

BIBLIOGRAPHIE

- [1] P. SIMONART, R. POFPE et A. WUYTACK. *Neth. Milk and Dairy Journal*, **10**, 1956, 163.
[2] P. SIMONART et G. DEBEER. *Neth. Milk and Dairy Journal*, **8**, 1954, 163.

L'AVENIR DE LA MÉTHODE GERBER (1)

par
JEAN PIEN

Le dosage de la matière grasse du lait liquide peut s'effectuer à l'aide de plusieurs méthodes qui se répartissent en deux groupes :

— *Méthodes pondérales*, dont le type est la méthode Röse-Gottlieb, qui a été récemment admise par la Fédération Internationale de Laiterie comme méthode standard internationale [1];

— *Méthodes volumétriques*, dont le type est la méthode Gerber dont nous avons montré la supériorité sur la méthode Babcock et sur toutes les autres méthodes volumétriques [2].

La méthode acido-butyrométrique de Gerber, universellement connue et chaque jour appliquée dans des milliers d'entreprises de laiterie, est une méthode industrielle rapide dont la fidélité et l'exactitude peuvent être amenées à un niveau très voisin de celles des méthodes pondérales — voire même identiques — sous la réserve de s'entourer de certaines précautions dans la mesure de la prise d'essai, dans la lecture du résultat et de disposer de butyromètres correctement gradués [2].

Cependant, la méthode Gerber a traversé ces dernières années une « crise » grave. Son exactitude a été, en effet, mise en cause par de nombreux auteurs. Etant donné la très grande importance prise par cette méthode dans la pratique industrielle courante, nous voulons *faire le point de la question* et discuter notamment de cette inexactitude, des remèdes qui y ont été apportés dans divers pays, des remèdes qu'il convient à notre avis d'appliquer, des bases correctes de la graduation des butyromètres à lait, des autres conditions d'exactitude de la méthode Gerber ainsi que de ses possibilités et de son avenir.

* * *

Inexactitude de la méthode Gerber classique

Le point fondamental sur lequel repose la méthode Gerber est le mode de graduation du butyromètre. Or, le butyromètre Gerber

(1) Communication au XIV^e Congrès International de Laiterie (Rome, Septembre 1956)

— qui n'a jamais été modifié depuis sa création en 1892 — est issu, en ce qui concerne la graduation, de la fiole Babcock et est destiné, comme cette dernière, à exprimer la richesse pondérale du lait, c'est-à-dire le poids en grammes de matière grasse contenu dans 100 grammes de lait [2]. La graduation principale de l'échelle Gerber représente un volume de 0 ml. 125 et correspond à 1 gramme de matière grasse pour 100 grammes de lait.

Or cette base de graduation est inexacte. De nombreux travaux ont, en effet, montré que la méthode Gerber donnait, pour 100 grammes de lait, des résultats supérieurs à ceux de la méthode Röse-Gottlieb, exprimés eux aussi pour 100 grammes de lait [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].

L'écart constaté entre les deux méthodes varie, suivant les auteurs, entre 2 et 3% de la teneur en matière grasse du lait. Cet écart est dû au fait que la graduation du butyromètre Gerber classique est inexacte et trop faible (de 2,7 à 2,8% selon nous).

Le remède à apporter à cette situation pouvait être :

- soit l'adoption d'une formule de correction,
- soit la mise en œuvre d'un volume de lait plus faible,
- soit la modification de la graduation du butyromètre.

Dans plusieurs pays étrangers la solution adoptée a été la seconde, c'est-à-dire l'utilisation d'une pipette délivrant un volume de lait inférieur à 11 millilitres. Aux Pays-Bas, la pipette à lait pour l'application de la méthode Gerber a été normalisée à 10 ml. 77 en 1951 [11]. En Allemagne, cette pipette a été normalisée à 10 ml. 75 \pm 0 ml. 075 en 1953 [12].

Ainsi modifiée, la méthode Gerber donne des résultats corrects pour 100 grammes de lait.

Remarque. — Il y a lieu de noter, en passant, que le butyromètre Gerber, utilisé avec la pipette classique de 11 millilitres, donne à peu près exactement la quantité de matière grasse contenue dans 100 millilitres de lait. Un litre de lait pèse, en effet, 1.032 grammes en moyenne, c'est-à-dire 3,2% de plus que le kilogramme de lait, ce qui correspond presque aux résultats excédentaires (2,5 à 3,0%) constatés quand on demande au butyromètre Gerber (utilisé avec la pipette de 11 millilitres) de donner le résultat pondéral. En fait, la technique Gerber classique, ne donne exactement le résultat ni pour 100 grammes ni pour 100 millilitres de lait, mais ce résultat est très voisin de la richesse du lait rapportée au volume [13], [3], [14], [15], [5], [16]. C'est pourquoi la méthode Gerber n'avait jamais soulevé d'objections tant que les transactions commerciales portaient sur des volumes de lait et c'est aussi la raison pour

laquelle elle continue d'être appliquée sans difficulté importante dans les pays où le lait est acheté et vendu au litre.

* * *

Nécessité de modifier la graduation du butyromètre Gerber

Ainsi le butyromètre Gerber classique (utilisé avec la pipette de 11 millilitres) ne convient absolument pas à la détermination de la matière grasse dans un kilogramme de lait et convient assez bien (une légère erreur subsiste) à cette même détermination dans un litre de lait.

En fait, il faudrait, à notre avis, deux butyromètres différents : l'un gradué pour les résultats pondéraux, l'autre pour les résultats volumétriques et exacts l'un et l'autre dans leur domaine propre d'application.

Certains pays étrangers ont préféré conserver l'unique butyromètre Gerber classique et adopter deux modèles de pipettes répondant à ces deux préoccupations.

Nous pensons que cette solution n'est pas rationnelle. Il est illogique, en effet, de conserver un appareil de mesure (le butyromètre) dont on sait qu'il est faux et de le corriger par l'adoption de pipettes délivrant des volumes aussi hétéroclites que 10 ml. 77 ou 10 ml. 75.

Nous avons personnellement, et depuis longtemps, pris une position différente sur cette question et créé deux butyromètres (l'un gradué « au litre », l'autre gradué « au kilo ») que tous les constructeurs français fabriquent et qui donnent entière satisfaction en utilisant, dans les deux cas, la classique pipette Gerber de 11 millilitres [5].

La graduation de ces butyromètres est extrêmement voisine des chiffres théoriques avancés par ROEDER, l'éminent spécialiste de ces questions, dont on connaît les travaux nombreux et très complets sur cette question [17], [18], [19].

	Butyromètres gradués	
	Au kilo	Au litre
Graduation principale des butyromètres théoriques selon Roeder	0 ml. 12850	0 m. 12450
Graduation principale de nos butyromètres français	0 m. 12842	0 ml. 12443

En prenant comme base les butyromètres théoriques de ROEDER, les résultats obtenus en utilisant nos butyromètres français ne sont entachés que d'une erreur par excès égale ou inférieure à 0 gr. 002 pour 100 grammes ou 100 millilitres de lait, c'est-à-dire absolument négligeable.

Enfin, lorsque l'on compare les résultats obtenus à l'aide des butyromètres français (avec la pipette de 11 ml.) et ceux donnés par la méthode Röse-Gottlieb (exprimés au litre ou au kilogramme suivant le cas), il y a identité pratique ; les écarts constatés ne sont pas supérieurs à la marge d'incertitude inhérente à chacune de ces méthodes.

Remarque. — L'adoption de graduations nouvelles pour les butyromètres à lait postule, évidemment, que le volume du corps gras séparé dans le butyromètre à partir de 1 gramme de matière grasse soit constant ce qui est très vraisemblablement exact d'après nos propres observations, mais n'a pas encore été établi d'une manière irréfutable par plusieurs auteurs différents. On conçoit qu'il serait donc prématuré d'adopter, sur le plan international, des chiffres qui n'ont peut-être encore qu'une valeur provisoire — en dépit des excellentes concordances avec la méthode Röse-Gottlieb qui nous les ont fait adopter en France. On comprend de la même façon que certains pays étrangers aient préféré momentanément, conserver le butyromètre Gerber classique et normaliser des pipettes différentes de la pipette classique de 11 millilitres, malgré l'aspect illogique de cette position. Il serait évidemment plus facile de modifier des normes de pipettes que des normes de butyromètres. Il n'en reste pas moins que l'objectif final à atteindre sur le plan international sera d'imiter ce que nous avons fait en France, c'est-à-dire créer deux types de butyromètres différents et aussi exacts que possible. L'étude pratique de cette question (que nous poursuivons actuellement) devra être fondée sur des bases théoriques sûres comme, par exemple, celles de CADOR et MACHEREL [16] ou celles que nous publierons ultérieurement.

* * *

Les autres conditions d'exactitude de la méthode Gerber

Il ressort des travaux de ROEDER [19] qu'en appliquant la méthode Gerber, il y a 88 chances sur 100 que l'erreur commise (en dehors de celle provenant de la graduation des butyromètres) soit inférieure à 0 gr. 05 de matière grasse pour 100 grammes de lait. Il est courant de dire que la méthode Gerber ne donne le résultat qu'à 0 gr. 5 près par litre ou par kilogramme de lait.

Notre opinion sur ce point est différente. Nous pensons et nous constatons journellement que la méthode Gerber, correctement appliquée, peut conduire à une meilleure reproductibilité des résultats.

Les deux principales causes d'erreur de la méthode (en dehors de celles qui concernent la graduation du butyromètre) sont les suivantes :

— *Volume de la prise d'essai.* Le volume de lait évacué par la pipette (nécessairement à un seul trait) est fonction du « temps d'attente » qui suit le vidage de la pipette. Si l'orifice de la pipette est trop grand (donc si le vidage est trop rapide) l'influence de ce temps d'attente est considérable : entre 0 et 15 secondes, la différence dans le volume de liquide écoulé peut atteindre 1,5% et expliquer des écarts de 0 gr. 5 de matière grasse par litre ou par kilogramme dans le résultat final [20]. Il faut donc n'utiliser que des pipettes à pointe fine, à écoulement lent (supérieur à 10 ou 12 secondes) pour que l'incidence du temps d'attente ultérieur devienne négligeable. Or tel n'est pas le cas actuellement, et nous avons acquis la certitude qu'une partie, au moins, du défaut de fidélité de la méthode provient du défaut de constance dans le volume de la prise d'essai.

— *Lecture du nombre de divisions occupé par la colonne grasse.* Cette opération est difficile à effectuer correctement : dès que le butyromètre est sorti du bain-marie à 65°, en effet, le liquide contenu dans la panse se refroidit, se contracte et le niveau occupé par la colonne grasse tend à se déplacer. Or il est indispensable qu'entre les deux instants où l'on juge la position des deux extrémités de la colonne grasse, celle-ci ne se soit pas déplacée. D'autre part, cette colonne grasse elle-même se refroidit et se contracte si la lecture n'est pas assez rapide. Enfin, des erreurs de parallaxe sont toujours à redouter. Il y a là plusieurs causes d'erreur qui peuvent également expliquer un défaut de fidélité, non imputable à la méthode elle-même. Pour parer à toutes ces difficultés, nous avons créé un appareil de lecture qui donne une image de la graduation du butyromètre placé dans un bain-marie thermostatique à fenêtre. La mesure de la colonne grasse, agrandie sur un écran de verre dépoli, se fait avec facilité et sécurité, grâce à un système de réticules que l'on manipule avec aisance et rapidité [21].

En outre, l'usage de cet appareil de lecture augmente la sensibilité de la méthode en permettant d'apprécier le cinquième ou même le dixième de graduation avec reproductibilité de cette précision au cours de plusieurs lectures successives d'un même butyromètre. Cette augmentation de sensibilité n'a évidemment

d'intérêt que si les butyromètres sont eux-mêmes parfaitement construits et gradués.

Nous estimons que lorsque ces deux causes d'erreur sont éliminées, la méthode Gerber présente une fidélité et une sensibilité très supérieures à celles qu'on lui attribue d'ordinaire (les résultats peuvent ne pas différer d'un essai à l'autre de plus de $\pm 0,2-0,3$ gramme par litre ou par kilogramme, ou même moins encore), c'est-à-dire égales ou à peine inférieures à celles des meilleures méthodes pondérales.

*
* *

Avenir de la méthode Gerber

Loin d'être menacée par la crise qu'elle vient de subir (crise due à l'inexactitude du volume de la graduation du butyromètre Gerber classique), la méthode Gerber reste et semble devoir rester la méthode industrielle de choix pour le dosage de la matière grasse du lait liquide normal.

La correction que la méthode Gerber classique doit actuellement subir (surtout dans le dosage de la matière grasse ramené à 100 gr. ou à 1 kilogramme de lait) est réalisée par des moyens peu rationnels et il faut tendre à créer dans l'avenir deux butyromètres (pondéral et volumétrique) à graduations nouvelles, comme nous l'avons fait en France.

Il faudra aussi améliorer les conditions du prélèvement de la prise d'essai, afin de réduire les incertitudes qu'il comporte à l'heure actuelle et augmenter la précision de la lecture de la colonne de matière grasse pour combattre les erreurs qu'elle présente dans la méthode classique.

Grâce à ces diverses modifications et améliorations, nous n'hésitons pas à prétendre que la méthode Gerber pourra, dans un proche avenir, se ranger parmi les meilleures méthodes de laboratoire puisqu'elle aura la fidélité, la sensibilité, en un mot le même degré d'exactitude que les méthodes pondérales.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Fédération Internationale de Laiterie. Session de Bonn. Septembre 1955
- [2] J. PIEN. *Mises au point de ch. analyt. pure et appli.* (Direct. J. A. GAUTIER). III. 1955, 85-132. (Masson, éditeur.)
- [3] G. KOESTLER et W. LOERTSCHER. *Zeitsch. f. Lebensm. Untersuch. und Forsch.* 1929, 57, 49.
- [4] B. VAN DER BURG et A. F. TAMSMA. *Rapport hollandais analysé dans Dairy Sc. Abstracts.* 1946, 7, (4), 287.
- [5] J. PIEN. *Le Lait*, 1942, 22.

- [6] L. C. JANSE. *Chem. Weekbl.* 1946, 42 (41), 284.
- [7] TAMSMA, JANSSEN, PASSENIER. *Netherlands Milk and Dairy Journal*. Avril 1947, 78.
- [8] G. ROEDER. *Zeitsch. f. Lebensm. Untersuch. und Forsch.*, 1948, 88, 461.
- [9] L. RADEMA et H. MULDER. *Netherlands Milk and Dairy Journal*. 1951, 104.
- [10] P. MACHEREL. *Le Lait*. 1948, 515.
- [11] *Netherlands Milk and Dairy Journal*. 1952, (6), 62.
- [12] *Milchwissenschaft*. Juin 1953, 237. (D.I.N., 12.837.)
- [13] Ch. BRIOUX. *Le Lait*. 1926, 6, 766.
- [14] G. CHAINEUX et P. SIMONART. *Agricultura*. Louvain. Septembre 1938.
- [15] H. HOSTETTLER et H. HANNI. *Mitteil. Lebensm. und Hyg.*, 1947, (38), 354.
- [16] CADOR et MACHEREL. *Le Lait*. 1945, 289.
- [17] G. ROEDER. *Milchwirtsch. Forschung*. 1928, 258.
- [18] G. ROEDER. *Zeitsch. f. Lebensm. Untersuch. und Forsch.* 1948, 88, 461.
- [19] G. ROEDER. *Milchwirtschaft. Forsch.* 1940, 20, 200.
- [20] J. PIEN. Conditions à remplir par les pipettes à lait pour butyrométrie. *C.R. du Congrès. Section III. Question 4.*
- [21] J. PIEN. Appareil à projection pour la lecture précise des butyromètres. *C.R. du Congrès. Section III. Question 4.*

LES LIMITES DE VARIATION DES INDICES DE LA MATIÈRE GRASSE DU BEURRE (1)

par

SIMONNE KUZDZAL-SAVOIE

Chargée de Recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique

Deux études successives poursuivies ces dernières années, l'une sur les variations saisonnières de l'indice d'iode du beurre [1], l'autre sur l'influence du stade de lactation [2], nous ont permis de trouver que les limites extrêmes, généralement admises en France, des indices du beurre pur, sont trop restreintes.

Nous envisagerons successivement les indices d'iode, de saponification, l'acidité volatile soluble et insoluble.

I. Indice d'iode

En France, les valeurs extrêmes de 26 et 36 rapportées par ROCHAIX et TAPERNOUX [3] servent généralement de base lors de l'interprétation des résultats d'analyses.

D'après HUNZIKER [4], la moyenne générale est de 32 environ. Les variations usuelles s'échelonnent de 30 à 34 et les variations extrêmes de 26 à 38.

(1) *An. fals. et fr.*, 1956, n° 575, 452.