- [83] R. HANNE. *Milch. Zeitg.*, 1904, **33**, 42-46.

- [84] HEIM. *Klin. Wochens.*, 1931, **10**, 1598.
- [85] E. HEKMA. *Vereeniging tot Exploitatie eener Proefzuivelboordirij te Hoorn*, Rapp. 1924, p. 4-10.
- [86] HENKEL. *Milchw. Zent.*, 1907, **3**, n° 8-9.
- [87] K. M. HENRY et S. K. KON. *Chemistry a. Industry*, 1937, **56**, 190 et *Biochem. Journal*, 1937, **31**, 2199-2201.
- [88] B. L. HERRINGTON et V. N. KRUKOVSKY. *Journal Dairy Science*, 1939, **22**, 149.
- [89] J. L. HILEMANN et E. COURTNEY. *Journal Dairy Science*, 1935, **18**, 247.
- [90] HORALL. *Bull. Ind. Agric. Exp. Stat.*, 1935, n° 401.
- [91] A. HOUDINIÈRE. *Le Lait*, 1934, **14**, 468-591.
- [92] G. R. HOWAT et C. WRIGHT. *Le Lait*, 1935, **15**, 438.
- [93] D. H. JACOBSEN et T. M. OLSON. *Le Lait*, 1932, **12**, 839 (Trad. de GÉNIN).
- [94] R. JACQUOT et H. TRIMBACH. *Bull. Soc. Sci. Hyg. Alim.*, 1934, **22**, 134.
- [95] JAROSLAV MASEK. *Le Lait*, 1935, **15**, 242.
- [96] JERLOR. *Svenska Lakaretrdnng*, mai 1929.
- [97] F. S. JONES. *Journal Exp. Medic.*, 1928, **47**, 877.
- [98] F. S. JONES et R. B. LITTLE. *Journal Exp. Medic.*, 1927, **45**, 319.
- [99] F. S. JONES et S. SIMMS. *Journal Exp. Medic.*, 1930, **51**, 327.
- [100] D. V. JOSEPHSON et F. J. DOAN. *Milk Dealer*, 1939, **24**, 35.
- [101] H. D. KAY. *Schweiz. Milchztg.*, 1937, **63**, 34 (n° spécial).
- [102] H. D. KAY, R. ASCHAFFENBURG et K. NEAVE. The phosphatase test for control of efficiency of pasteurisation. Comm. n° 1. *Impérial Bureau of Dairy Science*. 1 brochure, 53 p., 1939.
- [103] F. KEESTRA. *Le Lait*, 1935, **15**, 691.
- [104] O. KETTMANN. *Milchew. Forsch.*, 1927, **5**, 73-103.
- [105] F. KIEFFERLE. *Le Lait*, 1935, **15**, 684.
- [106] F. KIEFFERLE, J. KETTNER, H. ZEILER et H. HANUSCH. *Milchw. Forsch.*, 1927, **4**, 1.
- [107] S. KNUDSEN et S. NELSEN. *Ann. Collège Roy. Vét. Agric.*, Copenhague, 1936, p. 122.
- [108] B. KOBLER. *Arch. f. die gessammte. Phys. des Menschen u. der Tiere*, 1908, **125**, 1.
- [109] E. KODICEK. *Biochem. Journal*, 1940, **34**, 712-724.
- [110] G. KÖSTLER. *Schweizer. Milchz.*, 1937, **63**, 281.
- [111] S. K. KON et M. B. WATSON. *Biochem. Journal*, 1937, **31**, 223.
- [112] J. C. KONING. *Pharmaceutisch Weekblad*, 1907, avril-mai, et *Milchw. Zent.*, 1909, **5**, 101-113, 156-180.
- [113] J. C. KONING. *Revue Gén. Lait*, 1904-05, **4**, 9.
- [114] M. M. KRAMER, M. D. BAIR, B. L. KUNERTH et W. H. RIDDELL. *Journal Agric. Res.*, 1938, **56**, 227.
- [115] M. M. KRAMER, I. GARDNER, B. L. KUNERTH et W. H. RIDDELL. *Journal Agric. Res.*, 1938, **56**, 233.
- [116] W. KRAUS et C. F. MONROE. *Journal Biol. Chem.*, 1930, **89**, 581.
- [117] J. KRENN. *Molkerei Zeitg.*, 1938, **52**, 1639.

- [118] V. N. KRUKOSKY et R. F. SHARP. *Journal Dairy Science*, 1936, **19**, 279.
- [119] R. KUHN et KALSCHMITT. *Berl. d. Deutsch. Chem. Gesel.*, 1935, **68**, 386.
- [120] LACASSAGNE et NYKA. *C. R. Soc. Biol.*, 1934, **115**, 844.
- [121] A. LATAIX. *Le Lait*, 1929, **9**, 474, 612, 711, 844.
- [122] O. LAXA. *Le Lait*, 1932, **12**, 369.
- [123] O. LAXA. *Rev. Gén. Lait*, 1908-09, **8**, 465.
- [124] A. M. LEROY, J. MARCQ et Collaborateurs. *Le Lait*, 1931, **11**, 12, 144, 234, 359.
- [125] S. LEROY et PALMER. *Journal Dairy Science*, 1922, **5**, n° 1-2.
- [126] E. LESNÉ, ZIZINE et S. BRISKAS. *Rev. Pathol. Comp. et Hyg.*, 1936, **42**, 1369.
- [127] L. LINDET. *Le Lait*, 1923, **3**, 349.
- [128] H. W. LINES. *Journal Dairy Science*, 1939, **22**, 337.
- [129] J. E. LOBSTEIN et M. FLATTER. *Le Lait*, 1935, **15**, 946.
- [130] L. M. LUCE. *Biochem. Journal*, 1924, **18**, 716, 1279.
- [131] A. LWOFF et M. MOREL. *C. R. Soc. Biol.*, 1942, **136**, 379.
- [132] MACÉ. Les substances alimentaires (cité par M. [147]).
- [133] C. MAI et S. ROTHENFUSSE. *Zeits. f. Unters. Nahrungs und Genussmittel*, 1908, **16**, 7-19.
- [134] MALTERRE, GINIEIS, GUÉRILLOT et BERTHAUD. *Bull. Acad. Vét. France*, 1939, **12**, 354.
- [135] MANGRANE et FELIZAT. Chimie analytique des huiles et graisses. 1933, Dunod, éd. Paris.
- [136] MARCAS. *Rev. Gén. Lait*, 1903-04, **3**, 361.
- [137] J. MARCQ et A. DEVULYST. *Bull. Inst. Agron. et Stat. Rech. Gembloux*, 1934, **3**, 101.
- [138] Ch. MARTIN. Laiterie. 1 vol. Bailliére éd., Paris, 1924.
- [139] E. MAURER et S. DIESZ. *Biochem. Z.*, 1926, **177**, 161.
- [140] P. MAZÉ. *C. R. Soc. Biol.*, 1937, **126**, 740.
- [141] M. MIETKE et H. COURTH. *Milchw. Forsch.*, 1932, **13**, 394-404.
- [142] F. C. MINETT. *Journal Comp. Pathol. and Therap.*, 1937, **50**, 173.
- [143] D. MISCHLIN. *Biochem. Z.*, 1926, **168**, 36.
- [144] MOBIMOTO. 1922. Cité par M. [145], p. 24.
- [145] A. MONVOISIN. Le lait et les produits dérivés. 1 vol., 3^e édit., 1925. Vigot éd., Paris.
- [146] M. MOREL. *La Presse Médicale*, 1942, **50**, 677.
- [147] MOREL. *Hygiène, Viande et Lait*, 1911, p. 337.
- [148] O. MROZEK et H. SCHLAG. *Milchw. Forsch.*, 1927, **4**, 183.
- [149] E. MUFFET. Contr. ét. rétention lactée. *Th. Doct. Vét.*, Lyon, 1928.
- [150] C. NEUBERG et W. ORTELL. *Biochem. Z.*, 1914, **60**, 491.
- [151] NEWTON. Cité par R. et T. [208].
- [152] H. NIEMEYER. *Molkerei Zeitg.*, 1934, **48**, 1516.
- [153] E. NOTTBOHM. *Milchw. Forsch.*, 1927, **4**, 336-351.
- [154] OLSON. *S. Dak. Agric. Exp. Stat. Rep.*, 1934, p. 30-1.
- [155] W. F. OREA. *Journal Nutrition*, 1938, **16**, 325.
- [156] S. ORLA-JENSEN, C. LE DOUS, J. JACOBSEN et N. C. OTTE. *Le Lait*, 1929, **9**, 622, 724, 816, 914, 1032.

- [157] S. ORLA-JENSEN et J. JACOBSEN. Nouvelles recherches des propriétés bactéricides du lait. Ext. de Zent. f. bacterio. II. Abteilung, 1930, Bd. 80. Ed. G. Fisher, Iena.
- [158] T. B. OSBORNE et L. B. MENDEL. *Journal Biol. Chem.*, 1916, **26**, 1.
- [159] T. B. OSBORNE et A. J. WAKEMANN. *Journal Biol. Chem.*, 1918, **33**, 243.
- [160] J. J. OTT DE VRIES. *Officieel Orgaan van den Algemeen Nederlandschen. Zuivelbond*, 1920, n° 770, 19 décembre.
- [161] O. R. OVERMANN et F. P. SANMANN. *Le Lait*, 1926, **6**, 626 (a).
- [162] PAGÈS. Physiologie de la matière minérale du lait. *Thèse*, Paris, 1894.
- [163] P. PARISI. *Giorn. Chem. Ind. App.*, 1933, **15**, 119.
- [164] M. PELLET. *Le Lait*, 1928, **8**, 13, 108, 310, 501, 584.
- [165] J. PETERSEN. Cité par B. et B. [31].
- [166] J. PETERSEN. Sur la résistance électrique du lait. *Inaug. Dissert.*, Kiel, 1904.
- [167] A. PFEIFFER. *Milchw. Forsch.*, 1927, **4**, 210.
- [168] J. PIEN. *Le Lait*, 1938, **18**, 637.
- [169] J. PIEN et S. HERSCHDÖRFER. *Le Lait*, 1935, **15**, 1, 143, 257.
- [170] J. PIEN et S. HERSCHDÖRFER. *Le Lait*, 1934, **14**, 30.
- [171] M. PIETTRE. *Bull. Acad. Méd.*, 1931, **105**, 359.
- [172] M. PIETTRE. *C. R. Acad. Sciences*, 1934, **198**, 1454.
- [173] M. PIETTRE. *C. R. Acad. Sciences*, 1934, **198**, 1551.
- [174] M. PIETTRE. Inspection des viandes et aliments d'origine carnée. 2 vol., 1921. Baillièrè éd., Paris.
- [175] M. PIETTRE et B. CEYLAN. *C. R. Acad. Sciences*, 1931, **192**, 700.
- [176] P. PLUM et H. LARSEN. *Klin. Wochens.*, 1940, **19**, 1192.
- [177] M. POLONOVSKI. Extrait du volume jubilaire L. E. C. DAPPLES (Suisse, 1937).
- [178] M. POLONOVSKI. *Le Lait*, 1932, **12**, 738.
- [179] M. POLONOVSKI. *Le Lait*, 1936, **16**, 232.
- [180] M. POLONOVSKI et P. BOULANGER. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1935, **17**, 1178.
- [181] M. POLONOVSKI et M^{lle} M. THOMAS. *Le Lait*, 1933, **13**, 249, 466, 583.
- [182] Ch. PORCHER. *Le Lait*, 1929, **9**, 449, 572, 681, 793, 942, 1051 et 1930; **10**, 47, 146, 291, 401, 509, 667, 794, 900, 1011, 1123 et 1931; **11**, 1.
- [183] Ch. PORCHER. In *Traité Physiologie normale et pathologique de ROGER*. 1927, **11**, 293. Masson éd., Paris.
- [184] Ch. PORCHER. *Le Lait*, 1923, **3**, 364, 447.
- [185] Ch. PORCHER. *Le Lait*, 1932, **12**, 257, 431, 687, 793, 914 et 1933; **13**, 734.
- [186] Ch. PORCHER. *Le Lait*, 1932, **12**, 993.
- [187] Ch. PORCHER et J. BRIGANDO. Cité par P. [186], p. 1022.
- [188] Ch. PORCHER et A. CHEVALLIER. *Le Lait*, 1923, **3**, 97, 188, 289.
- [189] Ch. PORCHER et E. MUFFET. *Le Lait*, 1930, **10**, 394, 528.
- [190] Ch. PORCHER et L. PANISSET. *C. R. Soc. Biol.*, 1921, **84**, 414.
- [191] Ch. PORCHER et L. PANISSET. *C. R. Acad. Sciences*, 1921, **172**, 181.

(a) Ces auteurs donnent une bibliographie de nombreux travaux sur le colostrum pour la plupart antérieurs à 1910. On y trouve notamment une référence d'un travail de E. WEBER (*Milchw. Zent.*, 1910, **6**, 433...), travail qui contient lui-même une bibliographie de 164 travaux.

- [192] Ch. PORCHER et G. THIEULIN. *Le Lait*, 1935, **15**, 19.
- [193] A. F. POURIAU. *La laiterie*, 3^e éd. Andot éd., 1886.
- [194] J. PROKS et J. GROH, *Le Lait*, 1935, **15**, 370.
- [195] G. RABOTTI. *Clinica Veterinaria*, avril 1934.
- [196] A. C. RAGSDALE et S. BRODY. *Journal Dairy Science*, 1923, **6**, 137.
- [197] M^{me} L. RANDOIN. *Bull. Acad. Méd.*, 1941, **124**, 593.
- [198] L. RANDOIN et H. SIMONNET. Les données et inconnues du problème alimentaire. II. Les vitamines (p. 119). Presses universitaires de France, 1927.
- [199] R. REDER. *Journal Dairy Science*, 1938, **21**, 199, 249, 369.
- [200] G. REISSIG. *Milchw. Forsch.*, 1938, **19**, 273.
- [201] M. RENAUD. *Le Lait*, 1930, **10**, 369.
- [202] E. RICHARD, SCHOPE et J. W. GOWEN. *Journal Exp. Medic.*, 1928, **48**, 21.
- [203] R. RICHOU et G. HOLSTEIN. *Rev. d'Immunologie*, 1940-41, **6**, 363.
- [204] V. H. RIDDELL, W. J. CAULFIELD, C. H. WITHNAH. *Journal Dairy Science*, 1936, **19**, 157.
- [205] CL. RIMINGTON. *Biochem. Journal*, 1927, **1**, 204, et *C. R. Trav. Labor. Carlsberg*, 1927, **17**, n° 2.
- [206] RIPPER. *Milch. Zeitg.*, 1903, **32**.
- [207] C. L. ROADHOUSE et J. L. HENDERSON. *Calif. Agr. Stat. Bull.*, 1935, n° 595, 5.
- [208] A. ROCHAIX et A. TAPERNOUX. *Le lait et ses dérivés*. 1 vol. Vigot éd., Paris, 1942.
- [209] L. A. ROGERS et Collaborateurs. *Fundamentals of Dairy Science*. 1935. Reinhol éd., New-York.
- [210] J. A. ROGERS, F. DEYSHER et F. R. EVANS. *Journal Dairy Science*, 1920, **3**, 466.
- [211] T. R. ROUSEK. *La diastase du lait*. Publication chim. Ecole hautes étud. vét. de Berlin. Th. inaug., 1924.
- [212] S. J. ROWLAND. *Journal Dairy Res.*, 1933, **5**, 46.
- [213] S. J. ROWLAND. *Journal Dairy Res.*, 1937, **8**, 195.
- [214] P. SAINT-OLIVE. *Le Lait*, 1926, **6**, 306.
- [215] M. SASSENHAGEN. Des propriétés biologiques du lait colostral et du lait de mammité. Inaug. Dissert., Stuttgart, 1910.
- [216] M. SATO et K. MURATA. *Trans. Tottori. Soc. Agr. Sc.*, 1931, **2**, 206.
- [217] M. SATO et K. MURATA. *Journal Dairy Science*, 1932, **15**, 461.
- [218] M. SATO, K. OGURA et H. IKEJIMA. *Journal Dairy Science*, 1931, **14**, 155.
- [219] E. SAVINI. *Chimica ed analisi del latte e dei latticini*. 1927, 4^e part. U. Hoepli éd., Milan.
- [220] SCHA. *Indian Journal Veter. Sci.*, 1936, **6**, 234-42.
- [221] SCHARP et J. STRUBBLE. *Dairy Science*, 1935, **18**, 527-8.
- [222] A. SCHLEGEMER. *Milchw. Forsch.*, 1936, **17**, 326.
- [223] H. A. SCHUETTE et E. D. HUCHNER. *Wisconsin Acad. Science, Arts and Letters, Trans.*, 1933, **28**, 267.
- [224] P. SCHULZ. *Z. f. fleisch u. Milchhygiene*, 1908-9, **19**, 2-4.

- [225] J. SEMB, C. A. BAUMANN et H. STEENBOCK. *Journal Biol. Chem.*, 1934, **107**, 697.
- [226] M. SIEGFELD. *Molkerei Zeitg.*, 1905, **22**, 45 et 1908, **22**, 1293.
- [227] H. SIMONNET. *Rev. Zootechnie*, 1921, **1**, 268-353.
- [228] H. SIMONNET. *Bull. Soc. Science Hyg. Alim.*, 1943, **31**, 47.
- [229] Th. SMITH et R. B. LITTLE. *Journal Exp. Med.*, 1922, **36**, 181.
- [230] Th. SMITH et R. B. LITTLE. *Journal Exp. Med.*, 1922, **36**, 453.
- [231] Th. SMITH et R. B. LITTLE. *Journal Exp. Med.*, 1924, **39**, 303.
- [232] Th. SMITH, M. L. ORCUTT et R. B. LITTLE. *Journal Exp. Med.*, 1923, **37**, 153.
- [233] R. STAINIER. *Journal Pharm. Belg.*, 1931, **13**, 553, 573, 591, 609, 629, 653.
- [234] H. STÀSSANO. *Le Lait*, 1926, **6**, 330, 533, 608, 861,
- [235] V. C. STEENITZ et H. H. SOMMER. *Journal Dairy Science*, 1935, **18**, 757.
- [236] W. STECK. *Landw. Jahrbuch der Schweiz.*, 1921, pp. 510-630.
- [237] J. STEWARD et W. MACCALLUM. *Journal Agric. Science*, 1938, **28** (Livre 3), 428.
- [238] A. J. SWAWING. *Landw. Versuchstat.*, 34, Band., 1891.
- [239] A. TAPERNOUX. *Le Lait*, 1928, **8**, 686, 795, 906.
- [240] E. TEICHERT. *Suddeutsche Molkerei Zeitg.*, 1922, n° 8, février.
- [240 bis] G. THIEULIN et R. VUILLAUME. *Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait*. 1 vol. 206 p. Ed. *Le Lait*, Paris, 1942.
- [241] H. TOURNEBISE. *Fromagerie française*, 1936, n° 7, 212.
- [242] P. H. TRACY. *Milk Dealer*, 1936, **25**, 30-60.
- [243] J. TRAUM. *Cornell Veterinarian*, avril 1922.
- [244] G. M. TROUT. *Mich. Agr. Expt. Stat. Quart. Bull.*, 1934, **17**, 38.
- [245] A. TRUNZ. *Revue Gén. Lait*, 1904, **3**.
- [246] C. W. TURNER. *Journal Dairy Science*, 1923, **6**, 198.
- [247] W. H. UDY. *Bull. n° 33, Minist. Rech. Scient. et industr. Wellington.* (N.-Z.), 1931.
- [248] R. ULHEN. *Le sérac dans la région du gruyère*. 1942. 1 broch. 24 p. Impr. Chevallier, La Roche-sur-Foron.
- [249] E. VAILLANT. *Le Lait*, 1924, **4**, 19-200.
- [250] W. VAN DAM et B. HOLWERDA. *Le Lait*, 1928, **8**, 768-897.
- [251] W. VAN DAM et H. A. SIRKS. *Het. Algemeen Zuuivelblad*, 1922, n° 20, mai.
- [252] VAN DEN BURG. *Het Nederlandsch Tydsch. voor Hygiene, Microb. en sérologie*, 1930.
- [253] VANDEVELDE. *Rev. Gén. Lait*, 1907, **7**, 361.
- [254] VAN ENGELÉN et P. WAUTERS. *Congrès Hyg. aliment.*, Bruxelles, 1910, **2**, 227.
- [255] A. VIVARIO et C. STAINIER. *Le Lait*, 1933, **13**, 1073.
- [256] R. VUILLAUME. *Le Lait*, 1934, **14**, 12.
- [257] E. WEAVER, E. L. FONTS et R. REDER. *Okla. Agr. Expt. Stat. Rept.* 1932-1934, p. 149.
- [258] WEBER. *Milchw. Zent.*, 1910, **6**, 10-12.
- [259] H. H. WEIGMANN. *Milchw. Forsch.*, 1927, **4**, 259.
- [260] A. C. WEIMAR. *Journal Dairy Science*, 1923, **6**, 95.

- [261] P. WEINSTEIN. *Z. Untersuch. Lebensm.*, 1934, **68**, 73.
[262] R. WEISSMANN. Contr. et. réfractométrie lait de vache. *Th. Doct. Sc.*, Nancy, 1933.
[263] WETHAM et HAMMOND. *Journal Dairy Science*, 1935, **6**, 341-351.
[264] H. R. WHITEHEAD et G. A. COX. *Biochem. Journal*, 1933, **27**, 951.
[265] WHITNAH et CAULFIELD. *Rep. Kans. Agric. Exp. Stat.*, 1932-34, pp. 83-5.
[266] R. WILDT. *Milchw. Forsch.*, 1925, **2**, 249-259.
[267] J. WILLY. *Journal Ministry Agric.*, 1923, **29**, 894.
[268] WINTER et PARMENTIER. *Rev. Gén. Lait*, 1903-04, **3**, 9-193.
[269] WOOD. *Journal Biol. Chem.*, 1905.
[270] M. E. WOODMANN. *Bioch. Journal*, 1921, **15**, 187.
[271] M. E. WOODMANN et J. HAMMOND. *Journal Agr. Science*, 1922, **12**.
[272] J. ZAYKOWSKY. *Biochem. Z.*, 1924, **146**, 189.
[273] Chr. ZBINDEN. *Le Lait*, 1931, **11**, 113.

L'ANALYSE CHIMIQUE DES COLLES EN POUDRE A BASE DE CASÉINE

par

JEAN PIEN

G. RENVOISE

Directeur

Chimiste

Laboratoires de la Laiterie des Fermiers Réunis

Les colles en poudre et autres produits similaires que l'on peut préparer en partant de la caséine lactique offrent une très grande variété de composition et de propriétés.

De nombreuses substances chimiques étant susceptibles d'entrer dans ces formules et leurs proportions respectives pouvant être modifiées suivant le but à atteindre, il en résulte une infinité de combinaisons possibles.

L'analyse chimique de ces mélanges présente donc un intérêt certain, mais aussi de réelles difficultés. C'est pourquoi nous avons cru devoir procéder à l'étude systématique de cette question.

* * *

ELÉMENTS A DOSER. EXAMEN QUALITATIF PRÉALABLE

Les colles en poudre à base de caséine lactique sont des mélanges où l'on rencontre trois ou quatre (rarement davantage) des substances suivantes : caséine lactique, gélatine en poudre, chaux éteinte, carbonate de calcium, carbonate de sodium, fluorure de sodium, borate de sodium, phosphates de sodium, silicate de sodium, silicate d'aluminium (rarement), silice libre (sous forme de quartz pulvérulent), sulfate de baryum (comme charge).