LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

MÉMOIRES ORIGINAUX :

- N. PINO et L. CHIOFALO. —
Modifications de la visco-
sité, de la tension superfi-
cielle et de la conductibilité
électrique du lait à la suite
du transport 1

- M^{me} MARTELLI. — Etude
d'une méthode de référé-
nce pour la détermina-
tion de la matière sèche
dans les fromages : compa-
raison avec les méthodes
actuellement en usage . . 22

- W. MACANDER-GOLCZ. — Re-
cherches sur la présence de
« Mycobactéries », types
Homonis et *Bovis*, dans le
lait de marché à Varsovie . 30

SUPPLÉMENT TECHNIQUE :

- G. GÉNIN. — L'utilisation
du sérum de fromagerie

- dans la production des
levures 35

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE :

- 1^o Les livres 55
2^o Journaux, Revues, Sociétés
savantes 63
3^o Brevets 109

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE :

- 1^o Les livres 115
2^o Journaux, Revues, Sociétés
savantes 115
3^o Brevets 119

DOCUMENTS ET INFORMATIONS :

- Madame Charles PORCHER † 121
KLEIN-REBOUR. — Vraies
ou fausses laitières d'autre-
fois 121
Industrie laitière en U.R.S.S.
en 1962 125
Exposition laitière à Londres 125
Communiqué 128

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

MODIFICATIONS DE LA VISCOSITÉ, DE LA TENSION SUPERFICIELLE ET DE LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU LAIT A LA SUITE DU TRANSPORT (2)

par

NINO PINO

et

LUIGI CHIOFALO

Professeur

Assistant, Chargé de Cours libre

Institut d'Inspection des Aliments d'origine animale,
de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Messine
(Directeur : P^r Giovanni MANTOVANI)

Institut de Zootechnie Générale,
de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Messine
(Directeur par intérim : P^r D^r Nino PINO)

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Travail exécuté par les fonds du Ministère de l'Hygiène et de la Santé, Direc-
tion Générale des Services Vétérinaires. Les auteurs adressent leurs très respectueux

L'équilibre physico-chimique du lait, expression d'une certaine stabilité de rapports entre les différents composants qui donnent lieu à un système polydispersé des plus intéressants parmi les produits organiques, est assujéti à toutes les causes possibles de variation animée et inanimée, laquelle perturbe le processus de ce qu'on appelle la maturation (« adaptation ») du lait qui revêt une grande importance en vue de l'éventuelle destination du produit. La perturbation de l'iter de maturation physiologique est donc en corrélation directe avec les altérations que subissent les différents dispersoïdes du lait et avec leur état physico-chimique modifié en conséquence. C'est pourquoi, depuis des conditions d'équilibre dynamique de l'état globulaire, micellaire et moléculaire des différentes phases du lait au moment de sa production — qui en font un système en évolution continue tant sous l'aspect biologique que sous les aspects biochimique et biophysique — on passerait à des situations de perturbation dynamique qui implique ces microcréations en chaîne qui se déroulent au sein des différentes phases. La question n'est pas oubliée, aujourd'hui d'une palpitante actualité, des « contaminations » radioactives du lait, tant par causes directes (« fall-out » ou retombées, augmentation de radioactivité) que par causes indirectes (disgénèses et fissions par contamination du « pabulum » (aliment) fourrager et en conséquence élaboration métabolique de l'animal.

La présente note concerne les variations que subit le lait par suite des altérations dues au transport depuis les lieux de production jusqu'à ceux de la consommation ou de la transformation. Le sujet n'est pas nouveau, et il a été étudié sous de multiples aspects, même si le côté particulièrement exploré, comme l'indique MANTOVANI dans son traité, concerne les modifications de la phase gazeuse du lait et surtout de l'anhydride carbonique, lequel durant le transport tend vers une importante diminution. Si l'on en croit STASSANO, cette diminution perturbe profondément les équilibres chimiques et chimico-physiques du lait, lui faisant perdre une bonne part des caractéristiques importantes diététo-biologiques puisque l'anhydride carbonique, dans les laits physiologiques, entre dans le tampon (« puffer ») acide carbonique-bicarbonate et participe activement au système d'équilibre ionique du lait (DIEUDONNÉ, ORBEMEIER et VAN SLYKE).

Nous avons cherché à affronter le sujet des variations subies par le lait par suite du transport, en étudiant le comportement

remerciements à cette Administration, ainsi qu'au Directeur Général des Services Vétérinaires, *Pr Iginio Altara*.

Traduit de l'italien, par *André Naychens*, à Coutances (Manche).

de certaines constantes physico-chimiques, en tant qu'expression des états modifiés des phases qui conditionnent ces mêmes constantes. Nous pensons en effet que leur évaluation représente un instrument extrêmement sensible et précis pour nous révéler indirectement les changements dans l'évolution de certains équilibres existant entre les différents constituants du lait et de nature à porter préjudice au processus normal de la maturation et à en influencer de façon plus ou moins accentuée ses destinations.

*
* *

Les constantes physico-chimiques que nous avons étudiées sont : la viscosité, la tension superficielle et la conductibilité électrique.

La viscosité, on le sait depuis longtemps, influence notablement le processus de la montée de la crème (BALLARIN, TAPERNOUX et VUILLAUME). Selon KOPACZEWSKI, la stabilité du système colloïdal du lait dépend beaucoup de sa viscosité. On a aussi mis en évidence l'interdépendance étroite entre la viscosité et le degré d'instabilité en face de l'action d'altérations chimico-physiques et physiques. MANTOVANI et DI LEO indiquent que les recherches sur la viscosité du lait, en liaison avec les transformations industrielles probables du produit, « ont trouvé la raison d'intéressantes déductions et applications pratiques ».

On sait que les valeurs viscosimétriques du lait traduisent principalement l'état de sa phase colloïdale, tant comme composition que comme structure. Donc, d'éventuelles variations des dites valeurs à la suite de modifications violentes dues à des altérations pendant le processus de la maturation, viennent témoigner d'altérations de ce qui constitue les transformations normales centésimales (*sic*) et structurales de la phase colloïdale, et principalement des protides, considérés dans leur intégrité et dans leurs fractions isolées. En particulier la caséine et le caséinate de calcium (SAVINI) seraient les principaux responsables de la viscosité du lait, bien que la matière grasse y contribue dans une mesure moindre mais certes, plus que l'albumine.

La tension superficielle joue un rôle très complexe, bien que peu défini, sur le phénomène de la maturation du lait, et le fait qu'il n'y a pas concordance de vues sur les substances spécifiquement tensio-actives — batotones ou tonomeiotiques (BOTTAZZI) ou dotées d'activités capillaires (EGGERT) — augmente l'intérêt porté à cette constante physico-chimique. On met communément en cause les protéines lyophiles, les acides gras libres (SAVINI,

WHITNAH, MANTOVANI et BARRESI), les substances albuminoïdes qui forment pour une grande part l'involucre qui entoure le globule gras pour l'isoler des autres globules (RAFFAELLI), de telle sorte qu'avec l'écémage on aurait des variations dans le sens de l'augmentation de la tension superficielle (SÉGALE, DAHLBERG et HENING, KOPACZEWSKI) ou d'une diminution (BASSET, MOHR et CUZZOCREA et D'ANDREA). PINO et CHIOFALO, au cours de recherches appuyées par une évaluation biométrico-statistique, ont constaté des variations significatives dans le sens de l'augmentation par suite de l'écémage du lait. Pour KOPACZEWSKI, une partie des substances tensio-actives se trouve dans les fractions émulsionnées du lait. Pour KOBLEK, l'addition d'albumine au lait a une fonction fortement batotone. HOUDINIÈRE est d'avis que la tension du premier colostrum est inférieure à celle du lait, par sa teneur élevée en substances azotées. Egalemeut la matière grasse, si l'on en croit WHITNAH, entrerait parmi les constituants de la surface active du lait et influencerait donc la T.S., tandis que pour RAFFAELLI, elle ne manifesterait aucune action.

Un sujet de controverse est la question de l'influence des électrolytes dans la modification de la tension superficielle. Inactifs selon EGGERT, ils auraient une forte influence selon KOPACZEWSKI et RAFFAELLI. LECOMTE DU NOUY (cité par PINO et CHIOFALO), a remarqué, en 1922, qu'en ajoutant au sérum de sang, dilué à raison de 1 : 2, de petites quantités de sels biliaires, on avait une rapide diminution de la tension superficielle, laquelle au bout de huit minutes environ, reprenait sa valeur initiale. Ce phénomène, appelé par l'auteur *antagoniste*, a été interprété par lui comme étant lié à l'adsorption de molécules superficielles activées au moyen de molécules protéiques. RUBINSTEIN et KUSMINA, reprenant les expériences de LECOMTE DU NOUY, ont attribué aux petits ions, en particulier les ions calcium, la propriété adsorbante que LECOMTE avait attribuée aux protides. MANTA et LUPEA sont, par contre, du même avis que LECOMTE. La question controversée pourrait trouver une explication selon laquelle on ne pourrait faire la nette distinction de GRAHAM entre cristalloïdes et colloïdes, mais que l'on devrait admettre l'existence d'un état colloïdal de la matière et qu'une substance se trouvant dans des conditions particulières de dispersion, et selon le solvant, puisse prendre l'un ou l'autre état (BUOGO). Il est aussi probable (BUOGO) que toutes les cristallisations passent par un état transitoire colloïdal.

Dans tous les cas, il semble difficile de pouvoir exclure un rôle déterminant de la concentration ionique sur la T.S., concentration ionique de nature et de fonction quantistique, comme il l'a été

ébauché dans les conclusions du travail déjà cité de PINO et CHIOFALO.

En ce qui concerne le constituant gazeux du lait, nous apprenons par SAVINI que « la quantité d'air dissoute ou le remplacement de l'anhydride carbonique par de l'air ou par de l'oxygène, ou encore par de l'azote, font augmenter la T.S. ». Le développement de l'acidité, modifiant les propriétés physiques du caséinate de calcium, conduit par contre à une diminution de la T.S.

Problème, comme on le voit, très complexe et suggestif qui fait entrevoir les causes-substances multiformes qui entrent en jeu dans le déterminisme des valeurs de la T.S. et qui font attribuer à celle-ci un rôle très important pour déceler de façon significative, d'éventuelles modifications, peu appréciables par d'autres méthodes, des composants que conditionnent ces mêmes constantes.

*
* *

La conductibilité électrique, l'autre constante que nous avons étudiée, dépend surtout de l'avis unanime des auteurs qui s'en sont occupés, de la concentration ionique et de la nature de ces ions, en particulier de la concentration du chlorure de sodium (S. NIEMCZYCKI et GALECKI) : en augmentant en effet la concentration de celui-ci, la conductibilité électrique s'élève rapidement. Ce qui fait entrevoir à SCHMID et SCHNORF, indépendamment l'un de l'autre, la possibilité de dévoiler par la mesure de la conductibilité électrique, d'éventuels états pathologiques de la glande mammaire. Dans des conditions similaires, la teneur en lactose du lait diminue et la sécrétion lactée, pour assurer l'équilibre osmotique du sang (loi de Winter), s'enrichit en chlorures (loi de Porcher), qui, sous forme de chlorure de sodium, passent directement du sérum sanguin dans le lait, et se révèlent par un indice élevé de la conductibilité électrique. La conductibilité électrique du lait augmente avec son acidification : cette augmentation se ferait par la concentration croissante d'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 avec augmentation de la conductibilité électrique (S. NIEMCZYCKI et J. GALECKI). Ce fait explique donc comment la mesure de la conductibilité électrique a été employée pour révéler l'addition de certains conservateurs au lait. A ce sujet, voir la bibliographie citée dans le travail de MONTEFREDINE. Mais également les non électrolytes, en particulier la matière grasse, influencent la conductibilité électrique,

si l'on en croit les conclusions de KRENN. L'influence de cet élément sur la conductibilité électrique du lait a été récemment confirmée aussi par SCHOLZ. GERBER affirme que la matière grasse diminue la conductibilité électrique du lait, ainsi que les substances protéiques selon JACKSON et ROTHERA. SAVINI est du même avis, pour lequel la température et la viscosité influent sur la conductibilité, de même qu'une certaine influence est manifestée par la présence des colloïdes et par celle de la matière grasse. MANTOVANI indique (ouvrage cité) que le lactose, la matière grasse et les protéines influent sur la détermination de la conductibilité électrique du lait.

Cette constante également reconnaît un substratum déterministique (*sic*) très polymorphe, et elle aussi se prête très bien à révéler des altérations de ce même substratum, qui perturbent le processus de la maturation du lait.

Viscosité, tension superficielle et conductibilité électrique du lait ont été étudiées de façon assez approfondie pour chercher à mieux définir la parabole modificatrice que suit le lait depuis le moment de sa production jusqu'au moment de son utilisation. L'étude a concerné surtout toutes les falsifications éventuelles tendant à prolonger dans le temps, la charge vitale ou à augmenter, pour les mêmes valeurs unitaires des constituants nobles, la quantité à vendre, par différentes interventions sur la phase dispersante. Etant donné le but de nos recherches, qui est de dévoiler, par l'étude des constantes physico-chimiques indiquées plus haut, d'éventuelles altérations du produit tant par le transport que par la maturation, aux effets d'une meilleure connaissance de ces phénomènes aussi bien sous l'aspect hygiénique qu'industriel, nous ne citerons pas ici toute la bibliographie qui existe sur le sujet, objet plus de revue synthétique que de simple comparaison. Nous renvoyons en l'occurrence à la monographie de KOPACZEWSKI, aux travaux de MANTOVANI et de son Ecole, de TAPERNOUX et VUILLAUME, de BELLE, de CHIOFALO, de PINO et CHIOFALO, etc. pour tout ce qui concerne la viscosité et la tension superficielle ; au travail de MONTEFREDINE qui reproduit entre autres, une vaste bibliographie, et à celui de NIEMCZYCKI et GALECKI pour tout ce qui concerne l'étude de la conductibilité électrique du lait. Nous rappellerons simplement ici que depuis longtemps, DOHRMANN, en 1891, avait étudié la conductibilité électrique du lait, et que HELOT en 1884, DUCLAUX en 1888 et HUMBERT et DUCROS en 1905, avaient effectué des mesures de la tension superficielle du lait ; et que KOBLE, en 1905, avait fait le point de la viscosité du lait.

Recherches personnelles

Le lait nécessaire à nos recherches, provenait de groupes de bovins — en grande partie de la race Brune des Alpes et aussi, dans une mesure moindre, la race de Modica, avec quelques métis suisses-modicans — tenus en semi-liberté dans une zone distante d'environ 30 km de Messine. Normalement, le produit obtenu par la traite complète du matin était mélangé et recueilli dans les bidons qui lui étaient destinés, remplis complètement et transporté par des moyens communs motorisés sur des routes assez accidentées. L'échantillon était constitué par de multiples prélèvements répétés sur différents bidons. Chaque prélèvement, il faut le dire, a été effectué après avoir mélangé le lait avec l'agitateur mécanique destiné à cet effet.

Chaque échantillon de lait a été conservé dans des bouteilles préalablement stérilisées, fermées avec un bouchon émeri et placé dans le frigidaire à la température de 5 à 6° C. Au moment des analyses de l'échantillon de lait ainsi conservé, on a prélevé l'aliquote convenable et on l'a porté, avec les précautions nécessaires, à la température de 20° C : toutes les épreuves ont été en effet, effectuées à cette température.

Pour la détermination de la viscosité, nous nous sommes servis du viscosimètre de Höppler à chute de sphère. Chaque valeur a été la moyenne de 4 à 5 déterminations et a été exprimée en centipoises (cP). Pour établir la tension superficielle, nous avons utilisé le tensiomètre de Lecomte du Noüy à arrachement d'anneau : ici aussi, la valeur finale exprimée en dynes, a été calculée par la moyenne de 4 à 5 déterminations. Pour déterminer la conductibilité électrique, nous avons employé un mesureur électronique de conductibilité modèle LBR/B à pont de Wheatstone, de la WTW (Weilheim/Obb.). Les valeurs exprimées en Siemens, obtenues en faisant une moyenne de 4 à 5 déterminations, ont été, au moyen d'une équation simple, égalisées à l'expression communément employée dans tous les travaux publiés sur la conductibilité électrique. Ainsi, au lieu d'avoir $\lambda \times 10^{-2}$ (λ = conductibilité électrique, et 10^{-2} , la valeur lue sur notre commutateur de champ), nous avons préféré indiquer nos valeurs, avant l'équation spéciale, en $\lambda \times 10^{-4}$. Ceci afin de nous conformer aux valeurs indiquées dans les travaux publiés précédemment et donc pour faciliter les comparaisons éventuelles.

Les différentes mesures, précédées de la détermination de la densité, ont été effectuées à 10 heures, 12 heures, 14 heures et 16 heures.

*
* *

Les données obtenues ont été supposées à élaboration biométrique statistique en suivant à cet égard la méthodologie la plus récente, afin de justifier nos conclusions par un examen rationnel des paramètres obtenus.

Les questions auxquelles on a cherché à répondre sont de deux ordres :

1) Evaluer avant tout l'homogénéité à la même heure des valeurs viscosimétriques, tensiométriques et conductimétriques. En d'autres termes, éprouver le degré de sécurité (« de confiance ») des différents paramètres calculés. Ceci pour avoir des éléments valables pour une appréciation de l'homogénéité ou du manque d'homogénéité de la matière analysée et donc pour pouvoir, avec l'aide de l'interprétation biométrique, exclure une éventuelle hétérogénéité des échantillons de lait examiné jour par jour. En distinguant naturellement de cette variabilité casuelle liée à des facteurs accidentels, on voit précisément pourquoi certaines des valeurs-indices ne sont pas significatives. Une confirmation préliminaire de ce genre s'est rendue encore plus nécessaire parce que, comme on devait étudier la variabilité du lait au moyen de l'évaluation des constantes physico-chimiques sous l'effet du transport et en partie de la maturation ou « adaptation », il était indispensable de se garantir sur l'incidence réelle de leur action afin de pouvoir leur attribuer les causes éventuelles de variabilité.

2) La seconde question, implicite dans la précédente, touche pratiquement le but principal des recherches et elle est condensée dans l'interrogation suivante : le transport provoque-t-il ou non, des modifications statistiquement significatives, décelables par les constantes physico-chimiques étudiées, sur les constituants que ces constantes conditionnent, dans une mesure de nature à porter préjudice au processus normal de la maturation du lait ? La réponse est précisément dans la tentative de déterminer l'évolution des trois constantes sur le lait à l'arrivée et sur le même lait de deux heures en deux heures, jusqu'à la sixième heure de conservation. On pourrait objecter la carence d'échantillons et de données de contrôle correspondantes. Mais connaissant les modifications physiologiques de la maturation, nous nous sommes fiés à la méthodologie biométrique moderne, laquelle, au moyen de la détermination du degré de sécurité des résultats trouvés, nous aurait orientés vers l'éventuelles « perturbations » ou « chocs » dus au transport. Ces perturbations, se superposant aux modifi-

cations physiologiques par la maturation aussi dans le temps, font que le lait continue à révéler des variations prolongées et significatives.

*
* *

Le jugement sur l'homogénéité de la matière s'est révélé traduire, en valeurs signalétiques peu nombreuses, mais efficaces, la répartition des données et en évaluer la sécurité. Pour chaque constante, et en se limitant à chaque heure de détermination, on a calculé :

a) La moyenne arithmétique, c'est-à-dire l'intensité typique de la répartition de valeurs, en cherchant ensuite à établir le degré de variabilité relatif à chaque répartition de valeurs sur lesquelles avait été calculée cette moyenne.

b) La déviation standard qui, comme on le sait, mesure la dispersion des différentes valeurs autour de la moyenne : la nature de celle-ci indique, on le sait désormais, le type de courbe qui est à l'origine de la répartition des valeurs et de leur amplitude de variabilité.

c) L'erreur standard ou écart quadratique moyen de la moyenne afin de déterminer le degré de dispersion des moyennes probables autour de la moyenne calculée ; l'estimation de sa nature offre, évidemment, l'instrument de vérification de la sécurité de la moyenne empirique, expression d'homogénéité de la matière examinée, car une erreur standard élevée ou tout au moins égale à la moitié de cette même moyenne diminue la valeur de celle-ci. En outre, dans le but d'identifier la valeur théorique ou la valeur vraie de la moyenne empirique — et donc l'intensité typique la plus plausible des différentes déterminations — l'erreur standard nous a servi pour calculer les limites de sécurité de la moyenne et l'intervalle relatif.

Les résultats sont exposés dans le tableau I (a, b, c). Il résulte de leur examen ce qui suit :

1° La valeur moyenne de la viscosité considérée dans les différentes épreuves et heures, ou bien l'intensité typique de cette viscosité, concordent avec les valeurs viscosimétriques officielles. La variabilité déterminée et exprimée, tant par la déviation standard que par l'erreur standard, dans les différentes déterminations-heures, non seulement est négligeable par sa nature, mais est presque du même type d'amplitude dans les différentes répartitions de valeurs. Ceci nous permettrait d'affirmer qu'il manque

TABLEAU I a)

VISCOSITÉ

Heures		Limites de sécurité de la moyenne	
10	$\bar{x} = 1,961$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 1,961 + 2,042 \cdot 0,011 = 1,9834$	
	$D = 0,107$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 1,961 - 2,042 \cdot 0,011 = 1,9386$	
	$V = 0,00368$		
	$\sigma = 0,0606$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 1,961 + 2,750 \cdot 0,011 = 1,9912$	
	$Es = 0,011$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 1,961 - 2,750 \cdot 0,011 = 1,9308$	
12	$\bar{x} = 1,968$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 1,968 + 2,042 \cdot 0,012 = 1,9925$	
	$D = 0,129$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 1,968 - 2,042 \cdot 0,012 = 1,9435$	
	$V = 0,00444$		
	$\sigma = 0,0666$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 1,968 + 2,750 \cdot 0,012 = 2,001$	
	$Es = 0,012$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 1,968 - 2,750 \cdot 0,012 = 1,935$	
14	$\bar{x} = 1,951$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 1,951 + 2,042 \cdot 0,012 = 1,9755$	
	$D = 0,131$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 1,951 - 2,042 \cdot 0,012 = 1,9265$	
	$V = 0,00451$		
	$\sigma = 0,0671$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 1,951 + 2,750 \cdot 0,012 = 1,984$	
	$Es = 0,012$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 1,951 - 2,750 \cdot 0,012 = 1,918$	
16	$\bar{x} = 1,981$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 1,981 + 2,042 \cdot 0,013 = 2,0075$	
	$D = 0,158$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 1,981 - 2,042 \cdot 0,013 = 1,9545$	
	$V = 0,00544$		
	$\sigma = 0,0737$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 1,981 + 2,750 \cdot 0,013 = 2,0167$	
	$Es = 0,013$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 1,981 - 2,750 \cdot 0,013 = 1,9453$	

Moyenne ($\bar{x}$).

Déviation (D).

Variation (V).

Déviation standard (σ).

Erreur standard (Es).

Limites de sécurité de la moyenne

 $\bar{x} \pm t \, 0,05 \cdot Es.$ $\bar{x} \pm t \, 0,01 \cdot Es.$

TABLEAU I b)
TENSION SUPERFICIELLE

Heures		Limites de sécurité de la moyenne	
10	$\bar{x} = 48,38$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 48,38 + 2,042 \cdot 0,195 = 48,778$	
	$D = 33,36$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 48,38 - 2,042 \cdot 0,195 = 47,982$	
	$V = 1,150$		
	$\sigma = 1,072$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 48,38 + 2,750 \cdot 0,195 = 48,916$	
	$Es = 0,195$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 48,38 - 2,750 \cdot 0,195 = 47,844$	
12	$\bar{x} = 47,96$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 47,96 + 2,042 \cdot 0,119 = 48,203$	
	$D = 12,37$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 47,96 - 2,042 \cdot 0,119 = 47,717$	
	$V = 0,426$		
	$\sigma = 0,652$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 47,96 + 2,750 \cdot 0,119 = 48,287$	
	$Es = 0,119$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 47,96 - 2,750 \cdot 0,119 = 47,633$	
14	$\bar{x} = 47,68$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 47,68 + 2,042 \cdot 0,048 = 47,778$	
	$D = 2,08$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 47,68 - 2,042 \cdot 0,048 = 47,582$	
	$V = 0,0717$		
	$\sigma = 0,267$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 47,68 + 2,750 \cdot 0,048 = 47,812$	
	$Es = 0,048$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 47,68 - 2,750 \cdot 0,048 = 47,548$	
16	$\bar{x} = 47,51$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 47,51 + 2,042 \cdot 0,137 = 47,789$	
	$D = 16,41$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 47,51 - 2,042 \cdot 0,137 = 47,231$	
	$V = 0,565$		
	$\sigma = 0,751$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 47,51 + 2,750 \cdot 0,137 = 47,886$	
	$Es = 0,137$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 47,51 - 2,750 \cdot 0,137 = 47,134$	
Moyenne ($\bar{x}$).		Limites de sécurité de la moyenne.	
Déviation (D).		$\bar{x} \pm t \, 0,05 \cdot Es.$	
Variation (V).		$\bar{x} \pm t \, 0,01 \cdot Es.$	
Déviation standard (σ).			
Erreur standard (Es).			

TABLEAU I c)
CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE

Heures		Limites de sécurité de la moyenne	
10	$\bar{x} = 46,158 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 46,158 \cdot 10^{-4} + 2,042 \cdot 0,32 = 46,811 \cdot 10^{-4}$	
	$D = 89,532$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 46,158 \cdot 10^{-4} - 2,042 \cdot 0,32 = 45,505 \cdot 10^{-4}$	
	$V = 3,087$		
	$\sigma = 1,756$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 46,158 \cdot 10^{-4} + 2,750 \cdot 0,32 = 47,038 \cdot 10^{-4}$	
	$Es = 0,320$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 46,158 \cdot 10^{-4} - 2,750 \cdot 0,32 = 45,278 \cdot 10^{-4}$	
12	$\bar{x} = 46,290 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 46,290 \cdot 10^{-4} + 2,042 \cdot 0,257 = 46,814 \cdot 10^{-4}$	
	$D = 57,751$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 46,290 \cdot 10^{-4} - 2,042 \cdot 0,257 = 45,766 \cdot 10^{-4}$	
	$V = 1,991$		
	$\sigma = 1,411$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 46,290 \cdot 10^{-4} + 2,750 \cdot 0,257 = 46,996 \cdot 10^{-4}$	
	$Es = 0,257$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 46,290 \cdot 10^{-4} - 2,750 \cdot 0,257 = 45,584 \cdot 10^{-4}$	
14	$\bar{x} = 46,795 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 46,795 \cdot 10^{-4} + 2,042 \cdot 0,365 = 47,540 \cdot 10^{-4}$	
	$D = 116,429$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 46,795 \cdot 10^{-4} - 2,042 \cdot 0,365 = 46,050 \cdot 10^{-4}$	
	$V = 4,014$		
	$\sigma = 2,003$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 46,795 \cdot 10^{-4} + 2,750 \cdot 0,365 = 47,796 \cdot 10^{-4}$	
	$Es = 0,365$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 46,795 \cdot 10^{-4} - 2,750 \cdot 0,365 = 45,004 \cdot 10^{-4}$	
16	$\bar{x} = 47,095 \cdot 10^{-4}$	$\bar{x} + t \, 0,05 \cdot Es = 47,095 \cdot 10^{-4} + 2,042 \cdot 0,308 = 47,723 \cdot 10^{-4}$	
	$D = 82,990$	$\bar{x} - t \, 0,05 \cdot Es = 47,095 \cdot 10^{-4} - 2,042 \cdot 0,308 = 46,467 \cdot 10^{-4}$	
	$V = 2,861$		
	$\sigma = 1,691$	$\bar{x} + t \, 0,01 \cdot Es = 47,095 \cdot 10^{-4} + 2,750 \cdot 0,308 = 47,942 \cdot 10^{-4}$	
	$Es = 0,308$	$\bar{x} - t \, 0,01 \cdot Es = 47,095 \cdot 10^{-4} - 2,750 \cdot 0,308 = 46,248 \cdot 10^{-4}$	

Moyenne ($\bar{x}$).

Déviatiun (D).

Variation (V).

Déviatiun standard (σ).

Erreur standard (Es).

Limites de sécurité de la moyenne.

$\bar{x} \pm t \, 0,05 \cdot Es.$

$\bar{x} \pm t \, 0,01 \cdot Es.$

une variabilité importante qui puisse infirmer l'homogénéité des différents échantillons de lait analysés. La valeur infiniment petite de déviation standard et de l'erreur standard le confirmerait. Les mêmes limites de sécurité obtenues tant pour le « t » fixé dans le tableau à 5 p. 100 que pour le « t » fixé à 1 p. 100 délimitent un intervalle très restreint, signe de la sécurité élevée de la moyenne et de son étroite ressemblance avec la moyenne théorique et donc avec la valeur « vraie » des données viscosimétriques.

2° Les données offertes par l'analyse de la T.S. et de la conductibilité électrique se prêteraient à des considérations analogues. Les valeurs moyennes relatives dans les différentes heures-déterminations rejoindraient aussi celles de la bibliographie. Les indices de variabilité les plus significatifs aux fins d'une évaluation de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité des valeurs en question, sont donc ici de nature négligeable pour les diverses déterminations. Tant la déviation standard que l'erreur standard, comparées dans les différentes heures-déterminations, font enregistrer des valeurs qui peuvent s'écarter les unes des autres, aussi bien pour la T.S. que pour la conductibilité électrique. Les limites de sécurité de la moyenne, étant donnée la nature insignifiante de l'erreur standard, délimitent un intervalle de sécurité assez restreint : signe que les valeurs moyennes sont contenues dans une amplitude restreinte de variabilité et sont donc significatives, ou homogènes.

La sécurité des paramètres empiriques témoigne de même en faveur tant de la technique employée que de l'élaboration biométrique elle-même.

* * *

Il convient maintenant d'examiner la portée de la variabilité qui se manifeste entre les mesures de la viscosité, de la tension superficielle et de la conductibilité électrique effectuées dans les diverses heures-déterminations. Un premier examen des valeurs moyennes trouvées, confronté dans les différentes heures-épreuves, conduirait à apprécier une certaine discordance, signe de variabilité entre les données responsables de ces mêmes valeurs moyennes. Il est maintenant évident que l'on ne peut parler de variabilité, ni donc de diversité entre une moyenne et une autre, sans un examen biométrico-statistique approfondi afin de pouvoir démontrer la causalité ou la casualité des variations : on a donc cherché à analyser en bloc, ou bien simultanément sur les quatre répartitions de données relatives à chaque constante, la variabilité manifestée. C'est-à-dire qu'on a cherché à l'étudier dans son ensemble, faisant appel à l'analyse de la déviation laquelle, dans des cas similaires,

permet tout au plus de discriminer le caractère accidentel ou la casualité par le caractère systématique ou la causalité des variations : on sait à coup sûr, que cette variabilité est la portée de petites modifications dues à un complexe de causes exo-endogènes : dans notre cas, les premières (exogènes) sont identifiables principalement dans la cause transport, les secondes (endogènes), principalement dans les modifications physiologiques. Une fois mise en évidence la source de variabilité significative, on a procédé à une identification plus approfondie entre les diverses heures-épreuves.

Commençons par la viscosité (tableau II). L'examen du total des 120 mesures — aussitôt après le transport, puis de deux heures en deux heures jusqu'à la sixième heure de conservation — montre qu'elle n'est pas l'objet de modifications notables pour une variabilité significative. Il résulte de l'analyse de la déviation que la variabilité entre les différents groupes, exprimée par la variation relative, est presque égale à la variabilité qui est enregistrée entre les mêmes groupes, elle est synonyme de variations de l'erreur : donc le rapport de variation « F » (rapport entre variation inter-groupes et variation intra-groupes) donne lieu à une valeur qui n'est pas significative, ni pour $P = 0,05$, ni pour $P = 0,01$. On peut en déduire que la variabilité est, à première vue, appréciable entre les diverses moyennes et qu'elle est le fruit de variations accidentelles, lesquelles se vérifient indépendamment à partir d'une cause bien déterminée : dans notre cas, le transport.

La conductibilité électrique suit le même canal (« iter »). L'analyse de la déviation, en effet, conduit à confronter aussi les deux sources de variabilité. Il en résulte que le rapport « F » (variation entre groupes/variation dans les groupes) donne un quotient insignifiant, tant si l'on se réfère à la probabilité de 5 p. 100 qu'à celle de 1 p. 100.

Voyons enfin la tension superficielle. La nature diverse des valeurs moyennes apparues dans les différentes heures-épreuves, reflète ici une variabilité des pouvoirs tensio-actifs hautement significative et donc causale, systématique. Cela veut dire que le transport aurait provoqué un *choc* au sein des substances batotones du lait, qui se traduit par une nette variation de la constante qu'elles conditionnent, variation relevée dans les diverses heures-épreuves subséquentes. En effet, « F » (variation entre groupes/variation dans les groupes) est égal à 7,77 : c'est-à-dire hautement significatif aussi bien pour $P = 0,05$ que pour $P = 0,01$.

Comme nous l'avions annoncé au préalable, nous ne nous sommes néanmoins pas arrêtés à cette réponse, mais nous avons

TABLEAU II
VISCOSITÉ — ANALYSE DE LA DÉVIATION

Origine de la variabilité	DéviatiOn	Degrés de liberté	Variations	F
Entre groupes	0,015	3	0,005	$\frac{0,005}{0,0045} = 1,11$
Dans les groupes	0,523	116	0,0045	
Totaux	0,538	119		

F non significatif pour P = 0,05.
F non significatif pour P = 0,01.

CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE — ANALYSE DE LA DÉVIATION

Origine de la variabilité	DéviatiOn	Degrés de liberté	Variations	F
Entre groupes	17,223	3	5,741	$\frac{5,741}{2,988} = 1,955$
Dans les groupes	346,702	116	2,988	
Totaux	363,925	119		

F non significatif pour P = 0,05.
F non significatif pour P = 0,01.

TENSION SUPERFICIELLE — ANALYSE DE LA DÉVIATION

Origine de la variabilité	DéviatiOn	Degrés de liberté	Variations	F
Entre groupes	12,87	3	4,290	$\frac{4,290}{0,552} = 7,77$
Dans les groupes	64,13	116	0,552	
Totaux	77,00	119		

F non significatif pour P = 0,05.
F non significatif pour P = 0,01.

poussé la recherche pour identifier quelles étaient les heures-déterminations les plus responsables de cette variabilité des données tensiométriques. L'examen des valeurs moyennes de la constante, relatives aux quatre heures-épreuves, montre qu'elles subissent un abaissement progressif et continu ; cela se manifesterait avec une intensité décroissante à mesure que se succèdent

les déterminations. En effet, l'écart entre la valeur moyenne relevée à 10 heures et la valeur relevée à 12 heures est égal à 0,42 ; l'écart entre la valeur à 12 heures et la valeur à 14 heures est égal à 0,28 ; l'écart entre les valeurs à 14 heures et à 16 heures est de 0,17. Naturellement, si on élargit la base de comparaison, la différence d'écart se montre plus élevée ; ainsi l'écart entre la valeur moyenne à 10 heures et la valeur moyenne à 16 heures est égal à 0,87, l'écart entre les valeurs moyennes à 10 heures et à 14 heures est égal à 0,70.

Cette évolution des valeurs conduit à une constatation particulière. Dans ce cas, au bout de deux heures de conservation, la tension superficielle du lait enregistrerait une nette diminution, qui tendrait ensuite à s'atténuer. Mais il convenait de vérifier biométriquement cette affirmation, et dans ce but, en nous servant des données offertes par l'analyse de la déviation, nous avons approfondi notre recherche concernant la signification de la différence d'écart entre les diverses heures-épreuves. Nous sommes donc passés de l'analyse de la déviation — de laquelle découle la variation dans les groupes ou variation de l'erreur — au calcul de la déviation standard : de celle-ci, on a tiré l'erreur générale, concernant chacune, et toutes les moyennes, en prenant donc en considération la valeur de « t » indiqué dans le tableau comme correspondant à 116° de liberté, tant pour $P = 0,05$ que pour $P = 0,01$, on a procédé ainsi :

$$\text{Variation dans les groupes} = 0,552 \quad \sigma = \sqrt{0,552} = 0,742$$

$$\text{Erreur générale} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,742}{\sqrt{30}} = \frac{0,742}{5,477} = 0,135.$$

La valeur de « t » correspondant à 116° de liberté est égale à 1,98 pour $P = 0,05$ et à 2,617 pour $P = 0,01$. On a choisi la valeur de 120° de liberté par le tableau de FISHER et YATES, en ce que la précédente dans les tableaux est celle de 60 et la différence de « t » entre les deux est tout à fait insignifiante.

Toute différence entre les moyennes, supérieure à $1,98 \times 0,135 \times \sqrt{2} = 0,378$, sera significative pour $P = 0,05$; toute différence entre les mêmes moyennes, supérieure à $2,617 \times 0,135 \times \sqrt{2} = 0,499$ sera significative pour $P = 0,01$. Comme on peut le remarquer, sont significatives pour $P = 0,05$ et $P = 0,01$ les différences entre la première et la troisième détermination (0,70) et entre la première et la quatrième détermination (0,87). Sont significatives pour $P = 0,05$, les différences entre la première et la seconde détermination (0,42) et entre la seconde et la quatrième détermination (0,45).

La réponse biométrique a donc clairement confirmé que, dans les échantillons de lait examinés, la tension superficielle au bout de deux heures de conservation enregistrait une nette diminution, tendant ensuite à s'atténuer.

Considérations conclusives

a) La variabilité non significative de la viscosité et de la conductibilité électrique, dans les échantillons de lait analysés, témoigne de la non-existence de modifications systématiques causées par le transport au préjudice des substances qui s'y trouvent à la base. Leur stabilité serait telle qu'elle ne serait pas altérée ni compromise par le transport.

Quelle signification faut-il alors donner aux variations manifestées au premier examen, et à celles qui ont été constatées par d'autres auteurs ? A la lumière de nos découvertes, aussi bien les unes que les autres pourraient être considérées comme accidentelles et donc être comptées parmi ce qu'on appelle les *fluctuations statistiques*. La valeur même des différents indices (déviation standard, erreur standard, intervalle de sécurité) confirmerait le jugement de stabilité. Ces analyses, en effet, sont non seulement d'une nature négligeable mais revêtent presque la même valeur dans toutes les *épreuves-temps*, autant dire dans toutes les *répartitions-temps*. Et si nous mettons en rapport la *variable* transport avec l'élément *espace*, nous pouvons dire que les indices de notre échantillon prennent presque la même valeur dans toutes les *épreuves espace-temps*, soit dans toutes les *répartitions espace-temps*. La considération est valable en outre aussi pour les laits d'ensemble : car chaque prélèvement étant représentatif de plusieurs laits individuels, l'absence de variabilité constatée dans les répartitions des données viscosimétriques et conductimétrique confirme la stabilité du substratum chimico-physique qui conditionne ces constantes.

b) La tension superficielle implique un commentaire différent. Les quatre séries d'analyses-heures ont fait enregistrer des modifications systématiques témoignant d'une variabilité de valeurs hautement significative, à attribuer à la cause « transport » ; il est vrai qu'on avait déjà mis en évidence (PINO et CHIOFALO), une variabilité des valeurs tensiométriques due à la cause « vieillissement » ! Mais celle-ci s'est montrée de nature peu importante et significative seulement pour $P = 0,05$ tandis que dans le cas présent, la variabilité constatée est hautement significative, tant pour $P = 0,05$ que pour $P = 0,01$.

La diminution de variabilité exprimée par nos données tensiométriques, si d'un côté elle reconfirme les résultats des autres chercheurs, elle s'en différencie d'autre part dans son évolution. Voyez l'indication de BELLE d'une *valeur statique* au bout de deux heures de conservation. Le fait pourrait s'expliquer en supposant dans notre cas des phénomènes d'addition ou de cumul, ou bien de simple synergisme entre l'action du transport et celle du vieillissement. En quelque sorte, la confirmation de cette tendance décroissante laisse supposer que le « choc » constaté dû au transport (conditionné, cela s'entend, dans le temps et dans l'espace par le type de transport), n'est pas irréversible, mais va à la rencontre de phénomènes présumables de maturation.

Passons plutôt à une autre considération. Le choc dû au transport implique, on l'a vu, une perturbation du substratum chimico-physique qui conditionne les valeurs de la tension superficielle du lait. Cette plateforme tensio-active modifiée est apparue évidente par les différents calculs et les différentes comparaisons. Sous l'aspect chimico-physique donc, nous nous trouvons en présence de lait qui, en ce qui concerne la T.S., ne conserve plus le même équilibre. Sous l'aspect hygiénique, cela témoigne d'une compromission — sinon d'une dégradation — dans une certaine mesure des caractéristiques biologiques et bio-physico-chimiques typiques du lait venant d'être traité, et qui concourent à en faire un produit de valeur élevée diétético-bromatologique tant pour la consommation directe que pour les transformations. On se demande par quels mécanismes chimico-physiques se manifeste l'action perturbatrice du transport sur les substances tensio-actives ou batotones responsables ?

On sait (MANTOVANI) que pendant le transport du lait dans des récipients non complètement remplis on constate une perte plus ou moins considérable d'anhydride carbonique : en même temps, on peut constater un enrichissement en oxygène qui, comme on le sait, en se fixant aux acides gras, en favorise le rancissement abiotique. Il faut ajouter que l'enrichissement en oxygène du lait par suite du choc dû au transport favoriserait aussi la prolifération microbienne, avec augmentation de ce type d'activité lipolytique et formation relative de grandes quantités d'acides gras libres. Selon DOAN et MINSTER, cela conduirait à une diminution des valeurs de la T.S. : à observer que justement, les acides gras libres ainsi que les protéines sont les principaux constituants des surfaces actives du lait (WHITNAH).

Si nous nous référons à RAHN, le transport provoque des modifications physico-chimiques, lesquelles intéressent le consti-

tuant colloïdal, spécifiquement le complexe lyophile-albuminoïde, celui qui est le plus étroitement lié avec la T.S. Le choc produit des modifications au préjudice de la membrane protectrice du globule gras. Il en résulte la rupture d'équilibres physico-chimiques avec libération de protéines lyophiles tensio-actives et d'acides gras libres. Le tout impliquerait une diminution des valeurs de la T.S.

Pour conclure : les présentes recherches témoignent d'une influence négative du transport sur le processus normal de la maturation (ou « adaptation ») du lait en fonction de la distance, du mode et du type de transport. Elles indiquent dans la détermination de la tension superficielle un instrument de recherche tout à fait sensible, et aussi pratique, pour dévoiler les déséquilibres du substratum chimico-physique et biologique du lait sous l'action du transport.

Résumé

On a étudié les variations de la viscosité, de la conductibilité électrique et de la tension superficielle du lait sous l'action du transport. A cet effet, on a analysé des échantillons de laits d'ensemble pendant la durée de trente jours, avec des déterminations exécutées immédiatement après le transport puis de deux heures en deux heures, jusqu'à la sixième heure de conservation.

Les données relatives sont évaluées selon la méthodologie biométrique moderne et permettent de tirer les conclusions suivantes :

a) Notable stabilité des valeurs viscosimétriques conductimétriques et tensiométriques des échantillons examinés à la même heure ;

b) Variabilité purement accidentelle de la viscosité et de la conductibilité électrique sous l'action du transport ;

c) Variations nettement significatives des valeurs de la tension superficielle (T.S.), lesquelles, sous l'action du transport, vont vers une évidente diminution, à tendance décroissante par des phénomènes présumables d'adaptation ou maturation.

Sous l'aspect hygiénique-alimentaire, on a mis en évidence l'action nuisible du transport sur le substratum chimico-physique et biologique du lait. Là encore, la détermination de la tension superficielle se montre l'instrument aussi pratique qu'efficace de diagnostic et d'appréciation.

Summary

The variations of viscosity, electric conductivity and surface tension of milk under the influence of transport have been studied. For that purpose, samples of bulk milk have been analysed during a thirty days period. Determinations have been made directly after the transport and then every other hour until the sixth hour of storage.

The relative data are valued according to the recent biometrical methodology and allow us to draw the following conclusions :

1) Noticeable stability of the viscosity, conductivity and surface tension values in the samples tested at the same time.

2) Merely accidental variability of viscosity and electric conductivity under the influence of transport.

3) Plainly significant variations of the surface tension value (S.T.), which show an evident diminution under the influence of transport, with a decreasing trend through presumable phenomena of adaptation or ripening.

From a nutritional and hygienical point of view, the detrimental action of transport upon the chemical physical and biological substrate of milk has been made evident. Again, the determination of surface tension appears to be a practical as well as efficient means of diagnosis and estimation.

BIBLIOGRAPHIE

- BALLARIN O. Da Mantovani G. e Di Leo S., (*loco citato*).
BASSET L.-J. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
BELLE G. La tension superficielle du lait de vache. *Le Lait*, tome XVI, p. 13, 1936.
BOTTAZZI. Da Buogo G. (*loco citato*).
BUOGO G. *Analisi fisico-chimiche*. Sansoni, Ed. Scientifiche, Firenze.
CHIOFALO L. Osservazioni sulle modificazioni della Tensione superficiale nel latte di capra nel corso della sua conservazione. *Boll. Soc. It. Biol. Sper.*, vol. XXXI, mar.-apr., p. 313, 1955.
CHIOFALO L. Lezioni al Corso di Biometria e Metodologia Biometrica. *Zootecnia e Vita*, Anno II, n° 2-3, 1959.
CHIOFALO L. Lezioni al Corso di Biometria e Metodologia Biometrica. *Zootecnia e Vita*, Anno II, n° 4, 1959.
CHIOFALO L. Lezioni al Corso di Biometria e Metodologia Biometrica. *Zootecnia e Vita*, Anno IV, n° 4, 1961.
CUZZOCREA G. et D'ANDREA G. Effetti degli ultrasuoni sulla Tensione superficiale del latte. *Atti Acc. Peloritana*. Classe di scienze Medico-biologiche. Anno Acc. CCXXVII, p. 403.

- DAHLBERG A. L. et HENING C. H. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- DIEUDONNÉ, ORBEMEIR e VAN SLYKE. Da Mantovani G. (*loco citato*).
- DOAN and MINSTER. Da Tarassuk N. P. and Smith F. R. Relation of Surface Tension of Rancid Milk to its Inhibitory Effect on the Growth and Acid Fermentation of *Streptococcus lactis*. *Journal of Dairy Science*, , 23, 1163, 1940.
- DOHRMANN. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- DUCLAUX E. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- EGGERT J. *Trattato di Chimica-fisica ed elettrochimica*. Hoepli.
- FISHER R. A. and YATES F. *Statistical Tables for biological, agricultural and medical Research*, 1949. Edinburg and London, Oliver and Boyd.
- GERBER V. Da Pinkerton F. and Peters I. I. Conductivity, Per Cent Lactose and Freezing Point of Milk. *Journal of Dairy Science*, vol. 41, n° 3, p. 392.
- HELOT. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- HOUDINIÈRE A. Le colostrum de vache (*suite*). *Le Lait*, tome XXIV, p. 226, 1944.
- HUMBERT et DUCROS. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- JACKSON L. C. and ROTHERA A. C. H. Da Pinkerton F. and Peters I. I. (*loco citato*).
- KOBLER. Da Houdinière A. (*loco citato*).
- KOPACZEWSKI W. Etude physico-chimique du lait. *Le Lait*, tome XXVIII, p. 113. 1948.
- KOPACZEWSKI W. *Physico-Chimie du lait*, 1950. Ed. Dunod, Paris.
- KRENN. Da Montefredine A. (*loco citato*).
- LECOMTE DU NOÛY. Da Pino A. e Chiofalo L. (*loco citato*).
- MANTA I. et LUPEA V. Da Pino A. et Chiofalo L. (*loco citato*).
- MANCINI E. Metodologia Sperimentale in Agricoltura. *Problemi dell'Agricoltura meridionale*. 1953. Istituto Editoriale del Mezzogiorno.
- MANTOVANI G. Ispezione degli Alimenti di origine animale. U.T.E.T., 1961, Torino.
- MANTOVANI G. e BARRESI E. Osservazioni sulla tensione superficiale del latte di capra. *Il Mondo del latte*, n° 3, 1954.
- MANTOVANI G. et DI LEO S. Osservazioni sui valori di viscosità dinamica e cinematica del latte di capra. *Il Mondo del latte*, n° 10, 1953.
- Metodologia Biometrica, Lezioni svolte al Seminario Internazionale di Varenna, sett. 1955. Edizioni Universitarie Malfasi. Milano.
- MOHR et BEHRENDT. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- MONTEFREDINE A. La conducibilità elettrica come mezzo di indagine nella analisi del latte. *Annali di Chimica Applicata*, vol. 32, fasc. 2, 1942.
- NIEMCZYCKI S. et GALECKI J. Conductibilité électrique spécifique du lait et nouveaux dispositifs pour sa détermination. *Le Lait*, tome XVIII, p. 1009, 1938.
- PINO A. e CHIOFALO L. Sulle variazioni cronologiche della tensione superficiale del latte caprino intero e scremato : ricerche e comparazioni alla luce dell'attuale metodologia biometrica. *Quaderni dell'Istituto di Zootecnia Generale dell'Università di Messina*. Agosto 1957.

- PINO A., CHIOFALO L. e LEONTI F. Significatività e Randomizzazione e loro importanza in Zootecnia. *Quaderni dell'Istituto di Zootecnia Generale dell'Università di Messina*. Agosto 1957.
- RAFFAELLI D. Variazione della tensione superficiale del latte. *Annali di Chimica Applicata*, vol. 30, p. 539, 1940.
- RAHN. Da Mantovani G. (*loco citato*).
- RUBINSTEIN D. et KUSMINA J. Da Pino A. e Chiofalo L. (*loco citato*).
- SAVINI E. Caseificio : il latte e la sua produzione. 1946. Hoepli, Milano.
- SCHOLZ. Da Montefredine A. (*loco citato*).
- SCHMID. Da Montefredine A. (*loco citato*).
- SCHNORF. Da Montefredine A. (*loco citato*).
- SEGALE M. Da Kopaczewski W. (*loco citato*).
- STASSANO. Da Mantovani G. (*loco citato*).
- TAPERNOUX A. et VUILLAUME E. Viscosité du lait de vache. *Le Lait*, tome XVI, p. 449, 1934.
- WHITNAH C. H. The Surface Tension of Milk. A Review. *Journal of Dairy Science*, vol. 42, n° 9, p. 1437, 1959.

**ÉTUDE D'UNE MÉTHODE DE RÉFÉRENCE
POUR LA DÉTERMINATION DE LA MATIÈRE SÈCHE
DANS LES FROMAGES : COMPARAISON
AVEC LES MÉTHODES ACTUELLEMENT EN USAGE (1)**

par

M^{me} MARTELLI

Ingénieur au Laboratoire Municipal de Paris

On entend par matière sèche d'un fromage, le résidu solide, entièrement déshydraté et constitué essentiellement par des matières protéiques et des matières grasses.

La matière sèche ainsi définie peut être déterminée soit par pesée du résidu après élimination totale de l'eau, soit par dosage de l'eau en tant que telle, les deux opérations étant complémentaires l'une de l'autre.

De la première technique relèvent des procédés couramment utilisés : séchage à l'étuve à 100° C, séchage à 70-80° C sous une pression réduite, séchage sous vide à température ordinaire suivi d'une dessiccation à 100° C (méthode proposée par la Convention Internationale de Rome, 1954).

Le but recherché est atteint avec d'autant plus de difficulté que le fromage est plus riche en substances volatiles. Les méthodes

(1) *Annales des Falsifications et de l'expertise chimique*, 1962, n° 642, 211.