- [22] *Le Stazione speriment agr. ital.*, **24**.
[23] *Výroční zpráva kontrolní a vyzk. stanice mlekarske školy v. Kromerizi*, 1911.
[24] *Le Lait*, **5**, 1925, 117.
[25] *V. Inter. Kongress f. angew. Chemie*, Berlin, 1903.
[26] *Analyst*, 1913, **38**, 242.
[27] *Rev. intern. des Falsific.*, 1907, **20**, 16-19.
[28] *Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahr. u. Ges.*, 1906, **11**, 505.
[29] *Annales des Falsifications et des Fraudes*, 1928, 97.
[30] *Annales des Falsifications et des Fraudes*, 1930.

LE DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE DANS LES LAITS ÉCRÉMÉS

par

JEAN PIEN

et

M^{lle} G. MAURICE

Ingénieur chimiste (I. C. R.),

Chimiste

Docteur ès Sciences,

à la Société des « Fermiers Réunis ».

Directeur des Laboratoires des

« Fermiers Réunis ».

2^e ARTICLE

Dans la première partie de notre travail, nous avons montré :

1^o Que les méthodes Adam et Röse-Gottlieb donnent des résultats identiques entre eux et constants si on a soin de respecter scrupuleusement les modes opératoires donnés par ces auteurs ;

2^o Que la méthode Gerber est susceptible d'être utilisée avec succès au dosage de la matière grasse des laits écrémés si on a soin de faire usage d'un butyromètre remplissant un certain nombre de conditions, réunies dans l'appareil que nous avons créé ;

3^o Qu'un écart non négligeable existe entre les résultats fournis par cette méthode et les précédentes. (Une partie de cet écart provient d'une petite quantité de lactose, de caséine et surtout de lécithines, dosées par les méthodes d'extraction, alors qu'elles ne le sont pas au Gerber. Une autre partie de cet écart n'avait pas reçu d'explication.)

Le but de ce deuxième article est :

1^o De montrer que l'écart restant est dû à un déficit de matière grasse dans la méthode Gerber appliquée en utilisant le mode opératoire classique ;

2^o D'indiquer le mode opératoire qu'il convient d'employer pour obtenir des résultats exacts ;

3^o De comparer les chiffres obtenus par les méthodes d'extraction à l'éther et la méthode Gerber ainsi adaptée et de discuter les mérites respectifs de ces deux groupes de méthodes.

I. LE MODE OPÉRATOIRE CLASSIQUE DE GERBER DONNE DES CHIFFRES TROP FAIBLES DANS LE CAS DES LAITS ÉCRÉMÉS.

Première expérience. — Dans le premier article, nous avons décrit un procédé de vérification de la contenance de la colonne graduée de notre butyromètre :

Nous avons introduit dans la colonne, sectionnée à chaque extrémité et tarée, une quantité de matière grasse pure telle, qu'elle occupe exactement à 65°-70° le volume total de 50 divisions. Nous avons ainsi trouvé (à moins de 1 mgr. près) que l'échelle contenait bien 100 mgr. de matière grasse pure, comme nous l'avions demandé au constructeur.

Nous avons également essayé, bien entendu, de vérifier la contenance de l'échelle de notre appareil en introduisant dans la panse du butyromètre un poids connu de matière grasse pure (50 mgr., soit 25 divisions), puis de l'eau (ou un lait artificiel préparé au laboratoire), de l'acide Gerber et de l'alcool amylique.

En appliquant la « technique provisoire » mentionnée au premier article (technique initiale de Gerber), nous n'avons pas obtenu le chiffre de matière grasse attendu, mais seulement 44 à 46 mgr. (22 à 23 divisions, au lieu de 25).

En soumettant les tubes à de nouvelles centrifugations (4 ou 6, suivant les cas), nous arrivons au chiffre théorique (résultats compris entre 24,5 divisions et 25,5 divisions).

En centrifugeant encore 3 ou 4 fois, le chiffre obtenu ne varie pas, ni en plus, ni en moins ; ce qui indique : 1° que l'excès de centrifugation n'a pas d'influence nuisible sur le volume de la matière grasse ; 2° que l'insuffisance du résultat obtenu est bien due à une insuffisance de centrifugation.

Deuxième expérience. — Le lait qui avait servi à tous nos essais relatés au précédent article a été soumis de nouveau au dosage selon GERBER, suivi d'un nombre de centrifugations suffisant pour atteindre un chiffre ne variant plus au cours de quatre centrifugations successives.

Nous avons obtenu 2,3 (chiffres compris entre 2,25 et 2,35) en utilisant la méthode Gerber classique (2 centrifugations avec des séjours dans un bain-marie à 50°). En poursuivant la centrifugation jusqu'à *chiffre constant*, nous avons obtenu le chiffre moyen de 2,50.

Or, les chiffres de l'Adam et du Röse-Gottlieb (2,74) corrigés de la caséine, du lactose et de la lécithine, donnaient 2,45. On aurait ainsi la concordance à peu près parfaite. L'écart entre la méthode Gerber adaptée et les méthodes d'extraction (sans correction) se réduit donc à 2,74 — 2,50, c'est-à-dire 0,25 environ, et nous savons quelle est la cause de cet écart.

Autres expériences. — De semblables essais effectués sur divers laits écrémés nous ont donné des résultats identiques :

Voici quelques résultats, en grammes de matière grasse par litre de lait :

	Nos des laits								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Méthode classique (2 centrifugations)	0,15	0,25	0,40	0,40	1,70	2,10	2,60	2,85	3,60
Centrifugations jusqu'à chiffre constant	0,35	0,50	0,75	0,65	2,00	2,50	2,90	3,05	3,85
Ecart	0,20	0,25	0,35	0,25	0,30	0,40	0,30	0,20	0,25

Les écarts entre la méthode Gerber initiale et la centrifugation jusqu'à chiffre *constant* varient de 0,20 à 0,40 par litre.

Il semble donc bien établi que les deux centrifugations (à 50°) du mode opératoire classique de Gerber *sont insuffisantes* et qu'on peut, en poursuivant les centrifugations, obtenir un chiffre constant ne variant plus, ni par le repos, ni par de nouvelles centrifugations, et nettement plus élevé que le chiffre initial.

Il nous reste à prouver que ce chiffre constant est le chiffre exact et à indiquer comment ce chiffre peut être aisément obtenu.

II. FIXATION DU MODE OPÉRATOIRE A EMPLOYER.

1. LE CHIFFRE CONSTANT EST LE CHIFFRE EXACT. — Si nous avons la certitude que les chiffres constants obtenus après un certain nombre de centrifugations, combinées ou non avec le repos, sont exacts, il suffirait de proposer d'opérer jusqu'à obtention d'un résultat constant.

Mais on peut nous objecter que ce chiffre constant n'est en réalité qu'un chiffre trop élevé dû à une altération de la matière grasse, dont le résultat serait d'en accroître le volume. Il n'en est rien.

1° Influence de l'excès de centrifugation et de l'excès de durée de l'essai. — Les mêmes essais ont été effectués sur de la matière grasse pure et, jamais, en exagérant les centrifugations, nous n'avons obtenu un chiffre supérieur au chiffre théorique. Les chiffres obtenus précédemment pour 50 mgr. de matière grasse pure introduite dans le butyromètre (25 divisions) n'ont pas varié après 10 nouvelles centrifugations à 70°.

Nous avons même prolongé le contact de la matière grasse et de l'acide pendant 5 jours en remettant au bain-marie plusieurs heures par jour et achevant les centrifugations le dernier jour.

Les résultats obtenus n'ont jamais dépassé le chiffre de matière grasse introduit, bien que, toutefois, la matière grasse fût trouble et colorée dans ces conditions. *Son volume, en tout cas, n'avait pas changé.* On retrouve toujours 25 divisions dans le cas de 50 mgr. de matière grasse pure, et, pour les laits écrémés, les chiffres obtenus le premier jour n'ont pas varié de plus d'une demi-petite division.

Inversement, cet excès de contact et de centrifugation n'a jamais diminué le chiffre théorique une fois atteint.

2^o Influence de l'excès de température. — Des essais analogues ont été faits pour juger de l'influence de la température.

Même à des températures de contact élevées, le chiffre final obtenu était toujours le même. Entre 50° et 90°, en variant les conditions de durée et de température nous n'avons jamais observé de variation supérieure à une demi-petite division, une fois atteint le chiffre théorique de matière grasse pure introduite.

Ce qui a varié, toutefois, c'est la plus ou moins grande rapidité avec laquelle ce résultat était atteint.

Quoi qu'il en soit, nous avons acquis la preuve que, ni l'excès dans le nombre des centrifugations, ni l'excès dans la durée du contact, ni l'excès de température, n'ont modifié le volume constant obtenu soit sur de la matière grasse pure (beurre lavé et sec) soit sur des laits écrémés véritables.

Puisque les influences (centrifugation, durée, température) qui ont permis de rendre ce chiffre constant sont incapables de le modifier quand on exagère leur action (c'est-à-dire incapables d'altérer le volume réel de la matière grasse séparée), on peut logiquement en déduire que cette matière grasse n'est pas davantage altérée pendant le temps nécessaire à sa séparation complète.

S'il y avait altération pendant la période « d'extraction », cette altération ne s'arrêterait pas de sitôt ; elle ne ferait que s'accroître avec le temps et la température ; elle ne conduirait sûrement pas à des chiffres identiques dans les dosages multiples d'un même lait ; et surtout, elle ne permettrait pas d'arriver au chiffre théorique quand il s'agit de matière grasse pure introduite en quantité connue.

On peut donc affirmer que le chiffre constant, auquel on arrive plus ou moins vite d'ailleurs, en faisant agir les centrifugations, la durée, la température, est un chiffre de matière grasse pure, complet parce que constant, et donc exact (1).

(1) Les nombreux essais auxquels nous avons procédé dans les conditions les plus diverses et avec des laits différents étaient toujours faits en 6 ou 8 exemplaires parallèles. Nous avons fait la remarque suivante : Tant que le chiffre constant n'était pas atteint, on avait, entre les divers tubes d'un même essai, des écarts irréguliers variant entre 0,05 et 0,15. Dès que le chiffre constant était atteint, tous les tubes donnaient exactement le même chiffre à moins d'une demi-petite division près.

Notons d'ailleurs ici (avant d'y revenir ci-après) que jamais, quels que soient les moyens mis en œuvre, les chiffres constants obtenus par ce procédé n'ont atteint les chiffres donnés par les méthodes d'extraction à l'éther.

2. SIMPLIFICATION DU PROCÉDÉ D'OBTENTION DU CHIFFRE CONSTANT.

— Il nous faut maintenant découvrir le procédé le plus simple et le plus général d'obtention de ce chiffre constant de matière grasse.

Nos premiers essais nous ont entraîné, dans certains cas, à faire jusqu'à 8, 10 et même 13 centrifugations successives — technique qui ne saurait être retenue dans la pratique. Est-il possible d'atteindre plus vite le même résultat ?

Voyons quels sont les facteurs sur lesquels nous pouvons agir :

1° La température. — La température de 50° recommandée à l'origine par GERBER, vraisemblablement pour ne pas altérer la matière grasse extraite, ne nous a pas paru indispensable.

Nous avons dit, ci-dessus, qu'à des températures supérieures (même 90°), nous n'avons jamais diminué ni augmenté le volume de matière grasse obtenu.

Mais l'accroissement de la température facilite grandement la séparation. *On arrive plus vite au chiffre constant en opérant dès le début à 65°-70° qu'en opérant à 50°.* On réduit déjà de cette façon le nombre des centrifugations nécessaires.

Toutefois, les températures de 80°, 90° n'offrent pas d'amélioration sensible à la durée du dosage.

L'optimum (rapidité, facilité de lecture) se tient à 65°-70°, température que nous adoptons, et qui, du reste, est celle recommandée par GERBER pour l'analyse des *laits entiers*.

2° La durée des centrifugations. — Nous avons essayé — sans succès — de remplacer plusieurs centrifugations successives de 3 minutes par des centrifugations de 15 minutes.

Aucune amélioration n'en fut obtenue dans la rapidité avec laquelle le chiffre constant était atteint.

3° Les repos. — En revanche, le repos (la prolongation du contact entre l'acide et les constituants du lait) nous a apporté un sérieux progrès.

Le phénomène fondamental qui nous a mis sur la voie, est le suivant : Un même lait (ou une même matière grasse pure) traité par la
(Suite de la note de la page 392).

Inversement, quand, sur une série de tubes correspondant au même essai, on arrive à la concordance absolue de tous les tubes, on peut en déduire que le chiffre définitif n'est pas loin d'être atteint. Bien entendu, ce phénomène ne peut servir de critérium. Mais il nous a semblé que cette tendance très nette de tous les chiffres d'un même essai, à se rassembler sur une valeur unique, était un argument en faveur de la nécessité de centrifuger à fond et en faveur, aussi, de la qualité de la graduation des tubes ; c'est pourquoi nous l'avons signalé.

technique « provisoire » antérieurement décrite, a été dosé dans deux séries de 8 butyromètres. Une série a été traitée en centrifugeant sans arrêt (centrifugations de 3 minutes entrecoupées de courts repos pour les lectures). L'autre série a été seulement centrifugée deux fois, abandonnée quelques heures au repos, puis remise au bain-marie à 70°, centrifugée une fois et lue.

À la même heure (c'est-à-dire pour une même durée totale de l'essai dans les deux séries), les chiffres les plus élevés sont ceux de la deuxième série, avec repos. Ces chiffres étaient d'ailleurs, déjà, des chiffres constants, qui n'ont plus varié. Il a fallu soumettre les essais de la première série à de nouvelles centrifugations pour leur faire rejoindre le chiffre de la seconde série.

Nous sommes même parvenus à l'intéressant résultat que voici : On obtient, grâce à 2 centrifugations, suivies de 3 heures de repos et d'une *simple lecture* au bain-marie, le même chiffre qu'en effectuant six centrifugations consécutives.

Dans certains cas d'ailleurs (laits très pauvres), il semble pratiquement inutile de procéder à de nombreuses centrifugations tant qu'un certain temps de repos préalable n'est pas révolu.

On a vu des laits très pauvres qui ne donnaient rien après 3 ou 4 centrifugations, laisser facilement leur matière grasse apparaître après un repos de quelques heures.

La nécessité, ou du moins l'utilité du repos pour diminuer le nombre des centrifugations, apparaît évidente.

REMARQUES. — 1. On pourrait être tenté de mettre les tubes en repos dès le mélange fait. Nous avons noté qu'il était avantageux de centrifuger une ou deux fois avant le repos, d'abord pour vider l'ampoule terminale en ramenant tous les liquides dans la panse de l'appareil, et aussi pour amorcer le rassemblement de la matière grasse.

2. Pendant le repos, la matière grasse se rassemble d'elle-même. Il est même souvent inutile de centrifuger après le repos. La simple lecture (à 70°) de la matière grasse séparée donne le chiffre exact, qui ne varie plus après de nouvelles centrifugations.

Ces observations relatives au repos (et contrôlées au cours de nombreux essais, qui les ont confirmées) nous ont permis de réduire à deux ou trois, au maximum, le nombre des centrifugations nécessaires avec une seule lecture. Ce progrès rend la méthode praticable, alors que l'usage de centrifugations nombreuses avec des lectures répétées l'eût interdite dans bien des cas.

3. MODE OPÉRATOIRE ARRÊTÉ POUR LE DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE DANS LES LAITS ÉCRÉMÉS. — Introduire dans le butyromètre spécial (1)

(1) Butyromètre à laits écrémés et caséines, modèle des « Fermiers Réunis », construit par la maison GERBER, Sihlquai, 55, Zurich 5 (Suisse).

que nous avons créé à cet usage : 20 cm³ d'acide sulfurique Gerber (D. : 1820 à 1825), 20 cm³ de lait écrémé, 2 cm³ d'alcool amylique.

Boucher, retourner les tubes plusieurs fois, puis agiter violemment jusqu'à dissolution complète de la caséine.

Si l'on a de grandes séries, il est bon de mettre, au fur et à mesure, les tubes dans un bain-marie à 65°-70° avant de les réunir dans la centrifugeuse.

Si l'on n'a que quelques tubes à agiter en même temps, on les introduit directement dans la centrifugeuse.

On tourne à 1.200 tours pendant 3 minutes.

On porte ensuite les tubes au bain-marie à 65°-70° pendant 5 minutes.

Au sortir du bain-marie, on règle le niveau du liquide en manœuvrant le bouchon de manière telle, que le niveau supérieur de la matière grasse (ou du liquide acide, si la matière grasse n'est pas encore apparue) vienne se placer dans la colonne graduée, vers le quart inférieur (par exemple, au niveau de la grande division 1). Ce réglage, facile à exécuter, a pour but de réaliser la mise en place ultérieure automatique de la matière grasse lors de la lecture finale.

Aussitôt ce réglage terminé au sortir du bain-marie, faire une deuxième centrifugation (3 minutes à 1.200 tours).

Remettre au bain-marie à 65°-70° pendant 5 minutes (on pourra contrôler le réglage précédent).

Jusqu'ici, les manipulations sont exactement les mêmes (aux températures près) que dans le mode opératoire initial de Gerber.

Il suffit maintenant de sortir les tubes du bain-marie, de *les laisser en repos pendant 3 heures*, de les reporter au bain-marie à 65°-70° et (même sans centrifuger) lire le volume de la matière grasse dès que celle-ci passe dans la colonne graduée à hauteur convenable.

Toute nouvelle manœuvre du bouchon est inutile.

La dilatation des liquides amène automatiquement la matière grasse dans la colonne graduée. Il faut donc surveiller cette montée de la graisse (ce qui demande environ 5 minutes), car si celle-ci dépassait la colonne et montait dans l'ampoule terminale, le dosage serait faussé : la matière grasse tapissant les parois de l'ampoule ne redescendrait complètement qu'au prix d'une nouvelle centrifugation. La montée est d'ailleurs très lente et on a tout le temps de sortir les tubes un à un et de les lire posément.

Cette manière de lire est extrêmement aisée si on a bien réglé le niveau du liquide au début de l'essai. Elle est d'ailleurs très recommandable, car — nous y insistons — toute manœuvre exagérée du bouchon aurait pour résultat de tapisser de matière grasse les parois du tube et de fausser le chiffre lu.

En opérant avec soin, on doit, sans la moindre difficulté, trouver rigoureusement le même chiffre sur une dizaine de dosages d'un même lait (dispersion maximum des résultats : une demi-petite division).

Rappelons enfin, que l'une des 50 petites divisions représente 0 gr. 1 de matière grasse par litre de lait et que l'une des 5 grandes divisions numérotées correspond à un gramme par litre. L'échelle totale correspond donc à 5 gr. par litre.

REMARQUES. — 1^o Le mode opératoire que nous venons de donner est valable pour la grande majorité des laits.

Nous ne pouvons pas omettre de signaler que, dans quelques cas, pour certains laits pauvres, ce mode opératoire donne un chiffre trop faible de 0,1 à 0,15, maximum.

Ce phénomène n'est pas général.

Il n'atteint d'ailleurs que des laits inférieurs à 1 gr. et *pas tous*. Pour de tels laits, le chiffre constant (exact) ne peut être obtenu qu'en remplaçant le repos de trois heures par un repos d'une nuit, condition nécessaire et suffisante.

2^o Inversement, nous avons constaté maintes fois que certains laits abandonnent plus facilement leur matière grasse que d'autres. Nous avons rencontré des laits pour lesquels le repos de 3 heures ne serait pas nécessaire.

S'agit-il de la dimension des globules gras ? Y a-t-il là une corrélation avec la température ou la vitesse de l'écémage auquel a été soumis le lait entier ?

Nous n'avons pas à entreprendre ici cette étude. En tout cas, il est absolument impossible de tenir compte de cette particularité pour le dosage de la matière grasse.

Le mode opératoire que nous préconisons nous a donné le chiffre constant (c'est-à-dire exact) sur tous les laits supérieurs à 1 gr. par litre et pour la grande majorité des laits contenant une dose inférieure de matière grasse.

Pour les quelques laits pauvres où ce mode opératoire s'avère déficitaire, l'erreur (en moins) ne dépasse pas 0,15. Si on désire ne pas négliger cette erreur, nous conseillons, pour tous les laits donnant moins de 1 gr., de prolonger le repos de 15 à 20 heures, tous les autres points du dosage étant maintenus identiques. Dans ces conditions, le chiffre obtenu est exact et ne varie plus — même après 24 nouvelles heures de repos.

3^o Dans les cas où il y aurait doute (ou pour d'autres substances que le lait), la méthode est assez souple pour se prêter à la découverte du chiffre, moyennant l'adaptation des deux principes de la méthode :

a) repos prolongés (après 2 premières centrifugations) ;

b) obtention de chiffres successifs identiques (c'est-à-dire résultats constants).

4^o Le nettoyage des butyromètres doit être parfait pour éliminer les moindres traces de matière grasse. On procède d'abord à un nettoyage à l'eau alcaline (savon, de préférence) et au goupillon pour laver la panse. On rince l'appareil à l'alcool puis à l'éther, en ayant soin de faire pénétrer ces liquides dans l'ampoule terminale en plongeant celle-ci successivement dans l'eau chaude et dans l'eau froide pendant quelques secondes ; puis on évacue ces liquides en soufflant à l'aide d'un tube de verre recourbé et effilé que l'on introduit jusqu'à l'extrémité de l'ampoule.

III. COMPARAISON DES CHIFFRES OBTENUS PAR LES DIVERSES MÉTHODES.

Nous sommes maintenant parvenus à faire rendre à la méthode Gerber le maximum de ce qu'elle peut donner pour les laits écrémés, c'est-à-dire ce que nous croyons bien être le chiffre réel.

Notre article précédent a mis en lumière la nature des impuretés entraînées par les méthodes d'extraction à l'éther. Bien qu'il ne soit guère réalisable de refaire cette étude sur de nombreux laits, il est du moins possible de comparer les résultats obtenus par les méthodes d'extraction (Adam ou Röse-Gottlieb) et la méthode Gerber ainsi améliorée sur une douzaine d'échantillons différents.

Bien entendu, quand nous rapportons ici *un* dosage par une méthode d'extraction, nous donnons le résultat moyen de 8 ou 10 dosages du même lait rassemblés dans une capsule unique. N'oublions pas, en effet, qu'un lait qui fait 0,5 ne laisse à l'Adam que 5 mgr. de matière grasse par dosage. Les erreurs prendraient trop d'importance sans cette précaution.

Le chiffre du Gerber adapté est, lui aussi, la moyenne d'une dizaine d'essais (d'ailleurs — nous l'avons dit — toujours tous concordants à 0,05 près par litre).

Le tableau ci-après donne ces résultats obtenus sur des laits pauvres difficiles à extraire pour lesquels le repos de 24 heures s'est avéré nécessaire, et le résultat de quelques laits plus riches.

L'examen de ce tableau appelle les observations suivantes :

1^o Le repos de 3 heures proposé suffit à donner le chiffre constant et exact pour les laits riches (supérieurs à 1 gr.).

2^o Dans le cas de certains laits pauvres abandonnant difficilement leur matière grasse, comme ceux donnés ci-dessus, l'erreur commise est inférieure à 0,20 en utilisant 3 heures de repos.

3^o Dans ces mêmes cas, un repos de 24 heures donne le chiffre exact (en réalité, en 15-18 heures le résultat est obtenu).

4^o L'écart qui subsiste entre les méthodes d'extraction et le chiffre du Gerber modifié est compris entre 0,10 et 0,30.

On sait que cet écart est dû à une petite quantité de lactose, caséine et lécithine entraînées par l'éther.

	Exemples de laits pauvres d'extraction difficile								Exemples de laits plus riches				
Chiffre moyen des méthodes d'extraction	0,50	0,75	0,76	0,80	0,82	0,88	0,89	0,95	2,13	2,60	3,07	3,20	4,00
Gerber : mode opératoire primitif à 50° sans repos ..	0,00	0,15	0,10	0,25	0,25	0,55	0,40	0,45	1,70	2,10	2,60	2,85	3,60
Gerber modifié avec 3 heures de repos et lecture	0,20	0,35	0,30	0,40	0,50	0,65	0,65	0,60	2,00	2,50	2,90	3,05	3,85
Gerber modifié avec 3 heures de repos, centrifugation et lecture	0,20	0,35	0,30	0,40	0,50	0,65	0,65	0,60	2,00	2,50	2,90	3,05	3,85
Gerber modifié avec 20 heures de repos et lecture	0,30	0,45	0,45	0,50	—	0,75	0,75	0,75	2,00	2,50	2,90	3,05	3,85
Gerber modifié avec 20 heures de repos, centrifugation et lecture	0,30	0,45	0,45	0,50	—	0,75	0,75	0,75	2,00	2,50	2,90	3,05	3,85
Ecarts entre les méthodes d'extraction et la méthode Gerber modifiée	0,20	0,30	0,21	0,30	0,32	0,13	0,14	0,20	0,13	0,10	0,17	0,15	0,15
Ecarts entre les repos de 3 heures et de 20 heures dans la méthode Gerber ...	0,10	0,10	0,15	0,10	—	0,10	0,10	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5° En soustrayant uniformément 0,2 des chiffres donnés par les méthodes d'extraction, on retrouve, à $\pm 0,1$ près, le chiffre de la méthode Gerber modifiée.

* * *

MÉRITES RESPECTIFS DES MÉTHODES.

Faut-il faire un choix entre les méthodes d'extraction et la méthode Gerber modifiée ?

Il semble ressortir de notre travail que la méthode Gerber appliquée en suivant le mode opératoire proposé, donne le chiffre exact — même pour les laits les plus pauvres, si on a soin dans les cas douteux de prolonger le repos. Elle a la précision d'une méthode de laboratoire.

D'autre part, notre premier article a montré que les méthodes par extraction donnent des chiffres légèrement faussés par une surcharge.

On peut néanmoins continuer à faire appel à la méthode d'Adam ou de Röse-Gottlieb en ayant soin de retrancher 0,2 au résultat. L'erreur commise ne dépasse pas alors ± 0 gr. 1 par litre.

Mais nous croyons devoir insister sur ces deux points :

1^o Un lait très pauvre ne laisse que quelques milligrammes de matière grasse dans la capsule lors d'un dosage à l'Adam, ce qui peut entraîner d'assez graves erreurs, alors que la lecture de quelques petites divisions de notre butyromètre peut se faire sans la moindre équivoque.

2^o La méthode Gerber ainsi adaptée se prête mieux aux dosages en grande série et est d'ailleurs la seule utilisable dans le laboratoire industriel.

En réalité, les deux méthodes ont leurs avantages. Celle que nous proposons en faisant usage du butyromètre que nous avons créé n'a pas la prétention de supplanter les autres, mais elle donne sûrement dans l'ensemble plus de sécurité, plus de précision même et surtout plus d'exactitude si on ne considère pas la lécithine comme devant faire partie de la matière grasse *normale* du lait.

* * *

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Méthodes d'extraction. — 1^o Les méthodes d'extraction à l'éther (Adam ou Röse-Gottlieb) donnent des résultats identiques sur lait écrémé, et constants.

2^o Les chiffres obtenus par ces méthodes sont trop forts de 0 gr. 2 à 0 gr. 3 par litre. La surcharge est due à des traces de lactose et caséine entraînées et à des quantités variables de lécithine.

3^o En retranchant uniformément 0 gr. 2 aux résultats obtenus par ces méthodes, on obtient le chiffre exact à moins de 0 gr. 1 près en général : précision suffisante.

Méthode Gerber modifiée. — 1^o La méthode Gerber appliquée avec un butyromètre spécial que nous avons créé et une technique nouvelle que nous avons mise au point, permet d'obtenir le chiffre exact sur tous les laits écrémés.

La lécithine n'est pas dosée.

2^o La technique générale exposée dans le deuxième article (avec 3 heures de repos) donne le chiffre exact sur les laits titrant plus de 1 gr. Pour les autres, elle laisse souvent un déficit de 0 gr. 1, que l'on comble aisément en prolongeant le repos d'une vingtaine d'heures.

3^o Cette méthode est très précise et très sensible. Elle se prête aussi bien à des examens de laboratoire sévères qu'à des dosages industriels en grande série.

En somme, les méthodes du type Adam-Röse-Gottlieb et la méthode Gerber *ainsi modifiée* donnent des résultats assez voisins ; on connaît maintenant la cause du léger écart qui subsiste toujours entre elles, et l'on sait que c'est le chiffre du Gerber ainsi modifié qui est le plus voisin de la réalité.