trique du complexe colloïdal du lait après sa gélification : de l'électronégatif dans du lait frais il devient électropositif après la gélification ;

3° La synérèse des gels lactiques formés au cours de la gélification microbienne ne s'explique ni par la charge des colorants, ni par leur degré de dispersion ; peut-être pourra-t-on la mettre en rapport avec le degré d'hydratation micellaire des colorants étudiés, mais les données concernant ce caractère doivent être fixées avec précision.

HISTORIQUE DES MÉTHODES ACIDO-BUTYROMÉTRIQUES DU DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE DES CRÈMES

par

PIERRE MACHEREL

Ingénieur Agricole

Diplômé des Etudes Supérieures des Industries du Lait

Les méthodes acido-butyrométriques furent conçues pour l'analyse du lait. Elles sont basées sur le fait qu'ajouté en quantité et force suffisante à un échantillon de lait l'acide sulfurique libère les graisses de leur émulsion en détruisant et solubilisant tous les autres composants. Les graisses peuvent alors être facilement rassemblées puis mesurées par appréciation volumétrique. La centrifugation facilite beaucoup et régularise ce rassemblement.

La méthode proposée par BABCOCK en 1889 [1], et encore utilisée couramment de nos jours, utilise uniquement ces phénomènes. Elle nécessite l'emploi de récipients en forme de bouteilles. GERBER [2], par l'emploi d'un réactif supplémentaire : l'alcool amylique, rendit la séparation de la matière grasse (M.G.) possible dans des récipients plus étroits, appelés « butyromètres ».

A l'origine tous ces appareils, aussi bien les bouteilles Babcock que les butyromètres Gerber, semblent avoir été graduées empiriquement, par comparaison avec une méthode de référence, pondérale, généralement la méthode Roese-Gottlieb [3].

Un grand nombre d'essais, effectués avec des laits courants, montrèrent que les résultats donnés par l'emploi de ces méthodes acido-butyrométriques étaient exacts, et elles jouirent rapidement d'une grande vogue du fait que, grâce à elles, le contrôle industriel des fournitures de lait était possible. Leur emploi était si commode, leur sécurité d'emploi semblait si indiscutable, que l'on songea très vite à les appliquer au dosage de la matière grasse dans les autres

produits laitiers : crème, beurre, fromages, lait écrémé, babeurre ; produits tellement semblables au lait que, *a priori*, l'on était persuadé que les résultats de leur analyse par des procédés dérivés du Babcock ou du Gerber seraient exacts ; aussi exacts que ceux obtenus dans l'analyse du lait.

La pratique montra qu'il en était autrement et l'on dut apporter maints correctifs avant que les méthodes acido-butyrométriques appliquées aux produits dérivés du lait donnent entièrement satisfaction ; et, encore à l'heure actuelle, serait bien téméraire celui qui assurerait que l'accord est réalisé sur la valeur de toutes ces méthodes pour l'analyse de tous ces produits.

Il ne semble pas qu'au début les phénomènes acido-butyrométriques aient été sérieusement examinés ; et les appréciations portées sur eux, controuvées par la suite, semblent avoir été dictées par le désir de favoriser l'extension de l'emploi des méthodes les utilisant. Dans cet ordre d'idées il était dit par exemple que la M.G. séparée n'était pas altérée [4], qu'elle ne contenait pas d'alcool amylique [5], que son poids spécifique était de 0,900 [1, 4, 6, 7, 8], ce qui permettait de donner une explication mathématique simple et séduisante de la graduation des appareils [4]. Tant que ces méthodes furent uniquement appliquées au lait on eut tout lieu de supposer ces affirmations exactes — les usagers étant satisfaits des résultats — et on ne songea pas à les vérifier, ni à étudier dans leur détail et leur complexité les phénomènes acido-butyrométriques. Cette étude n'a été faite que sous la pression des événements, au jour le jour et sans plan d'ensemble bien défini, pour les méthodes de dosage acido-butyrométriques de la M.G. dans les crèmes — pour ces méthodes seulement et à cause précisément des difficultés qui se sont révélées à l'usage dans leur emploi.

Différents chimistes, et des techniciens, se sont intéressés aux problèmes de l'analyse acido-butyrométrique des crèmes, en des pays et en des temps différents, mais, faute de liaison entre eux, ils ont ignoré leurs tâtonnements réciproques ; certains phénomènes étudiés par l'un ont été repris par l'autre quelques années plus tard et les conclusions présentées, souvent semblables, ont eu des répercussions différentes, si bien que l'on ne peut pas faire une étude historique chronologique universelle de ces méthodes. Une étude logique nécessite un reclassement des faits, une gymnastique continue dans le temps et dans l'espace pour coordonner des éléments d'appréciation voisins mais épars. Il peut donc sembler intéressant de grouper ces études disparates et d'en faire une synthèse. C'est le but que je me suis proposé dans cet historique, consacré plus spécialement aux méthodes dérivées de la méthode Gerber ; un historique très documenté des travaux sur la méthode Babcock et les méthodes antérieures ayant déjà été présenté par M. Ernest O. HERREID [6].

Histoire de la méthode Gerber-dilution

Les méthodes d'analyse acido-butyrométriques des crèmes dérivent des méthodes d'analyse acido-butyrométriques des laits.

Ainsi pour l'analyse des crèmes, on songea tout d'abord à les diluer avec de l'eau de telle façon que la richesse de la dilution en M.G. soit voisine de celle du lait entier ; l'analyse de cette dilution étant ensuite conduite dans des butyromètres à lait ordinaires, et les résultats ramenés à la crème non diluée. On constata très vite que cette méthode laissait à désirer quant à l'exactitude des résultats [9], les erreurs étant principalement provoquées, dans l'opération de dilution par l'instabilité de la pseudo-émulsion que l'on se proposait de refaire. Ces erreurs furent signalées dès 1907 en Allemagne [10], mais ces travaux semblent avoir été ignorés chez nous puisque, lorsque par suite de l'extension des crémèries l'analyse des crèmes prit un intérêt national, d'aucuns [11, 12] préconisèrent de nouveau cette méthode par dilution, reconnue inapplicable à l'étranger. M. CHOLLET l'améliora cependant en préconisant le remplacement de l'eau par du lait écrémé, la pseudo-émulsion étant ainsi rendue moins instable [13]. Enfin en 1943 les rapporteurs des questions traitant de l'analyse des crèmes à la « Journée du Lait », organisée par l'Amicale des Anciens Elèves de la Section des Etudes Supérieures des Industries du Lait furent unanimes à signaler que cette méthode, dont ils signalèrent les déficiences, n'était pas à conseiller dans la pratique industrielle [14, 15]. Il semble donc que son emploi soit maintenant désuet ; il ne se justifie plus que dans des cas exceptionnels.

Histoire de la méthode Gerber pour crèmes et des méthodes dérivées

Puisque la dilution de la crème hors du butyromètre est, dans la pratique une source d'erreur, et l'attaque directe de la crème par l'acide Gerber étant trop violente, on fut amené à effectuer la dilution nécessaire à l'intérieur du butyromètre même. Ainsi naquirent les méthodes Gerber (pondérale-volumétrique) et Koehler (volumétrique) pour le dosage de la M.G. des crèmes.

Dans la *méthode Gerber pour crèmes*, peu connue en France sous sa forme originale, on introduisait dans un butyromètre à deux ouvertures, dit « appareil à produits » 5 grammes de crème, on ajoutait 10 cm³ d'eau, 10 cm³ d'acide sulfurique (p. s. 1825) et 1 cm³ d'alcool amylique. On conduisait ensuite l'analyse selon la technique Gerber à lait habituelle.

Il faut bien distinguer « méthode Gerber pour lait » et « méthode Gerber pour crème », méthodes très différentes au fond, malgré leur

nom semblable, ainsi que cela fut montré par ROEDER [3] ; et j'ai remarqué qu'il y avait souvent confusion dans l'esprit des auteurs et des chimistes, voire des directeurs de laboratoires d'analyses, entre ces deux méthodes. C'est pourquoi je crois utile de préciser le mode opératoire, et je ne crois pas inutile d'insister sur ce point. Il faut également se garder, bien entendu, de confondre avec la méthode « Gerber-dilution », encore appelée « Gerber-ballon ».

Mais quittons pour quelques instants le point de vue étroit des chimistes et essayons d'avoir une vue plus large de la question en ne cherchant pas seulement comme eux à définir le « comment » d'une méthode, avec toutes ses considérations techniques, mais encore le « pourquoi » de cette méthode en ne négligeant pas l'aspect psychologique de la question ainsi posée.

Et ceci nous conduit à nous demander pourquoi telle méthode a été conçue, pour qui elle l'a été, et pour satisfaire à quels besoins. Une méthode en effet ne doit pas être jugée uniquement par sa valeur propre, mais aussi en fonction des fins pour lesquelles elle a été créée. Examinées sous ce jour, on se rend compte que les méthodes d'analyse acido-butyrométriques des crèmes (méthodes industrielles, ne l'oublions pas) ont été conçues pour satisfaire aux besoins des directeurs d'usines d'une part, des beurriers d'autre part. Ces derniers désiraient connaître la richesse de la crème qu'ils barattaient, les premiers la richesse des crèmes sortant des écrémeuses afin de vérifier leur fonctionnement. Les analyses n'étaient faites qu'à titre indicatif et on ne leur demandait pas une grande précision : il importait assez peu que les approximations soient de l'ordre de 3 ou 4 %. En conséquence les améliorations apportées à cette époque visèrent elles à accroître la rapidité des opérations et non la sécurité des résultats.

Les méthodes utilisées (la méthode Gerber pour crèmes et la méthode Koehler) — exactes dans les limites de précision qui leur étaient demandées, limites assez larges comme nous venons de le voir — donnèrent longtemps satisfaction, aussi longtemps qu'on ne les utilisa pas pour d'autres usages. Il en fut autrement lorsque, dans les crémeries, les analyses de crèmes servirent à un paiement proportionnel à la teneur en M.G. Il devenait alors indispensable de connaître très exactement la richesse des crèmes analysées.

Ces industries se développèrent tout d'abord aux Amériques et en Australie, où les crèmes sont analysées par la méthode Babcock.

Or, un technicien allemand, le Dr Puck, venant à être attaché au Ministère de l'Agriculture de la République Argentine chercha, vers 1926 à introduire en Amérique latine les méthodes d'analyse (et l'appareillage) en usage dans son pays d'origine. Du Pérou, M. Pozzi-Escot contrecarra son entreprise par une vive critique des méthodes

Gerber, disant en particulier [16] : « Avec la Gerber il faut accepter les indications du matériel gradué du commerce les yeux fermés ; il n'existe pas de données officielles certaines pouvant servir à la vérification des graduations ou des dires des fabricants — d'où des erreurs très fréquentes et très notables entre le matériel fourni par les diverses maisons et souvent même entre divers tubes et pipettes de la même maison. »

Les constructeurs [17, 18] ne fournissant pas les indications nécessaires pour répondre à Pozzi-Escot, Puck, qui persistait à vouloir répandre la méthode Gerber, rechercha lui-même sur quelles bases les butyromètres devaient être gradués, et étudia les phénomènes acido-butyrométriques. Il remarqua tout d'abord que les butyromètres du commerce donnaient des résultats trop élevés avec les crèmes ayant une forte teneur en M.G. [19] ; puis il signala la nécessité de tenir compte du poids spécifique des crèmes pour la graduation, les erreurs pouvant atteindre, si l'on n'en tient pas compte, 4 % [20].

Les constructeurs semblèrent pris au dépourvu par toutes ces critiques ; ils ne donnèrent pas communication des travaux qui auraient dû leur servir à établir la graduation adoptée. D'aucuns admirèrent le bien fondé de certaines critiques. L'un d'eux par exemple reconnut qu'effectivement la M.G. séparée n'était pas pure ; il ajouta même, qu'après tout, le chiffre donné par l'analyse Gerber ne devait être considéré que comme un indice, mais « approchant assez de la teneur réelle en graisse véritable » [17]. Puis ils se ressaisirent ; ROEDER, de la maison Gerber, affirma que les phénomènes acido-butyrométriques étaient étudiés dans son laboratoire, et s'il admettait que les butyromètres pouvaient être mal gradués pour des teneurs de 70 à 80 %, c'était, disait-il, « que des crèmes de cette richesse ne se rencontrent pas en Allemagne » [21].

Mais, entre temps, les travaux de Puck avaient abouti, conduisant à établir un règlement fixant les qualités auxquelles devaient satisfaire les butyromètres Gerber en Argentine — et, en particulier, les caractéristiques de leur graduation [22] ; règlement s'apparentant par beaucoup de points aux règlements en vigueur aux U.S.A. et concernant les pipettes et butyromètres Babcock [23], instruments très minutieusement décrits par l'auteur dès 1890 [1].

Les attaques de Pozzi-Escot et de Puck ont stimulé l'étude des phénomènes acido-butyrométriques. ROEDER, en particulier, et pour y répondre, donna communication de travaux très intéressants. Il signala tout d'abord l'importance du ménisque et celle de la température de lecture [24] ; puis, poursuivant ses recherches, il compara minutieusement les procédés d'analyse Gerber du lait et de la crème [3], et mit ainsi en évidence que, s'il y avait beaucoup de

similitudes (même forme du butyromètre, semblablement addition de 10 cm³ de SO H² (p. s. 1825) et de 1 cm³ d'alcool amylique), il y avait également des différences :

- a) Différence dans les rapports quantitatifs entre M.G., SO H², et alcool amylique,
- b) Différence dans la concentration finale de l'acide (le lait étant plus aqueux que les crèmes),
- c) Différence dans la manière d'ajouter les réactifs, et
- d) Différence dans la température.

Partant alors de ce principe que l'analyse Gerber du lait donnait toujours des résultats irréprochables (ce qui, en fait, n'est exact que dans certaines limites), il en déduisit que les inexactitudes de l'analyse Gerber de la crème étaient en relation avec les différences relevées entre les deux procédés.

Il considéra tout particulièrement une influence qu'il considérait essentielle : celle du rapport des quantités de graisse, d'acide sulfurique, d'alcool amylique, en présence. Remarquant que ces composants constituent un système de trois éléments dans lequel deux (la graisse et l'acide) ne sont que peu miscibles l'un dans l'autre alors que le troisième (l'alcool amylique) est miscible dans chacun des deux premiers, ROEDER étudia un cas semblable, celui d'un système d'eau, d'alcool éthylique, d'acide sulfurique. Il montra que dans un tel système le rapport des quantités de liquide en présence détermine le passage du composant miscible dans chacun des deux autres composants non miscibles. Il établit expérimentalement la loi de ce passage pour l'alcool amylique dans la graisse et pour la graisse dans l'acide sulfurique. Mais, en plus des phénomènes d'ordre physique, il y a des modifications d'ordre chimique. ROEDER, reprenant des observations anciennes de SIEGFELD [25], montra qu'aussi bien l'alcool amylique que la graisse sont attaqués par l'acide sulfurique. Ses mesures toutefois n'étaient que volumétriques et il y a des restrictions à faire sur la valeur de sa démonstration.

En bref, d'après ROEDER, les phénomènes se produisant dans les butyromètres sont les suivants :

« a) La M.G. sera attaquée par l'acide sulfurique, une partie passera dans l'acide, il y aura moins de M.G. séparée que M.G. apportée et relativement moins qu'il y aura moins de M.G. en comparaison avec l'acide sulfurique mis en œuvre ;

b) L'alcool amylique sera aussi attaqué ; une partie (ou une partie de ses produits réactionnels) est capable de passer dans la M.G. La quantité de ce dernier est aussi déterminée par le rapport

entre les quantités de M.G., d'acide sulfurique, d'alcool amylique existant en tout. »

Finalement ROEDER utilisa tous les résultats obtenus pour mettre au point une méthode, dérivée de la Gerber pour crèmes initiale, dans laquelle l'attaque de la M.G. semble se rapprocher davantage de l'attaque de la M.G. dans la méthode Gerber pour lait. Elle est connue en France sous le nom de méthode Roeder. Dans d'autres pays, et en particulier en Allemagne et en Suisse, elle est toujours désignée sous le nom de « méthode Gerber », « méthode Gerber selon Roeder », « méthode pondérale selon Gerber-Roeder » ; et elle est effectuée dans des butyromètres selon PUCK [22] ou selon ROEDER [3].

Cette méthode doit donc être considérée comme l'aboutissement, la perfection, de la méthode Gerber pour crème initiale. Elle nécessite la pesée exacte de 5 grammes de crème, l'emploi de deux bouchons et est quelque peu longue et délicate.

Historique de la méthode Koehler et des méthodes dérivées

KOEHLER [26] en 1907 proposa une méthode voisine de la méthode Gerber, plus simple, dans laquelle la quantité de crème introduite était appréciée par une estimation volumétrique (5 cm^3) dans un butyromètre à une seule ouverture (très semblable au butyromètre Gerber pour lait). Les réactifs étaient ajoutés dans l'ordre : acide sulfurique p. s. 1825 (10 cm^3), crème (5 cm^3), eau (5 cm^3), alcool amylique (1 cm^3). La crème était initialement mesurée avec une pipette ; les parois en retenant par adhérence une quantité plus ou moins grande (d'autant plus importante que la crème était plus riche), DU ROY et HOFFMEISTER [27] créèrent un jeu de pipettes tel que la pointe de la pipette à eau puisse s'introduire dans la tige de la pipette à crème pour la rincer. HESSE [9] enfin perfectionna tout à fait cette introduction en employant une seringue, C'est ce procédé qui est encore actuellement employé dans les méthodes dérivées.

HAMMERSCHMIDT [28] recommanda l'appréciation de la quantité de crème introduite au moyen d'un petit pycnomètre de 5 cm^3 , qui était pesé avec le bouchon (comme dans la méthode Gerber pour crème) et introduit dans le butyromètre préalablement rempli de réactifs. Ce pycnomètre fournit le poids spécifique de la crème utilisée, empêche la crème de se mélanger prématurément avec l'acide, et permet d'obtenir des résultats exacts par l'utilisation de formules tenant compte du poids spécifique. Mais ce calcul est une complication et il semble plus logique, puisque il y a pesée de crème, d'avoir une échelle directement graduée en tenant compte de ce fait. M. PIEN [29] a récemment défini un butyromètre [20], voisin

par ailleurs de celui de Hammerschmidt (le picnomètre étant toutefois remplacé par un simple godet de pesée), répondant à cette condition. Il n'est pas encore dans le commerce ; la pratique dira ce qu'il vaut par ailleurs.

Si la méthode Koehler-volumétrique est acceptable, donne des résultats suffisamment exacts, lorsqu'elle est utilisée avec des crèmes fraîches, non fermentées — et à condition que la graduation du butyromètre tienne compte des variations de poids spécifique avec la teneur [30], cette méthode est inacceptable pour l'analyse des crèmes âgées, plus ou moins fermentées, plus ou moins gazeuses, plus ou moins mousseuses, et dans lesquelles il n'y a aucune relation exactement définie, aucune relation définissable, entre la teneur et le poids spécifique.

Or en 1931, le ramassage des crèmes fut introduit en France par les Etablissements Laitiers Mallet, d'Alençon. Le problème de l'analyse des fournitures se posa donc chez nous comme il s'était posé antérieurement dans d'autres pays, et pour les mêmes raisons. Comme ailleurs l'exactitude des méthodes d'analyse connues, celle des butyromètres utilisés, furent contestés à l'usage, et des améliorations furent recherchées. Le manque de liaison, le compartimentage entre les différents pays, déjà signalés, faisaient que les tâtonnements, les recherches, les résultats, faits ou obtenus à l'étranger étaient inconnus chez nous. Le laboratoire d'analyse des crèmes de ces Etablissements eut donc à reconsidérer ce problème entièrement.

La méthode Babcock, initialement employée, fut abandonnée pour diverses raisons, en particulier parce que, pour être rapide elle nécessitait l'emploi d'une balance de torsion-type, de balance qui n'est pas admis par le Service des Poids et Mesures français, et de poids de 9 grammes, également non reconnus par ledit Service.

M. BACOT, alors directeur de ce laboratoire, se tourna vers la méthode Koehler. Il l'améliora en remplaçant l'appréciation volumétrique de l'échantillon introduit (5 cm^3) par sa pesée, et en rapportant les résultats lus au poids théorique de 5 cm^3 de crème : 4 gr. 95.

Amélioration insuffisante. Très vite il s'aperçut que dans certains cas les écarts avec la réalité étaient encore très appréciables ; en particulier lorsqu'il s'agissait de crèmes mousseuses, crèmes généralement pauvres. Il accrut dans ce cas l'exactitude des résultats en les rapportant à 5 grammes de crème. En résumé deux abaques étaient utilisés : l'un basé sur une introduction de 4 gr. 95 de crème (correspondant au poids de 5 cm^3 d'une crème fraîche à 40 %) et utilisé pour les crèmes non gazeuses, l'autre, basé sur une introduction de 5 grammes (correspondant au poids de 5 cm^3 d'une crème fraîche d'une teneur en graisse voisine de 30 %), pour les crèmes gazeuses [31].

M. BACOT fut ainsi amené à considérer qu'il fallait tenir compte des poids spécifiques des crèmes analysées pour interpréter exactement les résultats. Il conçut alors l'abaque auquel son nom est attaché (1).

La méthode Koehler ainsi modifiée (pondérale-volumétrique avec abaque Bacot) connut dès lors une très grande extension et fut adoptée pour sa simplicité et sa rapidité par la quasi-totalité des laboratoires d'analyse de crèmes, spécialisés — et elle fut préconisée par la plupart des groupements laitiers. Lors de la « Journée du Lait » de 1943, les rapporteurs ayant confronté les différentes méthodes d'analyse reconnurent la supériorité incontestable de cette méthode dans l'exécution [14, 15], certains toutefois, l'utilisant avec des crèmes pauvres [14], contestèrent l'exactitude de ses résultats. Comme suite à une remarque que je fis alors [14, 15], je recherchais quelle pouvait être la cause des inexactitudes signalées. Sur ces entrefaites je rencontrais M. Paul CADOR qui, de son côté, supposait les butyromètres mal gradués, et recherchait sur quelles bases ils devraient être gradués exactement. Nous conjuguâmes nos efforts et dégageâmes certaines données nouvelles [30]. En particulier nous avons montré que pour graduer rigoureusement un butyromètre il faut tenir compte non de la densité de la M.G. pure, ni même de la densité réelle de la M.G. séparée par la méthode, mais d'un chiffre fictif que nous avons appelé « densité apparente ».

Les quelques déterminations pratiques que nous avons effectuées étaient trop peu nombreuses et trop imparfaites pour que nous ayons pu considérer et proposer leurs résultats comme définitifs ; du moins ont-elles attiré l'attention des hommes de laboratoire sur ce point. En particulier, à la Station de Recherches Laitières de Poligny (Jura), MM. MOCQUOT et HUREL [32] ont procédé à des mesures concernant spécialement le dosage de l'alcool amylique et de l'acide sulfurique contenus dans la M.G. Koehler, et le taux d'extraction de la méthode. Ces travaux sont plus importants que ceux de ROEDER précédemment résumés car ils reposent sur des appréciations pondérales. Les expériences de ROEDER indiquaient les différences de volume supportées par la M.G. dans le butyromètre — ce qui certes seul compte en définitive dans la pratique — mais elles

(1) Cet abaque fut édité dès janvier 1941 par les Etablissements Guillard, à Vire, puis, un peu plus tard par le Centre Interprofessionnel du Lit, à Lisieux. M. VAILLANT [11], ignorant les modifications apportées par M. Bacot à son abaque de correction initial (abaque qui, notons-le, ne fut jamais édité) écrivit un article dans lequel il en critiquait le principe et en signalait l'imperfection capitale : savoir qu'il ne tenait pas compte des variations des poids spécifiques des crèmes avec leur teneur. Nous avons indiqué plus haut que M. Bacot avait déjà de lui-même procédé aux améliorations nécessaires.

n'expliquaient pas quelles réactions chimiques se produisent, ce qui serait très intéressant à connaître au point de vue scientifique.

Le dosage des impuretés de la M.G. Koehler [32] représente une première étape dans l'étude des altérations subies par la M.G. (et l'alcool amylique) au cours des opérations acido-butyrométriques.

Ces études nouvelles donnèrent une impulsion nouvelle aux recherches sur les phénomènes acido-butyrométriques. La plupart des spécialistes français se groupèrent en une Commission et, travaillant en commun, déterminèrent la valeur moyenne de la « densité apparente » dans une méthode qu'ils appelèrent « Méthode standard française d'analyse industrielle des crèmes » [33]. Elle doit être considérée comme l'aboutissement de la méthode Koehler initiale. Il serait sans doute prématuré d'affirmer dès maintenant que cette méthode a atteint sa perfection ; mais on peut sans crainte affirmer qu'elle marque un progrès considérable sur les méthodes antérieures. Sa précision, déjà grande, pourra, sans doute être encore augmentée. Son exactitude actuelle est cependant déjà très satisfaisante et en fait d'ores et déjà une méthode « au point » (1). Sa rapidité et sa simplicité d'exécution permettent de présager pour elle un très brillant avenir. Elle est incontestablement supérieure à la méthode Babcock. Qui sait si elle ne la supplantera pas outre-océans ?

J'espère que cette confrontation des différentes recherches sur les méthodes acido-butyrométriques aura présenté quelque intérêt pour le lecteur qui m'a suivi jusqu'ici. En l'établissant deux faits me sont apparus :

1° L'utilité que serait un centre de documentation laitière bien ordonné pour les chercheurs et les industriels français ;

2° L'efficacité du travail en commun ; puisque, entre autres, c'est en travaillant de cette manière que nos laboratoires ont mis au point la meilleure méthode d'analyse industrielle des crèmes.

Pour conclure j'émettrai le vœu que les autres méthodes acido-butyrométriques — celles relatives aux analyses de lait et de fromages en particulier — soient étudiées de la même manière et en équipe, de telle façon que l'on puisse également les utiliser en toute certitude. Cette étude s'avère particulièrement nécessaire pour le lait, puisque, de plus en plus, cette denrée est payée d'après sa richesse en graisse et que de nombreux butyromètres à lait semblent avoir été gradués en se basant sur d'autres facteurs [34, 35] que ceux qui, rationnellement doivent être considérés [36]. Les résultats obtenus avec eux seraient donc inexacts ? De fait lorsque l'on établit

(1) Cette méthode a été retenue par l'Association Française de Normalisation (A. F. N.) et est en ce moment soumise à l'enquête publique.

le bilan de la matière grasse d'une laiterie on constate une déperdition de graisse et maints auteurs modernes l'imputent à l'analyse du lait entrant à l'usine. Ils proposent de rectifier les résultats lus par l'emploi de formules de correction [37, 38]. Quelle est leur valeur ? Pourrait-on sans y recourir obtenir directement des dosages précis ? C'est ce que l'usager aimerait bien connaître et est en droit d'exiger.

J'espère que cette étude renforcera sa confiance dans la valeur de la méthode standard pour crèmes et qu'elle incitera les techniciens à perfectionner pareillement la méthode Gerber pour lait.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] S. M. BABCOCK. A new method for the estimation of fat in Milk. Especially adapted to Creamery and Cheese Factories. *Wis. Agr. Expt. Sta. Bul.* 24, 1890.
- [2] GERBER. *Milch. Ztg.*, 1892, p. 891 ; 1893, p. 363 et 656 ; 1895, p. 169.
- [3] G. ROEDER. Beitrag zur Erklärung der Acidobutyrometrische Probleme. *Milchwirtschaftliche Forschungen*, V, p. 258-296, 1928.
- [4] O. F. HUNZIKER. The Butter Industry. Edité par l'auteur, à Lagrange (Illinois). 2^e édition, p. 563-564, 1927 ; 3^e édition, p. 743, 1940.
- [5] ORLA-JENSEN. *Milchw. Ztrbl.*, 45, p. 129, 1916.
- [6] E. O. HERREID. The Babcock test ; a review of the Literature. *Journal of Dairy Science*, XXV : 4, p. 335-370, 1942.
- [7] R. JENNESS, E. O. HERREID, W. J. GAULFIELD, L. H. BURGWALD, E. L. JACK et S. L. TUCKEY. The density of Milk Fat ; its the relation to the accuracy of the Babcock Test. *Journal Dairy Sci.*, XXV : II, p. 949-960, 1942.
- [8] O. F. HUNZIKER, G. SPITZER, H. C. MILLS et P. H. CRANE. Testing cream for Butterfat. *Ind. Expt. Agr. Sta.*, bul. 145, 1910.
- [9] FLEISCHMANN et WEIGMANN. Lehrbuch der Milchwirtschaft. 7^e édition, p. 417.
- [10] KOEHLER. *Berliner Molkerei Zeitung*, 1907, p. 66.
- [11] VAILLANT. *Union Laitière*, VII : 15, 1-8-1941 et VII : 19, 1-10-1941.
- [12] J. PIEN. *Union Laitière*, VII : 17, 1-9-1941 et VII : 22, 15-11-1941 ; *Le Lait*, XXIII : 221, p. 18, 1943.
- [13] CHOLLET. *Union Laitière*, IX : 10, 15-5-1943.
- [14] FAUROT, GIZARD, ODET et VEISSEYRE. Compte rendu des travaux présentés le 13 novembre 1943 à la Journée du Lait. Collection « Interprofession laitière », 31, rue de Rome, Paris, p. 18.
- [15] JACQUET. *Id.*, p. 23.
- [16] POZZI-ESCOT. Gerber ou Babcock ? *Le Lait*, VI, 58, p. 601, 1926.
- [17] G. ROEDER. Gerber ou Babcock ? *Le Lait*, VII, 64, p. 354, 1927.
- [18] SCHUTZLER. Wie lässt sich eine grössere genauigkeit unserer praktischen Rahmfettbestimmung erzielen ? *Molk. Ztg.* (Hidelsheim), n° 134, p. 2375, 1926.
- [19] PUCK. Kritische Betrachtungen unsere Fettbestimmungsmethoden

- auf rein praktischer Grundlage. *Molk. Ztg.* (Hidelsheim), XL : 120, p. 2133, 1926.
- [20] PUCK. Ernst Gedanken zu dem Butyrometerproblem. *Molk. Ztg.* (Hidelsheim), XLI : 29, p. 501, 1927.
- [21] G. ROEDER. Ernst Gedanken zu dem Butyrometerproblem. *Molk. Ztg.* (Hidelsheim), XLI : 41, p. 735, 1927.
- [22] Die Lösung des Butyrometersproblems für Argentinien. *Molk. Ztg.* (Hidelsheim), XLI : 80, p. 1513, 1927.
- [23] AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION. *Journal Dairy Sci.*, I : 38-34, 1917 ; 5, 175-182, 1922.
- [24] G. ROEDER. Zur Kenntnis des Vorgänge im Butyrometer. *Milchw. Forsch.*, IV : 5,6, p. 583-592, 1927.
- [25] SIEGFELD. *Milchw. Zentralbl.*, IV, p. 351, 1908.
- [26] KOEHLER. *Berliner Molk. Ztg.*, 1907, p. 66.; *Milch Ztg.*, 1907, p. 123.
- [27] DU ROY et HOFFMEISTER. *Molk. Ztg.* (Hidelsheim), 27, p. 119, 1913.
- [28] HAMMERSCHMIDT. Ein Neues Verfahren der Fettbestimmung im Rahm. *Molk. Ztg.*, XXII : 14 et 15, 1908.
- [29] J. PIEN. Un nouveau modèle de butyromètre à crème. *Le Lait*, XXIV, 234-236, p. 138, 1944.
- [30] P. CADOR et P. MACHEREL. Notes pour une étude rationnelle des méthodes acido-butyrométriques (dosage de la matière grasse des crèmes). *Le Lait*, XXIV, 237-240, p. 196 et 289, 1944.
- [31] J. MALLET. Renseignements que nous tenons de l'obligeance de M. J. MALLET.
- [32] G. MOCQUOT et C. HUREL. Contribution à l'étude de la méthode Koehler du dosage de la matière grasse dans les crèmes. *Le Lait*, XXVI, 259-261, p. 289.
- [33] Compte rendu de la Commission d'Etude du dosage de la matière grasse dans la crèmes. *Le Lait*, XXVII, janvier 1947.
- [34] J. PIEN. La graduation des butyromètres à lait. *Le Lait*, XXII, 211, p. 22, 1942 et *Union Laitière*, VII : 20, du 15-10-1941.
- [35] A. DE VLEESCHAUWER et H. HENDRICKX. *Mededeelingen der Landbouwhoogeschool en der Opzoekingsstations van der Staat te Gent*, XI : I, p. 43-95, 1946.
- [36] P. CADOR et P. MACHEREL. Notes pour une étude rationnelle des méthodes acido-butyrométriques. Graduation des butyromètres à lait. *Le Lait*, XXV, 249-250, p. 289-311, 1945.
- [37] A. F. TASMA, H. J. J. JANSSEN et S. A. H. PASSENIER. De Bepaling van het Vetgehalte en de invloed van systematische fouten op de versliefcijfers des Vetbalans. *The Netherlands Milk and Dairy Journal*, I : 2, p. 78-97, avril 1947.
- [38] Th. BROUWER. A general Formula for the treatment of correction problems in the butyrometric determination of fat. *Nederlands Melk en Zuivelijdschrift*, I : 2, p. 98-109, avril 1947.
-