

- [99] E. CAPSTICK. *XIII^e Congrès International du Lait à La Haye*, 1953, **2**, 201-207.
- [100] X..., Y... *XIII^e Congrès International du Lait à La Haye*, 1953, **3**, 1459-1488.
- [101] G. THIEULIN. *Le Lait*, 1952, **32**, 155.

LA CRÈME GLACÉE

par

A. C. F. KRUIJER

La crème glacée gagne une importance toujours croissante en temps que produit laitier.

Sa popularité auprès du consommateur s'explique par ses qualités rafraîchissantes et sa grande valeur nutritive, et auprès du fabricant par les bénéfices qu'offre ce produit rationnellement fait. En outre, le producteur sera satisfait de voir s'ouvrir de nouveaux marchés pour son lait.

Nous voulons étudier ici quelques aspects des problèmes qui se posent au fabricant de crème glacée et lui soumettre quelques suggestions qui pourront faciliter son travail.

D'abord, il faut s'entendre sur une définition de la crème glacée et nous nous accordons pour le moment avec la suivante : produit obtenu par refroidissement à une température au-dessous 0° C., d'un mélange contenant par 100 kilogrammes, le minimum de 12 kilogrammes de matière grasse du lait, 10 kg. 5 de matière solide non grasse du lait, ainsi que des sucres et des facteurs stabilisants et émulsifiants, de façon que la matière solide totale du mélange soit 38,0 %.

Avant de nous lancer dans les détails de la préparation, nous voulons définir quelques expressions techniques dont nous allons nous servir plus loin.

Ingrédients et terminologie.

Le mélange de la crème glacée — par la suite nous parlerons simplement du « mélange » — est constitué de :

- a) *Matière grasse*. — Celle-ci est fournie par la crème, éventuellement complétée par du lait concentré ou non, par du beurre (non salé, fait à partir de crème douce, non mûrie), ou bien par de la crème plastique. Ce dernier produit est une crème d'une teneur d'environ 82% en matière grasse, obtenue par centrifugation à une température de 65° C. d'une crème courante ; on la garde, à l'état congelé, à —16° C.

On préfère la crème au beurre vu sa teneur en lécithine qui est un facteur stabilisant (voir c)).

b) *Le sucre.* — Le sucre contribue à donner à la crème glacée une saveur douce, et aide à lui communiquer un aspect lisse et une structure plus ou moins ferme. Cette fermeté est influencée par le genre de sucre employé. Le saccharose par exemple n'abaisse pas autant le point de congélation du mélange que le glucose, et, à une certaine température, la crème glacée est plus ferme si le mélange contient seulement du saccharose que s'il contient également du glucose.

Le mélange doit contenir environ 15% de sucre.

c) *Facteur stabilisant.* — Ce facteur est, à faible dose, capable de donner à la crème glacée une structure ferme et lisse. Il donne un aspect crémeux, visqueux, à la crème glacée fondante.

On emploie généralement la gélatine, bien que d'autres composés, notamment l'alginate de sodium, donnent également de bons résultats.

Le mélange doit contenir environ 0,5% de gélatine.

d) *Facteur émulsifiant.* — Ce dernier sert à bien disperser la matière grasse. Parfois, on utilise du jaune d'œuf, qui rend la crème glacée plus savoureuse et qui, du reste, agit comme la gélatine. Un produit émulsifiant beaucoup moins coûteux que le jaune d'œuf est le mono-estérate de glycérol.

Quand on emploie un facteur émulsifiant, le mélange doit en contenir environ 0,35%, tandis qu'on diminue la teneur en facteur stabilisant (gélatine).

e) *Matière solide non grasse du lait.* — La source principale de ce composant du mélange est le lait écrémé, le lait écrémé concentré ou la poudre de lait écrémé.

Nous voulons ici noter quelques définitions dont nous allons nous servir :

Plasma : Partie du lait dépourvue de sa matière grasse. [Le plasma du mélange est la quantité totale moins la matière grasse, le sucre et les facteurs stabilisants et émulsifiants.

Matière solide du plasma : Matière solide non grasse du lait. Le lait écrémé contient environ 9% de matière solide qui, dans le mélange, sera considérée comme matière solide du plasma. De la même façon, la poudre de lait écrémé en contient 97%, et le lait écrémé concentré 27% le plus souvent.

Le lait et la crème employés dans le mélange contribuent évidemment à la teneur en matière solide du plasma. Par exemple 100 kilogrammes de crème, d'une teneur de 25% en matière grasse présentent 75 kilogrammes de plasma et $75 \times 9/100 = 6$ kg. 75,

de matière solide du plasma. De la même façon, de 100 kilogrammes de lait d'une teneur en matière grasse de 4 %, résulte une quantité de $96 \times 9/100 = 8$ kg. 64 de matière solide du plasma.

Formules pour les proportions des ingrédients du mélange.

Quand nous parlons par la suite de constituer le mélange de la crème glacée nous voulons entendre : faire 100 kilogrammes de mélange standard contenant 12 kilogrammes de matière grasse du lait, 10 kg. 5 de matière solide du plasma, 15 kilogrammes de sucre, 0 kg. 5 de gélatine et le reste en eau.

Le mélange le plus simple s'obtient à partir de beurre et de poudre de lait écrémé. Si on veut fabriquer 100 kilogrammes de mélange avec du beurre (à 82 % de matière grasse) et de la poudre de lait écrémé (à 3 % d'eau), on raisonne ainsi :

Beurre nécessaire $100/82 \times 12$	14,6
Poudre de lait écrémé $100/97 \times 10,5$	10,8
Sucre	15,0
Gélatine	0,5
Eau	59,1

Mélange	100,0

En pratique, dans l'usine laitière, la question primordiale n'est pourtant pas de fournir les éléments pour faire le mélange, mais de faire le mélange à partir des éléments disponibles. On disposera évidemment du sucre et de la gélatine à volonté, mais pour les autres produits on sera souvent dépendant de l'organisation des travaux dans toute l'usine. Tantôt il conviendra mieux de se servir de la crème et de la poudre de lait, tantôt il sera préférable de choisir du lait concentré sucré ou non (écrémé ou non). Il se pose alors aussitôt de vrais problèmes de mélange.

Nous en donnons un exemple ci-dessous :

Disponible : crème (à 40 % de matière grasse), lait écrémé (9 % de matière solide), lait écrémé concentré (30 % de matière solide), sucre et gélatine.

Demandé : 100 kilogrammes de mélange.

On prendra évidemment 15 kilogrammes de sucre et 0 kg. 55 de gélatine.

La matière grasse nécessaire (12 kg.) sera fournie par la crème, dont on prendra $100/40 \times 12 = 30$ kilogrammes. Ces 30 kilogrammes donnent, avec 12 kilogrammes de matière grasse, $(30 - 12) \times 0,09 = 1$ kg. 6 de matière solide du plasma. Cette dernière quantité devant être 10 kg. 5 il sera nécessaire que le com-

plément de 8 kg. 9 soit fourni par le lait écrémé et le lait écrémé concentré, qui, ensemble, doivent peser $(100 - (15 + 0,5 + 30)) = 54$ kg. 4. Si y est la quantité de lait écrémé, on trouve sa valeur par l'équation :

$$Y \times 0,09 + (54,5 - y) \times 0,30 = 8,9 \text{ soit } Y = 35 \text{ kg. 5.}$$

Donc, on prendra 35 kg. 5 de lait écrémé et 19 kilogrammes de lait écrémé concentré.

On se représente bien le résultat des calculs à l'aide de la table suivante.

TABLE DE CONTROLE

Ingrédients	Poids en Kg.	Matière grasse	Matière solide du plasma	Sucre	Gélatine	Matière solide totale
Crème	30,0	12,0	1,6			13,6
Lait écrémé	35,5		3,2			3,2
Lait écrémé concentré	19,0		5,7			5,7
Sucre.....	15,0			15,0		15,0
Gélatine	0,5				0,5	0,5
Total du mélange	100,0	12,0	10,5	15,0	0,5	38,0

Les calculs sont assez complexes, et peuvent mener, dans la pratique, à des erreurs. On fera bien de toujours les contrôler à l'aide d'une table comme ci-dessus. Pour réduire ces calculs au minimum, le Professeur C. D. DAHLE [1], de l'Université de Pennsylvania aux Etats-Unis, a établi des formules de mélange simples, bien utiles, qu'il a tirées des formules antérieures de T. D. CUTLER[2]. Vu la fréquence des problèmes de mélange au cours de la fabrication de la crème glacée, nous nous bornerons à présenter ces formules à l'état le plus simple et à donner des exemples de mélange qui démontrent leur utilité pratique. Il ne nous semble pas nécessaire dans cet exposé de développer toutes les formules, mais il pourrait y avoir de l'intérêt à en envisager un exemple ; on s'imaginera alors que les autres formules sont basées sur des raisonnements à peu près analogues.

Formule I donne la quantité de poudre de lait nécessaire

quand les ingrédients de mélange sont : beurre, poudre de lait écrémé, lait écrémé, sucre et gélatine.

Il va sans dire que les taux des ingrédients à mélanger en matières intéressantes (matière grasse, matière solide du plasma, sucre), seront toujours connues. Pour simplifier la rédaction du raisonnement nous nous servirons de quelques abréviations :

Quantité de poudre de lait écrémé	A
Teneur en matière solide de lait écrémé (%).....	a
Quantité de lait écrémé.....	B
Teneur en matière solide de lait écrémé (%).....	b
Quantité de plasma du mélange	P
Teneur en matière solide du plasma	S

Raisonnement : $A + B$ doit fournir P , les autres ingrédients n'y contribuant pas :

$$A + B = P, \text{ ou } B = P - A [1]$$

$(A + B)$ doit fournir S , les autres ingrédients n'y contribuant pas.

$$a/100 \times A + b/100 \times B = S [2],$$

en substituant (1) en (2) : $a/100 \times A + b/100 (P - A) = S$, où :

$$A = \frac{100S - bP}{a - b}$$

Remarque : Nous négligeons le fait que le beurre contribue également à la teneur en matière solide et au plasma du mélange. Leurs quantités étant faibles, et l'emploi du beurre étant supposé d'importance secondaire pour la fabrication de la crème glacée en France, nous avons cru ne pas devoir compliquer inutilement notre étude.

Pour se rendre compte de la portée de cette négligence, on raisonne ainsi : le beurre doux, non salé, contient au maximum 16% d'eau et 2% de matière solide. Si le beurre est l'unique source de matière grasse du mélange, on en prendra $100/83 \times 12 = 14$ kg. 4. Ces 14 kg. 4 de beurre fournissent $18/100 \times 14,4 = 2$ kg. 4 de plasma et $2/100 \times 14,4 = 0$ kg. 28 de matière solide.

Le numérateur de la formule 1 serait alors : $100 (S - 0,28) - b (P - 2,4)$, ou $(100S - bP) + (2,4b - 28)$. L'erreur absolue est alors $(2,4b - 14)/(a - b)$, ou en pratique $2/3$ de kilogramme, et l'erreur relative maximum 3%, erreurs sans influence pratique sur les proportions des ingrédients du mélange.

EXEMPLE I : Faire 100 kilogrammes de mélange à partir de beurre (82% matière grasse), poudre de lait écrémé (97% matière solide), lait écrémé (9% matière solide), sucre et gélatine.

a) *Matière grasse*. Le beurre est le seul ingrédient à fournir la matière grasse, on en prendra donc $100/82 \times 12 = 14$ kg. 6.

b) *Matière solide*. La formule I donne la réponse, la valeur de P étant $(100 - (12,0 + 15 + 0,5)) = 72$ kg. 5 :

$$A = \frac{100 \times 10,5 - 72,5 \times 9}{97 - 9} = 4 \text{ kg. 5.}$$

Jusque-là, le mélange contiendra :

Beurre	14,6
Poudre de lait écrémé	4,5
Sucre	15,0
Gélatine	0,5
<hr/>	
Total	34,6

on prendra donc $(100 - 34,6) = 65$ kg. 4 de lait écrémé.

Formule I-a donne la quantité de lait écrémé concentré (A'), d'une teneur en matière solide de a'%, quand les ingrédients du mélange sont : crème, lait écrémé concentré, lait écrémé, sucre et gélatine.

$$A' = \frac{100S - bP}{a' - b}$$

EXEMPLE I-a : faire 100 kilogrammes de mélange à partir de crème (40% matière grasse), lait écrémé concentré (30% matière solide), lait écrémé (9% matière solide), sucre et gélatine.

a) *Matière grasse*. La crème est le seul ingrédient à fournir la matière grasse ; on en prendra donc $100/40 \times 12 = 30$ kilogrammes.

b) *Matière solide*. Employer la formule I-a :

$$A' = \frac{100 \times 10,5 - 72,5 \times 9}{30 - 9} = 18 \text{ kg. 9.}$$

jusque-là, le mélange contiendra :

Crème	30 0
Lait écrémé concentré	18,9
Sucre	15,0
Gélatine	0,5
<hr/>	
Total	64,4

On prendra donc : $(100 - 64,5) = 35$ kg. 6 de lait écrémé.

REMARQUE : On a tendance à se demander s'il ne faut pas tenir

compte en utilisant la formule **I-a** du fait que la crème fournit également du plasma et de la matière solide. Le raisonnement suivant donne la réponse :

Si on emploie Q kilogrammes de crème, d'une teneur en matière grasse de $q\%$, cette quantité fournira $(Q - q/100)$ soit R kilogrammes de plasma, et $9/100 \times R$ kilogrammes de matière solide. Le numérateur de la formule **I-a**, la valeur de b étant 9, est alors $100(S - 9/100 \times R) - 9(P - R)$, ce qui revient à l'expression originale de $(100s - bP)$.

Formule II donne la quantité de crème si les ingrédients du mélange sont : crème, lait entier, lait écrémé concentré, sucre et gélatine.

Pour simplifier la rédaction de cette formule, nous nous servirons de quelques abréviations :

Quantité de crème	C
Teneur en matière grasse de la crème (%)	c
Quantité de lait	M
Teneur en matière grasse du lait (%)	m
Quantité de matière grasse désirée	G

et la formule est alors :

$$C = \frac{100G - (C + M)m}{c - m}$$

EXEMPLE II : faire 100 kilogrammes de mélange à partir de crème (40% matière grasse), lait entier (4% matière grasse), lait écrémé concentré (30% matière solide), sucre et gélatine.

a) *Matière solide*. Employer la formule **I-a**

$$A' = \frac{100 \times 10,5 - 72,5 \times 9}{30 - 9} = 18 \text{ kg. } 9 \text{ de lait écrémé concentré.}$$

Jusque-là, le mélange contiendra :

Lait écrémé concentré	18,9
Sucre	15,0
Gélatine	0,5
	—
Total	34,3

Il reste donc pour la crème et le lait ensemble $(100 - 34,3) = 65 \text{ kg. } 6$.

b) *Matière grasse*. La formule II donne la quantité de crème :

$$C = \frac{100 \times 12 - 65,6 \times 4}{40 - 4} = 26 \text{ kg. } 0$$

On complètera donc avec $(65,6 - 26,0) = 39 \text{ kg. } 6$ de lait entier.

Souvent, on disposera également comme ingrédients pour le mélange, de lait entier concentré et de lait entier concentré sucré. Pour les calculs de leurs quantités nécessaires de matière solide du plasma du mélange on se servira d'une formule analogue à la formule I et I-a. On pourrait la désigner ainsi :

Formule I-b donne la quantité (A'') du lait entier concentré (sucré) d'une teneur en matière solide de a'', et d'une teneur en plasma de 100 q, si les ingrédients du mélange sont : crème, lait entier, lait entier concentré, sucre et gélatine.

$$A'' = \frac{100S - bP}{a'' - bq}$$

On tiendra compte de la quantité de matière grasse (et éventuellement de sucre), que ce lait fournit, comme dans l'exemple suivant.

EXEMPLE I-b : faire 100 kilogrammes de mélange à partir de crème (40 % matière grasse), lait entier (4 % matière grasse), lait entier concentré sucré (8 % matière grasse, 20 % matière solide, 42 % sucre), sucre et gélatine.

La formule I-b donne la quantité de lait entier concentré sucré :

$$A'' = \frac{100 \times 10,5 - 72,59}{20 - 9 \left(\frac{100 - (8 + 42)}{100} \right)} = 26 \text{ kg. } 6$$

Ces 25 kg. 6 donnent déjà $8/100 \times 25,6 = 2 \text{ kg. } 0$ de matière grasse, et $42/100 \times 25,6 = 10 \text{ kg. } 8$ de sucre. Il restera donc à fournir $(15,0 - 10,8) = 4 \text{ kg. } 2$ de sucre, et, par la crème et le lait entier ensemble, $(12,0 - 2,0) = 10 \text{ kg. } 0$ de matière grasse.

Jusque-là, le mélange contiendra :

Lait entier concentré sucré	25,6
Sucre	4,2
Gélatine	0,5

Total	30,3

Il restera donc $(100 - 30,3) = 69 \text{ kg. } 7$ pour la crème et le lait entier ensemble. La formule II donne la quantité de crème :

$$C = \frac{100 \times 10,0 - 69,7 \times 4}{40 - 4} = 20 \text{ kg. 0 de crème.}$$

On complètera donc avec $(69,7 - 20,0) = 49 \text{ kg. 7}$ de lait entier.

EXEMPLE PRATIQUE.

Demandé : 3.000 kilogrammes de mélange.

Utiliser : 200 kilogrammes de crème (30 % matière grasse), 150 kilogrammes de lait entier concentré sucré (8 % matière grasse, 20 % matière solide, 42 % sucre).

Compléter par : crème (25 % matière grasse), lait entier (4 % matière grasse), lait écrémé concentré (27 % matière solide), gélatine et sucre.

Solution : 3.000 kilogrammes de mélange contiendront :

$$\begin{aligned} 12/100 \times 3.000 &= 360 \text{ kilogrammes de matière grasse.} \\ 10,5/100 \times 3.000 &= 315 \text{ kilogrammes de matière solide du plasma} \\ 15/100 \times 3.000 &= 450 \text{ kilogrammes de sucre} \\ 0,5/100 \times 3.000 &= 15 \text{ kilogrammes de gélatine} \end{aligned}$$

200 kilogrammes de crème (30 % matière grasse) fournissent :
 $30 \times 200 = 60$ kilogrammes de matière grasse, et $(200 - 60) \times 9/100 = 12 \text{ kg. 6}$ de matière solide du plasma.

150 kilogrammes de lait entier concentré sucré (8 % matière grasse, 20 % matière solide, 42 % sucre), fournissent :

$$\begin{aligned} 8/100 \times 150 &= 12 \text{ kilogrammes de matière grasse,} \\ 20/100 \times 150 &= 30 \text{ kilogrammes de matière solide du plasma, et} \\ 42/100 \times 150 &= 63 \text{ kilogrammes de sucre.} \end{aligned}$$

Il s'agit maintenant de faire un mélange de $(3.000 - (200 + 150)) = 2.650$ kilogrammes contenant :

$$\begin{aligned} 360 - (60 + 12) &= 288 \text{ kilogrammes de matière grasse} \\ 315 - (12,6 + 30) &= 272 \text{ kg. 4 de matière solide du plasma} \\ 450 - 63 &= 387 \text{ kilogrammes de sucre, et} \\ &15 \text{ kilogrammes de gélatine.} \end{aligned}$$

La quantité de lait écrémé concentré est donnée par la formule I-a :

$$A' = \frac{100 \times 272,4 - (2.650 - (288 + 287 + 15)) \times 9}{27 - 9} = 533 \text{ kg.}$$

Jusqu'à-là, le mélange contiendra :

Crème (30 % matière grasse)	200 kg
Lait entier concentré sucré.....	150

Lait écrémé concentré	533
Sucre	387
Gélatine	15

Total 1.285

Il reste donc $(3.000 - 1.285) = 1.715$ kilogrammes pour la crème (25 % matière grasse) et le lait entier (4 % matière grasse), ensemble.

La formule II donne la quantité de crème :

$$C = \frac{100 \times 288 - 1.715 \times 4}{25 - 4} = 1.045 \text{ kilogrammes de crème.}$$

On prendra donc $(1.715 - 1.045) = 670$ kilogrammes de lait entier (4 %).

Le tableau suivant, englobant le résultat de nos calculs, nous sert de contrôle :

TABLE DE CONTROLE

Ingrédients	Kg.	Matière grasse	Matière solide du plasma	Sucre	Gélatine	Matière solide totale
Crème (30 % matière grasse)	200	60,0	12,6			72,6
Lait entier concentré sucré (8 % matière grasse, 20 % matière solide, 42 % sucre) ...	150	12,0	30,0	63,0		105,0
Crème (25 % matière grasse)	1.045	261,2	70,6			331,8
Lait entier (4 % matière grasse)	670	26,8	57,9			84,7
Lait écrémé concentré (27 % matière solide)	533		143,9			143,9
Sucre	387			387,0		387,0
Gélatine	15				15,0	15,0
Total	3.000	360,0	315,0	450,0	15,0	1.140,0
Pourcentage	100	12,0	10,5	15,0	0,5	38,0

Nous pouvons conclure que les formules aident à trouver rapidement les proportions des ingrédients devant composer le mélange. Ils permettent de constituer des mélanges qui auront toujours les propriétés désirées et qui sont sensiblement identiques, facteurs de grande importance pour le fabricant qui vise à offrir à ses clients, des crèmes glacées de qualité constante.

Mélange des ingrédients, pasteurisation et homogénéisation.

Une fois que l'on connaît les quantités des constituants du mélange, on fera des manipulations successives qui se laissent décrire ainsi :

1° Peser le lait et la crème, et les verser dans une cuve munie d'un agitateur ;

2° Si l'on se sert de jaune d'œuf à l'état congelé, l'y ajouter ;

3° Réchauffer jusqu'à 21° C. ;

4° Mélanger la gélatine au sucre (4 fois plus de sucre que de gélatine, ce qui facilitera une distribution répartie à travers le mélange) ;

5° Peser et ajouter, toujours à 21° C., la matière solide non grasse du lait (si on se sert de jaune d'œuf en poudre, l'ajouter maintenant) ;

6° Maintenir la température de 21° C. pendant une demi-heure, afin que la gélatine et la matière solide non grasse du lait — si elle a été ajoutée à l'état de poudre — puissent absorber de l'eau ;

7° Réchauffer jusqu'à 43° C. et ajouter alors le sucre ;

8° Réchauffer jusqu'à 71° C. et maintenir cette température pendant 20 minutes ;

8^a Si on se sert d'alginat de sodium, l'ajouter — mélangé avec quatre fois son poids de sucre — à 71° C., réchauffer jusqu'à 74° C. et maintenir cette température pendant 20 minutes (si on l'ajoute et le garde à une température inférieure, il se formerait de l'alginat de chaux, dépourvu des qualités stabilisantes) ;

9° Après la pasteurisation, homogénéiser à la température de pasteurisation (71° ou 74° C.) et refroidir tout de suite à une température voisine de 0° C. ;

10° Garder le mélange refroidi pendant environ quatre heures (ou plus longtemps, si cela convient mieux en vue de l'organisation du travail dans l'usine laitière), avant de le transformer en crème glacée.

On contrôlera l'acidité du mélange qui — par sa teneur plus grande en citrates, caséine et sels de phosphore — sera légèrement supérieure à celle du lait, rapport qui s'exprime ainsi :

$$\text{acidité du mélange} = \frac{\text{teneur en mat. sol. du plasma du mélange}}{\text{teneur en mat. sol. du plasma du lait}} \times \text{acidité du lait}$$

L'acidité du mélange de la crème glacée sera de 18° à 19° D.

Nous remarquons que la pasteurisation — à 71° ou 74° C. pendant 20 minutes — du mélange est plus intense que celle du lait. Cela est dû au fait que les bactéries, grâce au sucre, sont mieux protégées dans le mélange que dans le lait et que, vu la plus grande viscosité du mélange, il faudra plus de temps pour être certain, qu'effectivement, toutes les particules auront atteint la température désirée.

On homogénéise le mélange pour prévenir que la matière grasse, au cours de la transformation du mélange en crème glacée, ne devienne partiellement du beurre.

Congélation du mélange.

Le principe de la transformation du mélange en crème glacée revient à incorporer de l'air au mélange et à pousser l'ensemble au moyen d'un axe tournant — ressemblant à une perceuse — à travers une chambre cylindrique dont les parois sont très fortement refroidies.

L'introduction de l'air dans le mélange se fait de la façon suivante : dans le tuyau d'amenée du mélange au congélateur se trouvent deux pompes, entre lesquelles est placée une soupape ; la capacité de la pompe le plus près du congélateur étant plus grande que celle de l'autre pompe, il y aura suction d'air à travers la soupape [4].

La réfrigération dans les parois autour de la chambre de congélation s'effectue par évaporation directe d'un gaz convenable. Dans le choix du gaz, le fréon (di-chlore-di-fluore-méthyl) prend de plus en plus d'importance ; le mono-chlore-méthyl et l'ammoniac sont également populaires. L'expansion a lieu en introduisant le gaz fortement comprimé entre les parois où la pression est maintenue basse, et, où la condensation du gaz a partiellement lieu. La température dans la chambre de congélation est gardée sous contrôle en réglant la pression du gaz réfrigérant.

Le long de l'axe tournant qui pousse le mélange à travers la chambre du congélateur, se trouvent un ou plusieurs couteaux qui grattent les parois, prévenant ainsi qu'une couche isolante de mélange gelé ne gêne l'échange de chaleur entre le mélange liquide et la paroi.

Le mélange transformé en crème glacée est récupéré à la sortie du congélateur dans des emballages de contenance d'un quart jusqu'à 10 litres. La crème glacée est à ce moment encore à l'état suffisamment liquide pour que le remplissage des emballages puisse se faire sans difficulté. Elle sera mise à durcir dans des chambres froides à des températures de —30° à —20° C.

En récupérant la crème glacée, on contrôlera de temps en temps son poids par unité de volume. On saura ainsi la quantité de crème glacée obtenue par unité de mélange, ou bien, ce qui revient au même, la quantité d'air introduite dans le mélange. Le fait qu'on obtient $(100 + S)$ unités de volume de crème glacée à partir de 100 unités de volume de mélange s'exprime ainsi : Surplus = $S\%$.

Ce surplus va de 30 à 110%, dépendant du caractère de la crème glacée qu'on veut fabriquer. Normalement un mélange standard, aromatisé d'une essence quelconque (vanille, fraise, cerise, banane, orange, noisette, etc.) aura un surplus de 100%. Par contre, un mélange auquel on a ajouté des confits sucrés donnera un surplus inférieur. Pour la crème glacée au chocolat, on devra obtenir un surplus proche de 100%.

Pour le reste, le surplus dépend de la façon dont le mélange a été composé, et de la technique de la congélation.

Les facteurs stabilisants et émulsifiants jouent un rôle de grande importance sur le surplus, mais on ne pourra pas s'en servir en des quantités dépassant trop celles indiquées sans nuire à la qualité du produit visé. Cela vaut également pour la matière solide du plasma : si on en prend trop, on obtiendra un produit trop dur. Le sucre est, lui aussi, un facteur influençant la fermeté du produit. Trop de lactose par exemple donnera un produit trop dur, tandis que trop de glucose le rendra mou, diminuant le surplus. Remarquons qu'en se servant uniquement du sirop de blé on obtient un produit devenu populaire en Amérique, dit « soft ice cream » ou « Dairy Queen », le surplus en étant seulement 30%, la teneur en matière grasse du mélange pour ce produit est réduite à environ 5%.

Appréciation.

La crème glacée arrivant chez le consommateur doit avoir un aspect lisse et ferme, et la couleur, sans être trop vive, correspond au goût.

La structure doit être résistante, bien visqueuse, sans pourtant devenir trop dure. Cette fermeté dépend surtout de la façon dont les cristaux de glace se sont formés. Ces cristaux doivent être de petites dimensions (moins de 0 mm. 01) ce qui s'obtient quand — à côté d'un mélange bien proportionné — le processus de congélation est bien dominé. Bien que la température de la crème glacée arrivant chez le consommateur soit aux environs de -12° C., la sensation en la dégustant ne doit pas être trop froide. La crème glacée fondante doit avoir un aspect crémeux, assez visqueux.

Quelques défauts de la saveur sont : acide, amère, salée ; quelques uns de la structure sont : écumeuse, émietlée, gélatineuse, sableuse. Souvent on juge la qualité suivant le schéma ci-contre [3] :

<i>Détail</i>	<i>Pourcentage</i>
Saveur	50
Structure	25
Flore microbienne.....	20
Couleur et emballage	5
	—
Qualité totale	100

Nous voulons terminer cet article avec une composition de mélange pour crème glacée au chocolat, une glace qui s'est montrée bien populaire :

<i>Mélange au chocolat</i>	
Matière grasse	11,0
Matière solide du plasma	9,0
Cacao	2,8
Sucre	17,0
Gélatine	0,3
Alginate de sodium	0,2
Oeuf	0,2
	—
Matière solide totale	40,5

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DAHLE and PERRY. Simple arithmetics cuts ice cream mix cost ; *Food Engineering*, june, 1950.
- [2] CUTLER. Proportioning mixes made easier. *Ice cream trade journal*, 1922, 18, 9, 45.
- [3] TIERIE. Consumptie ijs. *Zuiveljaarboek X*, 1951, XII, 16.
- [4] KREDIET. Rapport der commissie van de F.N.Z. ter bestudering van de stand van zaken der zuivelindustrie in de Verenigde Staten van Amerika, F.N.Z., 1949, 39.

Ouvres complètes :

- [I] SOMMER. The theory and practice of ice cream making, 1946.
- [II] TURNBOW. Tracy and Raffetto : The ice cream industry, 1947.