

bien déterminée, inciter mes collègues des diverses branches de l'industrie fromagère à tenter chez eux des essais semblables, et j'ai la conviction que beaucoup d'entre eux n'auront qu'à se louer de les avoir entrepris.

L'ANALYSE INDIRECTE ET LE MOUILLAGE DU LAIT,

par M. M. BOUIN,

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Longtemps la détermination indirecte des constituants du lait est restée limitée au calcul de l'extrait sec ou de l'extrait dégraissé en fonction de la teneur en matière grasse et de la densité du lait. La formule la plus employée dans ce but est incontestablement celle de FLEISCHMANN, qui a été établie pour 100 gr. de lait, ainsi que nous l'avons montré, M. GOBERT et moi, dès 1907 (1). Nous avons établi, à cette époque, une formule pour le calcul de l'extrait sec ou de l'extrait dégraissé de 100 cm³ de lait, formules identiques à celles publiées, en 1920, par M. BOURIEZ, à cela près que nous avons admis pour la densité du beurre à 15°, 0,93, tandis que BOURIEZ a admis 0,94.

Depuis notre travail de 1907, il est paru toute une série de formules qui en diffèrent d'ailleurs que par les chiffres admis pour les densités du beurre et du non-beurre et aussi par le mode de calcul, suivant que les dosages sont faits en fonctions de 100 grammes de lait ou de 100 cm³ ou encore rapportés au litre.

Certains auteurs se sont ingéniés à généraliser ce procédé d'analyse indirecte et ont publié des formules plus ou moins compliquées, telles celles de BIALON (2), LINDET (3), OLRON (4), BOURIEZ (5), etc..... Nous avons étudié la valeur de la formule de BIALON et nous avons montré que cette formule qui permet de calculer la densité du lait supposé totalement écrémé ne nous apporte aucun élément d'appré-

(1) A propos de la détermination de l'extrait sec et de quelques formules de calcul utilisées dans le contrôle du lait, par P. GOBERT et M. BOUIN. *Rev. gén. du lait*, T. VI, n° 9 et 10, 1907.

(2) BIALON. — Beitrag Zum Nachweise von gewässertter Milch. *Milchw. Zentralblatt*, 1905, p. 363.

(3) LINDET. — *Le lait, la crème et les fromages*. Paris, 1907.

(4) OLRON. — *Journ. Ind. engin. Chem.*, p. 253-256, 1909.

(5) BOURIEZ. — L'analyse indirecte et le mouillage du lait. *Ann. des falsifications et des fraudes*, n° 146, p. 606-618, 1920.

ciation nouveau. Nous en dirions tout autant de la formule de LINDET qui lui est identique.

Les formules d'OLRON permettraient de calculer les substances protéiques totales, la caséine et le lactose en fonction de l'extrait sec.

Ce sont des formules empiriques qui donnent des résultats parfois très éloignés des résultats obtenus directement à l'analyse, en toute circonstance des résultats très incertains, donc sans grande valeur pratique.

Le travail de A. BOURIEZ est de beaucoup le plus étendu sur ce sujet. D'après ses conclusions (page 613), l'analyse indirecte du lait, limitée jusqu'ici au calcul de l'extrait peut être étendue au calcul de la caséine, des matières dissoutes, de la densité du sérum et de la densité du lait dégraissé, sans autre détermination que la densité du lait à 15° et de sa richesse en beurre. . . . et les formules établies sur ces bases permettent d'apprécier sommairement la valeur d'un lait, de même qu'elles peuvent avantageusement servir de contrôle à son analyse proprement dite ».

Les formules que donne l'auteur permettent de calculer :

1° L'extrait sec et l'extrait dégraissé du lait rapporté au litre, formules presque identiques à celles que nous avons publiées en 1907.

2° L'eau du lait par litre.

3° La caséine par litre.

4° Les matières dissoutes par litre.

5° Les densités du sérum et du lait supposé totalement dégraissé.

Les formules qui permettent de calculer la caséine du lait et les matières dissoutes par litre nous paraissent des plus critiquables.

En effet, d'après A. BOURIEZ, le poids de caséine d'un lait serait égal aux trois dixièmes du poids de l'extrait dégraissé, les substances dissoutes représentant les sept autres dixièmes. En d'autres termes, le poids de caséine contenu dans un lait serait proportionnel au poids de l'extrait dégraissé du lait. Nos recherches sur les variations de la composition des laits nous ont montré qu'il n'en était rien. La proportion de caséine précipitable par l'acide acétique est toujours inférieure à 30 % dans l'extrait dégraissé des vaches fraîches à lait ; dans les laits de vaches très fraîches à lait, elle peut même s'abaisser au-dessous de 25 %. Cette proportion se relève peu à peu au fur et à mesure que le lait « vieillit » jusqu'à atteindre et même dépasser 40 % dans les laits de vaches, en fin de lactation.

Par voie de conséquence, les matières dissoutes par litre, peuvent représenter jusqu'à 75 % de l'extrait dégraissé dans le lait des vaches fraîches à lait, puis leur proportion diminue tandis que celle de la caséine augmente au fur et à mesure qu'on se rapproche de la fin de la lactation où elles peuvent ne plus représenter que 60 % de l'extrait dégraissé.

Ces observations montrent que l'on ne saurait attribuer aux formules données par M. A. BOURIEZ qu'une valeur toute relative, du moins à celles ayant trait à la détermination de la caséine et des matières dissoutes.

La partie la plus intéressante du travail de M. BOURIEZ est incontestablement celle où il étudie les éléments d'appréciation du mouillage.

On ne peut que s'associer aux critiques que l'auteur adresse aux bases habituelles d'appréciation du mouillage : extrait dégraissé, constante de CORNALBA, etc. qui sont influencés par l'écrémage, et d'une manière plus générale, par la richesse variable des laits en matière grasse. Mais, disons tout de suite, qu'il y a possibilité d'éliminer cette cause d'erreur en tenant compte des dites constantes non plus brutes telles que nous les fournit l'analyse, mais ramenées à ce qu'elles seraient dans un lait supposé totalement dégraissé, en suivant les indications données par M. PORCHER (1).

M. BOURIEZ pour éliminer l'influence de l'écrémage, propose de baser la discussion du mouillage sur le rapport de l'eau au non

beurre dans le lait. Pour lui, en appelant D, la densité du lait, B, la teneur en beurre par litre, E, l'extrait de 1000 de lait, la relation : $\frac{1000 D - E}{(E - B)} \leq 10$ caractérise les laits non mouillés,

la relation : $\frac{1000 D - E}{(E - B)} > 10$ caractérise les laits mouillés et la mesure du mouillage minimum serait donnée dans le lait mouillé par la différence entre le poids de l'eau et 10 fois le poids du non beurre.

Or, selon l'auteur, à la relation $\frac{1000 (D - E)}{(E - B)} = 10$ correspond une densité de 1035,5 pour le lait supposé écrémé et un sérum de densité ayant une teneur en extrait de 67 gr. par litre. Par conséquent, dire que doit être considéré comme mouillé tout lait ayant un rapport $\frac{\text{eau}}{\text{extrait dégraissé}}$ supérieur à 10, revient à considérer comme mouillé tout lait ayant :

- a) Une densité inférieure à 1035,3 pour le lait totalement écrémé.
- b) Une densité du sérum inférieure à 1028,8.
- c) Une teneur en principes solubles du sérum inférieure à 67 gr., 4 par litre.

Nous avons déjà montré que la connaissance de la densité du lait complètement dégraissé ne nous apportait aucun élément d'appréciation nouveau. En effet, si dans la formule du calcul de l'extrait dégraissé, nous faisons $B = 0$ et $D = 35,3$, nous obtenons : $\text{Extr. dégr.} = 0 + \frac{8}{3} \times 35,3 = 94,13$.

(1) PORCHER, Ch. — Influence du taux de la matière grasse sur celui de l'extrait dégraissé dans le lait. *Ann. des falsifications*, p. 385-398, 1915.

Donc, dire qu'un lait non mouillé doit avoir au minimum une densité *rectifié* de 1035,3, revient à dire qu'un tel lait doit contenir au *minimum* 94 gr.,13 d'extrait dégraissé rectifié, soit pour un lait moyen non écrémé 90 gr.,48 d'extrait dégraissé brut, ce qui peut, à juste titre, paraître tout de même excessif (BIALON donne comme limité minima 1032,3 pour la densité du lait complètement dégraissé).

En ce qui concerne la densité du sérum, il est tout aussi excessif de considérer comme mouillé tout lait dont la densité du sérum s'abaisse au-dessous de 1028,8. Les recherches de LEDENT (1) ont montré que cette densité peut s'abaisser normalement jusqu'à 1027.

WIEGNER (2) et ACKERMANN (3) ont montré, d'autre part, qu'on peut passer pratiquement sans erreur, de la densité du sérum chlorocalcique à l'indice de réfraction prise au réfractomètre à immersion de ZEISS. En ne tenant pas compte de l'influence tout à fait négligeable du chlorure de calcium, on trouve qu'à la densité de 1028,8 du sérum correspond un indice de réfraction de 41°8, et on sait que l'indice de réfraction des laits normaux peut s'abaisser jusqu'à 38°5 !

Enfin, M. BOURIEZ fixe à 67 gr.,4 la teneur en principes dissous du sérum des laits non mouillés. En tenant compte du volume de l'insoluble d'un lait moyen (beurre + caséine), ces 67 gr.,4 de principes solubles du sérum, correspondent à 63 gr.,40 de matières dissoutes rapportées au litre de lait, autrement dit à la constante de CORNALBA. Les très nombreuses recherches faites sur la constante de CORNALBA, ont montré que celle-ci est comprise entre 58 et 66 pour les laits individuels et, le plus souvent, entre 60,5 et 62,5 pour les laits de mélange. Admettre comme minima pour les laits non mouillés le chiffre de 67 gr.,4 de principes solubles dans le sérum est donc tout à fait inadmissible et conduirait à accuser de mouillage tous les laits naturellement faibles et surtout tous les laits de vaches vieilles à lait.

M. BOURIEZ dit bien à la fin de son travail que les chiffres qu'il donne ne s'appliquent exactement qu'aux *laits normaux*. Mais alors que faut-il entendre par laits normaux ? Les laits de vaches fraîches à lait sont-ils des laits anormaux ? et ceux de vaches vieilles à lait ? Si cela est, comment définir un lait normal, comment savoir, sans en faire l'analyse précise, qu'on se trouve en présence d'un lait anormal !

Nous ne voudrions pas terminer cette étude de l'intéressant

(1) R. LEDENT. — Contribution à l'étude du sérum du lait. *Ann. des falsifications*, n° 146, p. 671, déc. 1920.

(2) WIEGNER. — *Milchw. Zentralblatt*, p. 473 et 521, 1909 et *Z. F. U. N.*, p. 20-70-81, 1910.

(3) ACKERMANN. — Contribution à l'analyse du lait. *Journal suisse de Chimie et de Pharmacie*, 1910.

Mémoire de M. BOURIEZ, sans attirer l'attention sur ce fait que les différents éléments d'appréciation du mouillage ne varient pas dans le même sens au cours de la lactation. Ainsi le rapport $\frac{1000 \text{ D-E}}{\text{(E-B)}}$ toujours très nettement supérieur à 10 dans le lait des vaches très fraîches à lait, diminue au fur et à mesure que la période de lactation s'avance, pour tomber au-dessous de 9 le plus souvent dans les laits de vaches vieilles à lait.

L'extrait dégraissé, et, par conséquent, la densité du lait dégraissé augmentent par contre du commencement jusqu'à la fin de la lactation (1).

Par contre, la teneur en matériaux solubles du lait, ou constante de CORNALBA diminue en fin de lactation, par suite de la diminution de la teneur en lactose, fait qui a une répercussion marquée sur l'indice réfractométrique et sur la densité du sérum. Ces différentes valeurs ne sont donc pas liées par des relations constantes comme on pourrait le croire.

Ce que nous venons de dire montre que les diverses méthodes d'analyse indirecte du lait, quelque intéressantes qu'elles soient, ne nous apportent pas, à proprement parler, d'éléments nouveaux d'appréciation ; de plus, les résultats obtenus par le calcul présentent tous une telle marge d'incertitude, qu'il ne paraît pas y avoir actuellement intérêt à en développer l'emploi.

LES PRINCIPES D'UNE TECHNIQUE RATIONNELLE EN INDUSTRIE LAITIÈRE.

Le rôle des microorganismes en laiterie (suite),

par G. GUITTONNEAU,

Difecteur de la Station centrale d'agronomie à l'Institut des Recherches Agronomiques.

IV. — La technique des fabrications.

Dans l'ordre naturel des choses, le lait est destiné à être consommé à la mamelle. Il représente un ensemble, remarquablement équilibré, d'éléments nutritifs qui, par leur composition chimique, leur état

(1) M. BOUIN. — Contribution à l'étude des variations de la composition du lait de vache au cours de la lactation. Rapport présenté au Congrès de Strasbourg de l'Association Française pour l'avancement des Sciences, 26 juillet 1920.