



HAL
open science

UN MALENTENDU A PROPOS DE LA FORMULE DE FLEISCHMANN

L. Panchaud

► **To cite this version:**

L. Panchaud. UN MALENTENDU A PROPOS DE LA FORMULE DE FLEISCHMANN. *Le Lait*, 1923, 3 (10), pp.777-781. hal-00894719

HAL Id: hal-00894719

<https://hal.science/hal-00894719v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

rée, en employant une pipette divisée en $1/50$ cm³. Il se forme par l'addition de l'acide un précipité insignifiant, qui en général, disparaît en quelques minutes. Quand le liquide continue d'être trouble, il est un peu difficile d'observer la couleur de l'indicateur. Dans ce cas, il faut filtrer à travers du gros papier avant l'observation. Se basant sur le résultat du titrage, on peut calculer la quantité d'acide nécessaire pour l'ensemble des caillettes coupées.

J'ai supposé ci-dessus qu'en macérant avec des solutions de chlorure de sodium et d'acide borique, on obtient des extraits dont le P_H est $> 4,80$. Dans la pratique, il arrive quelquefois, que l'acidité de ces extraits est telle, que le ferment est partiellement détérioré. En ce cas, on ne trouvera pas un minimum quand on opère suivant la méthode *a* ; le temps de coagulation sera le plus court pour la solution la moins acide, et on doit contrôler le P_H de cet extrait par voie potentiométrique ou colorimétrique. En suivant la méthode *b*, on aperçoit l'acidité trop élevée immédiatement par l'observation colorimétrique ; en ce cas, il faut ajouter prudemment une solution de borate de soude jusqu'à la couleur désirée.

Note IV. — L'acidité des présures qui doivent attendre dans les magasins ou les fromageries. — Ici, cette acidité n'est pas aussi étroite que celle qu'on doit employer pour l'activation du zymogène à une température déterminée. La valeur du P_H oscille entre 5,3 et 6,3. La limite du côté alcalin a été fixée déjà par Van DAM (1) à l'aide de l'acide rosolique. On peut aussi employer le bleu de bromo-thymol ; cet indicateur, ajouté à une présure non diluée, doit montrer la teinte jaune. L'autre limite, du côté acide, est affirmée avec le rouge de méthyle. Cet indicateur doit montrer une couleur, qui est moins rouge que celle du mélange d'acétates n° 4 (tableau VI). En diluant, au dixième, les présures avec de l'eau, si on y en ajoute un peu, la valeur de P_H est peut-être augmentée par quelques unités de la dernière décimale. Il est donc recommandable de ne pas diluer avant l'épreuve colorimétrique, quand on examine le côté acide.

Les principes rapportés ci-dessus ont été appliqués dans une fabrique de présure en Hollande. On a trouvé que les manipulations à suivre sont simples et qu'il est possible de raccourcir notablement le processus de la fabrication, ce qui a comme conséquence une augmentation de la capacité utile de l'usine.

UN MALENTENDU A PROPOS DE LA FORMULE DE FLEISCHMANN,

par L. PANCHAUD,

Docteur ès-Sciences,

Chimiste au Laboratoire Cantonal d'Analyses de Genève.

Presque tous les traités sur l'analyse du lait ou des denrées alimentaires mentionnent la formule de FLEISCHMANN :

$$(1) \quad E = 1,2 \times G + 2,665 \times 100 \left(\frac{D-1}{D} \right)$$

(1) *Revue générale du Lait*, VII, 514, (1909).

qui permet de calculer l'extrait sec E du lait à partir de sa densité D à 15° et de sa teneur en matière grasse G.

Les uns (Martin : *Laiterie*) disent que la formule (1) exprime E et G en ‰, sans spécifier s'il s'agit de gr. pour 100 gr. ou 100 cm³ de lait ; les autres (BORDAS et TOUPLAIN : *La Laiterie*), en gr. par litre (le second terme de la formule étant alors $2,665 \times 1.000 \left(\frac{D-1}{D}\right)$); d'autres enfin (PELLERIN : *Guide de l'Expert-Chimiste*), en gr. pour 100 gr. de lait.

Devant ces divergences, il semble utile de préciser (sans vouloir actuellement discuter la valeur intrinsèque de la formule de FLEISCHMANN) que la formule (1) ne doit être utilisée que pour G exprimé en gr. pour 100 gr. et qu'elle donne E en gr. pour 100 gr. de lait.

Lorsqu'on rapporte, comme en France, les résultats de l'analyse au litre de lait, on commet une erreur en introduisant dans (1) les valeurs de G en gr. pour 100 cm³, et on obtient alors pour E un chiffre intermédiaire entre l'extrait de 100 gr. et celui de 100 cm³ de lait.

Si l'on veut se servir de G trouvé en grammes pour 100 cm³, il faut modifier la formule (1).

En effet, posons :

$$\begin{array}{l} E : \text{extrait} \dots\dots\dots \} \\ G : \text{matière grasse} \} \end{array} \text{ pour 100 gr. de lait.}$$

$$\begin{array}{l} e : \text{extrait} \dots\dots\dots \} \\ g : \text{matière grasse} \} \end{array} \text{ pour 100 cm}^3.$$

On aura :

$$E = \frac{e}{D} \qquad G = \frac{g}{D}$$

Introduisant ces valeurs dans (I), on a

$$\frac{e}{D} = 1,2 \times \frac{g}{D} + 2,665 \times \frac{100 (D-1)}{D}$$

ou :

$$(II) \qquad e = 1,2 \times g + 2,665 \times 100 (D-1)$$

Cette formule rend les calculs plus simples que la formule (1) ; elle est identique à celle que l'on trouve dans les traités de GIRARD, GÉRARD et BONN, bien qu'elle soit donnée par ces auteurs sous une forme différente se prêtant mal au calcul, et qui est :

$$e = \frac{D-1 + 0,00448 \times g}{0,00378}$$

En effet, la formule (II) donne, si on divise les 2 membres par 266,5

$$\frac{e}{266,5} = \frac{1,2 \times g}{266,5} + D - 1$$

ou :

$$0,00375 e = 0,004502 \times g + D - 1$$

ou enfin :

$$e = \frac{D - 1 + 0,0045 \times g}{0,00375}$$

Ces deux traités spécifient bien que e et g sont exprimés en gr. pour 100 cm. Différents auteurs, PIERRE, STEINMANN, DEMICHEL (voir *Annales de Chimie analytique*, 1904), ayant étudié la formule de FLEISCHMANN ou proposé de nouvelles formules en utilisant les constantes de FLEISCHMANN, ont constaté qu'ils obtenaient la même formule « à une très légère variante près » :

$$\text{PIERRE : } g = 0,84 \times e - 222 (D - 1)$$

$$\text{DEMICHEL : } g = 0,88 \times e - 233 \times (D - 1)$$

sans remarquer que cette « très légère variante » provenait du fait que la formule de FLEISCHMANN :

$$G = 0,833 \times E - 222 \times \frac{(D - 1)}{D}$$

à l'inverse des leurs, exprimait G en gr. pour 100 gr. de lait.

Pour nous rendre compte des erreurs résultant de l'emploi erroné de la formule (1), prenons l'exemple cité par BORDAS et TOUPLAIN :

$$g = 30 \text{ gr. par litre ; } D \text{ à } 15^{\circ} = 1,030.$$

Ces auteurs, appliquant la formule (I) à tort, trouvent 113 gr.,6 d'extrait. Il leur aurait fallu appliquer la formule (II) qui leur aurait donné 115 gr.,9, soit une différence de plus de 2 grammes (2 gr.,4) par litre. Pour utiliser la formule (I) à bon escient, on aurait dû prendre pour $G : \frac{3,0}{1,030} = 2,9$ et on aurait obtenu 112 gr.,5 d'extrait par kilo de lait. On vérifierait aisément que $112,5 \times 1,030 = 115,9$.

BORDAS et TOUPLAIN donnent (p. 108 de leur livre) une table pour le calcul de l'extrait sec selon la formule (I) ; il faut y lire *matière grasse pour 100 gr.* au lieu de *matière grasse pour 100 cm³*. La même table se trouve dans MARTIN avec l'indication $\frac{0}{100}$, sans dire de quel $\frac{0}{100}$ il s'agit. Il doit être bien entendu que ces tables expriment l'extrait de 100 gr. de lait à partir de la matière grasse exprimée. elle aussi, pour 100 gr. de lait. Les erreurs résultant de l'emploi injustifié de la formule (I) sont d'autant plus élevées que la densité du lait et son taux en matière grasse sont plus forts.

Il est bon aussi de spécifier que le calculateur ACKERMANN (dont parlent ces traités), qui est une machine à calculer résolvant l'équation (I), donne l'extrait en gr. pour 100 gr. de lait à partir de la matière grasse en gr. pour 100 gr. de lait. Si le calculateur porte

les indications peu précises : graisse, extrait $\%$, cela tient, au fait qu'en Suisse et dans l'immense majorité des pays, on exprime les résultats en gr. pour 100 gr. de lait. En utilisant donc le chiffre de matière grasse pour 100 cm³, on commet avec le calculateur les mêmes erreurs dont il a été question plus haut. Ces constatations sont peut-être de nature à expliquer en partie les différences observées entre l'extrait calculé, en se trompant avec la formule (I) ou le calculateur ACKERMANN, et l'extrait obtenu par pesée rapporté à 100 cm³ de lait.

*
* *

Il subsiste toujours une certaine équivoque au sujet du procédé de GERBER pour le dosage de la matière grasse. Du fait que l'on mesure 11 cm³ de lait, on pourrait déduire que l'échelle des butyromètres est graduée en gr. pour 100 cm³. C'est du moins l'opinion de tous les traités français que j'ai eu l'occasion de parcourir.

Cependant, GERBER dans son opuscule : *Analyse des produits laitiers*, dit que « chaque degré de l'échelle indique 0,1 $\%$ de matière grasse, valeur en poids », ce qui est évidemment peu net. FLEISCHMANN est plus catégorique ; il spécifie que les $\%$ sont rapportés au poids du lait.

Tous les auteurs de tous les pays, sauf la France, rapportent les résultats d'analyse à 100 gr. de lait, et lorsqu'ils parlent du dosage de la matière grasse du lait par les méthodes d'extraction (GOTTLIEB-RÖSE, SCHMIDT-BONDZINSKY...) divisent le poids de la matière grasse obtenue par le poids spécifique du lait, afin de le ramener à 100 gr., quand le lait a été mesuré avec une pipette. Mais ils ne parlent jamais de cette opération lors du dosage, selon GERBER, preuve que le chiffre obtenu avec ce dernier procédé, doit, à leur avis, exprimer la matière grasse pour 100 gr. de lait. D'ailleurs certains auteurs, pour comparer les résultats du Gerber avec ceux des méthodes d'extraction, et afin d'éviter tout calcul supplémentaire, mesurent 9 cm³, soit 10 gr. (si l'on admet une densité moyenne du lait de 1,030) ; de la sorte, le résultat des méthodes d'extraction se trouve directement exprimé pour 100 gr., et il n'est ainsi pas nécessaire de faire intervenir la densité du lait dans le calcul.

Si l'on avait encore des doutes à ce sujet, on lirait avec fruit le travail de REISS (*Zeitschrift für Untersuchung, d. Nahr. u. g.*, Tome 36, pp. 273-78, 1918), dans lequel cet auteur cherche à élucider la question suivante : l'échelle des butyromètres est-elle calibrée au moyen de matière grasse du lait, ou de matière grasse telle qu'on l'obtient dans le procédé GERBER, par action de l'acide sulfurique et de l'alcool amylique sur le lait. La question devait être posée parce

que GERBER avait toujours gardé une réserve prudente sur ce sujet. REISS détermine à la température de 65° (à laquelle doit se faire la lecture des butyromètres) le poids spécifique de la matière grasse du lait, soit : 0,8827, le poids de la matière grasse entre les points extrêmes de l'échelle butyrométrique 0-90, soit : 1,026 g., et le volume intérieur du tube gradué entre ces deux divisions, soit : 1.1628 cm³.

Ces données permettent de résoudre la question posée. Admettons qu'un lait de densité 1,033 ait donné au GERBER une matière grasse de 3 ‰ (30 divisions) Le volume entre ces 30 divisions est de 0,3876 cm³, ce qui correspond à un poids de matière grasse de lait de 342 mmg.

Si l'on suppose que la graduation des butyromètres est établie en gr. pour 100 cm³ de lait, comme on est parti de 11 cm³ de lait, on aura donc 330 mmg. de matière grasse de lait qui occuperaient un volume de 0,3793 cm³, soit 28,9 divisions. Mais si la graduation a été établie en gr., pour 100 gr. de lait, pipetter 11 cm³ de lait équivaut à peser 11,363 gr. de lait qui renferment 341 mmg. de matière grasse occupant un volume de 0,3863 cm³, soit 29,9 divisions, soit 30 qu'on a lues. Le Gerber donne donc la matière grasse en gr., pour 100 gr. de lait.

En réalité, on a affaire dans le GERBER à une matière grasse assez différente de celle du lait, sa densité n'est plus que de 0,8523, le poids de matière grasse entre 90 divisions n'est que de 0,9918 gr. La méthode de GERBER est une méthode de compensation : à la place du volume théorique de matière grasse de lait, on lit exactement le même volume de matière grasse Gerber.

Donc, si on utilise les résultats du GERBER avec la formule (I) ou avec le calculateur ACKERMANN, on obtient en réalité l'extrait en g. pour 100 gr. de lait, ce dont il faut tenir compte si l'on compare avec les résultats de la pesée de 10 cm³ de lait.

Conclusions. — 1° Pour calculer l'extrait sec e de 100 cm³ de lait à partir de la matière grasse g de 100 cm³ de lait, on ne peut utiliser la formule de FLEISCHMANN (I), il faut employer la formule modifiée :

$$e = 1,2 \times g + 2,665 \times 100 (D - 1)$$

2° Lorsque l'on utilise la matière grasse obtenue selon GERBER, le calcul de l'extrait sec ne peut se faire qu'à l'aide de la formule de FLEISCHMANN (I) qui donne l'extrait sec de 100 gr. de lait.