Nous avons vu que même le point de congélation peut être en défaut. Comment alors la C. M. S. R. ne le serait-elle pas ? Du reste, les chlorures sont-ils seuls à augmenter dans les cas pathologiques résultant plus spécialement des troubles de la mamelle ? Il y a longtemps que SCHNORF [37], BERGEMA, KOESTLER [56] nous ont démontré que les substances azotées, non protéiques, augmentaient également. Nous savons aussi, par les mêmes auteurs, qu'avec le lactose diminuent la caséine, les citrates, les phosphates et la potasse. La diminution de ces éléments est-elle compensée dans le Δ par l'augmentation de l'albumine, de la globuline et de l'azote non protéique ?

Cédons encore une fois la parole à Ch. PORCHER et empruntons-lui son tableau sur « Les composants du lait selon leur signification et leur origine » :

Molécules élaborées résultant du travail propre de la cellule mammaire	Essentiellement caractéristiques de la sécrétion lactée.	Glycérides à acides gras volatils solubles et insolubles dans l'eau (C ⁴ , C ⁶ , C ⁸ , C ¹⁰). Lactose. Caséine. Acide citrique.
	Non vraiment caractéristiques, si ce n'est par leurs proportions.	Phosphates alcalins de K. Phosphates de Ca et Mg.
Molécules non élaborées ne sont pas particulières au travail de la cellule mammaire.	Albumine et globuline. Azote non protéique. Chlorure de sodium.	

Chaque fois que le fonctionnement mammaire est entravé, la quantité des *molécules non élaborées augmente*, tandis que celle des *molécules élaborées diminue*.

Ce phénomène est mis en évidence dans nos analyses des vaches « Parma » et « Riga », analyses détaillées à la fin du présent travail.

CONSIDÉRATIONS PHYSICO-CHIMIQUES SUR LE FROMAGE

par G. KOESTLER

Travail de l'Etablissement fédéral d'Industrie Laitière et de Bactériologie,
Liebefeld-Berne.

(Fin.)

VI. MÉTHODOLOGIE.

L'analyse physique de la masse de fromage mûre en est encore à débuts. En dehors des recherches faites occasionnellement sur

certaines facteurs physico-chimiques, tels que la concentration des ions H, l'acidité titrable, la solubilité, etc., nous ne connaissons pas de recherches systématiques dans le sens indiqué.

Comme propriétés principales de la masse de fromage, susceptibles d'être évaluées en chiffres, nous citerons :

- a) La dureté ou résistance à la pénétration ;
- b) La manière dont la pâte cède à la pression (degré de flaccidité) ;
- c) L'élasticité :
 - α) en faisant appel à la pression (élasticité à la pression),
 - β) en faisant appel à la traction (élasticité à la traction) ;
- d) La cohésion (résistance à la rupture, quand on fait appel à la traction.

Lorsque la masse de fromage est mûre, elle ne constitue pas, il est vrai, une substance dont les propriétés physico-chimiques soient particulièrement accessibles à une analyse scientifique. D'une part, — comme nous l'avons d'ailleurs fait remarquer plus haut, — l'état physique est, par suite de la désagrégation et de la transformation toujours en cours de la substance, très inconstant, et, en outre, il est difficile de prélever sur un fromage en train de mûrir un échantillon présentant réellement des propriétés moyennes capables de nous fournir des renseignements décisifs sur le fromage tout entier. D'une part, c'est l'inégalité de la teneur en eau, de l'autre, l'influence du chlorure de sodium qui est décisive dans une très large mesure en ce qui concerne les propriétés que nous recherchons ici, tous facteurs qui rendent excessivement difficile le prélèvement d'un échantillon présentant les propriétés moyennes. A cela vient s'ajouter le fait que, par suite de la différenciation de la structure de la masse du fromage en flocons de gelée isolés (grains de caillé), il n'existe pas de matière colloïdalement homogène. L'on peut admettre que la masse de fromage fraîche possède une certaine structure, en ce sens que la protéine (agrégat de paracaséine et de phosphate de chaux) sert de substance d'appui, et nous pensons que la phase dispersée est pourvue des propriétés physiques qui s'expriment comme un tout lorsqu'on examine la pâte du fromage. La substance d'appui, composée de micelles d'une espèce compliquée (phase dispersée), conditionnerait en première ligne, à côté de la teneur en chlorure de sodium, les propriétés spécifiques de la masse du fromage en train de mûrir. L'eau participe également essentiellement, par ses propriétés de solvant, à la formation de la nature de la gelée du fromage.

Grâce aux premières transformations chimiques — transformation par fermentation du sucre de lait en acide lactique — les possibilités d'une modification très poussée de la masse du fromage au point de vue physico-chimique existent déjà. Par la formation de lactate, non seulement la faculté de dispersion dans la gelée du fromage se trouve

influencée, mais encore il se pourrait que la fixation de l'eau subisse une modification. La masse du fromage prend au cours de ce stade du processus de maturation cet aspect de lard qui, au point de vue purement extérieur, la distingue de la masse fraîche et non encore fermentée, de suite après la préparation du fromage. Il y a lieu de supposer que la liquéfaction progressive des micelles modifie sans doute les propriétés physiques dans le fromage, mais ne modifient pas à un degré essentiel l'ensemble du caractère de la gelée du fromage.

Nous ignorons quelles modifications de nature physique sont conditionnées par la disparition de l'acide lactique et par l'apparition de l'acide propionique, de l'acide acétique et de l'acide carbonique dans le fromage en train de fermenter (formation normale des trous). Nous ne sommes pas renseigné davantage sur les modifications qui se produisent dans la masse du fromage au cours de la désagrégation progressive de la protéine.

Dès le début, nous avons conscience qu'il serait extrêmement difficile de fixer toutes ces modifications dans la constitution du fromage en maturation par la technique ordinaire des recherches. Si, néanmoins, nous avons tenté d'obtenir quelque chose en nous servant de méthodes relativement simples, même parfois de méthodes quelque peu rudimentaires, c'est que nous étions convaincu que souvent il vaut mieux attaquer un problème même avec des moyens imparfaits que renoncer à le faire sous prétexte que des méthodes appropriées de recherches font défaut. Provisoirement, il s'agissait de fixer par des chiffres les différences au point de vue de la constitution physique du fromage et, avec l'aide de ces chiffres, de rendre certaines questions ayant une importance pratique accessibles à un travail préliminaire. Quant à la portée scientifique des résultats, nous avons l'intention, pour les raisons ci-dessus indiquées, de ne les développer qu'autant qu'il serait bon de le faire, étant donné la constitution très indéterminée de la pâte du fromage.

A. PRÉLÈVEMENT DE L'ÉCHANTILLON.

Pour les raisons déjà mentionnées, il a fallu également suivre des chemins particuliers en ce qui concerne le prélèvement de l'échantillon. Il ne suffisait pas de prélever un échantillon à une place déterminée du fromage. Il nous fallait au contraire, nous basant sur un grand nombre d'analyses, chercher à obtenir des valeurs moyennes et y faire entrer en ligne de compte, tout spécialement, la répartition inégale du chlorure de sodium.

Et voilà pourquoi c'est au milieu du fromage, qu'ordinairement, nous avons prélevé une bande d'une surface plane à l'autre. Cette tranche, nous l'avons découpée en un certain nombre de morceaux transversaux, qui ont été ensuite soumis individuellement à l'examen.

Dans certains cas spéciaux, nous avons prélevé sur le pourtour une bande se dirigeant vers le centre du fromage, bande que nous avons également découpée en un certain nombre d'échantillons séparés. La place d'où provient chacun de ces échantillons est indiquée dans nos analyses de la façon suivante : la distance des délimitations à partir de la surface du fromage est exprimée en millimètres. « Echantillon 5/15 $\frac{m}{m}$ d. l. s. » signifie, par exemple, que la prise d'essai en question est délimitée par la coupe transversale à partir de 5 et 15 $\frac{m}{m}$ de la surface du fromage.

Comme, par suite de la façon bien connue qu'a le fromage d'Emmental de se saler en partant de la surface pour se diriger vers l'intérieur, il y a lieu de s'attendre à une forte chute de concentration en chlorure de sodium ; les échantillons destinés à une analyse physique devront être coupés autant que possible parallèlement aux surfaces planes de ce fromage. Ceci est vrai tout spécialement quand il s'agit d'échantillons de grandes dimensions pour une technique spéciale de recherches.

L'on peut en général admettre que, dans le fromage d'Emmental, — exception faite de la teneur en chlorure de sodium, *on rencontre des conditions chimico-physiques égales dans la partie centrale à partir de 25 $\frac{m}{m}$ sous la croûte.* Toutefois, la grosseur et le nombre des trous jouent à ce point de vue un certain rôle. En outre, la température de l'échantillon qui fait l'objet de l'examen est très importante. Il ne suffit pas de tenir compte de la température ambiante à laquelle ces recherches sont faites. Il faut au contraire que la masse du fromage soit portée elle-même directement à la température d'analyse. Comme il est excessivement difficile de porter la température à l'intérieur de la masse du fromage à un certain degré, nous réglons la température de la pièce entre 16 et 18° C. et laissons le fromage à examiner à cette température pendant au moins 12 heures sous des cloches de verre hermétiquement fermées. Avant l'examen, on prend la température qui règne à l'intérieur du fromage et on l'indique chaque fois avec le résultat, à titre de température de l'essai.

B. RECHERCHES,

a) Dureté ou résistance de la masse du fromage à la pénétration. — Comme mesure de la dureté de la pâte du fromage, on considère la force nécessaire à l'introduction dans la masse du fromage d'un cylindre de laiton de 4 $\frac{m}{m}$ de diamètre à une vitesse déterminée.

Appareil. — La figure 1 nous représente l'appareil employé dans ce but. Il se compose des parties essentielles suivantes : le support, A, avec le bras transversal mobile, B, deux ressorts, C, la goupille, D, qui fera pression sur l'échelle, E, et le porte-objet, F.

Le fonctionnement de l'appareil ressort de l'explication suivante :

Un dispositif, a a¹ b, qui sert à exercer la pression et que l'on peut freiner au moyen d'un ressort en A, est fixé en b à deux ressorts, C. Ces derniers sont solidement reliés en c avec la goupille, D. A l'extrémité inférieure de D se trouve un cylindre de laiton de 4 $\frac{m}{m}$ de diamètre. L'échelle, E, est assujettie et fixée sur le support, A. La goupille, D, est commandée par e et b. Il y a une aiguille en f qui indique sur l'échelle, E, la pression. En F se trouve un support que l'on peut monter et descendre au moyen d'une vis.

Recherche. — On place sur la table, F, un morceau de fromage convenablement coupé et on en règle la hauteur, de telle sorte que le boulon D touche exactement la surface de l'échantillon de fromage. Alors on fait pression sur le bouton a. Cette pression est reportée par le ressort sur le bras transversal, B, et les ressorts qui se trouvent en C sont tendus d'une façon correspondant à la contre-pression du côté de la masse du fromage. Il faut bien faire attention à la pénétration éventuelle du cylindre de laiton dans la masse du fromage. Au moment où ce cylindre pénètre lentement et avec une vitesse uniforme dans la masse du fromage, on lit sur l'échelle, E, les degrés de dureté auxquels correspondent les pressions établies d'une façon empirique.

Il y a lieu ici de remarquer tout particulièrement le fait suivant, à savoir que la pression doit toujours aller en augmentant d'une façon égale. En outre, la surface du fromage sur laquelle le cylindre fait pression doit être rigoureusement horizontale. Pour pouvoir plus facilement reconnaître la pénétration du boulon, ce dernier porte une marque de 5 en 5 $\frac{m}{m}$. L'appareil fonctionne rigoureusement pour chacun des degrés. Les degrés de dureté des fromages normaux d'Emmental (à leur intérieur) sont entre 5 et 45, correspondant à une pression de 220 à 655 gr.

La résistance à la pression évaluée par le présent appareil, est faite au moins de deux composants. D'une part, la masse du fromage oppose au-dessous de l'endroit où s'exerce la pression une résistance qui se mesure d'après les lois de l'élasticité à la pression. A cela, s'ajoute une résistance de la masse du fromage par rapport à l'action de sectionnement due à l'arête de la surface de pression. Par analogie avec ce qui se passe pour d'autres corps que l'on peut mieux définir, tels les métaux, etc., on pourra parler ici dans ce cas, également de l'élasticité à la pression, ou, respectivement, de l'élasticité de sectionnement, ou bien encore, de l'élasticité de glissement de la masse du fromage.

En conformité de cette double division dans l'action du cylindre de pression sur la masse du fromage, c'est-à-dire action de pression et action de sectionnement, on peut se représenter également des cas où

Fig. 1. — Appareil pour la détermination de la dureté ou résistance de la masse du fromage à la pénétration.

la résistance au sectionnement de la masse du fromage n'est pas parallèle à l'orientation selon laquelle la masse cède à la pression. C'est ce qui se produit dans des fromages qui en général sont tendres, mais dont la pâte est visqueuse. L'inverse est également possible ; il peut arriver que, lorsque la pression est relativement faible, la résistance au sectionnement soit faible. Dans le premier cas, il s'agit d'une pâte tendre et visqueuse, dans le second, d'une pâte fine et ferme.

Exemples. — Nous donnons ci-dessous trois exemples :

- 1° D'un fromage de pâte particulièrement tendre ;
- 2° D'un fromage dont la pâte est de résistance moyenne ;
- 3° D'une pâte particulièrement dure.

EXEMPLE 1.

Température 18°.

Degré de dureté de la masse du fromage (mesuré d'un côté plat à l'autre).

6	15	24	43	50	60	67	71	86	92 $\frac{m}{m}$ d. l. s.
> 75	41	23	11	5	5	4	4	4	4 degrés
	97	109	119	128	137	...	142 $\frac{m}{m}$ d. l. s.		
	5	5	9	18,5	55				degrés

EXEMPLE 2.

Température 17°5.

Degré de dureté de la masse du fromage (mesuré d'un côté plat à l'autre).

6	15	22	31	38	46	54	62	69	76 $\frac{m}{m}$ d. l. s.
> 75	72	55	35	32	22	21	15	15	16 degrés
	83	94	102	113	121	129	137	...	142 $\frac{m}{m}$ d. l. s.
	16	16	18	18	25	40	60		degrés

EXEMPLE 3.

Température 17°5.

Degré de dureté de la masse du fromage (mesuré d'un côté plat à l'autre).

3	8	13	19	24	29	35	40	46	51 $\frac{m}{m}$ d. l. s.
> 75	74	59	42	38	38	35	33	30	31 degrés
56	62	68	73	79	84	89	93	98	...
31	31	30	30	33	39	42	62	> 75	101 $\frac{m}{m}$ d. l. s.
									degrés

Nous constatons d'une façon particulièrement nette les différences de résistance à la pénétration entre la partie croûte et l'intérieur. La résistance relativement élevée du côté de la partie croûte peut en majeure partie être attribuée à la répartition inégale du chlorure de sodium, puis à la teneur différente en humidité.

b) Elasticité. — α) **Elasticité à la pression.** — Lorsque nous chargeons un morceau de fromage — auquel il est avantageux de donner la forme d'un parallépipède allongé ou d'un cylindre — d'un poids D, la substance cède à la pression et subit une déformation. A la pression

employée s'oppose de la part de la masse du fromage une contre-pression. Aussi longtemps que la déformation n'a pas dépassé un certain degré, la masse, après cessation de la pression, revient à son état primitif. La déformation résultant de la pression n'est jamais complètement compensée ; il reste donc toujours un résidu de la déformation initiale. Ce degré de déformation dépend du degré d'élasticité de la masse du fromage.

On a fixé pour d'autres matières, tels les métaux, les matériaux de construction, etc., au point de vue de la dépendance de l'élasticité par rapport à divers facteurs, certaines lois, mais auxquelles il nous est impossible de recourir pour le but que nous poursuivons, étant donné que — comme nous l'avons mentionné plus haut — la masse du fromage ne représente pas une substance homogène au point que les lois de l'élasticité ne puissent être éprouvées sur elle *a priori*. En outre, dans les essais se rapportant à ces recherches, ce que l'on appelle la *limite d'élasticité* est dépassée de beaucoup, ce qui déjà ne peut pas ne pas exercer une action fortement défavorable sur le cours normal des processus. Provisoirement, la seule chose qui nous intéresse, ce sont les chiffres relatifs des deux grandeurs suivantes :

1. *Manière dont la pâte cède à la pression* (millimètres de déformation).

2. *Elasticité* (pourcentage de déformation de reconstitution).

Sous le nom de *manière dont la pâte cède à la pression*, nous entendons le nombre de millimètres dont diminue un morceau de fromage de $6,5 \frac{m}{m} \times 6,5 \frac{m}{m} \times 25 \frac{m}{m}$ avec une charge de X gr. dirigée parallèlement à l'axe de sa longueur. La vitesse de la déformation est indiquée dans ce cas en appliquant soigneusement et par paliers la charge complète. L'élasticité est exprimée en pourcentage, en supposant pour une masse d'élasticité idéale, qu'il n'y ait pas de déformation résiduelle, c'est-à-dire en admettant que le morceau reprenne ses dimensions primitives.

La charge et la décompression demandent chaque fois 120 secondes. On aura donc :

$$(1) Dn = d_1 \frac{m}{m}$$

$$(2) El = \frac{(d_1 - d_2) 100}{d_1}$$

Dn représente le raccourcissement à la pression.

El représente l'élasticité à 100 %.

d_1 représente le raccourcissement total du morceau de fromage, la charge ayant cessé d'agir.

d_2 représente le raccourcissement résiduel à la fin de la recherche.

Appareil. — L'appareil (voir fig. 2) se compose d'une table, A, qui contient au milieu une pointe à vis, B, que l'on peut faire glisser

Fig. 2. — Appareil pour la détermination de l'élasticité de la masse du fromage.

dans la direction verticale. A l'extrémité supérieure de cette dernière se trouve une tête métallique, a, élargie de façon à former une petite tablette et qui est constituée de telle façon que le morceau de fromage qui a été coupé y est assujéti de trois côtés contre tout glissement. Dans la direction opposée à cette tablette descend un pilon, b, qui porte une pièce terminale de même forme. Le mouvement de ce pilon est augmenté par un dispositif approprié (levier, c d, combiné avec un chronographe, C) et il est reporté sur l'aiguille du cadran. Pour la charge, on emploie un poids, D, que l'on peut faire glisser à droite sur le fléau de la balance. Pour fixer ce fléau, il existe en E un support que l'on peut faire glisser dans une direction verticale. Toutes les parties mobiles sont montées de telle sorte que, d'une part, la friction est réduite à son minimum et que, d'autre part, avec un chargement égal à zéro, le pilon n'est plus soumis qu'à l'influence de la résistance à la friction.

Cet appareil est d'une très grande sensibilité ; c'est ainsi, par exemple, que dès que l'on tape, si légèrement que ce soit, sur la table de travail, ou bien que l'on ferme une porte, même éloignée, cela a pour conséquence que l'aiguille se détend par à-coups, soit en avant, soit en arrière.

Pour le moulage de l'échantillon, nous utilisons un appareil particulier (analogue à celui de la figure 5).

Recherche. — Le morceau de fromage, coupé exactement sur mesure, est intercalé entre la petite table et le pilon, de telle sorte qu'il reste exactement perpendiculaire et qu'il soit serré d'une pression

Fig. 3. —

initiale légère mais constante. Cette pression initiale, nous l'obtenons en vissant énergiquement ce morceau de fromage (vis B), ce qui supprime les frictions dans l'ensemble du système de transmission. Alors, on redonne de la mobilité au fléau de la balance et en même temps on met en mouvement l'appareil de contrôle d'arrêt. Si l'on note la position de l'aiguille de l'appareil toutes les 15 secondes, on obtient la courbe du temps nécessaire au cours de la déformation. Au bout de 120 secondes, on soulève le fléau de la balance. Le mor-

ceau va reprendre sa forme, pas tout à fait cependant, et la mesure de la déformation résiduelle est faite au bout également de 120 secondes. Dans la figure 3, nous montrons le cours de cette courbe.

A B C = courbe de la déformation provenant de la pression.

C D E = courbe de la tendance à la reprise de la forme première.

CF = régression de la déformation.

Respectivement, en C et en E, la courbe arrive approximativement au point d'arrêt, c'est-à-dire qu'elle se rapproche de la ligne droite. On s'explique la perte d'élasticité traduite par F G par ce fait que, par suite du chargement, il se produit un déplacement permanent de parcelles dans la masse de fromage. Ce déplacement de parcelles dépend sans aucun doute de la constitution interne de la gelée du fromage, c'est-à-dire qu'il sera possible de tirer de l'importance de la perte d'élasticité une déduction sur l'état interne de celle-ci.

Nous avons mentionné plus haut que la masse de fromage mûre ne constituait pas un terrain particulièrement favorable pour les études scientifiques. On peut, en fin de compte, éliminer les plus importantes sources d'erreurs, en prélevant autant que possible la prise d'essai sur la partie centrale du fromage et, quant au reste, en indiquant la moyenne d'un assez grand nombre de recherches. Une erreur technique réside également dans le fait que la rapidité de la déformation ne peut encore être réglée qu'avec peu de précision. Mais cela joue un rôle assez important, en ce sens que le degré de ce qu'on appelle l'action élastique ultérieure, ainsi que le degré de déplacement permanent des parcelles, dépendent essentiellement de la rapidité du processus de déformation. En maniant avec soin l'appareil, on peut assurément réussir à obtenir une grande régularité, même à ce point de vue.

Pour que les résultats aient au moins une valeur comparée satisfaisante, il est bon de toujours choisir une charge d'égale importance : de 200 gr., par exemple. Toutefois, pour des fromages spécialement tendres, il faudra revenir à la charge de 100 gr. ; sinon, l'échantillon qui supporte la charge aurait de grandes chances de se briser. De même, la diminution du carré de fromage ne doit pas dépasser une certaine limite ($2 \frac{m}{m} 5$), car, en cas de déformation trop poussée, le pourcentage des parcelles irréversibles déplacées deviendrait trop important, et la masse est déjà exposée à s'effondrer.

Il ressort de l'exemple 1 que, en admettant qu'il soit possible de choisir soigneusement les échantillons et que l'on opère avec le soin nécessaire, on obtient des résultats parfaitement concordants. On devra toutefois ajouter qu'il s'agit ici d'exemples spécialement choisis et qu'en général des déterminations en double, tout au moins en ce qui concerne Dn, ne concordent pas toujours aussi bien. C'est ainsi, en particulier, que tout à coup un échantillon d'un même fromage peut accuser un manque de résistance à la pression ne correspondant pas du tout à sa série. Ceci doit provenir de l'absence d'homogénéité de la masse du fromage. Il se peut aussi que de petites différences dans les

EXEMPLE 1.

Charge : 84 gr. — Température : 18°

Après	Déformation à la pression et après la décompression (graduation de l'appareil)									
	15	30	45	60	75	90	105	120	Dn $\frac{m}{m}$	El %
	Secondes									
I B*	42,2	47,1	50,6	52,7	54,2	55,3	56,2	57,0	2,38	57
	E*	33,6	30,3	28,3	27,2	26,3	25,6	25,0		
II B	44,1	48,4	51,1	52,2	54,2	55,9	56,9	57,4	2,39	56
	E	33,8	30,7	28,6	27,6	26,7	26,2	25,6		
III B	41,7	46,2	48,9	51,1	52,7	53,9	55,0	55,9	2,31	56
	E	34,1	30,4	28,2	26,7	25,9	25,3	24,8		

B = charge ; E = décharge.

dimensions, ainsi que des aspérités sur les surfaces de support, exercent une grande influence sur le résultat. Il va sans dire que la masse de fromage ne doit en aucune façon avoir été comprimée auparavant de quelque manière que ce soit.

EXEMPLE 2.

Charge : 150 gr. — Température : 18°

	Echantillon : $\frac{m}{m}$ à partir de la croûte	Lecture d'après un nombre de secondes de :				Dn $\frac{m}{m}$	El %
		60	120	180	240		
Croûte	20/30	45,2	50,3	22,1	19,8	2,09	60
	30/40	60,2	67,1	31,5	27,8	2,79	59
	50/60	79,7	87,2	39,7	35,1	3,63	60
	60/70	74,6	82,1	37,1	33,1	3,42	60
Milieu	70/80	76,4	82,6	36,9	32,2	3,41	60
	60/70	64,7	71,4	31,7	27,8	2,97	60
	40/50	56,6	62,9	28,3	24,8	2,62	60
	20/30	49,5	55,2	26,4	23,2	2,30	60
Croûte							

Il ressort de cet exemple que la valeur Dn augmente de la croûte vers l'intérieur, ce qui est attribuable essentiellement à la différence de la teneur en chlorure de sodium. Ce qui est remarquable dans cet exemple, c'est la grande constance de l'élasticité à l'intérieur d'un même fromage. C'est un phénomène que nous avons pu régulièrement constater pour le même fromage.

EXEMPLE 3.

Température : 18°

Compression N°	Charge en gr.	Lecture après un nombre de secondes de :				Dn $\frac{m}{m}$	El o/o	Elasticité de régres- sion %
		60	120	180	240			
1	190	25,3	27,1	13,2	12,0	1,13	55	8 5
A 2		26,7	28,2	15,9	14,8	1,17	47	
3		28,2	29,3	18,2	17,0	1,22	42	
1	152	27,2	30,4	14,2	12,7	1,27	58	8 5
B 2		29,6	31,7	17,4	16,0	1,32	50	
3		31,8	33,0	19,8	18,2	1,37	45	
1	152	39,3	44,4	19,4	17,5	1,65	61	8 4
C 2		44,9	48,0	24,7	22,5	2,00	53	
3		47,8	50,9	28,1	26,2	2,12	49	
1	266	37,6	41,3	18,9	15,9	1,72	61	8 5
D 2		41,5	44,2	22,7	20,7	1,84	53	
s		43,3	45,7	25,9	23,9	1,90	48	
1	190	61,0	67,2	28,2	25,1	2,80	62	8 5
E 2		66,8	71,2	35,8	32,2	2,96	54	
3		70,4	74,1	40,7	37,4	3,05	49	
1	190	59,4	66,6	29,7	26,1	2,77	61	8 4
F 2		66,8	72,4	37,5	33,6	3,01	53	
3		72,3	77,4	42,8	39,1	3,22	49	
1	152	43,2	47,9	21,8	19,7	1,99	60	8 5
G 2		48,7	52,6	27,6	25,3	2,19	52	
3		51,6	54,7	31,4	28,9	2,26	47	
1	190	70,8	78,1	35,7	31,4	3,25	60	8 5
H 2		75,7	80,3	43,2	38,3	3,34	52	
3		79,5	83,8	48,2	44,4	3,49	47	
1	228	46,0	50,9	21,4	18,8	2,12	63	8 5
J 2		51,7	55,3	27,7	25,0	2,30	55	
3		55,5	58,4	31,9	29,2	2,43	50	
1	190	38,2	42,4	18,4	16,3	1,77	61	8 5
K 2		43,1	45,9	23,6	21,2	1,91	53	
3		45,1	47,1	26,5	24,4	1,96	48	

Par cet exemple, est illustrée une autre loi qui présente un grand intérêt. De ce tableau, ressort le fait remarquable que, en renouvelant la charge, la masse de fromage perd de son élasticité, et, toutes conditions égales d'ailleurs, la perte d'élasticité après la première charge est évaluée d'une façon concordante à 8 % et, après la seconde, à 5 %.

EXEMPLE 4.

Comportement avec des charges différentes.

Essai A — Température : 17°2

Charge en gr.	Lecture après un nombre de secondes de :				Dn $\frac{m}{cm}$	El %
	60	120	180	240		
50	30,4	33,4	17,3	16,0	1,39	52
100	51,9	57,8	26,9	24,7	2,41	57
150	65,8	72,3	32,9	29,0	3,03	60

Essai B

Charge en gr.	Lecture après un nombre de secondes de :				Dn $\frac{m}{cm}$	El %
	60	120	180	240		
50	24,3	27,3	14,1	13,0	1,14	52
100	53,6	58,2	27,2	24,7	2,42	58
150	71,7	76,9	34,2	30,4	3,20	60
200	81,7	89,3	39,3	34,6	3,72	61

Les échantillons ont été prélevés de telle sorte que l'on puisse s'attendre à une concordance très grande d'élasticité (au milieu du pain, parallèlement aux côtés plats).

Sans vouloir tirer des conclusions trop importantes de ces résultats, ils nous montrent du moins que, au point de vue de l'élasticité, on peut, dans la masse du fromage, constater certaines lois. Les charges faibles donnent une élasticité quelque peu inférieure, jusqu'au moment où, visiblement, est atteint le point optimum que l'on peut exiger du fromage et pendant lequel l'élasticité est trouvée constante. Le fait que, au fur et à mesure qu'augmente la charge, les tensions intérieures deviennent plus grandes, résulte de ce fait que la résistance à la déformation de la part du fromage augmente (Dn n'augmente pas en proportion de l'accroissement de la charge).

β) B) **Elasticité à la traction.** — Si nous assujettissons un morceau de fromage ayant une coupe transversale de $5 \times 5 \frac{m}{cm}^2$ à l'une des extrémités, et que, à l'autre extrémité, nous lui fassions supporter une traction déterminée, on constatera à l'intérieur du fromage une résistance qui s'oppose à la déformation conditionnée par la traction. Au fur et à mesure qu'augmente l'action de la traction, le fromage subit un allongement, avec amincissement simultané de sa coupe transversale. Si l'on élimine la traction, du fait de l'élasticité, le fromage cherchera à reprendre sa forme initiale. Tant que ceci se

passer d'une façon complète au point de vue pratique, ce que l'on peut exiger comme traction de la masse du fromage reste dans ce qu'on appelle la limite d'élasticité. A l'intérieur de cette limite, il existe pour les corps élastiques, certaines lois, lesquelles se distinguent essentiellement par une proportionnalité entre la charge et l'allongement, c'est-à-dire qu'au fur et à mesure qu'augmente la charge, l'allongement augmente en proportion. Une fois franchie la limite d'élasticité, la proportionnalité dont nous venons de parler n'a plus aucune valeur, et pour les rapports de charge et d'allongement, interviennent des lois spéciales. Lorsque l'on augmente la charge d'une façon persistante, la coupe transversale finit par devenir de plus en plus petite, les tensions qui s'opposent à la charge égalent zéro et le fromage se déchire.

Les lois que nous avons signalées plus haut ont été trouvées avec des matières qui, dans leur structure, se différencient essentiellement de la structure de la gelée du fromage. Dans ce dernier, la limite d'élasticité est franchie déjà avec une charge relativement faible. De ce fait, les recherches faites sur le fromage se meuvent de toute façon en dehors de la limite d'élasticité, et pour le moment, cela ne présente aucun intérêt pour notre but : rechercher les lois mathématiques y afférentes. Ici, nous voulons exclusivement chercher à *obtenir en gros une mesure pour la résistance à l'allongement et la résistance au fractionnement de la masse du fromage.*

Appareil. — L'appareil (fig. 4) se compose d'une table, A, à l'arête, B, de laquelle — arête qui est tournée vers nous — se trouve une division au millimètre. Sur cette table se trouvent, à gauche et à droite, des pinces métalliques, C et D, dont l'une, C, est fixe et l'autre, B, est disposée sur un chariot métallique qui se meut dans le sens de la longueur de la table. Ce chariot est vers la droite en communication avec une tige de métal, E, dentée vers le haut, et dirigée dans l'axe longitudinal de la table. Dans cette tige de métal pénètre une roue dentée qui se trouve sur la poulie, au milieu du cadran. En faisant tourner le bouton au milieu du disque vers la gauche, la tige dentée, E, se meut vers la droite. Pour que cette traction agisse progressivement à la façon d'un ressort, on tend, en tournant le bouton, le ressort d'une montre qui se trouve derrière le cadran. Du fait d'un dispositif spécial, au moment où a lieu la détente du ressort — rupture de la lamelle de fromage — l'aiguille se trouve fixée. La tension du ressort donne une mesure de la force employée pour la traction, et comme, pour le moment, il ne s'agit pour nous absolument que d'obtenir une mesure de la résistance à la rupture de la masse du fromage, et que nous avons déjà dans la détermination de l'élasticité à la pression, dont il a été question dans le chapitre précédent, un moyen nous permettant de suivre, en la mesurant, la dimension de la déformation

de la masse de fromage dont on veut déterminer le déplacement des parcelles, nous renonçons présentement à fixer l'élasticité à la traction.

Fig. 4. — Appareil servant à déterminer la résistance à la rupture de la masse du fromage.

Recherche. — La recherche prend alors les formes suivantes : on prélève, au moyen d'un appareil spécial, un morceau de fromage exempt de trous, de 9 à 10 cm. de long et d'une coupe transversale mesurant $5 \times 5 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}$. Ce faisant, nous avons toujours jusqu'ici prélevé ces échantillons parallèlement aux surfaces plates du fromage. C'est le moyen le plus rapide permettant d'obtenir une lamelle de fromage de composition très homogène sur toute sa longueur. Cette lamelle est alors tendue entre les deux pinces de telle façon qu'il existe une légère traction du ressort sur la masse du fromage. Pour tendre entre les deux pinces cette masse de fromage, on se heurte à des difficultés particulières. Si les pinces sont trop serrées, il se forme à la pointe des pinces une place faible, de telle sorte que c'est là qu'interviendra la rupture, qui est d'ailleurs amenée trop tôt par ladite blessure. Si, au contraire, la tension est trop faible, la masse du fromage glisse au cours de la détermination entre les pinces. C'est pour-quoi ces dernières doivent être munies de surfaces rugueuses, mais non

tranchantes. Elles doivent retenir la lamelle^{de} de fromage, mais sans la blesser ; en d'autres termes, la déchirure de la lamelle de fromage doit se produire en dehors de toute action directe des pinces.

Fig. 5. — Appareil servant à couper le parallélépipède de fromage pour la recherche de la résistance à la déchirure.

Le processus de cette recherche est le suivant : une fois la lamelle de fromage tendue, on lit sur l'arête de la table tournée vers nous la longueur de la lamelle de fromage — d'une pointe de pince à l'autre pointe ; on note également la position de l'aiguille. A ce moment-là, on fait tourner lentement le bouton au centre du disque de mensuration, mais avec une vitesse toujours égale. Pendant ce temps, on observe, au moyen d'une loupe, le mouvement de l'arête antérieure du chariot. Au moment de la rupture — que précède ordinairement un arrêt assez long du chariot sur place — on note la position du bord du

chariot. Ce chariot a été, du fait de la tension du ressort, amené à la position du ressort à zéro. Le parcours effectué depuis la première lecture (début de l'action de la traction) jusqu'à la deuxième lecture (moment de la rupture), nous permet de mesurer la résistance à la traction de la masse du fromage, tandis que le parcours effectué de la deuxième lecture à la troisième (le ressort se trouvant de nouveau en tension zéro), nous donne la mesure de la force de traction qui a été employée.

Nous allons exprimer la résistance à la rupture de la masse du fromage par les rapports des nombres suivants :

$$B = \frac{v}{l}$$

formule dans laquelle :

B représente la traction à la rupture de la masse du fromage (en millimètres),

v, l'allongement au moment de la déchirure (en millimètres),

l, la longueur de la lamelle de fromage (en millimètres).

Nous avons fait ailleurs un rapport sur un domaine spécial d'application de cette méthode (1). Ici, nous allons simplement mentionner quelques chiffres ayant pour but de montrer dans quelles limites a été trouvée la résistance à la rupture dans le fromage d'Emmental.

EXEMPLES

Désignation du fromage	Longueur de la lamelle de fromage	Allongement au moment de la déchirure	Résistance à la rupture $\frac{v}{l}$
	$\frac{m}{mm}$	$\frac{m}{mm}$	
1. Emmental	76,9	14,3	0,186
2. Emmental	98,4	12,2	0,124
3. Emmental	104,9	10,3	0,098
4. Emmental	97,4	9,9	0,102
5. Emmental	111,5	9,7	0,095
6. Emmental (l)	93,0	6,3	0,068
7. Emmental (l)	105,2	5,8	0,054
8. Emmental (l)	86,7	5,4	0,062
9. Gruyère	86,1	4,5	0,051
10. Gruyère (l)	93,6	2,8	0,030
11. Gruyère (Brockler) (l)	74,3	1,9	0,026

N. B. — On appelle « lainure » (l) des fentes plus ou moins grandes qui se produisent à la place des trous.

Sans doute, faut-il faire remarquer, en outre, qu'il existe dans le même fromage toujours des places plus faibles. Les chiffres que nous

(1) Recherches de chimieo-physique sur le fromage de Gruyère en tenant compte tout spécialement de la « lainure ». *Landw. Jahrbuch des Schweiz*, 1930, p. 439.

avons donnés plus haut représentent par conséquent essentiellement les moyennes de différentes recherches dans le même fromage.

RÉSUMÉ

Nous avons essayé, en nous basant sur nos connaissances actuelles de l'état de la gelée du fromage, de caractériser d'une façon assez précise la masse du fromage et de montrer également dans quelle direction la pratique de la fabrication des fromages doit attendre des éclaircissements nouveaux et plus complets des recherches de la chimie colloïdale.

Nous proposons comme méthodes de recherches physiques pour le fromage d'Emmental :

1^o De rechercher le degré de dureté et respectivement de résistance à la pénétration ;

2^o De déterminer l'élasticité, savoir :

a) en éprouvant le fromage au point de vue de la pression,

b) en l'essayant au point de vue de la traction ;

3^o De déterminer la résistance à la déchirure.

En nous servant de quelques exemples de nos analyses, nous avons montré le parti que l'on pouvait tirer dans ce but des méthodes ci-dessus désignées.

L'INFECTION LATENTE DE LA MAMELLE ET SES RÉVEILS. LES MOYENS DE LA DÉPISTER

par CH. PORCHER

Docteur ès Sciences physiques.

(Suite)

Dans les cas les plus simples, peut-on dire qu'elle perd son caractère spécifique ? N'y a-t-il vraiment qu'une déviation du fonctionnement de la cellule spécifique mammaire permettant à celle-ci de revenir à la situation *ante* lors de la guérison, vraie ou apparente ?

Peut-on admettre que l'infection, en déversant des produits irritants dans les espaces lacunaires, trouble la composition chimique du liquide qui baigne les cellules acineuses, et du même coup celle du lait sécrété ? Il est bien des degrés dans les manifestations cliniques, si variées, si diverses, depuis les invisibles jusqu'aux tapageuses, qui s'offrent à nous. N'avons-nous pas sous les yeux un exemple bien connu de large infection de la mamelle qui ne nuit nullement au fonctionnement normal de celle-ci ; aussi, *devrions-nous dire plutôt large infection du lait au sein d'une mamelle dont le tissu reste apparemment indemne*. C'est le type d'une maladie invisible.