

TABLEAU III.

| Espèce de fromage | Age du fromage en mois | Temps de coagulation | pH | | Degrés Thøerner | | | Observations |
|---|------------------------|----------------------|---------------------|------|-----------------|---------------------|------|--|
| | | | Mélange jus et lait | Lait | Jus | Mélange jus et lait | Lait | |
| Demi-gras (dur) | 3 1/2 | 1 h. 10 m. | 6.57 | — | — | — | — | |
| Emmenthal | environ 14 | Pas de coagulation | 6.43 | 6.60 | 194 | 21 | 14 | |
| Emmenthal | environ 12 | | 6.50 | 6.55 | — | — | — | |
| Emmenthal | environ 12 | | 6.38 | 6.77 | 222 | 30 | 15 | Le fromage était de fabrication finlandaise. |
| Vesterbotten (dur, gras) | 8 | 1 h. 15 m. | — | — | — | — | 15 | degrés Thøerner après la coagulation = 15. |
| Edam | 2 | 6 h. 20 m. | 6.38 | 6.72 | — | — | 14 | |
| Edam | 3 | 3 h. | 6.41 | 6.57 | 221 | 26 | 15 | |
| Fromage suédois « des grands domaines » | 5-6 | 1 h. 17 m. | 6.26 | 6.55 | 226 | 28 | 16 | |
| Roquefort | inconnu | 2 h. 5 m. | 6.33 | 6.59 | 244 | 26 | 16 | Le fromage était bien mûri. |
| Demi-gras (dur) | 11 jours | 1 h. 8 m. | 6.23 | — | 151 | — | — | |

On trouve dans le tableau que la force coagulante du jus varie beaucoup pour les divers fromages. Les déterminations d'acidité prouvent que la coagulation du lait n'a jamais été due à une production d'acidité. Tous les fromages examinés contenaient de la présure active, sauf les fromages d'Emmenthal. Ce dernier fait vaut bien une attention spéciale.

(A suivre.)

L'INFLUENCE DE LA CASÉINE EN SUSPENSION, LORS DU BARATTAGE DE LA CRÈME ACIDIFIÉE

par W. van DAM et B. J. HOLWERDA (Fin)

Il est évident qu nous avons tenté de donner une explication possible de ce résultat ; mais en présence de nos connaissances très restreintes sur le mécanisme de la formation du beurre, cela n'est, à notre avis, pas facile. Cependant, au cours de ces expériences, certaines constatations nous ont permis d'entrevoir une explication possible.

Si on tient compte de l'explication de la hausse de la teneur en matière grasse du babeurre, lorsqu'on élève la température de barattage,

on doit encore admettre que par la hausse de la température on provoque une diminution de la viscosité de la crème, dont la conséquence immédiate est une plus grande fluidité, une plus grande mobilité ; d'où une abréviation de la durée du barattage. Cette abréviation de la durée du barattage donne à un plus grand nombre de globules de matière grasse, l'occasion d'être soustraits à la congglomération en granules de beurre, globules qui restent dans le babeurre. A la page 283 de l'ouvrage connu de HUNZIKER, « The Butter Industry », on trouve ce qui suit : « le barattage à des températures trop élevées est encore cause d'une perte excessive de matière grasse dans le babeurre. Ce fait est dû à la trop grande rapidité de congglomération des globules de grande dimension et à la brièveté de la période de barattage, circonstances, qui ne donnent pas assez d'opportunité aux globules de petite dimension de s'incorporer définitivement dans les granules de beurre ».

RAHN, parlant, dans son travail de la température de barattage (1), s'exprime dans le même sens. Selon cet auteur, la formation du beurre est la suite de la formation d'écume lors du barattage ; les globules de matière grasse sont comprimés par une action capillaire dans les membranes de l'écume, et, lors de la désagrégation de ces membranes, ils sont comprimés en agglomérats minuscules. Lors de la hausse de la température de barattage, la désagrégation des membranes se fait plus rapidement, d'où abréviation de la durée du barattage. Une conséquence de cette abréviation du barattage serait encore, selon RAHN, un défaut d'opportunité pour de nombreux globules de matière grasse de s'incorporer dans les membranes de l'écume ; ils restent dans le babeurre, dont ils élèvent la teneur en matière grasse. Cette dernière conception de RAHN, s'accorde très difficilement avec les données fournies par nos expériences concernant l'influence de la température de barattage (2), et des conditions physiques de la matière grasse sur la teneur en matière grasse du babeurre. En effet, le tableau I (p. 576) montre, que par une hausse de la température du barattage, qui souvent réduisait la durée de barattage de plus de la moitié, elle n'était parfois plus que de 15 minutes, la teneur en matière grasse du babeurre, était plutôt plus basse que plus élevée, lors des durées plus courtes du barattage. Dans ces expériences faites avec de la crème, réfrigérée à très basse température, la hausse de la température de barattage provoquait bien une réduction notable de la durée du barattage, mais nullement la hausse de la teneur en matière grasse du babeurre qu'on aurait pu prévoir, en s'en tenant à la conception de RAHN. De plus, lors de l'étude de l'influence des conditions physiques de la matière grasse du lait durant le barattage, il apparut que ces

(1) Forschungen auf dem Gebiete der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens II. 76 (1922).

(2) *Le Lait*, 1928, p. 574.

conditions ont une influence plus grande, que la durée du barattage. Ainsi, il fut constaté que la durée de barattage, à une température déterminée, pour une crème identique, dont dans un cas la matière grasse n'était pas en équilibre, tandis que dans l'autre, elle l'était, était à peu près égale, mais que la teneur en matière grasse du babeurre provenant de la crème à matière grasse la moins dure, était la plus élevée, et même lorsque les durées du barattage n'étaient pas à peu près égales, maintes fois, la teneur en matière grasse du babeurre était notablement moins élevée, lorsque la durée du barattage avait été notablement plus brève. De toute façon, le phénomène de *l'inversion* des températures de barattage, lors d'une hausse de la température, sans qu'il y ait influence apparente sur la teneur en matière grasse du babeurre, et qui a été décrit dans un article antérieur, ne tend pas à confirmer cette explication de la hausse de la teneur en matière grasse du babeurre, lors de la hausse de la température du barattage.

Ainsi que nous l'avons signalé dans un article antérieur (1), RAHN a émis l'avis qu'il est également possible que la matière grasse moins consistante serait morcelée dans des proportions plus grandes qu'une matière grasse plus solide, lors du barattage; il admet donc que la matière grasse solidifiée peut être désagrégée de la même façon que les gouttelettes de matière grasse fluide, par l'agitation violente. Malgré que RAHN soit d'avis que cette influence ne peut être que de second ordre dans la détermination de la teneur en matière grasse du babeurre, nous avons examiné s'il y a concordance entre cette hypothèse et les données de notre expérience, parce qu'elle rend possible de fournir une explication simple de plusieurs faits constatés.

La hausse de la teneur en matière grasse du babeurre, provoquée par la température du barattage, serait donc une conséquence immédiate de la moindre consistance de la matière grasse, plus facilement désagrégée. Cette influence sera moins grande, lorsque la matière grasse est très consistante (réfrigération à très basse température) que lorsqu'elle est moins consistante (simple refroidissement), ainsi que nous l'avons constaté. Qu'une plus grande fluidité, provoquée par une température plus élevée, favorise la désintégration de la matière grasse, cela a été prouvé amplement dans nos expériences avec le mélange « Sérums-Crème » dans lesquelles les conditions physiques de la matière grasse étant égales, la viscosité moindre était cause d'une teneur plus élevée en matière grasse du babeurre. La réduction notable de la durée du barattage, par une hausse de la température est bien attribuable, en majeure partie, à la plus grande faculté de conglomération de la matière grasse; car une diminution de la viscosité (Voyez mélange « Sérums-Crème ») bien plus grande que celle obtenue par une hausse de quelques degrés

(1) *Le Lait*, 1928 p. 369.

de la température, avait — la faculté de conglomération de la matière grasse restant égale — une influence bien moins notable sur la durée du barattage. Partant de ce point de vue, il faudrait considérer l'action exercée par la caséine en suspension comme protectrice contre le morcel-

TABLEAU V

| Dates | Mélanges barattes | Teneur en matière grasse du babeurre après barattage | | Δ |
|--------------------|---|--|--------|----------|
| | | 13°C. | 16°C. | |
| 28 juillet 1925. | Crème + lait acidifié | 0.30 % | 0.40 % | 0.10 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.35 % | 0.60 % | 0.25 % |
| 17 août 1925 | Crème + lait acidifié | 0.30 + % | 0.50 % | 0.20 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.40 % | 0.80 % | 0.40 % |
| 7 septembre 1925 | Crème + lait acidifié | 0.40 % | 0.85 % | 0.45 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.65 % | 1.35 % | 0.70 % |
| 14 septembre 1925. | Crème + $\frac{2}{3}$ lait acidifié épaisi | 0.40 % | 0.65 % | 0.25 % |
| | Crème + lait acidifié | 0.45 % | 0.90 % | 0.45 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.65 % | 1.10 % | 0.45 % |
| 3 novembre 1925 | Crème + $\frac{2}{3}$ lait acidifié épaisi | 0.40 % | 0.50 % | 0.10 % |
| | Crème + lait acidifié | 0.45 % | 0.65 % | 0.20 % |
| | Crème $\frac{2}{3}$ + sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.55 % | 1.10 % | 0,55 % |
| 10 novembre 1925. | Crème + lait acidifié | 0.30 + % | 0.60 % | 0.30 — % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.50 % | 1.10 % | 0.60 % |
| 8 décembre 1925. | Crème + lait acidifié | 0.20 % | 0.35 % | 0.15 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.35 % | 0.70 % | 0.35 % |
| 12 janvier 1926. | Crème + lait acidifié épaisi | 0.30 % | 0.45 % | 0.15 % |
| | Crème + lait acidifié | 0.30 % | 0.55 % | 0.25 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.45 % | 1.20 % | 0.75 % |
| 19 janvier 1926. | Crème + lait acidifié épaisi | 0.35 — % | 0.45 % | 0.10 + % |
| | Crème + lait acidifié | 0.30 % | 0.50 % | 0.20 % |
| | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | 0.40 % | 1.00 % | 0.60 % |

| | | | |
|-----------|---|-----------------|----------------------|
| Moyenne Δ | Crème + lait acidifié | (9 expériences) | 0.26 — % |
| » | Crème + $\frac{2}{3}$ sérum + $\frac{1}{3}$ lait acidifié | (9 expériences) | 0.52 — % |
| » | Crème + lait acidifié épaisi | (4 expériences) | 0.15 — % |
| » | Crème + plus lait acidifié | (4 expériences) | 0.27 $\frac{1}{2}$ % |

lement des particules de matière grasse, hypothèse qui paraît très admissible. Comme nous l'avons déjà dit, nous avons examiné la concordance de cette conception avec les données de notre expérience. S'il est vrai que la caséine de la crème acidifiée a une action protectrice, la hausse de la température, qui réduit cette influence protectrice, pourra faire prévoir une teneur plus élevée en matière grasse pour le babeurre du mélange « Crème-Sérum », que pour celui du babeurre de crème ordinaire, dans lequel la quantité de caséine en suspension est bien plus grande. Pour déterminer s'il en est ainsi, nous avons baratté dans les petites barattes d'expérience, à des températures très différentes, des mélanges à teneurs en caséine différentes dont la matière grasse avait été longtemps réfrigérée à très basse température et dont l'acidification avait eu lieu à des températures approximativement égales, jusqu'au même pH. Les teneurs en matière grasse ainsi obtenus furent ensuite déterminées. Les résultats obtenus, tous les détails étant omis sont donnés au Tableau V.

Les écarts des teneurs en matière grasse des babeurre, obtenus à la température la plus élevée et à la température la moins élevée, qui sont donnés dans la dernière colonne, sont les plus grands pour la crème diluée de sérum, et les plus petits pour la crème mélangée à du lait acidifié épaissi. Le 14 septembre seulement, les écarts furent identiques pour le « Lait acidifié » et pour le « Sérum-Crème ».

Ces données concordent donc avec ce qu'on pouvait prévoir, si la conception concernant le morcellement de la matière grasse était exacte. Ici nous devons attirer l'attention sur la température d'acidification des différents mélanges à baratter ; elles doivent être égales, car ainsi que nous le verrons ultérieurement dans un autre article, elles ne sont pas sans influence sur la teneur en matière grasse du babeurre.

Par d'autres expériences, nous avons encore essayé d'obtenir des indications concernant l'exactitude de notre conception. Supposant que le nombre de rotations des agitateurs de nos barattes aurait pu influencer la teneur en matière grasse du babeurre, proportionnellement à la force avec laquelle les agglomérats de matière grasse étaient projetés contre les palettes des agitateurs, nous avons fait des expériences pour déterminer l'influence de ce facteur et nous avons obtenu les résultats donnés au tableau VI, lesquels ne concordent pas avec ce que nous avions prévu.

La crème réfrigérée pendant 24 heures à une température peu supérieure à 0°C., puis acidifiée, fut divisée en deux parties ; une fut barattée, l'agitateur de la baratte tournant à une assez grande vitesse ; l'autre, l'agitateur tournant à une vitesse bien moins grande. L'influence de la différence d'agitation est très nette dans les données concernant la durée du barattage ; elle est surtout évidente dans les expériences du 25 avril et du 2 mai. Par contre, les données obtenues tendent à indiquer

que la durée du barattage n'a pas d'influence sur la teneur en matière grasse du babeurre ; surtout l'expérience du 2 mai, dans laquelle la vitesse de rotation était telle que le barattage, pour les deux barattes était terminé après 25 et 18 minutes, montre que, dans certaines limites, la durée du barattage même ne paraît avoir aucune influence sur la teneur en matière grasse du babeurre si on prend soin que toutes les autres conditions soient et restent identiques durant le barattage. Nous n'avions pas prévu ce résultat ; incontestablement, il tend à infirmer la conception selon laquelle le morcellement des conglomerats de matière grasse déjà formés serait le facteur important de la hausse de la teneur en matière grasse du babeurre. Mais ces données concordent encore moins avec la conception de RAHN qui affirme qu'une durée brève du barattage accorde aux globules de matière grasse une opportunité insuffisante pour passer dans les membranes de l'écume, et que de cette façon on obtient du babeurre à teneur élevée en matière grasse. Le fait que du babeurre obtenu, à la suite d'une agitation plus intense, n'a pas une teneur en matière grasse plus élevée que celui obtenu par une agitation plus faible, est peut-être attribuable à la durée moins grande de l'agitation intense ; l'influence de l'agitation la plus intense serait compensée par la courte durée. S'il en est ainsi, on pourrait obtenir des écarts en

TABLEAU VI

| Dates | Température du barattage | Nombre de rotations | Durée du barattage en minutes | Teneur en matière grasse du babeurre | |
|---|--------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------|
| 3 août 1926. | 14°C. | 316 | 50' | 0.58 % | |
| | | 274 | 79' | 0.59—% | |
| | | 259 | 96 1/2' | 0.59—% | |
| 9 août 1926. | 15°C. | 319 | 35 3/4' | 0.60—% | |
| | | 276 | 54 1/4' | 0.62 % | |
| 16 août 1926. | 15°C. | 319 | 37 3/4' | 0.45 % | |
| | | 277 | 61 1/2' | 0.47 % | |
| 25 avril 1927. | 14°C. | 275 | 35' | 0.34 % | |
| | | 180 | 167' | 0.30+ % | |
| 2 mai 1927. | 14°C. | 310 | 25' | 0.44 % | |
| | | 195 | 156' | 0.42 % | |
| Crème identique le jour suivant ; donc acidité tant soit peu plus élevée (78 au lieu de 75 à 1/10 N). . | | { | 375 | 18' | 0.40 % |
| 245 | 61' | | 0.40 % | | |

| | | | |
|-----------------------------|---|------------------------------|--------------|
| Moyennes en matière grasse | { | Rotations nombreuses : | 0.47 % |
| | | Rotations moins nombreuses : | 0.47 % |
| Moyennes de durée | { | Rotations nombreuses : | 33,6 minutes |
| | | Rotations moins nombreuses : | 96,5 minutes |

ayant recours à des nombres de rotation des agitateurs encore plus éloignés les uns des autres, parce qu'il est peu probable que lorsque les différences entre les nombres de rotations seraient très grandes, il y aurait compensation totale. Le nombre de rotations pour une baratte fut donc notablement augmenté, celui de l'autre resta identique, pour assurer un mouvement continu de toutes les parties de la crème barattée, dont quelques-unes, lors d'un mouvement plus lent, auraient pu rester adhérentes aux parois, et augmenter de ce fait, la teneur en matière grasse du babeurre. Ces expériences constituent une suite de celles du tableau VI, et furent faites immédiatement après, ainsi que le démontre le tableau VII.

Il y eut donc des écarts entre les teneurs en matière grasse du babeurre lors du plus grand nombre de rotations, qui réduisit les durées du barattage à 9, 11, et 12 minutes; les teneurs en matière grasse du babeurre étaient les moins élevées, malgré l'agitation bien plus énergique. Les données du 30 et du 31 mai doivent surtout attirer l'attention; la même crème fut barattée quatre fois, le nombre de rotations de l'agitateur était différent et, chaque fois, la teneur en matière grasse du babeurre s'élevait quand le nombre de rotations s'élevait, et diminuait

TABLEAU VII

| Dates | Température de barattage | Nombre de rotations | Durée du barattage en minutes | Teneur en matière grasse du babeurre |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 9 mai 1927. | 16°C. | 400 | 12 ' 30" | 0.58 % |
| | | 228 | 68 ' 30" | 0.64 % |
| 13 mai 1927 ⁽¹⁾ . | 15°C. | ± 400 | 18 ' 30" | 0.58 % |
| | | 230 | 92 ' 30" | 0.65 % |
| 25 mai 1927, Crème identique. | 16°C. | 430 | 12 ' 30" | 0.51 % |
| | | 232 | 57 ' 30" | 0.64 % |
| | 17°C. | 430 | 9 ' 30" | 0.52 % |
| | | 280 | 27 ' 30" | 0.64 % |
| 30 mai 1927. | 16°C. | 430 | 11 ' 30" | 0.49 % |
| | | 322 | 20 ' 30" | 0.48 % |
| | | 278 | 31 ' 30" | 0.52 % |
| | | 260 | 39 ' 30" | 0.57 % |
| 31 mai 1927. | 16°C. | 428 | 12 1/2 ' 30" | 0.50 + % |
| | | 322 | 24 ' 30" | 0.49 % |
| | | 279 | 33 ' 30" | 0.53 % |
| | | 245 | 55 ' 30" | 0.59 % |

(1) Crème préparée de la manière ordinaire, refroidie à $\pm 8^{\circ}$ C. et immédiatement tant soit peu chauffée et additionnée de levain lactique; qu'elle n'avait donc pas été conservée à basse température.

quand la durée du barattage devenait moins longue, l'agitation devenait moins violente. Mais ce qui nous parut surtout intéressant, c'est qu'il y a une indication dans les données que la courbe qui exprime la teneur en matière grasse comme fonction de la durée du barattage passe peut-être par un minimum ; ce qu'on pourrait également supposer si la réduction de la durée du barattage et l'accroissement d'intensité de l'agitation de la crème avaient une influence nettement opposée. Nous n'avons aucune intention d'affirmer que les écarts peu importants constatés pourraient fournir des preuves à ce sujet, mais nous espérons faire des expériences similaires sur une plus grande échelle et si possible avec une plus grande exactitude pour déterminer si, en réalité, il y a un minimum dans la courbe à établir, fait qui viendrait étayer l'hypothèse du morcellement des particules de matière grasse durant le barattage.

Les données du tableau VII, encore plus que celles du tableau V, tendent à infirmer l'hypothèse que la hausse de la teneur en matière grasse du babeurre, constatée lors de hausse de température serait due à l'abréviation de la durée du barattage, Il est probable qu'en dehors d'autres facteurs, les variations de la consistance de la matière grasse interviennent ici.

Si les données obtenues jusqu'ici au cours de ces expériences concernant l'influence du nombre de rotations de l'agitateur ne viennent pas étayer l'hypothèse du morcellement de la matière grasse, elles ne l'infirmement pas. Nous ne sommes donc pas autorisés à émettre de conclusions définitives expliquant le mécanisme de l'action de la caséine en suspension dans la réduction de la teneur en matière grasse du babeurre. Rien n'explique non plus, pourquoi le barattage à des températures plus élevées donne du babeurre à teneur élevée de matière grasse. Nous ne pouvons non plus expliquer pourquoi la durée du barattage étant égale, le barattage de crèmes identiques, dans des barattes de construction différente, donne du babeurre à teneurs en matière grasse différentes, ainsi qu'il fut exposé dans un article antérieur. Toutes ces questions ne sont pas d'importance purement théorique. La dernière question fut posée par BRUNO MARTINY il y a plus de trente ans, et on n'y a pas encore donné de réponse satisfaisante. Ce que cet auteur affirmait à cette époque est encore vrai ; la construction de nos barattes, de nos malaxeurs est faite selon des conceptions purement empiriques ; elle ne repose sur aucune base scientifique. Une explication adéquate du processus du barattage peut nous donner cette base ; elle nécessitera encore des expériences en grand nombre, dans lesquelles il faudra, en premier lieu, un bien plus grand souci de l'exactitude que celui qui caractérise la majorité des expériences de barattage.

(Traduit par R. N. GÖRANSSON).