

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- S. NIEMCZYCKI et J. GA-
LECKI. — Conductibilité
électrique spécifique du
lait et nouveaux dispositifs
pour sa détermination . . . 1009
- L. PIKLER. — Raisons de l'a-
cidification des aliments
lactés infantiles. Contri-
bution au mode d'action
des laits acidifiés 1033
- H. D. KAY et F. K. NEAVE.
— Technique de l'épreuve
de la phosphatase 1041

Revue :

- G. GÉNIN. — Une méthode
précise pour la détermi-
nation du carotène dans le
fourrage 1049

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 1052
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés
savantes 1057

Bulletin bibliographique :

- 1^o Journaux, Revues, Sociétés
savantes 1081
- 2^o Brevets 1085

XI^e Congrès international de laiterie (Berlin, 21-28 août 1937) :

- M. HOMEN. — Mesures desti-
nées à garantir la compo-
sition et la qualité du lait et
des produits laitiers par la
voie de dispositions légales
et de règlements de police 1086

Documents et informations :

- Etude sur le marché du lait
en Allemagne 1093
- Institut National Agrono-
mique : Cours de contrôle
laitier et beurrier 1097
- Bibliographie internationale
d'Economie rurale (Rome) 1098
- Maladies dues au lait aux
Etats-Unis et au Canada 1099
- Beurre et margarine 1100
- Production de la margarine
au Danemark en 1937 . . . 1100
- Table des matières 1101
- Table des auteurs 1107
- Table des ouvrages analysés 1120

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE SPÉCIFIQUE DU LAIT ET NOUVEAUX DISPOSITIFS POUR SA DÉTERMINATION

par

STANISLAS NIEMCZYCKI et JULES GALECKI

Institut de Chimie générale

et de Lactologie de l'Académie de Médecine Vétérinaire à Lwow (Pologne)

Directeur : Prof. Dr. Stanislas Niemczycki.

La lutte contre la mammité streptococcique chronique devient de plus en plus urgente étant donné les pertes économiques énormes causées par cette maladie bovine et aussi étant donné les dangers

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

qu'elle représente pour la santé publique. De pair avec cette lutte marche le développement des méthodes servant au dépistage de la mammite streptococcique chronique parmi lesquelles la mesure de la conductibilité électrique du lait occupe une place importante. Ce procédé a été primitivement destiné à déceler le mouillage frauduleux du lait. L'eau pure montre une grande résistance au courant électrique, qui diminue si on dissout dans l'eau une certaine quantité d'électrolytes ; cette résistance sera d'autant plus faible que la concentration des molécules dissociées augmentera. Le lait contient, dans son sérum, des électrolytes et, par conséquent, sa résistance est beaucoup plus petite que celle de l'eau pure. Ainsi l'addition de l'eau pure au lait augmente la résistance électrique spécifique de ce liquide proportionnellement à la quantité d'eau ajoutée. Telle est l'origine de l'emploi de la détermination de la conductibilité électrique spécifique du lait pour la découverte du mouillage. La simplicité autant que la rapidité du procédé donnaient de grandes espérances, mais la pratique a montré les inconvénients qui sont plus nombreux que les avantages. Le premier inconvénient est dû aux écarts, par trop considérables, de la conductibilité spécifique du lait normal, ceux-ci pouvant atteindre $38,69.10^{-4}$ — $62,99.10^{-4}$, de sorte qu'il est impossible d'affirmer un mouillage même de 40% sur un lait normal. Un autre inconvénient est que le mouillage se fait avec de l'eau contenant une quantité plus ou moins forte d'électrolytes et non avec de l'eau pure, de sorte qu'il est impossible de connaître l'augmentation de la résistivité correspondant à un mouillage déterminé (1). TILLMANNS et OBERMEIER (2) font remarquer à ce sujet que l'eau utilisée pour la fraude peut avoir une conductibilité égale à celle du lait et laisser au mélange une conductibilité normale. Ainsi, l'influence de l'eau additionnée peut être différente suivant sa concentration en électrolytes ; la conductibilité du lait peut rester inaltérée ou peut être diminuée et même augmentée.

Pour ces raisons, la mesure de la conductibilité électrique du lait n'est plus employée pour la détermination du mouillage. La mesure de la conductibilité électrique du lait a trouvé cependant d'autres emplois, spécialement dans la recherche des laits pathologiques.

Le lait a sa conductibilité électrique spécifique

Cette conductibilité dépend, à une température donnée, de la qualité des ions et de leur concentration, et, particulièrement, de

(1) STROHECKER : *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel*, 1925, t. XLIX, p. 342.

(2) *Ibidem*, t. XL, 1920, p. 23.

la concentration du chlorure de sodium ; si la concentration de celui-ci augmente, la conductibilité spécifique s'élève rapidement.

Grâce aux travaux remarquables de Ch. PORCHER, nous savons quel rôle jouent les chlorures dans le lait. Rappelons la classification des composants du lait, selon leur signification et leur origine, introduite ingénieusement dans la science par cet illustre savant :

<i>Molécules élaborées</i> résultant du travail propre de la cellule mammaire.	} Essentiellement caractéristiques de la sécrétion lactée.	} Glycérides à acides gras volatils solubles et insolubles dans l'eau (C ₄ , C ₆ , C ₈ , C ₁₀) lactose, acide citrique, caséine.
	} Non vraiment caractéristiques (si ce ne sont leurs proportions).	
<i>Molécules non élaborées.</i> Ne sont pas particulières au travail de la cellule mammaire.	}	} Albumine et globuline. } Azote non protéique. } Chlorure de sodium.

Cela nous paraît nécessaire pour mieux comprendre les considérations qui suivront.

Le lait est, de toutes les sécrétions de l'organisme animal, la seule qui reste en équilibre osmotique avec le sérum sanguin ; cet équilibre a son expression en une égalité des points de congélation de ces deux liquides et nous savons que la fixité du point de congélation du lait ($\Delta t = -0,555^{\circ}$) sert de base à une méthode d'appréciation du mouillage du lait.

La pression osmotique du lait dépend de l'ensemble des constituants dissous, entre lesquels lactose et chlorure de sodium jouent un rôle principal. Le chlorure de sodium effectue la compensation de l'équilibre osmotique ; lorsque le lactose diminue, le taux de chlorure de sodium s'élève.

Cette compensation se réalise à chaque instant, quand le fonctionnement des cellules mammaires est entravé par la rétention ou devient anormal à cause de l'infection ; dans ces cas, le taux des molécules non élaborées augmente et le taux des molécules élaborées diminue. Nous ne pouvons faire mieux que de citer littéralement l'opinion de Ch. PORCHER (1) : « Le chlorure de sodium dans le lait est un élément des plus variables. Il ne dépend pas immédiatement de l'alimentation et sa plus ou moins grande abon-

(1) ROGER : *Traité de Physiologie normale et pathol.* La sécrétion lactée, t. XI, p. 349. Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1927.

dance dans le lait découle d'un processus purement physique : la régulation de l'équilibre osmotique. Ce sel doit être nettement séparé des autres matières minérales : citrates, phosphates, alcalino-terreux et phosphates alcalins, dont la présence dans le lait a des rapports étroits avec le fonctionnement spécifique du tissu mammaire. »

Selon la conception ingénieuse de Ch. PORCHER, le lactose est un élément du lait caractéristique, élaboré par la cellule mammaire, pendant que le chlorure de sodium représente des molécules non élaborées, qui passent du sérum sanguin au lait ; mais ce passage ne s'effectue pas d'une manière libre et dépend étroitement de la concentration du lactose.

Ch. PORCHER nous a dit (1) : « Le chlorure de sodium, dans le lait, est le redresseur de l'isotonie aussi bien à l'état normal qu'à l'état pathologique. Lorsque, pour une raison quelconque : troubles passagers ou durables de la sécrétion mammaire, rétention provoquée ou non, le taux du lactose vient à laisser dans le lait, on voit celui du chlorure de sodium s'élever pour assurer la régulation de l'équilibre osmotique, pour sauvegarder la concentration moléculaire du lait, que la diminution du lactose rendait déficiente. Et il y a une si grande régularité dans ce phénomène que, molécule pour molécule, l'ionisation du chlorure de sodium étant laissée de côté, ce dernier sel vient se substituer au lactose disparu. »

La conséquence de cette substitution est l'accroissement rapide de la conductibilité électrique du lait : ce qui sert de base à la détection du lait anormal.

La mammite amène un changement dans la composition du lait et ce sont les constituants caractéristiques, que fabriquent les cellules mammaires, qui vont diminuer pendant que les taux des constituants non caractéristiques vont s'élever et, en particulier, le taux du chlorure de sodium.

Si la méthode doit constituer un moyen dans la lutte contre la mammite streptococcique, ces dispositifs doivent être tels qu'on puisse les adapter facilement sur le lieu de production et qu'ils soient facilement accessibles.

Cette idée a été poursuivie par plusieurs auteurs et notre travail a pour but d'apporter une modification au procédé de V. GERBER (2), modification que nous avons jugée nécessaire et utile pour le rendre plus simple et plus précis.

LA CONDUCTIBILITÉ SPÉCIFIQUE DU LAIT

La méthode est basée sur la détermination de la conductibilité spécifique du lait. La conductibilité électrique spécifique, c'est

(1) *Ibidem*.

(2) *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel*, t. LI, 1926, p. 336.

la conductibilité d'une colonne d'électrolyte ayant une section égale à 1 cm^2 et une longueur de 1 centimètre. Nous désignons la conductibilité spécifique par κ .

La conductibilité spécifique, à une température donnée, dépend de la nature des ions et de leur concentration. Dans le lait, elle dépend surtout de la concentration du chlorure de sodium ; la conductibilité spécifique du lait augmente avec son acidification ; cette augmentation s'interprète par la concentration croissante de l'acide lactique au cours de la fermentation lactique ; l'acide lactique dissout une petite quantité de phosphate tricalcique et par conséquent augmente la concentration en électrolytes du lait et la conductibilité spécifique croît. LESAGE et DONGIER (1) font remarquer à ce sujet que la résistance électrique d'un lait étant 254 ohms immédiatement après la traite n'est plus que 203 ohms 48 heures ensuite.

Si l'on vient à modifier artificiellement la composition du lait par addition d'eau et par addition de conservateurs chimiques, on provoque de grandes variations de la conductibilité. On peut constater que les conservateurs et neutraliseurs chimiques, comme le borate de soude, le bichromate de soude, le bicarbonate de soude, élèvent rapidement la valeur de κ .

La conductibilité spécifique du lait dépend aussi directement des composants du lait non électrolytes ; si le taux du lactose et des composants protéiques augmente, κ diminue, parce que, avec l'accroissement de la concentration du lactose, la concentration du chlorure de sodium diminue en rapport avec la constance de la pression osmotique. La graisse et les constituants protéiques entravent les mouvements des ions, mais les variations résultantes des κ sont minimes.

Bien entendu la méthode du dépistage des mammites, totales ou partielles, basée sur la conductibilité spécifique, ne peut pas donner des résultats utiles avec un mélange de laits ; elle doit être appliquée au lait frais aussitôt après la traite contrôlée, à la sécrétion totale d'une mamelle ou à la sécrétion séparée de chaque quartier d'une mamelle ; seulement, dans ces conditions, on peut être sûr que les données sont exactes et on peut en tirer des conclusions sur l'état de santé d'une mamelle ou de ses quartiers et procéder éventuellement à leur guérison.

Pour tirer des conclusions, il faut s'appuyer sur les écarts de la valeur κ pour les laits normaux provenant des mamelles saines et fixer la conductibilité limitée maximum déduite d'un matériel d'expérience abondant. Les données de la littérature relative à ce sujet ne sont pas assez abondantes, mais néanmoins la limite

(1) C. R. de l'Acad. des sciences, mars 1902.

maximum s'esquisse. THÖRNER (1) indiqua que la valeur de κ oscillait entre 50.10^{-4} – $55,55.10^{-4}$ (17° C.) ; LESAGE et DONGIER (2) trouvent la valeur de κ variant de $43,29.10^{-4}$ à $50,66.10^{-4}$ ($16,7^{\circ}$ C.) ; SCHNORF (3) fixe la valeur de κ à $50,28.10^{-4}$ à la température de 25° C. après avoir expérimenté sur 3.730 échantillons ; les écarts étaient de $38,6.10^{-4}$ à $62,9.10^{-4}$; BINAGHI (4) indique les chiffres suivants sur 36 échantillons de lait pur, à la température de 25° C. :

Lait de brebis, $49,43.10^{-4}$ à $51,72.10^{-4}$: moyenne $50,40.10^{-4}$.

Lait de vache, $47,97.10^{-4}$ à $49,78.10^{-4}$: moyenne $48,70.10^{-4}$.

Lait de chèvre, $47,01.10^{-4}$ à $49,76.10^{-4}$: moyenne $49,00.16^{-4}$.

STROHECKER (5) indique une conductibilité spécifique du lait normal de mélange variant entre $45,00.10^{-4}$ et $50,00.10^{-4}$ (18° C.) et fait remarquer que les valeurs supérieures dénoncent un trouble de la sécrétion. J. KRENN (6) fait remarquer que la conductibilité électrique du lait peut rendre de nombreux et précieux services, aussi bien au point de vue chimique qu'au point de vue de l'hygiène ; cet auteur affirme que les laits ayant une conductibilité spécifique supérieure à 46.10^{-4} (18° C.) provenaient de vaches malades à sécrétion lactée anormale ; il confirme la méthode en l'appliquant à des troupeaux de races variées et en contrôlant les résultats par un examen vétérinaire. GERBER (7) fixe la valeur maximum de κ pour les laits de vaches de races des hauteurs à 53.10^{-4} (25° C.) qui correspond bien à la valeur limite de KRENN si on tient compte de la différence de température. DANNHOFER et MOSER (8) fixent la valeur de κ pour les laits de vaches de races de plaine à 54.10^{-4} (18° C.). Enfin le Codex alimentaire suisse interdit la vente du lait ayant un κ supérieur à 60.10^{-4} (25° C.).

Les valeurs limites maxima, fixées par les différents auteurs varient entre 53.10^{-4} et 63.10^{-4} (25° C.) ; il est donc difficile de choisir une valeur limite discernant les laits normaux des laits pathologiques ; en prenant une valeur limite trop haute, on risque de qualifier de normal un lait pathologique et inversement en cas d'une limite trop basse ; il y a certainement une zone renfermant les laits normaux et les laits pathologiques et ce n'est qu'en fran-

(1) *Chem. Ztg.*, t. XV, 1891, p. 1673.

(2) C. R. de l'Acad. des sciences, Paris, mars 1902.

(3) Dissert. Zürich, 1904.

(4) *Rev. gen. du lait*, janvier 1911, t. VIII, p. 417.

(5) *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs und Genussmittel* t. XLIX, 1925, p. 342.

(6) *Zeitschr. f. Untersuchung d. Lebensmittel*, t. LIX, 1930, p. 32 (Congrès international de Laiterie à Copenhague 1931) ; t. LXIX, 1935, p. 509 ; *Zeitschr. f. angew. Chemie*, t. XLII, 1929, p. 202 ; t. XLV, 1932, p. 171.

(7) *Zeitschrift f. Untersuchung der Lebensmittel*, t. LIV, 1927, p. 257.

(8) J. KRENN : *Zeitschrift f. angew. Chemie*, t. XLV, 1932, p. 171.

chissant cette zone qu'on peut tirer une conclusion sûre. Par bonheur, en cas de troubles du fonctionnement de la mamelle, les écarts en haut sont si marqués qu'ils franchissent les limites de l'incertitude.

La méthode de Kohlrausch

Cette méthode est la plus souvent employée, c'est la méthode classique et la plus précise.

Le dispositif ordinairement employé est celui connu sous le nom de « pont de *Wheatstone* » ; ce dispositif est représenté par le schéma fig. 1 ; la ligne AB représente un fil de résistance de longueur de 1 mètre, tendu le long d'une échelle divisée en millimètres ; sur ce fil glisse le contact C. Ce fil doit avoir la même section pendant toute sa longueur pour que tous les secteurs aient la même résistance. Pour s'en assurer, il faut le calibrer par exemple suivant la méthode de Strouhal et Barus. Aux deux extrémités du fil on

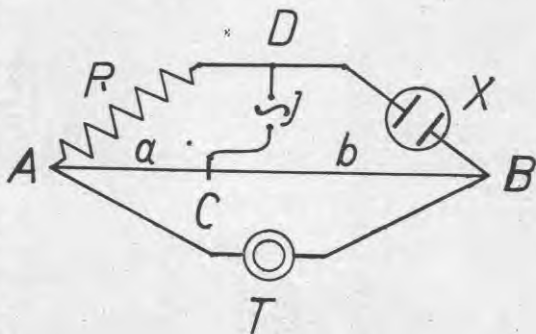


Fig. 1.

branche, d'un côté, le téléphone T et, de l'autre, une résistance de comparaison (rhéostat à tampons) et une résistance à mesurer X (vase électrode). Entre le rhéostat, le vase électrode (au point D) et le contact C on introduit la source d'un courant alternatif, par exemple l'inducteur J.

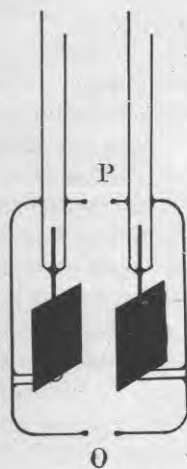


Fig. 2.

Le vase électrode se compose de deux électrodes constituées ordinairement par de petites plaques de platine placées dans un récipient en verre, protégeant les électrodes contre toute détérioration et ayant deux petits orifices ; les électrodes sont recouvertes de noir de platine pour en augmenter la surface et en diminuer la polarisation (fig. 2). Pour platiniser les électrodes il suffit d'immerger le vase électrode dans une solution à 3% de chlorure de platine (K_2PtCl_6) contenant 1/40% d'acétate de plomb ($PbC_4H_6O_4$) et de relier les lames aux pôles d'une batterie d'accumulateurs de 4 volts ; on fait

passer le courant pendant quelques minutes en changeant la direction du courant une fois par minute, jusqu'à ce que les lames soient parfaitement noires. Après un rinçage minutieux on conserve le vase plongé dans l'eau distillée.

Le vase électrode relié à un bouchon sera introduit dans une éprouvette contenant le lait à essayer. Les électrodes doivent être complètement immergées ; le lait entre par l'ouverture O (en bas) en poussant

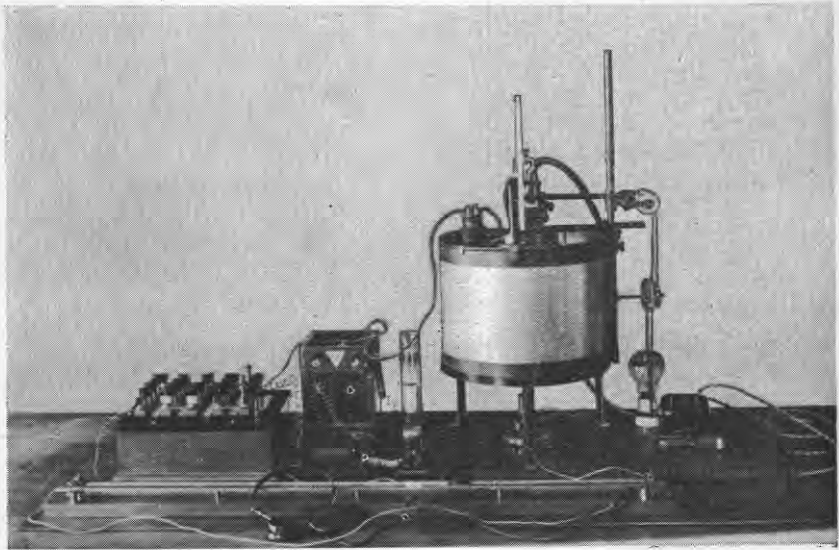


Fig. 3.

l'air qui sort par l'ouverture P (en haut) dans la partie supérieure du vase. En plongeant plusieurs fois le vase dans le lait on le mélange parfaitement. Les électrodes doivent être stabilisées pour qu'elles ne puissent pas changer d'écartement. L'éprouvette contenant le lait (fig. 3) sera ensuite placée dans un thermostat à température constante (par exemple 25° C.) ; la constance de la température est très importante, parce que la valeur de α dépend sensiblement de la température.

La mesure elle-même est très simple ; on fait jouer l'inducteur et on glisse le contact C jusqu'au point « minimum » ; à ce point, le téléphone ne rend aucun ton, tandis qu'il bourdonne de plus en plus fort si l'on éloigne à droite ou à gauche ; ordinairement on cherche dans le voisinage du « minimum » deux points, donnant un bourdonnement égal et le point moyen donne le « minimum ».

Supposons que nous ayons trouvé le minimum à un point éloigné

du point A de « a » millimètres ; alors selon la loi de KIRCHHOFF nous aurons la proportion :

$$R : x = a : b \quad 1)$$

où R signifie la résistance prise du rhéostat en ohms, x représente la résistance à mesurer de la colonne de lait entre les électrodes. Le fil conducteur AB ayant une longueur de 1.000 millimètres, nous avons :

$$b = 1.000 - a$$

On choisit la résistance R telle que le minimum se trouve dans le voisinage du centre du fil AB, parce que dans ce cas on commet une erreur minime en fixant le point a. De la proportion 1) on tire la valeur de x :

$$x = \frac{R \cdot b}{a} = \frac{R (1.000 - a)}{a}$$

La conductibilité étant l'inverse de la résistance, la conductibilité L de la colonne de lait renfermée entre les électrodes est :

$$L = \frac{1}{x} = \frac{a}{R (1.000 - a)}$$

Si l'on veut calculer x il faut multiplier L par une constante K, qui dépend de la surface des électrodes et de leur distance, on a alors :

$$x = K \cdot L = \frac{K \cdot a}{R (1.000 - a)} \quad 2)$$

Nous obtenons K en plongeant le vase électrode dans une solution de n/10 ou n/50 de chlorure de potassium à la température à laquelle nous voulons effectuer les mesures de x. En connaissant x de ces solutions, par exemple à la température de 25° C.,

$$\begin{array}{ll} n/10 \text{ KCl} & x = 0,01283 \end{array}$$

on choisit une résistance adéquate, on cherche le minimum, on lit « a » et on calcule K ; on le doit vérifier de temps en temps.

Après avoir une première fois trouvé le minimum, on mélange le lait et on vérifie une seconde fois la position de ce minimum ; un changement de cette position dénoncerait un changement de la température du lait et du thermostat. Dans ce cas on attend encore un peu et on répète la mesure. Dans le cas où une exactitude plus grande serait exigée, on effectuerait trois mesures avec différentes R et on prendrait la moyenne des trois valeurs obtenues de x.

Les mesures finies, on verse le lait et on rince l'éprouvette et le vase électrode avec un nouvel échantillon de lait, puis on procède comme auparavant. La mesure dure 10-15 minutes, mais si on chauffe

l'échantillon étudié à la température du thermostat le temps nécessaire à la mesure se réduit de quelques minutes.

Après examen de tous les échantillons, on nettoie le vase électrode en le plongeant dans de l'eau tiède ; ou, si cela est nécessaire, dans un mélange de bichromate de soude et d'acide sulfurique, et, après un rinçage parfait à l'eau, on le conserve dans de l'eau distillée.

Cette méthode est exacte mais elle est trop coûteuse, parce qu'elle exige un rhéostat à tampons et un thermostat. Plusieurs auteurs se sont efforcés d'y remédier. Les uns adoptent une résistance de comparaison constante R et se contentent d'une seule mesure effectuée à une température donnée. D'autres travaillent à différentes températures et appliquent des corrections approximatives appropriées à la température. Le dernier procédé a été recommandé par G. ROEDER (1). Voici le schéma de sa construction (fig. 4) :

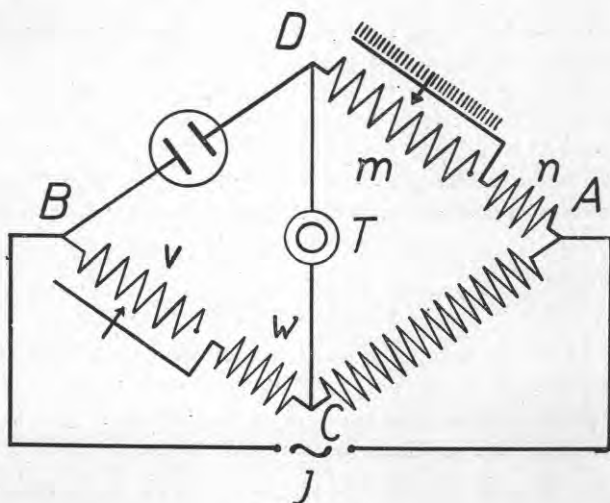


Fig.4.

Au lieu du fil ACB nous avons ici une résistance constante AC et une résistance BC composée d'une partie constante w et d'une résistance de réglage v . La résistance de comparaison AD (ou R) se compose d'une partie constante n et d'une résistance de réglage m . Si l'on entreprend la mesure à une température définie le contact de la résistance v reste immobile et en changeant la résistance m on trouve le minimum. Le long de la résistance du réglage est allongée une échelle qui ne donne pas la résistance, mais directement la valeur de la conductibilité spécifique pour la température de 18°C .

(1) *Milchwirtschaftliche Forschungen*, t. XII, 1931, p. 236.

Si avec le temps la capacité conductrice du vase électrode changeait, on le plongerait dans une solution de valeur α connue, puis on fixerait le contact de la résistance sur la marque correspondante à ce α (18° C.) et ensuite on glisserait le contact de la résistance de réglage v jusqu'à ce qu'on trouve le point minimum ; ainsi l'appareil sera prêt pour une nouvelle série de mesures de la conductibilité spécifique du lait à la température de 18° C. ROEDER, en adjoignant une échelle supplémentaire à la résistance v , a simplifié la mesure parce que, dans ce cas, le lait peut avoir une température quelconque et le résultat correspondra à la température de 18° C. L'échelle susdite est à préparer expérimentalement ainsi : on prend une solution ayant α connu, on pousse le contact sur le point convenable de la résistance m , on marque le changement de la position du contact sur la résistance v , en chauffant la solution de 15° C. à 25° C. par exemple, puis on divise ce changement sur la résistance v en 10 parties et on inscrit l'échelle en degrés C. de 15° C. à 25° C. Si le lait étudié montre par exemple la température de 17° C., on place le contact de la résistance v sur la division 17° C., on glisse le contact sur la résistance m , on détermine le point minimum et on lit directement sur l'échelle la valeur α pour 18° C.

Les mesures effectuées avec cet appareil ne sont pas exactes parce qu'on emploie des résistances de réglage qui donnent des valeurs chargées d'erreurs dépassant 1% en comparaison avec la méthode de KOHLRAUSCH (1).

La méthode de V. Gerber

Pour éviter l'emploi de la résistance et du thermostat, GERBER (2) a construit le vase électrode représenté à la fig. 5 en employant trois électrodes. Ce sont à proprement parler deux vases, l'un dans l'autre ; le fond du vase intérieur est en métal et constitue une électrode P, commune pour les deux vases. Les électrodes sont en argent recouvertes de noir de platine. Dans le vase extérieur, il y a du lait, et, dans le vase intérieur, il y a une solution, dont la résistivité constitue la résistance de comparaison ; la résistance à tampons est, de cette manière, éliminée. On établit la liaison de l'électrode W avec le point A (fig. 1), et de l'électrode Z avec le point B du pont de Wheatstone, et de l'électrode commune P avec un pôle de l'inducteur J dont on joint l'autre pôle avec le contact C, et, de cette façon, l'appareil est prêt à mesurer α . La mesure consiste, comme précédemment, en la détermination du minimum.

Si le liquide de comparaison a le même coefficient de température

(1) ROEDER, l. c.

(2) *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel*, t. LI, 1926, p. 336.

et de conductibilité que le lait, la relation des conductibilités spécifiques du lait et de ladite solution, $R : x$, sera par conséquent indépendante de la température, à condition que les deux liquides aient la même température. Cette indépendance se traduit par la

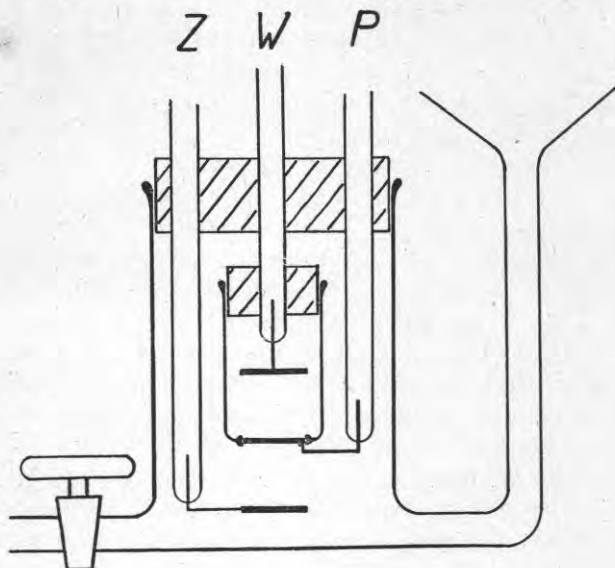


Fig. 5.

fixité de la position du minimum indépendamment des changements de la température. Comme solution de comparaison, GERBER (1) emploie le sérum de lait privé de lactose préparé comme suit : à un volume de sérum obtenu d'un lait frais au moyen de la présure on ajoute un peu de sérum du lait caillé et on soumet ce sérum à la fermentation lactique à la température de 35° C. ; l'acide lactique se formant est éliminé par agitation avec du carbonate de calcium ou par neutralisation par l'eau calcique. La fermentation terminée, on sépare le sérum par filtration et on complète le volume du produit avec de l'eau distillée jusqu'à obtention du volume initial. Notre expérience a démontré que le sérum se conserve mal ; pour éviter cette difficulté, on peut employer la solution de chlorure de sodium ou la solution aqueuse des cendres de lait.

Désignons par K_z la constante K du vase extérieur, par K_w celle du vase intérieur, la résistivité et la conductibilité spécifique du liquide de comparaison par R_w et x' , et, par analogie, la résis-

(1) *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel*, t. LI, 1926, p. 336.

tivité et la conductibilité spécifique du lait par R_z et α . En nous basant sur l'équation 2) nous pouvons écrire :

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{K_z}{R_z} : \frac{K_w}{R_w} = \frac{K_z \cdot R_w}{K_w \cdot R_z}$$

Soit « a » la distance de A au point minimum :

$$R_w : R_z = a : b$$

$$\alpha = \left(\alpha' \cdot \frac{K_z}{K_w} \right) \cdot \frac{a}{b}$$

α' , K_z et K_w étant constants, en remplaçant le terme entre parenthèse par K , nous aurons :

$$\alpha = K \cdot \frac{a}{b} = \frac{K \cdot a}{1.000 - a}$$

On détermine K comme il a été décrit dans la méthode précédente ; il faut souvent le contrôler car la position des électrodes change très facilement ; cela arrive surtout quand on démonte l'appareil pour le nettoyer.

Dans cette méthode, le thermostat est éliminé, mais il est important que les deux vases électrolytiques aient la même température ; si la température n'est pas contrôlée, on doit attendre jusqu'à ce que le minimum téléphonique se stabilise. Pour atteindre plus vite l'égalisation de la température, GERBER recommande le chauffage du lait à la température de la mesure. Il agite le lait en insufflant de l'air, et, les bulles pouvant s'attacher à l'électrode P, il tâche d'y remédier par l'inclinaison de l'appareil avant la mesure.

Dans cette méthode, le minimum téléphonique est très net, les mesures sont plus courtes, et, si on chauffe les échantillons à la température de mesure, une mesure dure environ 1-2 minutes. Mais cette méthode ne vaut pas la méthode antérieure parce que les erreurs s'élèvent à 0,2-0,5 %, d'après la constatation de GERBER lui-même.

COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE DE LA CONDUCTIBILITÉ SPÉCIFIQUE DU LAIT

La préparation du liquide de comparaison par la méthode de GERBER est assez embarrassante ; nous avons essayé, au lieu de soumettre le sérum du lait à la fermentation lactique, de le conserver au moyen de l'aldéhyde formique. Nous avons préparé le sérum du lait comme suit : au lait, chauffé à 40° C., nous avons ajouté 0,04 % de présure ; après quelques minutes, nous avons chauffé le lait caillé à 80° C. et puis nous l'avons filtré ; la filtration s'accomplit très lentement ; nous avons ensuite chauffé le liquide à 85° C.

et filtré une seconde fois à chaud. Nous avons répété cette manipulation jusqu'à ce que le liquide ne se trouble plus par chauffage. A 100 cm³ de sérum clair nous avons ajouté 1-2 gouttes de formol à 40 % ; cette addition ne modifie pas le sérum, même après un mois, comme l'indique le tableau I :

TABLEAU I.

Date	Genre de liquide	$\kappa \cdot 10^4$ (1)		$\Delta \kappa \cdot 10^4$	Coefficient de température (2) de la conductibilité
		18° C.	25° C.		
23/10.....	lait	46,03	53,99	1,137	0,0211
25/10.....	sérum avec présure	65,15	75,54	1,484	0,0196
25/10.....	sérum avec formol	64,98	75,50	1,503	0,0199
27/11.....	sérum avec formol	64,96	75,54	1,511	0,0200

Un tel sérum n'est cependant pas pratique, sa préparation exigeant beaucoup de temps, et, de plus, il a une conductibilité spécifique trop élevée qui exige ou sa dilution ou une augmentation de l'écartement des électrodes dans le vase avec le liquide de comparaison, si l'on veut avoir le minimum au centre du pont. C'est pourquoi, nous avons décidé de remplacer le sérum du lait par un autre liquide qui serait facile à préparer et qui aurait une conductivité spécifique d'environ $50 \cdot 10^{-4}$, à 25° C. ; dans ce but, nous avons étudié les coefficients de température de la conductivité électrique des laits et des solutions des sels en solution dans le lait. Par coefficient de température, nous entendons le rapport du relèvement de la conductibilité spécifique pour 1° C. (ou $\Delta \kappa$) à la conductibilité spécifique à la température de 25° C. ; ainsi, en appelant le coefficient de température c , on a :

$$c = \frac{\Delta \kappa}{\kappa_{25}} \dots \dots \dots (c_{25})$$

Pour calculer ce coefficient, nous avons effectué des mesures de κ pour des températures de 15° C. (respectivement 18° C.) et de 25° C. en déduisant toujours la moyenne des trois mesures et en prenant en considération les défauts du pont. Il est avéré que, parmi les solutions étudiées, il y en avait de très compliquées,

(1) Moyenne de trois mesures.

(2) L'exposant du rapport de l'augmentation de conductivité spécifique pour 1° C. ou $\Delta \kappa$) à la conductivité spécifique à 25° C.

comme, par exemple, la solution ayant, d'après SÖLDNER (1), la composition correspondante à celle du lait et d'autres ayant le coefficient de température trop petit, ou peu durables comme par exemple celles de citrate de potassium. Enfin nous avons étudié les solutions de chlorure de potassium et de carbonate de sodium ; les résultats des mesures sont donnés dans le tableau II et au moyen de la représentation graphique (Voir le graphique).

Graphique représentant la corrélation entre $\Delta\kappa$ et κ .
(après les données de Tab. II et III).

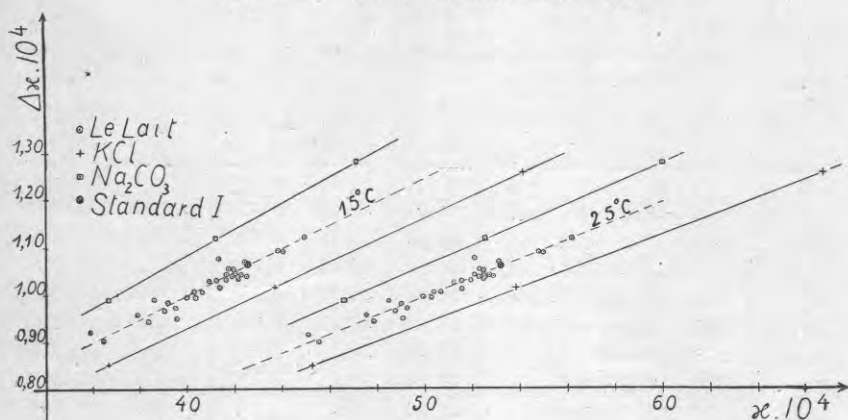


TABLEAU II

Genre de solution		$\kappa \cdot 10^4$ pour		$\Delta\kappa \cdot 10^4$	C_{25}
		15° C.	25° C.		
KCl	n/15 (2) ...	70,98	87,29	1,631	0,0187
	n/20	54,09	66,69	1,260	0,0189
	n/25	43,64	53,80	1,016	0,0189
Na_2CO_3	n/30	36,67	45,19	0,852	0,0188
	m/20 (2) ...	66,75	84,70	1,795	0,0212
Na_2CO_3	m/30	47,12	59,95	1,283	0,0214
	m/35	41,15	52,47	1,122	0,0214
	m/40	36,65	46,56	0,991	0,0213
Standard I	42,52	53,17	1,065	0,0200
Standard II	62,73	78,53	1,580	0,0201

(1) 0,0962 NaCl, 0,0830 KCl, 0,1156 KH_2PO_4 , 0,0835 K_2HPO_4 , 0,0848 $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,0436 Mg $\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, citrates : 0,0495 K ; 0,0367 Mg, 0,2133 Ca, dans 100 cm^3 d'eau. C_{25} a été égal à 0,0200. ROEDER a obtenu la même valeur.

(2) Ces solutions ont été préparées par dilution de la solution n/10 avec de l'eau distillée ordinaire, non spécialement préparée.

Le coefficient de température de la conductivité spécifique était, en moyenne, pour la solution

de KCl : 0,0188

de Na_2CO_3 : 0,0213

Les solutions de chlorure de potassium ont un coefficient plus bas et les solutions de carbonate de sodium plus élevé que celui du lait ; si donc on prend un mélange des volumes convenables de deux solutions on obtiendra une solution ayant le même coefficient que le lait, comme le démontrent les tableaux II-IV et le

TABLEAU II¹

Les mesures ont été faites du 20/12/1935 au 28/2/1936.

N° des essais	Date	Genre de lait	$\kappa \cdot 10^4$ pour		$\Delta \kappa \cdot 10^4$	c_{15}	c_{25}
			15° C.	25° C.			
1	15/1	Plusieurs vaches	35,91	45,07	0,916	0,0255	0,0203
2	20/2	Une vache	36,46	45,48	0,902	247	198
3	16/1	Plusieurs vaches	37,88	47,46	0,958	253	202
4	15/1	Plusieurs vaches	38,34	47,79	0,945	246	198
5	18/2	Deux vaches	38,57	48,45	0,988	256	204
6	25/2	Une vache	39,03	48,70	0,967	248	199
7	21/2	Une vache	39,14	48,97	0,983	251	201
8	22/2	Trois vaches	39,50	49,23	0,973	246	198
9	22/2	Une vache	39,52	49,03	0,951	241	194
10	13/1	Plusieurs vaches	39,94	49,91	0,997	250	200
11	12/2	Plusieurs vaches	40,31	50,26	0,995	247	198
12	19/2	Une vache	40,26	50,33	1,007	250	200
13	17/2	Deux vaches	40,59	50,65	1,006	248	199
14	13/1	Lait de mélange	40,90	51,18	1,028	251	201
15	12/2	Plusieurs vaches	41,19	51,50	1,031	250	200
16	10/1	Lait de mélange	41,28	52,07	1,079	261	207
17	13/2	Plusieurs vaches	41,35	51,51	0,016	246	197
18	17/1	Plusieurs vaches	41,57	51,91	1,034	249	199
19	13/1	Lait de mélange	41,63	52,07	1,044	251	201
20	20/12	Lait de mélange	41,72	52,28	1,056	253	202
21	15/1	Plusieurs vaches	41,85	52,26	1,041	249	199
22	16/2	Une vache	41,93	52,47	1,054	251	201
23	14/1	Lait de mélange	41,98	52,44	1,046	249	199
24	14/1	Lait de mélange	42,08	52,44	1,036	246	198
25	10/2	Lait de mélange	42,11	52,50	1,039	247	198
26	14/1	Lait de mélange	42,25	52,69	1,044	247	198
27	10/1	Lait de mélange	42,42	53,11	1,069	252	201
28	24/2	Une vache	42,44	52,86	1,042	246	197
29	14/2	Une vache	43,82	54,76	1,094	250	200
30	17/1	Plusieurs vaches	44,02	54,95	1,093	248	199
31	28/2	Une vache	44,92	56,14	1,122	250	200

graphique dans lesquels on appelle ces solutions « standards ». Le standard I se compose de 49 cm³ n/10 KCl, 60 cm³ n/10 Na₂CO₃ et de 100 cm³ d'eau distillée, ou en chiffres ronds 1 gr. 500 de KCl et 1 gr. 500 de Na₂CO₃ (anhydre) par litre ; le standard II se compose de 70 cm³ n/10 KCl, 110 cm³ Na₂CO₃ et 60 cm³ d'eau. La préparation de ces solutions est simple, parce que, à côté de n/10 KCl, nécessaire pour la détermination de la capacité conductrice du vase électrode, on doit disposer de la solution n/10 Na₂CO₃. On prend les deux solutions en rapport 2 : 3 et l'on dilue avec de l'eau distillée jusqu'à obtention de la solution ayant κ demandé.

TABLEAU IV.

Les mesures ont été faites du 29/1 au 24/5/1935.

N° des essais	Date	Genre de lait	$\kappa \cdot 10^4$ pour		$\Delta \kappa \cdot 10^4$	c_{25}
			15° C.	25° C.		
1	24/5	Lait de mélange	37,16	46,48	0,932	0,0201
2	18/2	Une vache n° 1	38,62	48,31	0,969	201
3	30/1	Lait de mélange	38,78	48,24	0,946	196
4	1/2	Lait de mélange	39,09	48,68	0,959	197
5	20/2	Une vache n° 1	39,43(1)	49,08	0,975	199
6	29/1	Lait de mélange	39,59	49,24	0,965	196
7	15/2	Une vache n° 1	39,79	49,58	0,979	197
8	9/5	Lait de mélange	40,17	50,13	0,996	199
9	23/5	Lait de mélange	40,38	51,12	1,074	210
10	13/2	Trois vaches	40,51	50,55	1,004	199
11	1/2	Lait de mélange	41,20	51,51	1,031	200
12	31/1	Lait de mélange	41,49	51,86	1,037	200
13	31/1	Lait de mélange	41,65	52,60	1,095	208
14	21/2	Trois vaches	42,13	52,56	1,043	198
15	14/2	Trois vaches	42,76	53,53	1,076	201
16	21/2	Lait de mélange	43,25	53,98	1,073	199
17	6/5	Lait de mélange	43,36	54,36	1,100	202
18	20/2	Une vache n° 2	45,66(1)	56,83	1,127	198
19	12/2	Une vache n° 3	45,94	57,30	1,136	198
20	29/1	Une vache n° 3	46,31	57,90	1,159	200
21	18/2	Lait de mélange	46,45	57,90	1,145	198
22	1/5	Lait de mélange	48,57	60,37	1,180	195
23	15/2	Une vache n° 2	48,68	60,60	1,192	197
24	12/2	Une vache n° 2	48,87	60,96	1,209	198
25	18/2	Une vache n° 3	49,77	62,16	1,239	199
26	15/2	Une vache n° 3	50,27(1)	62,44	1,229	197
27	20/2	Une vache n° 3	50,27	62,73	1,246	199

(1) La température de mesure était 15,1° C.

Dans la représentation graphique on coupa sur un axe $\kappa \cdot 10^4$ pour 15° C. , respectivement 25° C. , et, sur l'autre, $\Delta\kappa \cdot 10^4$ ou le relèvement de $\kappa \cdot 10^4$ pour 1° C.

Dans les tableaux les résultats sont rangés selon l'accroissement de la valeur κ pour 15° C. ; dans le tableau III, c_{15} représente le coefficient de température non en relation avec κ_{25} , mais avec la conductivité pour la température de 15° C.

On voit, dans ce tableau, que $\Delta\kappa$ croît avec κ . Le coefficient de température de la conductibilité spécifique n'est pas constant et oscille dans des limites assez étroites; par rapport à κ_{15} , on a la moyenne :

$$c_{15} = 0,0250 \pm 0,0003$$

et en rapport à κ_{25} :

$$c_{25} = 0,0200 \pm 0,0002$$

W. MÜLLER (1) et G. ROEDER (2) ont obtenu des valeurs analogues, mais le premier rapporte le coefficient à la conductibilité spécifique pour 20° C. et le second pour 18° C.

En moyenne le coefficient de température c_{25} est égal à $0,0199 \pm 0,0002$ et cela concorde très bien avec le tableau III. En s'appuyant sur ces tableaux on peut établir les formules suivantes permettant de calculer la dépendance de la conductibilité spécifique du lait à la température t :

$$\kappa_t = \kappa_{15} [1 + 0,0250 (t - 15^\circ)]$$

ou

$$\kappa_t = \kappa_{25} [1 + 0,0200 (25^\circ - t)]$$

4)

dans lesquelles t représente la température entre 15° - 25° C.

LA MODIFICATION DU VASE ÉLECTRODE DE GERBER

Au commencement, nous avons travaillé en nous servant du modèle représenté à la fig. 5; comme liquide de comparaison, nous avons utilisé le sérum de lait non fermenté conservé au moyen de formaline. La capacité conductrice du vase électrode a été déterminée au moyen de $n/10 \text{ KCl}$. Nous avons constaté de grandes différences entre les résultats obtenus par la méthode de Kohlrausch et ceux obtenus par la méthode de Gerber. Nous avons ainsi constaté que ceux-ci s'abaissaient notablement avec le temps, si l'on ne remuait pas le lait, comme le démontre le tableau V.

Les causes de ce phénomène pouvaient être nombreuses : 1° la constante K du vase électrode pouvait être mal déterminée, parce qu'on employait seulement $n/10 \text{ KCl}$, 2° liquide de comparaison convenant peu, 3° électrodes insuffisamment stabilisées, 4° disposition horizontale des électrodes.

(1) *Milchwirtschaftliche Forschungen*, t. XI, 1930, p. 243.

(2) L. c.

La mobilité des électrodes était la cause principale de la divergence de colonnes 2 et 3 du tableau V parce qu'on n'avait pas

TABLEAU V.

Date	$\kappa_{25} \cdot 10^4$ par la méthode de Kolhrauch	par la méthode de Gerber			
		$\kappa_{25} 10^4$	au bout de		
			15'	30'	45'
17/3	51,7	47,5	46,4		44,5
18/3	56,0	53,4	52,8		
21/3	53,5	50,2	47,3		
22/3	55,2	56,3			
23/3	49,0	46,5			
9/4	49,1	47,6		45,6	
8/4	52,4	52,7			

mélangé le lait suffisamment, de peur de changer les électrodes de place, ce qui aurait pu entraîner un changement de capacité conductrice du vase électrode. Le vase de Gerber a été calibré à 25° C. et les mesures ont été effectuées à des températures inférieures de 15° C. Si, alors, le coefficient de température du liquide de comparaison (sérum du lait) différait du coefficient de température du lait, cela pouvait causer des différences d'autant plus grandes que différaient entre eux les coefficients et les températures du calibrage et des mesures. Les électrodes étant disposées horizontalement, les globules de matière grasse du lait s'y déposaient et abaissaient la conductibilité du lait si celui-ci n'était pas mélangé suffisamment.

Les électrodes avaient encore ce défaut qu'on était obligé de contrôler constamment la constante K du vase électrode et particulièrement après chaque nettoyage. Supposant que c'était là le principal défaut du vase de Gerber nous l'avons modifié en stabilisant les électrodes. Le modèle modifié est représenté par la fig. 6. Le fond auquel est soudée l'électrode commune P est convexe pour qu'on puisse plus facilement faire partir des bulles d'air par les ouvertures qui se trouvent tout près de la convexité. Dans ce vase on peut mélanger le lait énergiquement comme dans la méthode de Kohl-

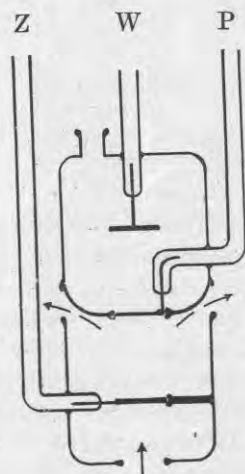


Fig. 6.

rausch en plongeant et replongeant le vase dans le lait à essayer ; avant la mesure, on incline l'appareil pour faire partir les bulles d'air éventuellement attachées à l'électrode P. Ensuite on détermine le minimum téléphonique ; celui-ci est distinct, mais il varie constamment et c'est pourquoi on était obligé de choisir entre plusieurs lectures celle à laquelle correspondait la plus grande conductibilité spécifique. La capacité conductrice a été déterminée au moyen des solutions n/10, n/20, n/50 KCl ; comme liquide de comparaison, nous avons employé une solution composée de 80 cm⁵ de n/10 KCl, 80 cm⁵ de n/10 Na₂CO₃ et de 40 cm⁵ d'eau distillée ; la capacité conductrice du vase électrode a été déterminée pour les températures 15° C. et 25° C. ; et c'est à ces températures qu'ont été effectuées les mesures de conductibilité du lait par la méthode modifiée de Gerber, contrôlées par la méthode de Kohlrausch. Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau VI.

TABLEAU VI.

$\kappa \cdot 10^4$ selon la méthode de Kohlrausch		$\kappa \cdot 10^4$ selon la méthode de Gerber modifiée	
15° C.	25° C.	15° C.	25° C.
41,7	52,6	41,8	52,6
41,5	51,9	41,8	52,4
41,2	51,5	41,3	51,4
39,1	48,7	39,4	48,9

Les résultats obtenus avec la méthode de Gerber modifiée diffèrent de ceux obtenus avec la méthode de Kohlrausch, en moyenne de + 0,2.10⁻⁴, ce qui n'a pas d'importance pratique.

Dans des expériences consécutives, nous avons chauffé le lait non à 15° C. et 25° C. respectivement, mais à la température de l'eau distillée dans laquelle était conservé le vase électrode (voir la colonne 3 du tableau VII) ; après la détermination du minimum téléphonique nous avons calculé κ comme si la température était de 15° C. et 25° C. respectivement. Les résultats ont été consignés dans les colonnes 4 et 5 du tableau VII. On voit que les valeurs de κ_{25} , ainsi obtenues diffèrent sensiblement des valeurs correspondantes obtenues par la méthode de Kohlrausch (comparer les colonnes 2 et 5). Pour la comparaison, nous reportons dans la colonne 6 les valeurs κ_{25} , calculées au moyen de la formule 4 ;

$$\kappa_{25} = \kappa_{15} [1 + 0,0250.10] = 1,25\kappa_{15}$$

Dans ce tableau, on voit que les données des colonnes 1 et 4

TABLEAU VII.

Méthode de Kohlrausch		Température du lait en degrés centigrades	Méthode de Gerber		
χ_{15}	χ_{25}		χ_{15}	χ_{25}	calculé au moyen de la formule 4 χ_{25}
1	2	3	4	5	6
45,9	57,3	17,3	45,3	56,1	56,6
48,9	61,0	18,3	48,4	60,1	60,5
40,5	50,6	17,7	40,8	50,5	51,0
42,8	53,5	14,7	42,8	53,1	53,5
50,3	62,7	15,3	49,9	61,8	62,4
48,7	60,6	15,2	48,6	60,2	60,4
39,8	49,6	15,2	39,8	49,3	49,8
49,8	62,2	15,0	49,7	61,5	62,1
46,5	57,9	15,0	45,8	56,7	57,3
38,6	48,3	15,0	38,6	47,8	48,3
50,3	62,4	15,5	49,9	61,8	62,4
45,7	56,8	15,5	45,6	56,5	57,0
39,4	49,1	15,5	39,2	48,6	49,0
43,3	54,0	15,2	43,1	53,4	53,9
42,1	52,6	15,2	42,1	52,1	52,6

différent entre elles en moyenne de $0,02 \cdot 10^{-4}$ tandis que les données des colonnes 2 et 5 ont une différence moyenne de $0,6 \cdot 10^{-4}$. On peut l'interpréter comme suit :

Le lait dans le vase de Gerber était à la température d'environ 15° C. En calculant χ nous supposons que la position du minimum téléphonique ne changera pas, quoique la température du lait change ; ceci posé, nous avons calculé les données des colonnes 4 et 5. Cependant le liquide de comparaison avait, en comparaison avec le lait, un coefficient de température trop petit ($c_{25} = 0,0194$), et c'est pourquoi la position du minimum varie avec la température. Les erreurs, ainsi que l'a calculé RÖEDER (1), et que le prouve l'expérience (2), seront d'autant plus grandes que la température du lait différera de la température pour laquelle la constante K du vase électrode a été déterminée. Dans notre cas, la température du lait n'a pas différencié sensiblement de 15° C. et c'est pourquoi les colonnes 1 et 4 sont en accord et les colonnes 3 et 3 en désaccord. Mais on peut y remédier en calculant χ_{25} au moyen de la formule 4 ; on obtient des chiffres (colonne 6) différenciant, en moyenne, de ceux indiqués dans la colonne 2, de $0,2 \cdot 10^{-4}$.

(1) L. c.

(2) L. c.

Pour corriger ce défaut, il suffirait de changer le liquide de comparaison et de le remplacer, par exemple, par le standard II, mais nous ne supprimerons pas le défaut causé par la disposition horizontale des électrodes ; sur les électrodes

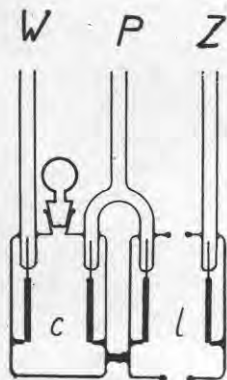


Fig. 7.

horizontales, il se déposera toujours un peu de matière grasse du lait, ce qui provoquera un changement du point minimum. Malgré l'agitation énergique, nous obtiendrons toujours des valeurs de « a » variant jusqu'à 3 mm. 5 (à cette variation correspond la variation de la valeur de α de $0,6 \cdot 10^{-4}$ environ). Nous avons essayé de surmonter cette difficulté en choisissant la plus grande valeur de « a », mais une telle mesure devient énervante et c'est pourquoi nous avons modifié le modèle (fig. 7) en appliquant la disposition verticale des électrodes ; les électrodes sont constituées par des petites plaques de platine de forme carrée de 12 millimètres de côté, recouvertes de noir de platine, montées à distances égales de 15 millimètres ; les électrodes sont soudées, à leur extrémité, aux parois des récipients en verre au moyen de petites baguettes de verre et, de cette façon, elles sont stabilisées. Grâce à cet arrangement, on peut agiter le lait sans crainte de changer la position réciproque des électrodes, et, par conséquent, la capacité conductrice des vases électrodes ; le récipient pour le liquide de comparaison c est fermé par un bouchon rodé ; le second récipient, pour le lait, a deux orifices ; la construction de ce modèle est plus facile (1).

Nous avons utilisé comme liquide de comparaison le standard I, pour avoir le minimum téléphonique au centre du pont (au cours des mesures enregistrées dans le tableau VIII « a » oscillait entre 476 et 514). Le standard I ayant le même coefficient de température que le lait, la position du minimum ne change pas avec la température ; les variations n'ont pas dépassé 0 mm. 5 pour les écarts de température de 10° C., ce qui provoque une erreur du calcul de la conductibilité spécifique d'environ $0,1 \cdot 10^{-4}$. La disposition verticale des électrodes exclut le dépôt de globules gras et c'est pourquoi, même après 20 minutes, le minimum ne varie pas (voir les remarques dans le tableau VIII). Même les difficultés de la lecture du minimum ont été éliminées ; le ton-minimum est net, plus net que dans la méthode de Kohlrausch.

La constante K du vase a été déterminée au moyen de plusieurs

(1) L'appareil a été fourni par la maison M. Szymanski, rue Ujejski, 6, à Lwow (Pologne).

solutions de KCl pour augmenter l'exactitude des mesures. Les mesures concordent suffisamment avec celles effectuées suivant la méthode de Kohlrausch.

Les déviations sont en moyenne de $0,2 \cdot 10^{-4}$; une telle déviation, qu'on peut atteindre en effectuant la lecture du minimum avec une erreur de 1 millimètre, n'a pas une grande importance.

Le lait au cours des mesures avait, au commencement, la température de 15° C.; plus tard la température variait comme l'indique la colonne 3 du tableau VIII; les résultats sont donnés pour χ_{15} ; dans quelques cas seulement on a calculé χ_{25} pour documenter la concordance avec les mesures enregistrées dans la colonne 2.

TABLEAU VIII.

Méthode de Kohlrausch $\chi \cdot 10^4$		Méthode de Gerber $\chi \cdot 10^4$			On n'a pas mélangé le lait et on a effectué les mesures après des intervalles de 10, 17 et 20 minutes et l'on a obtenu $\chi_{15} \cdot 10^4$
15° C.	25° C.	Température du lait en degrés centigrades	15° C.	25° C.	
1	2	3	4	5	6
42,1	52,5	15,0	41,9	52,5	
43,0		15,0	42,8		
41,3		15,0	41,3		
40,3		15,0	40,1		
41,2	51,5	15,0	40,9	51,3	
41,4		15,0	41,2		
43,8		15,0	43,7		
40,6		10,0	40,4		40,4 (après 10 min.)
40,3	50,3	14,0	40,2	50,1	
38,6		11,5	38,5		38,5 (après 17 min.)
36,5		11,5	36,4		
41,9		11,5	42,0		41,9 (après 20 min.)
39,1		11,5	39,0		
39,5		13,0	39,2		
39,5		13,0	39,2		
42,4		12,0	42,3		
39,0		13,0	38,9		
44,9	56,1	13,0	44,8	56,2	

Dans trois expériences, on n'a pas mélangé le lait, après la détermination du minimum, pendant 16-20 minutes, et, après ce laps de temps, on a vérifié le minimum; comme on le voit dans la colonne 6, on n'a pas constaté de déplacement du minimum.

Les chiffres de la colonne 4 diffèrent de ceux de la colonne 1 de $0,2 \cdot 10^{-4}$, en moyenne.

Résumé de résultats

1. On a déterminé le coefficient de température de la conductibilité électrique du lait ; il est égal (en prenant la moyenne de 58 déterminations) à :

$$c_{25} = 0,0200 \pm 0,0002$$

2. On a établi qu'on peut utiliser comme liquide de comparaison, dont la résistivité doit représenter la résistance de comparaison, un mélange de $n/10$ solutions de KCl et N_2CO_3 en relation 2 : 3 diluées de manière adéquate avec de l'eau (en cas de nécessité). Ces solutions mélangées ont un coefficient de température concordant avec celui du lait.

3. Ayant constaté que les mesures effectuées avec le modèle de V. Gerber différaient sensiblement de celles faites avec la méthode de Kohlrausch, nous avons modifié ce modèle. Ces modifications sont les suivantes : les électrodes, disposées verticalement, sont stabilisées, et les récipients ne sont pas montés l'un dans l'autre, mais parallèlement l'un à côté de l'autre. Les avantages sont les suivants : a) la position du minimum ne varie pas avec le temps parce que les globules gras ne peuvent pas se déposer sur les électrodes ; b) on peut mélanger le lait sans crainte de déplacer les électrodes.

4. Les résultats des mesures effectuées avec la nouvelle méthode diffèrent des résultats obtenus par la méthode classique de Kohlrausch, en moyenne de :

$$\pm 0,2 \cdot 10^{-4}$$

et, au plus, de $0,3 \cdot 10^{-4}$, ce qui n'a pas d'importance pratique.

CONCLUSIONS

1. La conductibilité électrique spécifique du lait peut servir à la détection de la mammité streptococcique chronique.

2. La méthode de V. Gerber, modifiée par nous, est plus simple et plus précise que celles en usage jusqu'à ce jour, exception faite de la méthode de Kohlrausch, au point de vue de la précision.

3. Les dispositifs employés dans notre méthode présentent tous les avantages de la méthode originale, tout en étant beaucoup moins coûteuse, parce qu'ils se composent seulement du pont de Wheatstone, de l'inducteur, de l'écouteur téléphonique et du vase électrode ; d'autre part, le lait après la mesure est propre à la consommation puisqu'il ne subit aucune modification.

4. La mesure peut être effectuée facilement sur le lieu de production du lait.

5. Le temps de la mesure est très court, et il est ainsi facile de contrôler rapidement une étable entière.

RAISONS DE L'ACIDIFICATION DES ALIMENTS LACTÉS INFANTILES (1)

Contribution au mode d'action des laits acidifiés

par

Dr. L. PIKLER

Ancien assistant à la Polyclinique « Comte Apponyi », Budapest (Hongrie).

On utilise des laits acides pour nourrissons depuis environ 150 ans. Or, depuis un siècle et demi, on se demande si l'acidification du lait est nécessaire, — et, dans l'affirmative, pourquoi on rend acide le lait des nourrissons. Cette double question n'est pas encore résolue, mais personne ne pourrait nier qu'avec des aliments acides, dans certains cas, on obtient de bons résultats. En tout cas, on ne trouve plus, — fut-ce rarement, — d'opinions telles que celle de ZWEIFEL (1900) qui qualifiait l'emploi du lait acide d'« assassinat de nourrissons ». Depuis l'emploi du lait à l'acide lactique de McKim MARRIOTT, c'est plutôt l'opinion contraire — souvent exagérée — qui gagne du terrain. Donc, de nombreux auteurs croient qu'il faut donner une place importante aux laits acidifiés, même dans le régime quotidien des nourrissons normaux. Évidemment, la prophétie sarcastique de SCHIFF et MOSSE sur le prochain triomphe des laits alcalinisés n'est point réalisée.

Pour interpréter « la mystérieuse modification physique ou biologique capable d'expliquer l'incontestable supériorité du babeurre sur le lait écrémé » (R. MATHIEU [12]), il convient tout d'abord de distinguer deux types de produits laitiers acides : des aliments fortement et des aliments légèrement acides. Ayant établi cette distinction importante, on peut constater, en même temps, que les pédiâtres français comme les pédiâtres hongrois s'abstiennent en général de l'emploi des laits plus fortement acides, — au moins en ce qui concerne l'opinion dominante. C'est surtout M. le Professeur A. B. MARFAN qui se contente d'une acidité modérée, en appliquant un procédé réalcalinisant bien connu en France. De même façon, les pédiâtres hongrois résistaient également pour accepter la pratique d'une acidification plus forte et jusqu'ici c'est le lait partiellement écrémé, légèrement acidifié, enrichi de saccharo-colloïdes, puis

(1) Magyar Orvos, 18^e année, 1937, n^o 23. Travail revu et complété.