

Proskauer faiblement positive. Elles forment donc de l'acétyl-méthyle-carbinol à partir du glucose. La plupart de ces souches ont également donné de l'acétone sur un milieu au citrate de soude.

Douze de nos souches ont réduit faiblement des *nitrites en nitrites* et toutes contiennent de la *catalase*.

Fermentation d'hydrates de carbone, d'alcools et de glucosides.

Contrairement aux bactéries propioniques, les propionicoques sont doués d'un pouvoir fermentatif très étendu. Les substances suivantes ont été acidifiées fortement par toutes nos 45 souches : glycérine, lévulose, dextrose, mannose, galactose, saccharose, maltose et lactose. 44 souches ont attaqué la dextrine, 43 la sorbite, 42 la mannite, la raffinose et la salicine, 35 l'inuline, 32 l'amidon, 28 l'arabinose et 5 l'isodulcité. Aucune souche n'a attaqué le xylose.

g) **Résistance à la chaleur.** — La résistance à la caléfaction des quelques souches éprouvées est faible. Elles ne supportent pas un chauffage à 70° C. pendant 30 secondes. Les propionicoques sont donc plus sensibles aux hautes températures que ne le sont les propionibactéries. Ce fait n'est pas sans importance dans la technique fromagère.

Conclusions

Nous ne voulons pas discuter ici des conséquences qu'a dans le domaine de la systématique la preuve de la transformation des propionicoques en propionibactéries et vice-versa. Ce n'est du reste pas la première fois que des transformations de ce genre sont signalées. Cette découverte nous enlève cependant la possibilité de donner un nom aux tétracoques que nous avons décrits d'une manière assez complète pour la première fois.

DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE DANS LES FROMAGES

par

HENRI COUTURIER

Directeur des Laboratoires des Fromageries Bel

Depuis deux ans, et sans doute parce que le décret d'octobre 1936 a remis la question à l'ordre du jour, on a pu lire dans « Le Lait », comme d'ailleurs dans toute la presse professionnelle, un certain nombre d'articles consacrés à la technique du dosage de la matière grasse dans les fromages. Des chimistes compétents y soutiennent, sans aucune arrière-pensée, des points de vue parfois divers, sinon contradictoires. Et cela serait fort bien si leur argumentation était

portée à la seule connaissance des gens du métier, mais non à celle de personnes dont, faute de préparation, la discipline s'avère assez incertaine. Il en résulte, ici ou là, un fâcheux discrédit qui retombe sur la corporation entière des professionnels de laboratoire, dont acheteurs, vendeurs ou consommateurs se croient autorisés à contester les résultats d'analyses, puisqu'ils en ont vu discuter les protocoles.

Il me semble qu'il est grand temps de faire le point, et d'établir un départ très net entre les considérations théoriques qui n'intéressent que les analystes, et les applications pratiques qui en découlent et qui intéressent les industriels ou les commerçants.

Théoriquement, nous ne réaliserons jamais l'unanimité sur le choix de la méthode idéale de dosage de la matière grasse, car il faudrait d'abord établir de façon définitive les constantes de cette matière grasse. Or, celle-ci n'est pas un produit défini et unique, mais un mélange de composants dont chacun possède des propriétés chimiques et physiques particulières, et dont les proportions varient dans le même fromage, selon par exemple que celui-ci est plus ou moins âgé, ou qu'il s'agit du centre ou de la surface.

Par conséquent, en opérant sur un échantillon homogène et selon la même méthode d'analyse, il sera possible d'obtenir plusieurs résultats successifs concordants ; mais il n'en sera plus de même si l'on utilise des techniques différentes, l'une pondérale par exemple, et l'autre volumétrique, comme aussi des réactifs différents. Donc, lorsque deux opérateurs travaillent chacun selon sa méthode, sur des échantillons qui, selon toute probabilité, ne sont pas absolument semblables, ce serait folie que d'exiger d'eux des résultats identiques, ou même voisins, à quelques centigrammes près pour 100 grammes. Mais parce que l'accord parfait théorique est irréalisable, de l'aveu même des techniciens, faut-il en conclure que le laboratoire ne sert à rien, et qu'un fromage est toujours gras quand on le vend et maigre quand on l'achète ?

Dans la pratique, nous avons besoin de connaître le Rapport Matière grasse sur Extrait sec avec une approximation de 0,5 % environ. Je dis « Rapport » et non « Pourcentage de Matière grasse », ce qui implique une détermination soigneuse de la teneur en eau. Une telle approximation, fort éloignée de la théorie idéale, est largement suffisante dans la totalité des cas et se trouve fort en dessous de la tolérance qu'accordent le Service des Fraudes aussi bien que les experts éventuels en cas de contestation.

Le dosage de l'eau ne présente aucune difficulté si l'on observe bien le mode opératoire et si l'on s'assure de la constance du poids en fin d'opération. Dans le laboratoire que je dirige, l'étuve n'est pas chauffée simplement par le fond ou par les parois, mais au moyen

d'une circulation active d'air chaud conditionné autour des récipients ; les pesées du résidu sec se font à l'aide d'une balance spéciale automatique, à l'intérieur même de l'étuve, et sans qu'il soit besoin d'attendre le refroidissement ; on peut donc vérifier les pertes de poids aussi souvent que l'on veut, et arriver à une précision telle que trois opérateurs différents, travaillant sur des échantillons de même provenance, obtiennent des résultats concordants à 0,05% près, soit 1/2.000^e en plus ou en moins. Mais il n'est pas douteux que beaucoup d'écarts de Rapports MG/ES, indiqués par des laboratoires sans liaison entre eux, proviennent d'inexactitudes dans le dosage de l'eau.

Les méthodes de dosage de la matière grasse peuvent se ranger en trois grands groupes :

- 1^o *Méthodes volumétriques.* Type Gerber.
- 2^o *Méthodes par extraction directe.* Type Soxhlet.
- 3^o *Méthodes par mise en liberté et extraction.* Type Schmidt.

1. Méthodes volumétriques

Principe général : destruction de la caséine par un acide ou un alcali fort, ou par certains sels ; mesure volumétrique directe de la matière grasse mise ainsi en liberté et généralement rassemblée par centrifugation. Cette technique, aux variantes innombrables, tant dans l'instrumentation que dans les réactifs, est fort intéressante pour le lait, et sa rapidité et sa simplicité font que beaucoup d'opérateurs l'appliquent au fromage. Mais dans ce dernier cas, elle expose incontestablement à des erreurs non négligeables, qui proviennent surtout du temps nécessaire à la dissolution de la prise d'essai introduite dans le butyromètre, ainsi que de la perfection de la dissolution (présence de bouchon). Il importe essentiellement d'aller très vite (la dissolution du lait est instantanée), et ce n'est presque jamais possible. La qualité et la densité des réactifs ont une importance énorme ; la température de travail et de lecture doit être observée scrupuleusement ; la durée de la centrifugation intervient aussi ; enfin, l'échelle du butyromètre le mieux gradué ne permet guère d'apprécier que le demi-degré, ce qui correspond à des écarts de 0,8 à 1 dans le calcul du Rapport MG/ES. J'ai pratiqué et fait pratiquer, par mes aides, plusieurs centaines de déterminations, avec éléments de comparaison, et les écarts observés ont été trop souvent bien supérieurs à la tolérance que j'indiquais plus haut. Pour les fromages, et surtout pour les variétés à pâte dure, je considère cette méthode (ou ses variantes) comme beaucoup trop approximative ; nombreux d'ailleurs sont ceux qui partagent mon point de vue.

2. Méthode par extraction directe

La matière grasse est extraite par un solvant approprié (éther, trichloréthylène, etc.) et pesée après évaporation du solvant. Le fromage lui-même est préalablement divisé et séché à l'étuve, ou simplement mélangé, sans dessiccation, avec du sable sec, du sulfate de soude anhydre, etc. Cette technique est très sûre, surtout lorsqu'on opère sur le fromage desséché ; dans le cas du simple mélange avec le sable, et lorsque l'échantillon est constitué par des fromages fondus, les chiffres obtenus me paraissent un peu faibles. Je pense, que cela peut s'expliquer par le renversement partiel de l'émulsion qui se réalise lors de la fusion du fromage en présence de sels disséminants. On revient alors partiellement au type d'émulsion Huile dans Eau, correspondant au lait (alors que le beurre est une émulsion Eau dans Huile) et l'on sait que le premier type Huile dans Eau ne cède pas sa matière grasse à l'éther tant que l'émulsion n'est pas détruite. Le passage à l'étuve réaliserait cette destruction, alors que le simple broiement avec du sable ne suffirait pas. Bien entendu, je ne formule là qu'une hypothèse, et il m'est parfaitement égal qu'elle soit confirmée ou infirmée, si seulement elle suscite quelque intérêt.

Quoi qu'il en soit, les écarts observés sont si faibles qu'ils ne suffisent pas à diminuer la confiance que l'on peut avoir dans la méthode. L'extraction au Soxhlet a été pratiquée dans notre laboratoire pendant plusieurs années, et avec des résultats très constants. Je reproche à la méthode d'être longue, de nécessiter un matériel coûteux, et d'exposer à des pertes de substance au moment du broiement, surtout si l'on opère après dessiccation. Elle se prête moins bien que la méthode de Schmidt au travail en série. Enfin, elle n'est plus officielle. Pour ces deux dernières raisons surtout, et à la suite du décret de 1936, qui nous obligea à augmenter considérablement le nombre d'analyses, le procédé par extraction directe a été peu à peu remplacé, dans notre laboratoire, par la méthode de Schmidt, seule utilisée maintenant par nous.

3. Méthode par mise en liberté et extraction de la M. G.

La caséine est solubilisée par un acide ou un alcali ; la matière grasse mise en liberté est reprise par un solvant, et pesée après évaporation de celui-ci. Le type en est la méthode, actuellement officielle, de Schmidt-Bondzynski-Ratzlaff. Certains auteurs lui reprochent d'exiger l'emploi d'appareils fragiles, onéreux et d'un maniement délicat, de nécessiter beaucoup d'attention et de soins, et de s'opposer à l'exécution de grandes séries d'analyses.

Au moment où j'écris ces lignes, onze mille analyses environ ont déjà été faites dans notre laboratoire de Lons-le-Saunier, d'après

la méthode de Schmidt. Le matériel nécessaire pour un dosage se compose d'une fiole d'Erlenmeyer de 90 cm³, d'un entonnoir à décantation de 125 cm³, d'un Becherglass de 125 cm³; le tout ne présente pas de fragilité bien marquée, et, au cours actuel, revient à une quarantaine de francs, alors qu'un fragile appareil Soxhlet tout verre en coûte 400. 36 dispositifs sont constamment prêts à servir (6 supports de 6); il est rare que l'on ait un nombre plus grand de dosages à pratiquer, la moyenne journalière étant de 20 à 25. Afin d'éviter toute erreur dans l'enregistrement des résultats, chaque ensemble (Erlen, entonnoir, Becher) porte un numéro commun de 1 à 36, gravé dans le verre. La fiole conique et le vase à fond plat portent en outre, gravée au diamant, leur tare approchée, au décigramme près par défaut; la tare précise est donc très vite faite, d'autant plus que nos balances sont du type à lecture directe des centigrammes et milligrammes par projection, et mise en place automatique des décigrammes de l'extérieur. Le personnel doit évidemment être entraîné, et deux opérateurs sont nécessaires si l'on veut ne pas perdre de temps; mais l'un d'entre eux peut être un débutant (sauf à la balance). Tous les dosages sont faits simultanément: sur le même échantillon, deux prises d'essai, l'une pour l'eau et l'autre pour la M. G., sont pesées en même temps (détail qui a une grosse importance) par deux opérateurs côte à côte; pour la M. G. la pesée se fait directement dans la fiole conique; le poids de fromage introduit est d'environ 3 grammes, et c'est la balance qui indique le poids net exact, celui-ci en tout cas n'étant jamais inférieur à 2 gr. 900 ni supérieur à 3 gr. 100. Ce léger écart n'a aucune incidence sur la concentration de l'acide chlorhydrique et permet des pesées si rapides qu'aucune perte d'eau ne peut se produire et fausser les résultats. L'intervention de décimaux ne présente pour nous aucune complication, car les calculs sont faits à la machine. La série complète des fioles reçoit alors l'acide chlorhydrique et est portée sur une table chauffante électrique, à l'intérieur d'une sorbonne. Les résistances de chauffage, ainsi que la nature et l'épaisseur de la tablette, ont été établies par tâtonnements, de façon qu'en aucun cas, la température de 100° ne soit atteinte par le liquide.

Toutes les opérations qui suivent sont faites dans le même esprit de simplification et d'unification. Techniquement, on ne peut donc retenir aucune critique sérieuse contre la méthode de Schmidt. Les résultats sont très réguliers, abstraction faite des erreurs grossières de lecture de poids, des fautes de calcul ou des substitutions d'échantillons, auxquelles n'échappe aucune méthode, et dont le meilleur opérateur peut se rendre coupable. Correspondent-ils à la réalité? Ils diffèrent très légèrement de ceux que donne la méthode

par extraction directe ; mais qui prouve que celle-ci est plus près de la vérité que celle-là ? En tout cas, l'industriel qui a besoin d'être renseigné et qui nous confie ses analyses ne saurait être intéressé par de semblables discussions qui échappent à sa compétence. Sur les bancs de l'école, on m'avait appris que le kilogramme était le poids d'un décimètre cube d'eau distillée à la température de 4° ; plus tard, tout a été changé, et j'ai dû admettre que le kilogramme correspondait tout simplement à une masse de platine déposée au pavillon de Breteuil ; je n'ai pas pensé pour cela que mes pesées deviendraient fausses du jour au lendemain.

Des savants de tous pays, de toutes langues, réunis en congrès, décident que l'unité de matière grasse dans le fromage est celle qui est déterminée par la méthode de Schmidt ; pourquoi ne pas vouloir accepter cette définition, même si elle est imparfaite, alors qu'elle donne aux chimistes du monde entier une commune mesure ? La technique de Schmidt est simple, aisée ; elle réduit au minimum les causes d'erreur ; elle est officielle, et c'est à elle qu'on doit avoir recours en dernier ressort. Pourquoi ne pas l'employer d'une façon courante ?

Conclusion

1° Si exact soit-il, un dosage de matière grasse dans un fromage ne permet pas d'établir un rapport si le dosage de l'eau n'a pas été pratiqué en même temps avec une précision rigoureuse.

2° Les méthodes volumétriques, satisfaisantes lorsqu'il s'agit de lait, donnent pour le fromage des résultats beaucoup trop approximatifs. Elles ne peuvent constituer qu'un moyen d'appréciation rapide, et encore à la condition que le mode opératoire soit scrupuleusement observé, faute de quoi elles exposent à des erreurs massives.

3° Les méthodes par extraction directe ou par extraction après mise en liberté de la M. G. ne donnent pas toujours des résultats rigoureusement superposables. Mais les écarts observés, s'ils peuvent être le sujet de discussions techniques entre chimistes professionnels, restent toujours bien en dessous de la limite qu'on tolère dans la pratique. Donc, au point de vue industriel ou commercial, on peut accorder aux deux procédés une valeur égale.

4° Qu'il s'agisse d'une méthode ou d'une autre, on n'en peut pas confier l'exécution à un simple manoeuvre. Toute analyse, si simple soit-elle, suppose un opérateur possédant un minimum de connaissances théoriques et pratiques ; mais il n'est pas plus difficile de se familiariser avec l'une qu'avec l'autre des méthodes. Quant au matériel, son importance peut varier beaucoup selon le nombre d'analyses à faire et la marche même des analyses. L'expérience a

prouvé que la méthode de Schmidt se prêtait admirablement au travail en série.

5° Il est donc naturel qu'un laboratoire, déjà organisé pour travailler par extraction directe, continue à utiliser ce procédé. Mais il semble logique, au fur et à mesure de l'usure ou de la destruction du matériel, de s'équiper progressivement pour travailler selon la méthode Standard internationale, puisqu'en fin de compte, s'il y a poursuites ou désaccord, c'est à elle qu'on doit avoir recours.

6° Quant au laboratoire qui se crée, ou bien dans lequel la méthode volumétrique a été employée jusqu'à maintenant, aucun doute possible : la méthode de Schmidt doit être employée exclusivement.

L'UTILISATION ÉCONOMIQUE DU FROID ARTIFICIEL DANS LA CONSERVATION ET L'AMÉLIORATION DES FROMAGES A PATE PERSILLÉE

par

A. MOULIN

Ingénieur d'Agriculture

Jusqu'à ces dernières années le froid industriel jouait, en industrie laitière, un rôle assez effacé se bornant à la conservation des dérivés issus de la matière grasse du lait : crème et beurre. Son application assez récente dans l'industrie fromagère, notamment dans l'affinage du Roquefort, laisse apparaître d'heureuses perspectives. D'ores et déjà, la réfrigération peut être considérée comme le complément indispensable de l'affinage puisqu'elle permet de fixer conditionnellement la maturation au point préféré par la clientèle. Au dire de certains techniciens en la matière, les conditions essentielles seraient en somme : l'isolation des fromages du contact de l'air, secondée par un choix judicieux des produits à conserver, l'abaissement de la température du frigorifère au voisinage de 0° C. et ce, durant au moins six mois. Certes, ces facteurs conditionnent favorablement la réussite mais, à mon avis, reposent sur une théorie par trop étroite et présentent ainsi, dans la pratique, l'inconvénient d'entraîner des dépenses notables par suite du séjour prolongé des fromages dans la chambre frigorifique, à une température excessivement basse, d'où un stockage forcé se traduisant finalement par une immobilisation de capitaux et des frais de conservation supplémentaires.

Deux essais, effectués à l'entrepôt régional de Marseille d'une importante société d'alimentation et portant sur des Bleus d'Auvergne, m'ont démontré qu'il est possible d'obtenir d'excellents