LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

J. PIEN. — Les bases techniques de la définition légale et de la fabrication des fromages 1

G. THIEULIN et A. HOUDINIÈRE. — Le lait d'hier et le lait de demain 18

BEDRINE, POITEAU et BISERTE. — Dosages comparatifs des dérivés sulfamides dans le sang et le lait des nourrices et dans les urines des nourrissons 23

A. HOUDINIÈRE. — Le colostrum de vache (*suite*) 27

Bibliographie analytique :

1^o Les livres 50

2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 56

3^o Brevets 85

Bulletin bibliographique :

1^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 90

2^o Brevets 91

Documents et informations :

Quel fromage doit-on conseiller ? 93

Consommation des produits laitiers aux Etats-Unis en 1941 95

Cessation de la fabrication et de la vente de la crème glacée en Grande-Bretagne 95

Insémination artificielle 95

Société Française d'Encouragement de l'Indus. Laitière. 96

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

LES BASES TECHNIQUES DE LA DÉFINITION LÉGALE ET DE LA FABRICATION DES FROMAGES

par

JEAN PIEN

Ingénieur-Chimiste, Docteur ès Sciences

Directeur des Laboratoires de la Laiterie des Fermiers Réunis

L'expérience de ces dernières années a souvent démontré, de la part du législateur, une réelle méconnaissance des bases théoriques de la fabrication des fromages, se traduisant, à l'occasion de changements dans la réglementation, par des modifications imprévues et anormales dans les fabrications ou par des difficultés dans la fixation des prix de vente. L'étude correcte de ces deux points (fabrication et prix) nécessite la connaissance des rapports qui lient entre elles les données et les inconnues du problème. Le législateur ne devrait, pas plus que le fabricant, rester ignorant de ces divers

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

éléments s'il veut établir une réglementation cohérente et rationnelle.

* * *

LE PROBLÈME A RÉSOUDRE

De quoi s'agit-il pour le législateur ?

Faire en sorte que le consommateur reçoive toujours, en échange du prix fixé, un certain minimum de quantité et de qualité de la chose achetée.

Il faut donc définir *quantité* et *qualité* en matière de fromages.

La *notion de quantité* se ramène, en dernière analyse, à une notion de poids. Mais elle est dominée par celle de l'humidité ou, ce qui revient au même, par celle de l'extrait sec. Les fromages, en effet, sont des produits dont le poids varie plus ou moins rapidement suivant le type (c'est-à-dire suivant la texture ou la composition de la pâte, suivant la nature de la microflore superficielle, suivant les « façons » qui sont pratiquées au cours de l'affinage, etc.).

Par conséquent, aussi bien dans l'intérêt du fabricant que dans celui du consommateur, il est nécessaire de faire intervenir dans la réglementation non pas le poids du fromage, mais le poids de substance sèche qui est, lui, *théoriquement* invariable.

Et nous aurons deux manières d'exprimer ce poids de substance sèche achetée par le consommateur, suivant que le fromage sera vendu à la pièce ou au poids.

Dans le premier cas c'est la matière sèche minimum du fromage total qu'il faut définir.

Dans le second c'est le pourcentage de matière sèche. Ces deux manières de faire n'en font d'ailleurs qu'une, en fait, car dans le cas du fromage vendu au poids la définition du pourcentage de matière sèche revient à fixer la matière sèche totale minimum d'un fromage de 100 grammes — ou de 100 grammes de fromage — comme s'il s'agissait d'un fromage isolé vendu à la pièce. La garantie de quantité minimum offerte au consommateur est assurée dans les deux cas.

La *notion de qualité* se ramène, pratiquement, à une question de matière grasse. En dehors des considérations relatives au cru, au degré d'affinage, à la perfection de la fabrication qui peuvent et doivent avoir des incidences commerciales, la notion « légale » de qualité peut se borner à cette garantie du minimum de matière grasse.

Le consommateur doit trouver dans un fromage vendu à la pièce comme dans le kilogramme de fromage vendu au poids, ce minimum de matière grasse que le législateur se propose de préciser.

Or, nous venons de voir que la manière la plus rationnelle de définir la *quantité* de fromage consiste à faire intervenir le poids de matière sèche.

Faisons donc de la matière grasse l'élément essentiel de la *qualité* de cette matière sèche et disons que cette matière sèche devra contenir un pourcentage minimum de matière grasse. Nous aurons ainsi parfaitement résolu le problème en échappant aux difficultés inhérentes à la considération des poids de fromages frais.

Certes, nous aurions pu, dans le cas des fromages vendus à la pièce, parler du poids total de matière grasse (théoriquement invariable) qu'ils doivent renfermer. Mais les éléments que nous venons de préciser (matière sèche totale et matière grasse pour cent de matière sèche) permettent évidemment de passer à cette matière grasse totale dont la considération devient ainsi inutile. D'ailleurs, dans le cas des fromages vendus au poids, la notion de matière grasse totale du fromage n'a pas de sens et doit se ramener à celle de la matière grasse contenue dans un kilogramme ou dans 100 grammes de fromage frais ou mieux, dans 100 grammes de matière sèche, ce qui nous ramène à la définition retenue ci-dessus.

Ainsi donc, le but que se propose le législateur sera atteint en faisant intervenir dans la réglementation des fromages les deux seuls éléments suivants :

1^o *Matière sèche* totale du fromage vendu à la pièce ou matière sèche pour cent du fromage vendu au poids ;

2^o *Matière grasse* pour cent de la matière sèche dans les deux cas.

Les autres éléments (poids total du fromage, matière grasse totale) sont, ou bien impossibles à retenir pour une définition correcte, ou bien faciles à déduire des précédents.

Mais la réglementation des fromages, si elle a pour but de protéger le consommateur, ne doit pas avoir pour résultat de compromettre les intérêts légitimes du fabricant.

Le législateur, comme le fabricant, doit connaître ou être à même de calculer l'incidence des normes fixées sur les prix de revient, afin de déterminer des prix de vente rationnels. Or le législateur qui fait la réglementation et celui qui fixe les prix sont, le plus souvent, des esprits qui ne se rencontrent pas et dont on ne peut espérer le choc qui engendrerait la lumière... Certes l'étude des prix qui suit celle des normes (et qui d'ailleurs doit tenir compte de beaucoup d'autres considérations) s'ajuste au mieux aux nécessités imposées par la réglementation. Mais les deux études devraient être coordonnées et basées sur les mêmes principes, afin d'éviter,

comme ce fut le cas dans le passé, d'assister au spectacle de modifications incohérentes des normes entraînant, dans les fabrications et les prix, des bouleversements que le législateur n'avait certainement ni voulus, ni prévus.

Le fabricant, en effet, ne dispose pas des mêmes données que le législateur. Celui-ci parlera de matière sèche totale ou pour cent et de matière grasse dans la matière sèche. Mais celui-là partira des éléments suivants :

1° La composition du lait utilisé (richesse en matière grasse des mélanges) ;

2° Le volume de lait utilisé par fromage ;

3° Le rendement de la fabrication (nombre et poids des fromages fabriqués).

Ce sont ces éléments qui, unis à d'autres, constituent la base du prix de revient. C'est avec les deux premiers, que le fabricant devra se mettre en règle avec le législateur.

La nécessité apparaît donc d'établir un lien entre ces deux catégories de données : celles du fabricant et celles du législateur. Ou, pour mieux dire, ne faire des deux problèmes qu'un seul : partir des données de la fabrication pour aboutir aux normes et aux prix que le législateur se propose de fixer.

La présente note n'a pas d'autre but que d'essayer d'établir ce lien ou plus exactement ces liens divers, afin d'éclairer le législateur, et, à un degré moindre, le fabricant lui-même.

* * *

LES DONNÉES DU PROBLÈME

Le problème que nous nous proposons de résoudre peut donc se définir de la manière suivante :

Etablir et définir par des formules les rapports théoriques nécessaires qui existent entre les éléments de la fabrication (richesse du lait, volumes mis en œuvre, rendements...) et la composition des fromages.

Notons bien ici qu'il ne s'agira que de rapports théoriques — ce qui leur enlève beaucoup d'intérêt pour le fabricant car, comme chacun sait, en matière de lait et plus encore de fromages, un large fossé se creuse entre la théorie et la pratique.

Néanmoins il ne faut pas se refuser à de semblables études théoriques. D'abord parce qu'elles restent, malgré tout, la base des réalités pratiques sans laquelle on ne pourrait rien construire de positif et ensuite parce qu'elles permettent à coup sûr de prévoir les variations mutuelles des éléments qu'elles lient et qu'à ce titre elles peuvent être d'un utile secours dans l'étude préalable de la réglementation et des prix.

Pour parvenir à la solution du problème posé, il est absolument nécessaire de définir des données. Elles peuvent être très nombreuses. Il faut n'en retenir que celles qui intéressent le but poursuivi ici.

Or trois matières sont en présence : la matière première (le lait), la matière fabriquée (le fromage) et le sous-produit (le sérum). Tout le problème tient entre ces trois substances et, techniquement, ce que nous cherchons à suivre n'est pas autre chose que le déplacement des éléments entre le lait d'une part, le fromage et le sérum d'autre part.

Mais tous les éléments n'ont pas ici d'intérêt pratique. Pour ce qui est du lait ce qui importe, évidemment, ce sont ceux qui ont une valeur dans le fromage en vue de la réglementation et des prix, c'est-à-dire la matière grasse et la matière sèche. La matière sèche du fromage n'est pas la matière sèche du lait au sens de l'extrait sec total. L'acte essentiel de la fabrication, c'est-à-dire du passage du lait au fromage, est la coagulation labique suivie d'égouttage spontané ou provoqué. L'extrait sec du fromage n'est donc pas autre chose que celui que le lait peut engendrer sous l'influence des deux opérations essentielles de la fabrication. Nous voyons ainsi apparaître une notion fondamentale en ce qui touche le lait : *celle de l'extrait sec que celui-ci peut fournir sous forme de fromage*. Et comme cet extrait sec comporte à la fois de la matière grasse et de la matière sèche non grasse, il est indispensable de les dissocier pour en mieux étudier le rôle respectif.

Ainsi, du lait mis en œuvre, nous devons connaître :

La richesse en matière grasse par litre (que nous appellerons R) ;

La quantité d'extrait sec non gras qu'un litre de ce lait peut fournir sous forme de fromage. *Nous donnerons à cette donnée capitale le nom de coefficient K.*

Ces deux données doivent être connues à l'avance et pouvoir être chiffrées. La valeur de R, essentiellement variable, doit être déterminée par l'analyse du lait destiné à la fabrication. Une autre opération analytique permettra-t-elle d'obtenir la valeur de K ? Non, en l'état actuel de la technique. Mais ce coefficient, dont la valeur est conditionnée par la nature de la fabrication et qui varie légèrement suivant les saisons et les lieux, peut être déterminé expérimentalement et calculé comme nous le verrons ci-après. Pour une fabrication donnée, dans une région déterminée, il est à peu près stable ; il prend alors la signification d'une constante, ce qui autorise son emploi au titre de donnée dans les calculs qui vont nous mener aux solutions cherchées.

En ce qui concerne les éléments des fromages et du sérum (poids ou volumes, richesse en matière grasse et en extrait sec) la surveillance des fabrications et l'analyse des produits conduiront à leur connaissance d'une manière qui devra être aussi exacte que possible.

Cela dit, embrassons l'ensemble du problème et énumérons tous les éléments entre lesquels nous voulons établir des rapports en les désignant par des lettres :

1° Données relatives au lait.

V = volume de lait de mélange mis en œuvre suivant les cas soit pour une fabrication entière, soit pour obtenir un fromage vendu à la pièce ou un kilogramme de fromage vendu au poids.

R = richesse en matière grasse par litre de lait de mélange.

K = poids de matière sèche non grasse qu'un litre de lait de mélange peut fournir sous forme de fromage.

2° Données relative à la fabrication.

P = poids de fromage en grammes (pris à la sortie de la fabrication) obtenu avec V litres de lait de mélange.

P' = poids de fromage en kilogrammes obtenu avec V litres de lait.

v = volume du sérum (issu de V litres de lait mis en fabrication).

r = richesse en matière grasse d'un litre de sérum.

3° Données relatives aux fromages.

M = matière grasse totale du fromage de poids P (provenant de V litres de lait).

m = taux de matière grasse pour cent de matière sèche.

E = matière sèche totale du fromage de poids P (ou de P_{gr} de fromage ou de P' kilogrammes de fromages obtenus avec V litres de lait).

e = taux d'extrait sec pour cent de fromage pris à la sortie de la fabrication.

* * *

LES SOLUTIONS

Nous pouvons maintenant résoudre le problème posé, c'est-à-dire établir les équations qui lient les données entre elles afin d'aboutir à calculer les éléments qui intéressent le législateur en fonction de ceux qui intéressent le fabricant et réciproquement.

I. Calcul des éléments qui intéressent le législateur (éléments du fromage) en fonction de ceux qui intéressent le fabricant (éléments du lait et du sérum).

Il s'agit en somme de calculer m , E , e , en fonction de V , R , K , P (et v , r).

Le fromage, pour le but poursuivi ici, peut être considéré comme une somme de :

eau + matière grasse + matière sèche non grasse.

Pour obtenir ce fromage de poids P , le fabricant mettra en œuvre V litres de lait apportant VR grammes de matière grasse et VK grammes d'extrait sec transformable en fromage.

Mais il se produit des pertes dans le sérum. La perte de matière grasse est égale à vr . Quant à la perte de matière sèche (de fromage) dans le sérum, elle est nulle par définition. (Nous excluons ici, bien entendu, les pertes matérielles de caillé.) Si, dans certaines fabrications, le sérum emporte des éléments qui, dans d'autres, restent dans le fromage, il n'y a pas à les considérer comme pertes. C'est alors le facteur K , propre à chaque type de fromage, qui est différent. Ainsi, la seule perte à retenir dans le sérum est vr qui constitue à la fois une perte de matière grasse et d'extrait total (car cette matière grasse fait partie de l'extrait sec total).

Le fromage est donc constitué :

Au point de vue matière grasse, par celle du lait (VR) diminuée de celle du sérum (vr). C'est la matière grasse totale du fromage $M = VR - vr$.

Au point de vue matière sèche non grasse, par celle que le lait abandonne sous forme de fromage soit VK .

Au point de vue matière sèche totale (E) par la somme des deux précédents : $E = (VR - vr) + VK$.

Calcul des éléments intéressant le législateur

1° Matière grasse pour cent de matière sèche (m).

Il est évident que $m = \frac{\text{mat. grasse totale}}{\text{mat. sèche totale}} \times 100 = \frac{M \times 100}{E}$.

Remplaçons M et E par leur valeur calculée ci-dessus il vient :

$$m = \frac{(VR - vr) \times 100}{(VR - vr) + VK} \quad (1)$$

Exemple d'application :

Dans une fabrication de camembert on a utilisé 100 litres de lait à 30 grammes de matière grasse par litre. On a recueilli 86 litres de sérum contenant 1 gramme de matière grasse. Le coefficient K étant supposé égal

à 33, on demande quelle sera la richesse des fromages en matière grasse % de sec. En appliquant la formule précédente on aura :

$$m = \frac{(100 \times 30 - 86) \times 100}{(100 \times 30 - 86) + 100 \times 33} = 46,89\%$$

2° Matière sèche totale du fromage (cas des fromages vendus à la pièce).

C'est la valeur E calculée plus haut.

$$E = (VR - vr) + VK \quad (2)$$

Exemple d'application :

Dans l'exemple précédent on a fabriqué par exemple 50 fromages. Soit V (par fromage) = 2 litres. Le sérum recueilli par fromage est donc égal à $86/50 = 1,72$. On demande la matière sèche totale d'un fromage. On aura :

$$E = (2 \times 30 - 1,72) + 2 \times 33 = 124,28$$

3° Matière sèche pour cent de fromage (e) (cas des fromages vendus au poids).

Si les V litres de lait ont fourni P grammes de fromage (considérés à la sortie de la fabrication) on a :

$$e = \frac{\text{mat. sèche totale} \times 100}{\text{poids de fromage obtenu}} = \frac{E \times 100}{P}$$

ou, en remplaçant E par la valeur précédente :

$$e = \frac{(VR - vr) + VK}{P} \times 100 \quad (3)$$

Exemple d'application :

Dans une fabrication de Port-Salut on a obtenu 12 kilogrammes de fromage (P = 12.000) à partir de 100 litres de lait de mélange de richesse R = 30. On a recueilli 92 litres de sérum titrant 4 grammes de matière grasse par litre. Le coefficient K étant supposé égal à 31, on demande la matière sèche % de fromage (e) et la richesse en matière grasse % de sec du fromage (m).

La formule précédente donne :

$$e = \frac{(100 \times 30 - 92 \times 4) + 100 \times 31}{12.000} \times 100 = 47,76\% \text{ de fromage.}$$

La formule (1) donne :

$$m = \frac{(100 \times 30 - 92 \times 4) \times 100}{(100 \times 30 - 92 \times 4) + 100 \times 31} = 45,91\% \text{ de la matière sèche.}$$

II. Calcul des éléments qui intéressent le fabricant (éléments du lait) en fonction de ceux qui intéressent le législateur (éléments du fromage).

Il s'agit en somme de calculer V et R en fonction de m et de E ou bien en fonction de m et de e .

1° Calcul de V en fonction de m et E (cas des fromages vendus à la pièce).

On extraira une valeur de R tiré de l'équation (1) et une autre tirée de l'équation (2):

On écrira que ces deux valeurs sont égales et on tirera V de la nouvelle équation obtenue.

Nous croyons inutile de reproduire ici tous les calculs intermédiaires que le lecteur pourra aisément reconstituer. Finalement on aboutit à la valeur suivante :

$$V = \frac{E (100 - m)}{100 K} \quad (4)$$

Exemple d'application :

On veut fabriquer des camemberts possédant 125 grammes d'extrait sec total (E) et ayant une richesse en matière grasse % de sec égale à 40 % (m). Quel volume de lait de mélange faut-il employer par fromage sachant que $K = 33$? On obtient :

$$V = \frac{125 (100 - 40)}{100 \times 33} = 21.272$$

2° Calcul de V en fonction de m et e (cas des fromages vendus au poids).

Nous avons vu que $e = \frac{E \times 100}{P}$ ou $E = \frac{e P}{100}$

Or ce qui nous intéresse ici c'est de calculer la quantité de lait à mettre en œuvre pour fabriquer l'unité de poids de fromage, par exemple un kilogramme. On fera donc $P = 1.000$. D'où $E = 10 e$.

Portons cette valeur dans l'équation (4). Il vient :

$$V = \frac{e (100 - m)}{10 K} \quad (5)$$

Cette formule donne le volume de lait à utiliser pour fabriquer un kilogramme de fromage ayant les caractéristiques e et m . L'analogie avec la formule précédente se justifie puisque e représente en quelque sorte l'extrait sec total E d'un fromage de 100 grammes. Le volume calculé d'après (5) qui correspond à un kilogramme de fromage doit donc être dix fois plus élevé que celui donné par la formule (4).

Exemple d'application :

On veut fabriquer du Port-Salut titrant 45 % de matière sèche (e) et 40 %

de matière grasse % de sec (m). Quel volume de lait faut-il utiliser pour fabriquer un kilogramme de fromage sachant que $K = 31$? On a :

$$V = \frac{45 (100 - 40)}{10 \times 31} = 81.71$$

3° Calcul de R en fonction de m et E (cas des fromages vendus à la pièce).

On tirera des valeurs de V des équations (1) et (2). On écrira qu'elles sont égales et on tirera R de cette nouvelle équation. Sans reproduire le détail des calculs intermédiaires, mentionnons seulement le résultat qui est le suivant :

$$R = K \frac{m E + 100 v r}{E (100 - m)} \quad (6)$$

Exemple d'application :

Quelle devra être la richesse du lait dans l'exemple proposé après la formule (4) ci-dessus sachant que le sérum représente les 86/100^e du lait mis en œuvre et qu'il titre 1 gramme de matière grasse ?

Le volume de lait par fromage avait été trouvé égal à 2 l. 272. Donc $v = 2,272 \times 0,86 = 1,95$ avec $r = 1$.

On a donc :

$$R = 31 \frac{40 \times 125 + 100 \times 1,95}{125 (100 - 40)} = 22 \text{ gr. 85 par litre.}$$

4° Calcul de R en fonction de m et e (cas des fromages vendus au poids).

Pour la même raison que ci-dessus limitons-nous au cas de 1 kilogramme de fromage. La relation $E = \frac{e P}{100}$ donne $E = 10 e$.

Portons cette valeur dans l'équation (6).

Nous obtenons :

$$R = K \frac{m e + 10 v r}{e (100 - m)} \quad (7)$$

Exemple d'application :

Quelle devra être la richesse du lait dans l'exemple proposé après la formule (5) ci-dessus sachant que le sérum représente les 92/100^e du lait mis en œuvre et qu'il titre 4 grammes de matière grasse par litre ?

Le volume de lait pour 1 kilogramme de fromage avait été trouvé égal à 81.71.

Donc $v = 8,71 \times 0,92 = 8,01$ avec $r = 4$. On a donc :

$$R = 31 \frac{40 \times 45 + 10 \times 8,01 \times 4}{45 (100 - 40)} = 24 \text{ gr. 35 par litre.}$$

Si, dans cet exemple, le sérum titrait 6 grammes de matière grasse par litre au lieu de 4, la richesse R calculée serait égale à 26,18 par litre de lait de mélange au lieu de 24,35. Ce fait démontre l'importance d'une connaissance précise de la richesse en matière grasse des sérums.

Remarques

1° On aurait pu résoudre le problème d'une autre manière, en écrivant des équations qui soient la traduction fidèle de la fabrication, c'est-à-dire montrant que toute la matière grasse ou tout l'extrait sec mis en œuvre dans le lait se retrouvent intégralement dans le fromage et dans le sérum.

On aboutirait, tous calculs faits, à ceci :

Equation générale de la matière grasse :

$$(\text{en fonction de } m \text{ et } E) : V R = \frac{m E}{100} + v r \quad (8)$$

$$(\text{en fonction de } m \text{ et } e) : V R = \frac{m e P}{10.000} + v r \quad (9)$$

Equation générale de l'extrait sec :

$$(\text{en fonction de } E) : V (K + R) = E + v r \quad (10)$$

$$(\text{en fonction de } e) : V (K + R) = \frac{e P}{100} + v r \quad (11)$$

De ces diverses équations, et par un mécanisme analogue à celui que nous avons utilisé précédemment, nous tirerions aisément les valeurs de m , e , E en fonction des éléments de fabrication et inversement les valeurs de V , R en fonction de m , e , E . Les valeurs obtenues sont exactement identiques à celles qui ont été données plus haut ;

2° On peut reprocher aux formules (6) et (7) de faire intervenir le volume et la richesse du sérum, données que nous sommes supposés ignorer puisqu'il s'agit d'une fabrication à « prévoir ».

Or les formules (4) et (5) ont déjà permis de calculer les volumes de lait à mettre en œuvre. Dans un type de fabrication donné le rapport entre le volume de lait et le volume de sérum est à peu près constant. De V calculé, on peut donc déduire v . De même le terme r est connu par les fabrications habituelles du même type. Ainsi le produit vr est connu.

On obtiendrait d'ailleurs un résultat approché en posant $r = 0$ (sérum supposé exempt de matière grasse). Le terme vr disparaît alors des formules (6) et (7) qui se confondent en une formule unique très simplifiée :

$$R = K \frac{m}{100 - m} \quad (12)$$

Cette formule, valable dans tous les cas, n'est qu'approchée. Elle fournit, pour la richesse du lait à mettre en œuvre, une valeur trop faible puisque les pertes de matière grasse dans le sérum sont supposées nulles. Il serait facile, dans la pratique industrielle, de corriger ce chiffre en le majorant systématiquement de la richesse du sérum. On obtiendrait ainsi un résultat voisin de la réalité et probablement aussi approché que celui qui découle des formules (6) ou (7).

III. Calcul du coefficient K.

La connaissance du facteur fondamental K qui figure dans toutes les formules précédentes est absolument indispensable.

Nous avons dit plus haut que le coefficient K ne pouvait être connu que par l'expérimentation directe. Encore convient-il de savoir comment on le calculera à partir des éléments et des résultats de cette fabrication expérimentale.

Or toutes les formules précédentes permettent de calculer K. En effet, tous calculs faits, nous avons :

$$1^{\circ} \text{ de la formule (1) nous tirons } K = \frac{(100 - m)(VR - vr)}{mV} \quad (13)$$

$$2^{\circ} \text{ de la formule (2) nous tirons } K = \frac{E - (VR - vr)}{V} \quad (14)$$

$$3^{\circ} \text{ de la formule (3) nous tirons une formule analogue à la précédente}$$

$$\text{où } E = \frac{eP}{100}.$$

$$4^{\circ} \text{ de la formule (4) nous tirons } K = \frac{E(100 - m)}{100V} \quad (15)$$

$$5^{\circ} \text{ de la formule (5) nous tirons } K = \frac{e(100 - m)}{10V} \quad (16)$$

(ici V correspond à 1 kilogramme de fromage)

$$6^{\circ} \text{ de la formule (6) nous tirons } K = R \frac{E(100 - m)}{mE + 100vr} \quad (17)$$

$$7^{\circ} \text{ de la formule (7) nous tirons } K = R \frac{e(100 - m)}{me + 10vr} \quad (18)$$

(ici v correspond à 1 kilogramme de fromage).

Exemples d'application :

Dans le cas de l'exemple de fabrication de *camembert* cité après la formule (1) on aura ici, par application de la formule (13) :

$$K = \frac{(100 - 46,89) (100 \times 30 - 86)}{46,89 \times 100} = 33,0$$

L'application de la formule (14) donnerait :

$$K = \frac{124,28 - (2 \times 30 - 1,72)}{2} = 33,0$$

(Rappelons que les valeurs données aux lettres doivent toujours se correspondre. Si E est l'extrait total d'un fromage, V représente le litrage employé pour un fromage.)

L'application des autres formules conduit au même résultat.

Dans le cas de l'exemple de fabrication de *Port-Salut* cité après la formule (3) on aura ici, par application de la formule (13) :

$$K = \frac{(100 - 45,91) (100 \times 30 - 92 \times 4)}{45,91 \times 100} = 31,0$$

L'exemple donné après la formule (5) traité à l'aide de la formule (16) par exemple, donnerait :

$$K = \frac{45 (100 - 40)}{10 \times 8,71} = 30,998 \text{ soit } 31 \text{ en chiffres ronds.}$$

Les diverses formules (13) à (18) peuvent être employées indifféremment. On choisira dans chaque cas celle qui correspond aux éléments dont on dispose ou celle qui fournit les calculs les plus simples.

Toutes ces formules, pour une fabrication donnée, conduisent au même résultat. Les plus séduisantes pour l'esprit sont celles qui portent les N° 14 et 15 car elles expriment clairement ce qu'est le coefficient K ; elles en traduisent la définition. Néanmoins toutes ces formules, sauf la première, impliquent la connaissance du poids de fromage obtenu, soit pour calculer E à partir de *e* connu par l'analyse, soit pour ramener les volumes V ou *v* à un kilogramme de fromage dans le cas des formules (16) et (18).

Cette détermination du poids de fromage pouvant être une cause d'erreur, nous préférons conseiller le calcul de K à l'aide de la première formule qui ne met en œuvre que les données analytiques *m* et R et la connaissance des volumes de lait et de sérum. Une bonne vérification consistera à faire appel ensuite à la formule (15).

IV. Calcul du rendement.

Cette notion intéresse à la fois le fabricant et le législateur notamment en ce qui concerne la fixation des prix des fromages. Nous pouvons la définir comme le poids de fromage frais (pris au

sortir de la fabrication) obtenu en mettant en œuvre 100 litres de lait.

C'est en somme le terme P tiré des formules où il figure, en faisant $V = 100$.

Or P est exprimé partout en grammes. Substituons-lui P' exprimé en kilogrammes ($P = 1.000 P'$).

Bien entendu les formules où figure le terme E qui vaut $\frac{e P}{100}$ ou $10 e P'$ peuvent être utilisées.

En ne retenant que les plus intéressantes, nous aboutissons à ceci :

1° Tiré des formules (2) ou (3) qui conduisent au même résultat :

$$P' = \frac{100 (R + K) - vr}{10 e} \quad (19)$$

2° Tiré de la formule (4) :

$$P' = \frac{1.000 K}{e (100 - m)} \quad (20)$$

Exemple d'application :

Dans le cas de l'exemple de fabrication de Port-Salut cité après la formule (3) l'application de la formule (20) conduit à :

$$P' = \frac{1.000 \times 31}{47,76 (100 - 45,91)} = 12 \text{ kg. } 0 \text{ (pour 100 litres de lait).}$$

Dans le cas de l'exemple cité après la formule (5), l'application de la formule (20) conduit à :

$$P' = \frac{1.000 \times 31}{45 (100 - 40)} = 11 \text{ kg. } 48.$$

Or dans cet exemple il fallait 8 l. 71 pour obtenir 1 kilogramme de fromage ce qui correspondait bien, pour 100 litres, à : $\frac{100}{8,71} = 11 \text{ kg. } 48.$

V. Relations entre toutes les données. Formules excluant l'usage du coefficient K.

Les formules obtenues plus haut, intéressant le législateur (Nos 1, 2, 3) ou intéressant le fabricant (Nos 4 à 7 et 19-20) sont toutes basées sur la connaissance du coefficient K dont la détermination s'avère nécessaire par l'expérimentation directe complétée par le calcul à l'aide de l'une des formules 13 à 18.

Tous ceux qui ont tenté cette détermination de K savent à quelles difficultés on se heurte et parfois même à quelles irrégularités on aboutit. Il faudra de nombreuses études expérimentales pour

parvenir à des chiffres précis et utilisables — au moins dans une région et une saison données, pour un type de fromage déterminé.

La question s'est donc posée de savoir s'il serait possible de résoudre le problème fondamental, sans faire appel au coefficient K . Une étude attentive de la question conduit à la réponse suivante : il est impossible d'éviter l'emploi du coefficient K quand on veut exprimer les données de la réglementation en fonction de celles de la fabrication ou réciproquement. En revanche il est parfaitement possible d'exprimer des rapports *entre toutes les données* permettant de tirer l'une d'elles *en fonction de toutes les autres* sans faire appel au coefficient K .

Bien entendu, ce résultat est moins intéressant que ceux obtenus jusqu'ici. Néanmoins, il permet de résoudre de nombreux problèmes (soit par le fabricant, soit par le législateur) en supposant connus tous les éléments sauf un — celui que l'on cherche. Par exemple : le taux de matière grasse pour cent de matière sèche étant fixé, on peut calculer l'extrait sec pour cent ou l'extrait sec total, connaissant toutes les caractéristiques de la fabrication (V , R , r) sans faire appel à K . De même, connaissant les normes de réglementation et le volume du lait on peut calculer la richesse à lui donner sans connaître K . Mêmes possibilités en ce qui concerne le rendement, etc.

Nous pensons donc intéressant de donner cette nouvelle série de formules.

Nous disposons de deux moyens pour résoudre cette question nouvelle :

1^o Puisqu'il s'agit de trouver des relations entre les données sans faire appel à K , utilisons l'artifice algébrique classique qui consiste à tirer des relations antérieures des valeurs de la donnée à faire disparaître (K), à écrire qu'elles sont égales et à tirer ce qu'on cherche de cette nouvelle équation.

Or la valeur de K a été isolée (formules 13 à 18). Si nous extrayons toutes les identités possibles de ces six égalités nous aboutissons à une série d'équations qui se ramènent toutes à deux « identités remarquables » dont nous pouvons tirer toutes les autres.

2^o Nous pouvons aussi partir des formules (8) et (9) que nous avons appelées *équations générales de la matière grasse*, où le facteur K n'apparaît pas. Ces deux formules contiennent en puissance toutes celles que nous voulons extraire.

(Notons que lorsque les formules contiennent e au lieu de E , le terme P' , qui n'est autre que le terme P exprimé en kilogrammes intervient nécessairement ; et c'est heureux, car nous avons du même coup un nouveau moyen d'expression du rendement, sans faire appel à K .)

Tous calculs faits, nous aboutissons à ceci :

$$m = \frac{100 (VR - vr)}{E} \quad (21) \quad \text{et} \quad m = \frac{10 (VR - vr)}{eP'} \quad (22)$$

$$E = \frac{100 (VR - vr)}{m} \quad (23) \quad \text{et} \quad e = \frac{10 (VR - vr)}{mP'} \quad (24)$$

$$V = \frac{mE}{100 R} + \frac{vr}{R} \quad (25) \quad \text{et} \quad V = \frac{meP'}{10 R} + \frac{vr}{R} \quad (26)$$

$$R = \frac{mE}{100 V} + \frac{vr}{V} \quad (27) \quad \text{et} \quad R = \frac{meP'}{10 V} + \frac{vr}{V} \quad (28)$$

$$\text{et enfin } P' = \frac{10 (VR - vr)}{me} \quad (29).$$

Exemples d'application :

1° Reprenons l'exemple de fabrication de *canembert* cité après les formules (1) et (2) et appliquons les formules précédentes. Nous obtenons :

$$\text{avec (21)} \quad m = \frac{100 (2 \times 30 - 1,72)}{124,28} = 46,89$$

$$\text{avec (23)} \quad E = \frac{100 (2 \times 30 - 1,72)}{46,89} = 124,28$$

$$\text{avec (25)} \quad V = \frac{46,89 \times 124,28}{100 \times 30} + \frac{1,72}{30} = 2,0$$

$$\text{avec (27)} \quad R = \frac{46,89 \times 124,28}{100 \times 2} + \frac{1,72}{2} = 30,0$$

2° Reprenons l'exemple de fabrication de *Port-Salut* cité après la formule (3) et appliquons les formules précédentes, nous obtenons :

$$\text{avec (22)} \quad m = \frac{10 (100 \times 30 - 92 \times 4)}{47,76 \times 12} = 45,92$$

$$\text{avec (24)} \quad e = \frac{10 (100 \times 30 - 92 \times 4)}{45,91 \times 12} = 47,76$$

$$\text{avec (26)} \quad V = \frac{45,91 \times 47,76 \times 12}{10 \times 30} + \frac{92 \times 4}{30} = 99,97 \text{ (soit 100 l.)}$$

$$\text{avec (28)} \quad R = \frac{45,91 \times 47,76 \times 12}{10 \times 100} + \frac{92 \times 4}{100} = 29,99 \text{ (soit 30 gr.)}$$

$$\text{avec (29)} \quad P' = \frac{10 (100 \times 30 - 92 \times 4)}{45,92 \times 47,76} = 12 \text{ kg. } 0$$

Comme on le voit, on retrouve toujours l'élément supposé inconnu sans faire appel ici au coefficient K. Mais ces calculs supposent connus tous les autres éléments de la fabrication, ce qui n'était pas nécessaire dans le cas du premier groupe de formules (1 à 7).

* * *

Conclusion

Les formules que nous avons établies permettent d'atteindre les cinq objectifs suivants :

1° Connaissant les éléments de la fabrication (volume et richesse du lait, poids de fromage obtenu, coefficient K) en déduire la composition que présenteront les fromages (formules 1, 2, 3).

2° Connaissant la composition que doivent présenter les fromages et le coefficient K, en déduire le volume de lait à employer pour faire un fromage (ou un kilogramme de fromage) et la richesse en matière grasse que ce lait doit présenter (formules 4 à 7).

3° Connaissant tous les éléments de la fabrication en déduire le coefficient K (formules 13 à 18).

4° Connaissant certains éléments de la fabrication, en déduire le rendement (formules 19 et 20).

5° En l'absence de la connaissance du coefficient K et connaissant tous les éléments de la fabrication *sauf un*, calculer cet élément qui manque (formules 21 à 29).

Nous pensons que ces formules seront susceptibles d'aider le législateur à atteindre son but véritable qui est le suivant : *fixer ou modifier les normes des fromages, sachant à l'avance quelles en seront les répercussions sur les caractéristiques des fabrications et sur les prix de revient.*

Il pourra ainsi éviter d'apporter dans les techniques et dans l'économie de l'industrie fromagère les perturbations et les déséquilibres que des mesures réglementaires sans fondement suffisant ne manquent pas d'y introduire.

Nous pensons aussi, bien qu'il s'agisse de formules théoriques, qu'elles seront susceptibles d'orienter et d'éclairer le fabricant lui-même en lui faisant mieux comprendre les rapports nécessaires qui lient les divers éléments de ses fabrications.