



ÉTUDE DU LAIT DONT LA CASÉINE EST FLOCLÉE PAR LE CHAUFFAGE

Maurice Lust

► To cite this version:

Maurice Lust. ÉTUDE DU LAIT DONT LA CASÉINE EST FLOCLÉE PAR LE CHAUFFAGE. *Le Lait*, 1952, 32 (315_316), pp.241-258. <hal-00928067>

HAL Id: hal-00928067

<https://hal.science/hal-00928067v1>

Submitted on 11 May 2020

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

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



HAL Authorization

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

M. LUST. — Étude du lait dont la caséine est floculée par le chauffage 249

F. ALISON (M^{me}). — Deux procédés simples pour dépister l'addition de lait de vache au lait de femme 258

J. PIEN. — Pour la pasteurisation obligatoire du lait de consommation (*fin*) 262

H. SIMONNET et J. STERNBERG. — Recherches sur la biochimie des composés phosphorés du lait 276

REVUE :

G. GÉNIN. — Efficience et productivité 283

Bibliographie analytique :

1^o Les livres 287

2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 301

3^o Brevets 342

Bulletin bibliographique :

1^o Les livres 346

2^o Journaux, Revues, Sociétés

savantes 347

3^o Brevets 356

Documents et informations :

M. BEAU. — La situation laitière 360

Le concours interracial de la meilleure vache laitière au concours général de Paris, 1952 362

Les fromages danois auront dorénavant des noms danois 364

Le « Roquefort » suédois change d'appellation 365

Consommation du lait aux Etats-Unis 365

Destruction des mouches à la ferme 366

Comment produire du lait de qualité A 366

L'upérisation du lait 367

L'arbre généalogique du lait 367

Le nouveau Larousse agricole 367

Exposition des industries de la laiterie à Chicago, en 1952 368

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

ÉTUDE DU LAIT DONT LA CASÉINE EST FLOCULÉE PAR LE CHAUFFAGE

par

le Docteur MAURICE LUST

Certains laits de vache présentent une anomalie appelée « Anomalie Utrecht du lait ». La caséine de ces laits flocule à l'ébullition et même parfois par le repos. Le pH de ces laits est le même que celui des laits normaux, on ne peut donc attribuer cette instabilité de la caséine à une acidification.

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

Cette anomalie Utrecht constitue un grave inconvénient au point de vue commercial, mais ces laits anormaux pourraient parfaitement convenir pour l'alimentation des nourrissons.

La floculation de la caséine du lait, avant son ingestion, favorise sa digestion gastrique. C'est la raison pour laquelle on prescrit des laits caillés. Il est désirable toutefois que la caséine soit floculée en flocons fins, ténus, de tension basse, dispersés dans la masse du lait. Pour obtenir ce résultat, il suffirait d'ajouter au lait possédant l'anomalie Utrecht, un dispersant-stabilisant tel que l'empois d'amidon. Par une simple ébullition on obtiendrait ainsi un lait caillé possédant toutes les qualités requises pour l'alimentation des nourrissons.

Les travaux de SEEKLES et SMEETS ont montré que l'instabilité du lait possédant l'anomalie Utrecht est provoquée par une activité élevée des ions calciques. Ces auteurs ont constaté qu'en ajoutant du chlorure de calcium à du lait normal, tous les laits de vache acquièrent l'anomalie Utrecht, c'est-à-dire que la caséine flocule par le chauffage.

Ch. PORCHER a donné de ce phénomène l'explication suivante. Le caséinate de calcium est un électrolyte dont l'ionisation, quoique faible, est incontestable. Quand deux sels, simultanément dissouts dans un liquide, possèdent un ion commun, on sait que la présence de chacun d'eux diminue la solubilité de l'autre et son ionisation. Le lait possède un complexe caséinate de calcium, plus phosphate de calcium et du citrate de calcium. Si on apporte une charge supplémentaire de calcium sous une forme soluble, il se produira une tendance à la précipitation du caséinate.

Depuis longtemps, on ajoute des sels de calcium au lait pour différents usages. Pour effectuer le dosage du lactose au réfractomètre, on précipite la caséine par du chlorure de calcium au bain-marie bouillant. A la suite des travaux de LINDET, en fromagerie, on ajoute de petites quantités de chlorure de calcium au lait pour régulariser le caillage et augmenter le rendement. La dose de sel employée est différente d'une contrée à l'autre et semble fixée empiriquement.

MOLL, en 1912, désirant simplifier la technique de Finkelstein pour préparer le lait albumineux, ensuite dans le but d'obtenir du lacto-sérum contenant peu de protides, eut l'idée de faire cailler le lait en y ajoutant à chaud un sel de calcium. Il utilisa le lactate de calcium à la dose de 5 grammes par litre. Ensuite, il préconisa dans l'alimentation courante des nourrissons nourris au lait de vache, l'emploi de lait coupé, additionné de glucides, et caillé par 4 grammes de lactate de calcium. Il commercialisa sa découverte

et ne la vulgarisa que sous forme commerciale conseillant l'usage de tablettes.

E. LESNÉ et G. DREYFUS Sol. ont préconisé, en 1933, une préparation notablement différente de celle vulgarisée par MOLL.

Plusieurs auteurs ont également préconisé l'usage des sels de calcium pour la précipitation de la caséine du lait destiné aux nourrissons. Les taux de sels de calcium et de glucides diffèrent d'un auteur à l'autre.

Le but que nous avons poursuivi fut de rechercher le moyen le plus simple et le meilleur pour obtenir l'anomalie Utrecht, en partant d'un lait normal, c'est-à-dire de faire flocculer la caséine du lait instantanément sous l'effet du chauffage, sans acidification ni addition de ferment: cette modification permettant d'utiliser, pour l'alimentation des nourrissons qui digèrent mal le lait de vache non modifié, du lait de laiterie, au lieu de devoir recourir à des laits modifiés industriellement, d'un prix toujours élevé.

Nous tenons à remercier M^{me} L. RISACK et M^{lle} J. KINT, docteurs en chimie du laboratoire de recherches, pour l'aide qu'elles nous ont apportée.

La dose de calcium à utiliser.

Ch. PORCHER avait recherché quelle était la dose optima de chlorure de calcium nécessaire pour obtenir un sérum chloruré sodique clair et limpide. Nous avons repris ces expériences, en poursuivant un autre but. Nous avons ajouté à du lait, des doses croissantes de chlorure de calcium et porté le lait à diverses températures.

De nos expériences, nous pouvons conclure que l'addition de 75 centigrammes de chlorure de calcium anhydre à un litre de lait, placé au bain-marie bouillant, provoque en quelques secondes la formation d'un caillot ferme, le lacto-sérum ne contenant pratiquement plus de caséine. Cette dose est la plus faible de chlorure de calcium qui permette d'obtenir la précipitation totale de la caséine à 100 degrés centigrades. 75 centigrammes de chlorure de calcium anhydre contiennent 27 centigrammes de calcium. Des doses moindres de calcium ne provoquent pas une floculation totale de la caséine, le sérum reste lactescent.

L'addition de chlorure de calcium à du lait abaisse le pH. Une légère acidification du lait n'a pas d'inconvénient en diététique infantile. Toutefois, le chlorure de calcium, contenant dans sa molécule, un ion acide, son emploi prolongé n'est pas à conseiller pour l'alimentation des nourrissons. D'autre part, par addition de chlorure de calcium au lait, on obtient, à l'ébullition, la formation d'un caillot de caséine, ferme, rétracté. Cet état de la caséine ne correspond pas à celui que nous désirons obtenir en diététique

infantile. Le caillé doit être mou, facilement friable, de tension basse.

Nous avons repris les mêmes expériences en ajoutant au lait d'autres sels de calcium solubles. Nous avons obtenu la précipitation de la caséine en ajoutant ces sels en quantités équimoléculaires de calcium, mais, avec certains sels, le caillot était mou et diffusant.

Nous avons poursuivi l'étude de la floculation de la caséine du lait par l'effet de la chaleur, en ajoutant les deux sels qui nous ont paru les plus intéressants : le lactate de calcium employé par MOLL et le gluconate de calcium, préconisé par nous.

Le lait coupé d'eau.

La quantité d'eau nécessaire aux nourrissons est de 130 à 150 grammes par kilogramme de poids. La ration quotidienne du complexe protidique du lait de vache est au minimum de 3 grammes par kilogramme de poids.

On obtient cette ration protidique en donnant 100 cm³ de lait par jour et par kilogramme de poids. Cette ration est trop pauvre en eau. L'eau supplémentaire peut être donnée, soit en coupant le lait, soit entre les repas.

Contrairement aux suggestions de MARRIOTT, qui préconisait de donner aux nourrissons du lait entier et un supplément d'eau entre les repas, il est préférable d'ajouter au lait la quantité d'eau nécessaire pour satisfaire la ration hydrique du nourrisson. Les expériences de PORCHER ont montré que l'addition d'eau au lait modifie l'emprésurage sous l'effet de la présure ; nous avons constaté qu'il en est de même lorsqu'on ajoute un sel de calcium. D'autre part, le coupage du lait facilite sa digestion en diluant les sels tampons atteignant ainsi beaucoup plus rapidement le *pH* nécessaire à son attaque par la katepsie et peut-être la pepsine.

Pratiquement, la ration standard minimum pour un nourrisson pendant les premiers mois est de 100 cm³ de lait de vache entier plus 50 cm³ d'eau par kilogramme de poids. Cette ration n'apportant que 60 calories par kilogramme de poids, elle doit être enrichie de glucides.

Nous avons donc effectué nos expériences, qui ont un but diététique, en utilisant du lait de vache coupé d'un tiers d'eau.

Lactate et gluconate de calcium.

Le mouillage du lait modifiant son équilibre salin, nous avons repris les expériences en ajoutant des sels solubles de calcium à du lait coupé d'eau.

Nous avons fait varier la concentration en lactate de calcium $(\text{C}^3\text{H}^5\text{O}^2)^2\text{Ca}^5\text{H}^2\text{O}$. Suivant la progression : 0,5, 1, 2, 4 et 60/100.

Nous avons repris l'expérience quatre fois avec des laits différents. Dans tous les essais aux concentrations inférieures à 2‰, la caséine n'était pas entièrement floclée. A partir de 2‰, si la préparation est faite soigneusement, le taux de caséine non précipitée est certainement inférieur à 1 %. Cette conclusion est basée sur les résultats du dosage de l'azote de la caséine par la méthode de Kjeldahl; à ce taux le filtrat est tout à fait clair.

Nous avons examiné de la même façon quelle était la dose optima de gluconate de calcium ($\text{C}^6\text{H}^{11}\text{O}^7$) $^2\text{Ca} + \text{H}^2\text{O}$ qu'il fallait au lait pour obtenir à l'ébullition une précipitation totale de la caséine. Nous avons effectué des essais aux doses suivantes : 1,5; 2; 2,5; 3; 6 et 8‰. Les filtrats des échantillons, dont la concentration en gluconate de calcium sont de 2,5 et de 3‰, sont tout à fait clairs.

Conclusion. La concentration optima de lactate de calcium est de 2‰, celle du gluconate de calcium est de 2,5‰.

Modification du pH.

Nous avons examiné la modification que l'addition de 2‰ de lactate de calcium faisait subir au lait au point de vue de son acidification. Cette mesure, effectuée avec une électrode en verre, a montré que l'acidification était insignifiante, atteignant régulièrement une diminution du pH de 0,2 unités.

Température à laquelle se forme le caillé.

Nous avons placé au bain-marie des tubes contenant du lait, coupé d'un tiers d'eau, et ajouté du lactate de calcium afin d'obtenir différentes concentrations. On chauffe lentement de 30 à 100° C. :

Le lait coupé additionné de 6‰ de lactate coagule à environ 65°;

Le lait coupé additionné de 4‰ de lactate coagule à environ 75°;

Le lait coupé additionné de 2‰ de lactate coagule à environ 90°.

Nous avons voulu préciser la température de floculation du lait coupé et additionné de 2‰ de lactate calcique en vérifiant si la précipitation de la caséine était totale.

Des tubes contenant du lait coupé, additionné de 2‰ de lactate de calcium sont placés au bain-marie à 60° C., la température est augmentée progressivement jusqu'à 85°, puis lentement de un degré toutes les 3 minutes, en retirant un tube chaque fois que la température augmente de deux degrés. Ce tube est complètement refroidi en glacière. Le contenu est filtré sur des filtres en papier garnis de laine de verre. Les filtrats des premiers tubes retirés sont laiteux, les suivants lactescents (floculation incomplète). Le filtrat est absolument clair lorsque la température atteint 87°5 à 90° C.

Ces essais ont été refaits six fois et les résultats furent concordants.

Aspect du caillé.

Du lait, additionné de 2‰ de lactate de calcium, chauffé sans agitation à 90°, forme un caillé régulier restant parfaitement en suspension dans le lacto-sérum. Il présente l'aspect du yoghourt bien préparé. Toute agitation des tubes soit directement au sortir du bain-marie, soit après refroidissement, ne modifie pas l'aspect du caillé. La stabilité de ce caillé est telle qu'il ne sédimente pas après une nuit de repos à la glacière.

Cette dispersion et stabilité du caillé ne se produit pas lorsque le lait est agité pendant le chauffage ou lorsque la caséine n'a pas été précipitée totalement lors du chauffage ; dans ces cas, la caséine flocule en caillés plus ou moins gros, qui se séparent du lacto-sérum et sédimentent au fond du vase.

La température à laquelle se produit la floculation n'est pas influencée par l'agitation.

La tension du caillé.

A la suite des travaux de Reuben L. HILL, certains auteurs considèrent que la digestibilité du lait de vache peut être mesurée d'après la tension du caillé. Le lait dont le caillé possède une basse tension serait plus aisé à digérer que le lait dont le caillé est dur. Ces auteurs considèrent que pour l'alimentation infantile il ne faudrait utiliser que du lait dont le caillé est mou. Afin de mesurer la tension du caillé, HILL imagine et fit construire un petit appareil très ingénieux.

Le principe de la méthode de HILL consiste à mesurer à l'aide d'un dynamomètre la résistance offerte par un couteau pour traverser le caillé de 100 cm³ de lait. Ce couteau à lames radiales très tranchantes est placé dans un bécher ; on verse le lait et on caille la caséine en ajoutant un mélange constitué de trois parties d'une solution de pepsine à 0,6 % et d'une partie d'une solution de chlorure de calcium contenant 378 grammes de sel chimiquement pur dans un litre d'eau. Le bécher est placé dans un bain-marie à la température de 35° C. (95° F.) pendant 10 minutes. Le bécher est retiré prudemment du bain-marie et le couteau est attaché au dynamomètre. En abaissant le bécher, on force le couteau à traverser le caillé. Le dynamomètre indique la force qu'il a fallu vaincre.

La technique de HILL fut légèrement modifiée par COLE ainsi que par MILLER. Les chiffres obtenus diffèrent d'après les techniques utilisées, notamment le produit employé pour précipiter la caséine. L'American Dairy Science Association, en juin 1941, a

déterminé une méthode standard pour mesurer la tension du caillé.

Des laiteries ayant mis en vente du lait homogénéisé certifié comme ayant un caillé de basse tension, le Council of Food of the American Medical Association, en septembre 1941, établit qu'un lait pour être considéré de tension basse ne pourrait dépasser la limite de 20 grammes au dynamomètre. Ce Council émettait toutefois des réserves sur la valeur que possède la mesure de la tension du caillé pour déterminer la digestibilité et la qualité d'un lait.

L'étude de la tension du caillé a permis de constater que certaines vaches produisent un lait dont le caillé possède une tension basse et d'autres une forte tension. Cette particularité, tout en étant individuelle est également raciale. Elle est individuelle, en ce sens que l'on retrouve chez une même vache que la tension du caillé est à peu près la même lors de plusieurs périodes de lactation et cette propriété se transmet à la descendance. Le caillé du lait de certaines races de vache est plus mou que celui d'autres races. Quoique la tension du caillé soit la même chaque jour chez une vache, elle subit pourtant une légère modification au cours de la lactation et peut diminuer lorsque l'animal est atteint de mastite même subclinique. La pasteurisation, l'ébullition et surtout l'homogénéisation du lait modifient, en l'améliorant, la tension du caillé.

Afin de mesurer la tension des caillés obtenus en créant artificiellement l'anomalie Utrecht du lait, nous avons construit un appareil semblable à celui décrit par HILL.

Nous avons mesuré la tension de plusieurs laits en y précipitant la caséine avec de la présure. Nous avons ainsi pu reproduire les résultats publiés par les auteurs américains.

Contrairement à notre attente et à notre espoir, nous n'avons pu obtenir avec notre appareil la mesure de la tension du caillé obtenu par ébullition du lait additionné de lactate de calcium. Le couteau ne coupait pas le caillé mais il le soulevait. Le tout se passait comme si le caillé n'était pas suffisamment lourd pour forcer le couteau à le traverser. Nous avons refait l'expérience en variant le taux de lactate de calcium, sans plus de succès. Nous avons remplacé le lactate par du chlorure de calcium anhydre, l'addition de ce sel donnant un caillé plus ferme et plus compact. Dans aucun cas nous n'avons pu mesurer la tension de notre caillé par ce procédé.

Dans toute la littérature américaine consacrée à ce sujet nous n'avons trouvé aucune description de la mesure du caillé d'un lait dont la caséine était floclée par fermentation ou addition d'un acide.

Devant notre échec, nous avons cherché une autre méthode nous permettant de déterminer les qualités du caillé obtenu en modifiant la teneur saline du lait.

Etude de la finesse des grains.

Si une basse tension du caillé améliore la digestion du lait, c'est parce que ce caillé se divise aisément en de fins floculats. En somme, c'est surtout la dimension des grains de floculation qui importe.

Lorsque la caséine flocule, elle insère dans les caillés les globules de graisse. La digestion des caillés dans l'estomac et le duodénum a lieu uniquement en surface. Plus cette surface est grande, plus rapidement et plus loin sera poussée la digestion protidique, donc, la liquéfaction de la caséine digérée. Cette liquéfaction libère la graisse incluse dans le caillé. Ces graisses peuvent ainsi être émulsionnées dans le duodénum et les savons alcalino-terreux sont dissouts par la bile. Si les caillés sont gros, la digestion est longue et incomplète, dans le duodénum les graisses emprisonnées ne peuvent être émulsionnées. La digestion ultérieure de la caséine au cours du transit intestinal libérera les graisses trop tardivement pour être émulsionnées et les savons calciques ne seront plus dissouts.

Action d'un dispersant.

Nous avons dit au début de cet article que pour obtenir une digestion aisée et parfaite de la caséine floculée par la simple ébullition du lait possédant l'anomalie Utrecht, il serait désirable d'ajouter avant le chauffage un dispersant-stabilisant agissant au moment de la floculation de la caséine. Le meilleur dispersant-stabilisant de la caséine floculée est l'empois d'amidon.

Cet empois d'amidon est préparé en portant à l'ébullition pendant 5 à 10 minutes l'amidon de maïs (maïzena) dans l'eau de coupage du lait.

Nous avons fait varier le taux de l'amidon et après divers essais nous avons constaté que les meilleurs résultats étaient obtenus en utilisant 2% d'amidon, calculé sur la quantité totale de la préparation.

Curd number test.

Afin de prouver que la digestion gastrique de la caséine floculée se fait en surface et que la digestion est proportionnelle à la division des grains, SPUR et WOLMAN ont imaginé un appareil assez ingénieux rappelant le mode de digestion gastrique.

WOLMAN chercha le moyen de mesurer la finesse des grains de la caséine floculée. Il parvint à fixer ces grains par le formol. Les caillots ainsi fixés sont rendus suffisamment fermes pour passer entre les mailles d'un tamis.

WOLMAN imagina un système permettant d'apprécier les dimensions moyennes des grains de caséine, en utilisant une batterie de

trois tamis, dont les mailles ont respectivement un demi-pouce, un dixième de pouce et un centième de pouce. Par un calcul ingénieux et simple, WOLMAN trouve le curd number de la préparation.

Nous avons adopté à notre étude le mode de calcul de WOLMAN.

Etant donné les très petites dimensions des grains de caséine obtenus lorsque nous coupons le lait avec un empois d'amidon, nous avons utilisé des tamis ayant des mailles distantes de 0 mm. 4, 0 mm. 2 et 0 mm. 1.

Nous avons utilisé la technique suivante :

A une quantité d'eau équivalant au tiers de la préparation totale, nous ajoutons 2% d'amidon et 2‰ de lactate de calcium que l'on porte à ébullition pendant 10 minutes, on ajoute les deux tiers de lait bouillant. On porte le mélange à l'ébullition que l'on maintient une minute en agitant vigoureusement. On ajoute la quantité d'eau nécessaire pour obtenir le volume primitif. On laisse refroidir.

Nous avons utilisé pour chacune de nos expériences 250 cm³. On divise la quantité en fractions de 50 cm³ auxquelles on ajoute 5 millilitres de formol (40 % de formaldéhyde). Après avoir laissé séjourner quarante-huit heures, on dilue chacune des fractions avec de l'eau pour obtenir un litre. On filtre à travers la batterie des trois tamis. On fait encore passer trois litres d'eau et on recueille séparément, sur de petits filtres tarés, le précipité retenu par chaque tamis, ainsi que celui qui, ayant traversé le tamis le plus fin, est recueilli dans un bassin ou plateau.

On laisse sécher les précipités pendant trois ou quatre jours jusqu'à ce qu'ils aient atteint un poids qui ne varie plus que de quelques milligrammes et on introduit ces poids en taux pour cent du précipité total dans la formule suivante :

$1 a + 2 b + 3 c + 4 d$ = le nombre caractéristique du caillé.

a = le taux pour cent du précipité total rendu par le tamis à mailles de 0 mm. 4.

b = le taux pour cent du précipité total rendu par le tamis à mailles de 0 mm. 2.

c = le taux pour cent du précipité total rendu par le tamis à mailles de 0 mm. 1.

d = le taux pour cent du précipité total recueilli dans le bassin.

Ce calcul est tout empirique, mais il permet aisément de comparer la finesse du grain de floculation de la caséine lorsqu'on fait varier les éléments de la préparation.

$a + b + c + d$ = 100 ou le précipité total.

L'addition : $1 a + 2 b + 3 c + 4 d$ peut donner un chiffre variant entre 100 et 400.

Si l'addition donne 100, c'est que tout le précipité est retenu sur le tamis à larges mailles: le caillé serait très grossier. Si l'addition donne 400, c'est que tout le précipité a passé à travers le tamis le plus fin et fut recueilli dans le bassin: nous aurions donc le caillé idéal.

Les résultats obtenus variaient entre 100 et 400. Plus le caillé est fin, plus son nombre caractéristique se rapproche de 400.

Remarque. — Toutes les mesures de volume du lait et des préparations ont été faites avec des cylindres gradués, ce qui explique certaines différences assez importantes, notamment pour le poids total des protéines précipitées; ces différences n'ont pas grande importance du fait que, dans l'expression du nombre caractéristique du caillé, les poids des précipités retenus dans les tamis sont exprimés en taux pour cent du poids total de précipité.

Les pesées des précipités sont faites au milligramme.

Le nombre caractéristique est exprimé en unités. Ils sont exacts à $\pm 0,5$.

Nombre caractéristique du caillé.

Nous avons recherché le nombre caractéristique du caillé en utilisant successivement du lait frais de ferme, du lait de laiterie pasteurisé, du lait de laiterie homogénéisé pasteurisé et du lait homogénéisé concentré et stérilisé.

Lait frais de ferme

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plateau (%)	N. C. Nombre caractéristique du caillé
3 octobre	2.594	2,85	11,22	76,8	9,10	292
	2.614	2,52	12,20	74,37	10,90	293
	2.746	2,18	10,44	80,73	6,63	292
12 octobre	2.106	1,80	3,47	83,71	11,00	304
	2.043	1,61	3,38	74,59	20,41	314
	2.123	0,8	11,16	74,00	14,03	291
	2.149	1,02	11,35	70,17	17,45	304
	1.886	1,60	4,40	73,91	20,62	315
	1.999	1,50	4,60	76,13	17,76	310

Moyennes : 3 octobre, 292 ; 12 octobre, 306.

Lait de laiterie pasteurisé.

Le lait de laiterie pasteurisé en couche mince nous est fourni frais tous les matins ; nous l'avons utilisé le jour de la livraison.

Dates	Précipi- té total (gram- mes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plteau (%)	N. C.
23 septembre	2.584	1,43	15,55	65,01	17,99	300
	2.511	1,39	15,49	64,56	18,55	300
	2.497	1,24	21,46	61,35	15,94	292
	2.451	1,22	16,44	67,19	15,13	296
	2.410	0,57	14,98	65,81	18,65	303
	2.370	0,46	14,00	67,97	17,55	303
	2.351	0,34	17,00	64,78	17,78	300
19 octobre	2.377	0,25	16,07	64,95	18,72	302
	2.359	0,89	22,16	61,14	15,75	292
	2.380	1,01	26,76	57,44	14,70	286
	2.348	0,68	24,14	60,35	14,81	289
	2.014	2,43	23,83	62,05	11,66	283
	2.103	2,23	21,68	62,76	13,33	287

Moyennes : 23 septembre, 299 ; 19 octobre, 287.

Lait de laiterie homogénéisé et pasteurisé.

Dates	Précipi- té total (gram- mes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plateau 1 (%)	N. C.
30 août	2.300	4,39	8,30	34,52	52,69	335
	2.130	3,33	7,93	55,53	33,19	319
	2.196	4,73	7,42	41,21	46,63	330

Moyennes : 30 août, 328.

Lait homogénéisé concentré stérilisé.

C'est le lait concentré non sucré livré en boîtes (Lait Libbys).
Nous avons dilué ce lait dans un volume égal d'eau.

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plateau (%)	N. C.
2 septembre	2.955	3,21	5,99	31,84	58,98	347
	2.826	3,32	5,98	32,55	59,13	345
	3.087	3,82	5,68	36,40	54,14	341
14 septembre	2.568	3,62	9,03	22,81	64,56	348
	2.652	3,02	8,89	25,94	62,14	347
	2.687	3,38	9,56	30,70	56,34	334
16 septembre	2.890	5,37	10,18	34,88	49,56	329
	2.712	7,30	9,73	35,91	47,05	323
	2.822	5,30	10,77	34,33	49,61	328

Moyennes : 2 septembre, 344 ; 14 septembre, 343 ; 16 septembre, 327.

Conclusions

Les curd number nous ont donc donné les moyennes suivantes :

Lait de ferme	292 à 309
Lait de laiterie pasteurisé	287 à 299
Lait de laiterie homogénéisé	328
Lait concentré homogénéisé et stérilisé	327-341 à 343

Il n'y a donc pratiquement pas de différence au point de vue de la finesse des grains de caséine entre le lait de ferme et le lait pasteurisé de laiterie. Les grains obtenus avec du lait homogénéisé sont nettement plus fins.

Le lait coupé d'eau.

Nous avons recherché si l'addition d'eau au lait avait une influence sur la diminution des grains.

Nous avons, le même jour, avec le même lait, cherché le curd number en utilisant du lait entier et du lait coupé d'un tiers d'eau. Cette expérience fut tentée avec du lait pasteurisé de laiterie et avec du lait homogénéisé concentré et stérilisé.

Lait pasteurisé en bouteilles.

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plateau (%)	N. C.
4 novembre. Lait coupé.	2.356	1,06	16,04	72,92	10,01	292
	2.348	1,19	18,44	62,48	17,88	297
	2.292	1,17	17,44	68,63	12,83	293
Lait non coupé	2.370	5,99	35,15	50,21	8,65	262
	2.484	6,51	35,66	47,70	10,10	261

Moyennes : lait coupé, 294 ; lait non coupé, 261,5.

Lait homogénéisé.

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plateau (%)	N. C.
2 septembre. Lait coupé .	2.955	3,21	5,99	31,84	58,98	347
	2.826	3,32	5,98	32,55	58,13	345
	3.002	3,82	5,68	36,40	54,14	341
Lait non coupé	3.634	3,33	6,30	36,98	53,38	340
	3.726	3,22	6,79	26,30	63,68	350
	3.893	3,77	6,16	28,10	61,95	348

Moyennes : lait coupé, 344 ; lait non coupé, 346.

Conclusions

Lorsqu'on utilise du lait pasteurisé, l'addition d'eau améliore la finesse des grains ; lorsqu'on emploie du lait concentré homogénéisé, l'addition d'eau n'affecte pas la finesse du caillé.

Le taux de l'amidon.

Nous avons recherché le taux optimum d'amidon, transformé en un empois parfait, qui provoquait la plus grande finesse des grains.

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	N. C.
18 août. Lait coupé . 2% d'amidon	1.645	2,07	8,27	89,66	288
	1.839	2,17	9,03	88,79	287
	1.869	1,87	7,65	90,47	289
	2.106	2,84	51,04	46,10	243
1% d'amidon	2.075	2,65	47,90	49,44	246
	2.084	2,79	51,87	45,39	243
	2.300	3,35	25,43	71,22	268
23 août. Lait non coupé 2% d'amidon	2.207	3,17	28,41	68,42	265
	2.284	3,15	25,26	71,58	268
	2.596	7,78	67,83	24,38	217
1,5% d'amidon	2.734	7,94	68,06	23,99	216
	2.553	52,96	41,56	5,48	153
	2.564	54,44	40,00	5,57	151
1% d'amidon	2.610	50,15	43,71	6,13	156

Moyennes : lait coupé-amidon 2%, 288 ; 1%, 244 ; lait non coupé-amidon 2%, 268 ; 1,5%, 216,5 ; 1%, 153.

Conclusion

Le taux de 2% d'amidon provoque les grains les plus fins. Lorsqu'on dépasse le taux de 2% d'amidon, la préparation n'est plus assez fluide pour passer à travers le trou normal d'une tétine.

Influence de l'agitation.

Nous avons recherché si après le mélange du lait à l'empois d'amidon il était encore nécessaire d'agiter vigoureusement la préparation pendant le temps d'ébullition.

Nous avons divisé une préparation en deux parties immédiatement après l'addition du lait à l'empois d'amidon ; une partie est chauffée sous forte agitation, l'autre est placée au bain-marie bouillant sans agitation

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	N. C.
18 août. Avec agitation	1.645	2,07	8,27	89,66	288
	1.839	2,17	9,03	88,79	287
	1.869	1,87	7,65	90,47	289
Sans agitation	2.209	73,88	17,24	8,87	135
	2.168	74,54	17,66	7,73	135
	2.102	72,16	19,55	8,28	136

Moyennes : avec agitation, 288 sans agitation, 135.

Conclusion

L'agitation énergique maintenue jusqu'à la fin de la préparation a une importance primordiale.

Remarque. — Dans ces dernières expériences, nous n'avons pas tenu compte du précipité qui traversait le tamis le plus fin. Ce précipité était pratiquement inexistant pour les préparations contenant 1 et 1,5% d'amidon, et pour le lait préparé sans agitation.

Addition du lait chaud ou froid.

Nous avons recherché s'il y avait avantage à ce que le lait soit ajouté chaud ou froid à l'empois d'amidon.

Dates	Précipité total (grammes)	Tamis n° 4 (%)	Tamis n° 2 (%)	Tamis n° 1 (%)	Plateau (%)	N. C.
23 septembre (lait ajouté froid)	2.584	1,43	15,55	65,01	17,99	300
	2.511	1,39	15,49	64,56	18,55	300
	2.497	1,24	21,46	61,35	15,94	292
	2.451	1,22	16,44	67,19	15,13	296
23 septembre (lait ajouté chaud)	2.410	0,57	14,98	65,81	18,65	303
	2.370	0,46	14,00	67,97	17,55	303
	2.351	0,34	17,00	64,78	17,78	300
	2.377	0,25	16,07	64,95	18,72	302
19 octobre (lait ajouté froid)	2.359	0,89	22,16	61,14	15,76	291
	2.380	1,01	26,76	57,44	14,70	286
	2.348	0,68	24,14	60,35	14,81	289
19 octobre (lait ajouté chaud)	2.014	2,43	23,83	62,05	11,66	283
	2.103	2,23	21,68	62,76	13,33	287

Moyennes : 23 septembre (lait ajouté froid), 297 ; (lait ajouté chaud), 302.

Moyennes : 19 octobre (lait ajouté froid), 289 ; (lait ajouté chaud), 285.

Conclusion

Il est donc indifférent d'ajouter à l'empois d'amidon le lait chaud ou froid.

CONCLUSIONS

Nous avons recherché quel était le meilleur mode et le plus simple de préparer du lait possédant l'anomalie Utrecht dont la caséine floclée en grumeaux très fins est dispersée et stabilisée dans la masse.

Notre but essentiel était de préciser quelles étaient les doses optima de sel de calcium et d'amidon qu'il faut ajouter au lait pour obtenir par une simple ébullition les caillés les plus fins.

Cette addition permet, par une simple ébullition, de réaliser une floculation de la caséine, semblable à celle obtenue par l'addition d'un acide (lait de Marriott) ou par fermentation lactique (babeurre). La préparation d'un lait acide par addition d'acide lactique ou citrique à du lait frais est une opération difficile. Elle doit être faite au bain-marie à 37° et prend au moins une demi-heure si on veut éviter la formation de gros grumeaux.

Même une diététicienne expérimentée « rate » fréquemment cette préparation, la précipitation de la caséine se produisant en gros grumeaux. Le babeurre, ou lait acidifié par fermentation lactique, ne peut être préparé que dans une cuisine de diététique ou dans une laiterie spécialisée.

De nos expériences nous pouvons conclure que pour obtenir la meilleure précipitation en fins grumeaux, il faut ajouter au lait un tiers d'eau, deux pour cent d'amidon (maïzena) et deux pour mille de lactate de calcium ou deux et demi pour mille de gluconate de calcium.

Toute mère, même peu intelligente ou peu adroite, est capable de réaliser cette préparation extrêmement simple et très bon marché. Il suffit de prescrire des petits paquets de 1 gr. 80 de lactate de calcium ou de 2 gr. 25 de gluconate de calcium qui seront préparés par le pharmacien. Un paquet pour 900 cm³ de la préparation terminée.

La préparation du régime est aisée : prendre 300 cm³ d'eau, ajouter 18 grammes d'amidon (maïzena) et un paquet obtenu du pharmacien ; porter à ébullition pendant dix minutes pour obtenir un bon empois. Ajouter 600 cm³ de lait et 45 grammes de sucre, porter à ébullition une minute en agitant avec une cuiller en bois ou un fouet à crème. La caséine se caille en très fins grumeaux. Ajouter la quantité d'eau nécessaire à refaire 900 cm³. Les grumeaux sont plus fins lorsque l'on utilise du lait homogénéisé.

Expérience clinique.

Nous avons nourri, avec d'excellents résultats, plusieurs milliers de nourrissons en utilisant cette préparation.

Au début, nous ne prescrivions cette préparation qu'aux enfants qui digéraient mal le mélange classique de lait coupé enrichi de glucides. Actuellement c'est devenu dans le service la prescription de routine pour tous les nourrissons privés de lait maternel.

Nous débutons généralement par une dose de 150 cm³ par kilogramme de poids ; 150 cm³ apportent environ 100 calories et 3 gr. 3 de protides. Cette dose n'est donnée que le quatrième jour. Les premiers jours la préparation est coupée de doses décroissantes d'eau additionnée de 5 % de dextrine maltose afin d'habituer l'enfant à ce régime.

Cette préparation convient non seulement aux nourrissons bien portants, mais également à de nombreux dyspeptiques et vomisseurs non atteints de sténose organique.

Les recherches que nous avons effectuées en pratiquant de nombreux bilans de graisses et l'examen systématique de l'amidon dans les selles nous ont montré que cette préparation est parfaite-

ment digérée par les nourrissons dès l'âge d'un mois à six semaines.

La petite dose de calcium apportée quotidiennement aux nourrissons par cette préparation ne peut aucunement leur être nuisible, elle est très probablement utile.

(Travail du Centre de Recherches sur la Nutrition Infantile, subventionné par l'Institut pour l'encouragement de la Recherche Scientifique dans l'industrie et l'agriculture.)

BIBLIOGRAPHIE

- R. ASCHAFFENBURG. Surface activity and proteins of Milk. *Journal Dairy Research*, t. XIV, n° 11, p. 739.
- H. BANNENBERG et W. VAN DEN HOECK. De Formoltitratie. *The Netherland Milk and Dairy Journal*, t. III, n° 3, juillet-septembre 1949, p. 162.
- J. BRENNEMANN. The curd and the buffer in infant feeding. *J.A.M.A.*, t. XCII, n° 36, 4 février 1929.
- A. P. COLE. New apparatus for determining curd character of milk. *Milk Plant Monthly*, t. XXIV, 24 janvier 1935, p. 24.
- COUNCIL OF FOOD OF THE A.M.A. The nutritional significance of the curd tension of milk. *J.A.M.A.*, 12 juin 1937, p. 2040 et 19 juin 1937, p. 2122.
- F. DOAN. Soft curd milk. *Journal of Dairy Science*, t. XXI, n° 11, 1938, p. 739.
- F. DOAN et C. FLORA. Comparative digestibility of some soft milk in vitro. Bulletin 380, *Pennsylvania Agricultural Experiment Station*, avril 1939.
- F. DOAN et Cie. Final Report of Committee on methods of determining the curd tension of milk. *Journal of Dairy Science*, vol. XXIV, n° 9, septembre 1941, p. 825.
- D. ESPE et J. DYE. Effect of curd tension on the digestibility of Milk. *Amer. Journal of Dis. of Children*, t. XLIII, janvier 1932, p. 62.
- F. GERNSHEIM. Die kulkramilch. *Münchener Mediz. Wochsch.*, t. XXVIII, 1927, p. 1184.
- J. HESS, H. PONCHER, H. WADE et J. RICEWASSER. Cow milk treated by base exchange for infant feeding. *Amer. Journal Diseases of Children*, t. LX, septembre 1940, p. 535.
- R. HILL. Soft, curd milk : nature's food for infants. *Archives of Pediatrics*, juillet 1931, p. 417.
- R. HILL. A test for determining the character of the curd from cows' milk and its application to the study of curd variance as index to the food value of milk for infants. *Journal of Dairy Science*, t. VI, n° 6, 1923, p. 509.
- R. HILL. A decade and a half of soft curd milk. *Studies Utah Agricultural Experiment Station*, juin 1933.
- A. LATAIX. Contribution à l'étude de la réfractométrie des lacto-sérums. *Le Lait*, t. IX, n° 85, mai 1929, p. 474.
- E. LESNÉ et Sol. G. DREYFUS. L'utilisation du lait calcique dans la diététique de la première enfance. *Société Pédiatrie*, Paris. Séance du 11 juillet 1933.
- M. LUST. Traité de diététique du nourrisson. Masson. Paris, 1947.
- D. MILLER. The determination of curd tension by the use of hydrochloric

- acid pepsin coagulant. *Journal of Dairy Science*, t. XVIII, avril 1935, p. 259.
- L. MOLL. Zur Ernährungstherapie des dyspeptischen Säuglings. *Wiener Med. Wochsch.*, t. XLII, n° 5, 1928, p. 3.
- C. NIERSTRASZ. Onderzoeking over Schiftende melk. *Landgouwk Tydschrift*, t. LIII, 1941, p. 70.
- Ch. PORCHER. et A. CHEVALIER. La répartition des matières salines dans le lait. Leurs relations physiques et chimiques avec les autres principes du lait. *Le Lait*, t. III, n° 2 et suivants, 1923, p. 98.
- Ch. PORCHER. La méthode synthétique dans l'étude du lait. Le lait au point de vue colloïdal. *Le Lait*, t. IX, n° 85 et suivants, 1929 et 1930, p. 449.
- Ch. PORCHER. Action des chlorures alcalino-terreux sur l'emprésurage. *Le Lait*, t. X, n° 93, mars 1930, p. 294.
- L. SEEKLES et W. SMEETS. Instability of milk due to an increased activity of calcium ions. *Nederlands Melk and Zuiveltydschrift*, t. I, n° 1, janvier 1947, p. 7.
- B. SPUR et J. WOLMAN. The curd number test. A method for testing the curdling qualities of milk. *Journal Dairy Science*, n° 5, mai 1942, p. 409.
- H. TENDELOO, A. MANS et Miss G. DE HOOGH. On the titration curve of skim milk. *The Netherlands Milk and Dairy Journal*, juillet-septembre 1949, p. 178.
- J. WOLMAN. Gastric digestive secretion in infancy and childhood. *Amer. Journal Med. Sc.*, décembre 1943, p. 770.

DEUX PROCÉDÉS SIMPLES POUR DÉPISTER L'ADDITION DE LAIT DE VACHE AU LAIT DE FEMME (1)

(Précipito-diagnostic au sulfate de cuivre ou
au sulfate de cadmium)

par

M^{me} F. ALISON

Parmi les différentes mesures de contrôle que doit subir le lait de femme recueilli dans les lactariums, celles qui visent au dépistage de la fraude par addition de lait animal ont suscité le plus de recherches. Dans une Revue générale parue en 1949 (2), J. LEGROS, de Liège, n'énumère pas moins de dix-huit procédés, dont seize sont des réactions chimiques. Un seul de ces procédés est ultrasensible, c'est l'épreuve de précipitation par sérum spécifique (JORDANOFF et KOSCHUCHAROFF). La préparation et la conservation de ce sérum sont assez délicates. D'autre part, il est utile de dégrais-

(1) *Archives françaises de Pédiatrie*, 1951, 8, 723.

(2) *Pédiatrie*, t. IV, n° 6, p. 561-569, 1949.

Mémoire parvenu à la Rédaction le 18 novembre 1949.