



HAL
open science

ÉTUDES RHÉOLOGIQUES SUR LE BEURRE

Maurice Beau

► **To cite this version:**

Maurice Beau. ÉTUDES RHÉOLOGIQUES SUR LE BEURRE. *Le Lait*, 1950, 30 (299_300), pp.593-608. hal-00928026

HAL Id: hal-00928026

<https://hal.science/hal-00928026>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

M. BEAU. — Etudes rhéologiques sur le beurre. 593

Prof. LONCIN et M^{lle} J. GEAIRAIN. — Virulence de *Mycobacterium tuberculosis* dans le fromage blanc. 608

R. FERRANDO. — Aspects de l'alimentation de la vache laitière. 612

LUCIE RANDOIN et A. PERROTEAU. — Détermination des teneurs en vitamines C, A, B₁, B₂ de différents laits de femme et étude des modifications de ces teneurs au cours de la stérilisation et de la conservation effectuées au Lactarium 622

XII^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE LAITERIE (Stockholm, août 1949) :

W. DORNER. — Nettoyage du matériel des laiteries et vérification de son efficacité 629

Bibliographie analytique :

1^o Les livres 640

2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 649

Bulletin bibliographique :

1^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 675

2^o Brevets 678

Supplément technique :

G. GÉNIN. — Le mécanisme de l'action de la formaldéhyde sur les fibres synthétiques à base de protéines 680

BULLETIN ANALYTIQUE :

1^o Revues 687

2^o Brevets 693

Documents et informations :

M. BEAU. — La situation laitière 698

Un aperçu de l'industrie laitière en Australie, au cours du deuxième trimestre 1949 701

Traitements des eaux d'industrie laitière. 702

Prix annuel de laiterie 702

Nécrologie : Professeur Costantino GORINI 703

Table des matières 704

Table des auteurs 710

Table des ouvrages analysés 720

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

ÉTUDES RHÉOLOGIQUES SUR LE BEURRE

par

MAURICE BEAU

Ingénieur Agronome

On a été amené, depuis une dizaine d'années, à étudier d'une façon approfondie les propriétés rhéologiques des pâtes fromagères et beurrières, c'est-à-dire ce que l'on peut, d'une façon générale, et

(1) Reproduction interdite sans indication de source.



d'ailleurs un peu vague, appeler la « consistance » de ces pâtes. Cette dernière joue évidemment un rôle, non seulement dans la tenue de ces pâtes pendant les divers opérations qu'on leur fait subir, mais aussi dans la manière dont elles se comportent une fois lancées sur le marché et arrivées chez le consommateur.

C'est ainsi que, pour le beurre par exemple, les questions telles que sa tenue en diverses saisons, sa résistance à la coupe, sa tartabilité jouent un rôle dans son comportement après fabrication et peuvent même faire varier la valeur commerciale du produit.

Ces questions se sont posées surtout à propos des nouvelles méthodes de fabrication du beurre en continu : on s'est demandé si les beurres obtenus par ces nouveaux procédés avaient bien, à ce point de vue, les mêmes propriétés que les beurres de barattes, bref s'il s'agissait bien de « beurre » au sens commun du mot.

Des études ont donc été entreprises à cet égard ; les plus complètes nous ont paru être celles du Pr W. MOHR, Directeur de l'Institut de Physique de la Station laitière de Kiel (Allemagne) et le présent article est basé sur ces travaux (1).

* * *

Voici tout d'abord comment l'auteur définit les différents termes servant à désigner les diverses propriétés physiques du beurre et les diverses méthodes de mesure de ces propriétés :

Le terme *structure* (Struktur) s'applique aux éléments primaires de la matière grasse exempte d'eau et comprend notamment la forme, amorphe ou cristalline, de cette matière grasse, c'est-à-dire la forme huile, la forme gelée, la forme cristaux, avec les dimensions de ceux-ci.

Mais ce mot ne comprend pas la situation réciproque de ces éléments les uns vis-à-vis des autres et leurs relations mutuelles, c'est-à-dire notamment les quantités de chacun d'eux et la façon dont ils sont liés et se pénètrent l'un l'autre.

Le terme *texture* (Gefüge) (2) s'applique au contraire à la construction (macroscopique et microscopique) du beurre au moyen de

(1) Ceux-ci ont paru dans les numéros suivants de la Revue mensuelle allemande *Die Milchwissenschaft*, août et décembre 1948, août et septembre 1949. Les photographies et dessins ainsi que des renseignements complémentaires nous ont été aimablement fournis par le *Professeur Mohr*, auquel nous adressons nos remerciements.

Nous avons traduit au mieux les termes allemands employés par l'auteur, mais nous indiquons entre parenthèses le mot original allemand. Il s'agit en effet de termes techniques nouveaux, qu'il est parfois difficile de traduire en français, étant donné surtout la facilité, qui n'existe pas dans notre langue, de former, comme en allemand, des mots composés en ajoutant les mots simples les uns au bout des autres.

(2) L'auteur, afin d'éviter toute confusion, laisse volontairement de côté le terme allemand *Textur*, qui semble en effet faire double emploi avec le terme « Gefüge ».

ses composants, autrement dit à l'ensemble des liaisons générales internes du beurre.

Dans cet ensemble sont à considérer la quantité de babeurre ou d'eau, leur répartition et la quantité de graisse libre, sa composition (ainsi que celle de la graisse à l'état de gelée, de graisse fluide, de cristaux), la quantité de graisse sous forme de globules gras, la perte en huile, la friabilité du beurre, etc.

Le terme *consistance* (Konsistenz), celle-ci étant évidemment influencée par la texture sans lui être identique, comprend toutes les propriétés du beurre telles que dureté, viscosité, plasticité, élasticité, extensibilité, résistance au brisement, à la coupe, adhérence, moulabilité, etc.

Cette consistance a une signification à la fois théorique et pratique. En pratique on exige que le beurre se laisse mouler facilement en morceaux à arêtes vives, et que ces morceaux, généralement parallélépipédiques, gardent leurs arêtes vives également en été sous les températures habituelles de conservation à l'air (jusqu'à 20° et même au-dessus).

Le beurre, mis en caisses ou en tonneaux, doit pouvoir aussi conserver sa forme après enlèvement des parois ou des douves et ne pas perdre cette forme sous son propre poids. Par contre, en hiver, il ne doit pas être trop dur, mais avoir encore une bonne tartinabilité (jusqu'à 15° et même en-dessous).

Le beurre possède des propriétés plastiques et élastiques : sous de faibles pressions il se comporte comme un solide élastique et la viscosité dans ce domaine peut être considérée comme infiniment grande. Si les pressions augmentent on atteint à un moment une valeur où le beurre commence à couler et où la viscosité prend une valeur finie, qu'on appelle « limite d'écoulement inférieure » (Flieszpunkt) (1). Si les pressions continuent à augmenter, on atteint finalement une valeur constante qu'on appelle « limite d'écoulement supérieure ».

Les essais ont porté sur des beurres fabriqués par les trois méthodes habituelles (beurres Alfa et Fritz de crème douce, beurres de baratte de crème acide). Les morceaux étudiés ont toujours été gardés pendant vingt-quatre heures dans le local à température constante où les mesures devaient être faites ; en-dessous de ce laps de temps, on n'a pas la garantie que les morceaux de beurre aient pris dans toutes leurs parties la température des mesures à faire.

* * *

(1) En anglais « yield value » (point où le beurre cède).

Les méthodes de mesure de la consistance mise au point tout d'abord sont les suivantes (1) :

1. Méthode du pénétromètre Détermination de la dureté (Härte) ou de la limite d'écoulement (Flieszpunkt) inférieure.

C'est une méthode analogue à celle de Brinell servant à mesurer la dureté des métaux. L'auteur l'a pratiquée au moyen d'un appareil comprenant, soit une bille de 2 centimètres de rayon, soit un cône de même rayon et de même hauteur, placés à la surface du beurre et s'enfonçant sous un poids déterminé. Le poids employé et la profondeur atteinte donnent une mesure relative de la dureté.

La théorie (2) indique que, pour un enfoncement h du cône sous un poids G , la limite d'écoulement inférieure K est atteinte par la matière située à la surface du cône. En appelant F_1 la surface de base de la partie du cône enfoncée dans le beurre, on a $K = \frac{G}{F_1} = \frac{G}{\pi h^2}$

Voici quelques résultats obtenus sur des beurres Alfa en 60 secondes à 20° C. :

Numéros	Charges G (en grammes)	Enfoncement h (en centimètres)	Limite d'écoulement K
1	250	0,688	0,168
	500	0,943	0,168
2	500	0,643	0,385
	1.000	1,920	0,369
3	1.000	0,829	0,462
	1.500	1,062	0,426

Le domaine de la limite d'écoulement inférieure va de 40 grammes pour les beurres d'été à plus de 1 kilogramme pour les beurres d'hiver, si bien que l'on peut facilement différencier les beurres d'après leur dureté.

2. Méthode du plastomètre Détermination de la viscosité (Viskosität)).

Le plastomètre de HÖPPLER modifié (3) consiste en deux plaques circulaires parallèles de 5 à 6 centimètres de diamètre, entre lesquelles on place un cylindre de beurre de 2 centimètres de hauteur sur 4 centimètres de diamètre. La plaque inférieure est fixe et la plaque supérieure mobile est liée à une tige verticale surmontée d'une plate-forme que l'on peut charger de poids. La tige agit sur un compteur à cadran qui permet de mesurer à chaque instant

(1) *Milchwirtschaftliche Zeitung*, Berlin, 1933.

(2) *Scott Blair. Journal of Dairy Research*, 1938, 1940, 1941, et *Journal of Science Instruments*, 1940, 1941, 1942.

(3) *Hoppler. Das Höppler Konsistometer. Forschungsberichte der Firma Gebr. Haake*, 1940.

l'abaissement de la plaque supérieure avec une approximation de 0,001 millimètre (1 μ).

Trois variables sont à considérer : la charge, le temps et la déformation ; deux d'entre elles étant maintenues constantes, on peut mesurer le troisième. Appelons :

Q la charge en grammes.

F1 la moyenne des surfaces supérieures du cylindre avant et après la compression et l'aplatissement qui en résulte.

h_0 la hauteur primitive du cylindre de beurre et h_1 sa hauteur sous le charge Q au bout de t secondes.

S la déformation.

η la viscosité.

On a (3) :

$$S = \frac{h_0 - h_1}{h_0} = \int_{h_0}^{h_1} \frac{dh}{h} \text{ et } \eta = \frac{9 B_1 Q \times t}{3 F_1 \times S}$$

le résultat s'exprime directement en unités absolues (mégapoises).

On a pu d'abord constater que, pour les beurres d'hiver très durs, le point d'écoulement était difficile à atteindre, c'est-à-dire que l'on reste dans le domaine de la plasticité.

De plus, en limitant la durée des essais à 60 secondes, on trouve un bon parallélisme entre l'abaissement du plateau supérieur et la limite d'écoulement pratique.

Sur des beurres d'été mous (Alfa et beurres de crème acidifiée), la viscosité, ainsi calculée, a varié au bout des dix premières secondes de 0,35 à 0,84 mégapoises, puis a monté rapidement dans les deuxièmes dix secondes jusqu'à cinq à vingt fois sa valeur primitive, pour augmenter encore ensuite, mais d'une façon plus lente et moins prononcée. Voici les chiffres pour un beurre Alfa d'été chargé d'un poids de 600 grammes et dont l'essai a duré 10 minutes.

Temps (en secondes)	Pression (en dynes par centimètre carré)	Pertes de hauteur (en centimètres)	Viscosité (en mégapoises)
0	15,610	0,000	»
10	13,070	0,653	0,33
20	10,460	0,653	13,10
60	10,270	0,685	34,20
150	10,200	0,707	56,60
270	10,050	0,727	90,70
360	9,910	0,736	141,80
480	9,760	0,752	88,9
600	9,680	0,765	88,0

On voit que la viscosité augmente jusqu'à la sixième minute pour diminuer ensuite et devenir constante.

Par contre, pour un beurre Alfa d'hiver extra dur, la viscosité, après une montée rapide au bout de 20 à 30 secondes redescend rapidement et fortement. Voici les chiffres pour une charge de 6 kilogrammes :

Temps (en secondes)	Pression (en dynes par centimètre carré)	Pertes de hauteur (en centimètres)	Viscosité (en mégapoises)
0	156,060	0,000	»
10	150,200	0,150	19,3
20	141,600	0,220	36,7
30	138,010	2,242	111,4
45	134,890	0,300	60,6
60	128,330	0,410	28,8
80	109,270	0,790	8,2

Il faut d'ailleurs remarquer que, dans ces essais, un écoulement en bloc (Blockflieszen) se produit certainement sous la pression, avec formation d'huile et de surfaces de glissement, surtout chez les beurres d'été, où le phénomène a lieu dès le début de l'essai, mais aussi chez les beurres d'hiver où il est cependant moins prononcé.

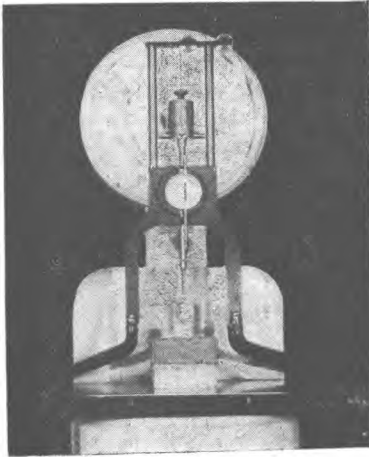


Fig. 1. — Mesure de la résistance à la coupe.

Les expériences parallèles sur le même beurre, relatives aux temps correspondants à des déformations égales (de 2 cm. à 1 cm. 21 en 60 secondes), donnent souvent des résultats assez discordants, de 20% et au-dessus, surtout pour des charges dépassant le kilogramme, si bien qu'une seule mesure au plastomètre est insuffisante ; aussi fait-on toujours au moins deux essais par échantillon.

Toutefois on n'obtient pas ainsi la véritable viscosité du beurre, mais d'assez bonnes différenciations de la consistance, car les mesures sont justes à $\pm 5\%$ et l'étendue de ces valeurs va de 1,5 à 20 mégapoises.

3. Résistance à la coupe (Schnittfestigkeit) à 15° et 20° C.

On la mesure également avec l'appareil de Höppler, mais en remplaçant le plateau supérieur par un fil métallique coupant de 0 mm. 3 d'épaisseur tendu au-dessous de la partie ouverte d'un étrier en forme d'U de 5 cm. 5 de large (fig. 1).

Ce fil coupe, avec une vitesse constante de 0 mm. 1 par seconde, un dé de beurre de 2 cm. 5 de côté placé sur une balance. La résistance opposée par le beurre à la pénétration de ce fil peut être mesurée sur la balance à 1 gramme près. Les valeurs de la résistance à la coupe sont lues quand le fil atteint le milieu du dé de beurre et sont exprimées en grammes.

Le tableau suivant donne les résultats d'une série d'essais, chaque chiffre représentant la moyenne de 3 à 6 mesures ; température 20° C.

Numéros	Beurres	R C.	Variations (Grammes)
<i>Beurre d'été :</i>			
1	Alfa	39	3
2	Alfa	28	2
3	Fritz	15	1
4	Baratte	24	2
<i>Beurre d'hiver :</i>			
1	Alfa	190	9
2	Alfa	139	6
3	Faratte	79	2
4	Faratte	59	4

A 15° on peut classer les beurres comme suit d'après la résistance à la coupe qu'ils présentent :

Au-dessous de 14 grammes : beurre trop mou.

Au-dessus de 25 grammes : beurre suffisamment ferme.

Au-dessus de 100 grammes : beurre trop dur.

Les variations montrent que les erreurs de mesure atteignent en chiffres ronds $\pm 10\%$ pour les beurres à résistance faible (14 à 39 grammes). Les résistances plus élevées peuvent être déterminées plus exactement et l'erreur proportionnelle tombe à $\pm 5\%$. Lorsque la résistance est très petite l'exactitude correspondante est aussi plus petite. Malgré que les variations soient relativement élevées, cette méthode se prête bien à la mesure de la consistance du beurre.

Naturellement la résistance à la coupe varie avec la température ; elle lui est inversement proportionnelle et les courbes qui la représentent sont des lignes droites plus ou moins inclinées sur l'axe des X croissants. Une variation de 0°1 C. correspond à une différence de 2% dans la résistance à la coupe.

D'autre part la variation de la vitesse de coupe ne donne rien de caractéristique en relation avec la structure du beurre, les différences étant trop petites. Les meilleurs résultats obtenus l'ont été avec la vitesse indiquée ci-dessus de 0 mm. 1 par seconde.

* * *

Ces trois premières méthodes sont en résumé utilisables ; cependant elles déterminent trois points différents de la courbe représentant la limite d'écoulement :

Le point d'écoulement pratique représente la limite inférieure de celui-ci pour une vitesse de pénétration de 0,001 centimètre-seconde.

La méthode au plastomètre donne la poussée à une vitesse d'enfoncement de 0,01 centimètre-seconde.

La résistance à la coupe correspond à une vitesse de coupe de 0,25 centimètre-seconde.

En général cependant la concordance est bonne. Voici quelques exemples de résultats comparatifs obtenus :

Sortes de beurres	Défauts de texture	Viscosité au plastomètre	Limite d'é- coulement	Résistance à la coupe
Alfa d'hiver	sans	11,40	0,68	91
Alfa d'été	sans	2,76	0,16	25
Alfa d'hiver	sans	15,60	0,81	156
Alfa d'été	sans	2,10	0,12	20
Fritz d'hiver	friable	9,00	0,33	45
Fritz d'été	friable	1,10	0,045	12
Fritz d'été	sans	0,99	0,041	10
Baratte d'hiver	friable	12,30	0,74	85
Baratte d'été	sans	2,88	0,14	28
Baratte d'hiver	huileux	0,66	0,03	9

(contenant de l'air)

Mais il y a parfois aussi, entre les résultats des trois méthodes, des discordances pouvant notamment provenir d'une texture hétérogène du beurre par exemple de sa friabilité, de la présence d'huile ou de grosses bulles d'air, notamment dans le cas du dernier beurre du tableau ci-dessus.

C'est pourquoi, dans les essais suivants, l'auteur a adopté un certain nombre de méthodes nouvelles, en gardant comme méthode de comparaison celle de la résistance à la coupe, qui a évidemment une grosse importance pratique.

4. Flexion sous son poids (Eigendurchbiegung) à 20° (beurres mous).

Cette méthode consiste à suivre dans le temps le processus de déformation du beurre sous son propre poids. Tout particulièrement elle doit permettre de voir jusqu'à quel point de semblables déformations lentes peuvent être prévenues en se basant sur la valeur de la résistance à la coupe.

On coupe sur l'échantillon de beurre un petit bâtonnet de 10 centimètres de longueur d'arête sur une section de 2 cm. \times 2 cm., que l'on pose, par l'intermédiaire de deux supports plats en laiton (fig. 2) sur deux couteaux distants de 8 centimètres, si bien que la partie libre du bâtonnet est de 6 centimètres. On mesure ensuite



Fig. 2. — Mesure de la flexion du beurre sous son poids.



Fig. 3. — Mesure de la flexion du beurre sous pression.

d'heure en heure la flexion au milieu du bâtonnet entre les deux supports. Les mesures sont poursuivies pendant huit heures, à moins que les bâtonnets ne se brisent auparavant.

La vitesse de flexion pendant les premières heures est, pour presque tous les beurres Alfa, plus élevée qu'entre la quatrième et la huitième heure, malgré qu'au début le beurre soit notablement plus raide. Il se produit donc un profond raffermissement, sauf si le beurre se brise avant... Cette observation n'a pas été faite, ou du moins pas avec autant de netteté, avec les beurres de barattes faits de crèmes acides.

Voici quelques résultats obtenus par cette méthode en comparaison avec la résistance à la coupe pour des beurres d'été :

Sortes de beurres	Résistance à la coupe	Hauteurs de flexion	Durée de l'essai
Alfa normal	17	0,54	24 heures
Alfa normal	23	0,10	24 heures
Alfa stratifié	16	0,78	45' (brisé)
Alfa stratifié	16	0,30	24 heures
Fritz normal	8	1,00	9 heures (brisé)
Fritz normal	8	1,02	15 heures (brisé)

5. Flexion sous pression (Druckdurchbiegung) à 15° (beurres cassants et graisseux).

Pour les beurres durs, dont la flexion sous leur propre poids est trop faible (résistance à la coupe supérieure à 25 grammes), la méthode précédente n'est pas utilisable. Il faut ajouter une certaine pression sur le bâtonnet de beurre.

Pour courber ce dernier, on place en son milieu montée sur le plastomètre (fig. 3), une barre de pression de 6 cm. 8 de long dont les arêtes inférieures ont été arrondies et qui est mue verticalement de haut en bas avec une vitesse constante de 0 cm. 1 par seconde.

L'appareil est installé sur une balance de telle façon que la flexion du beurre puisse être lue au moyen d'une échelle placée sur celle-ci. La hauteur de flexion la plus élevée obtenue, au moment où le beurre se brise, donne une valeur utilisable de la « friabilité » ou « brisabilité » (Bröckligkeit) du beurre. Cette méthode a par suite sa véritable signification pour les beurres d'hiver. C'est également une mesure de la faculté de moulage, de l'expansibilité et de la résistance du beurre à la rupture.

Appelons Sf la résistance à la coupe.

B1 la charge de rupture (poids maximum lu sur la balance).

h la hauteur de flexion (différence entre).

Les valeurs maxima de Sf-B1 sont obtenues lorsque la rupture a lieu immédiatement après que le point d'écoulement est atteint,

soit au voisinage de 0,32. On a alors $h' = \frac{Sf \times h}{B1 \times 0,32}$.

La différence entre h et h' est un repère approximatif de la grandeur du domaine plastique entre le point d'écoulement et le point de brisure; h' lui-même est une donnée approximative de la grandeur du domaine élastique.

Les différences (h — h'), petites en comparaison de l'allongement total, varient très fortement en pourcentage. Mais la variation absolue, sauf quelques rares exceptions, reste inférieure à ± 0 mm. 7. Pour un beurre d'hiver normal la limite d'erreur de la méthode atteint 10%.

La signification de la différence (h — h') pour la détermination de la consistance du beurre résulte aussi de ce fait que les échantillons où cette différence est faible sont peu tartinables, donc très cassants, et inversement.

Voici quelques résultats obtenus à 15° C. :

Sortes de beurres	Résistance à la coupe	Hauteurs de flexion	Valeurs de h-h'
Alfa	117	9,4	1,7
Fritz	131	9,0	1,3
Baratte	163	11,5	2,5
Alfa	139	12,2	0,2
Baratte	255	18,1	6,3

Tartinabilité (Streichfähigkeit) à 15°.

Pour mesurer la résistance que l'on éprouve à tartiner du beurre, l'auteur a construit un appareil spécial (fig. 4 et 5), comprenant un chariot qui se déplace sur rails en entraînant une plaque verticale en métal, coupée en biseau, de 2 millimètres d'épaisseur ayant la

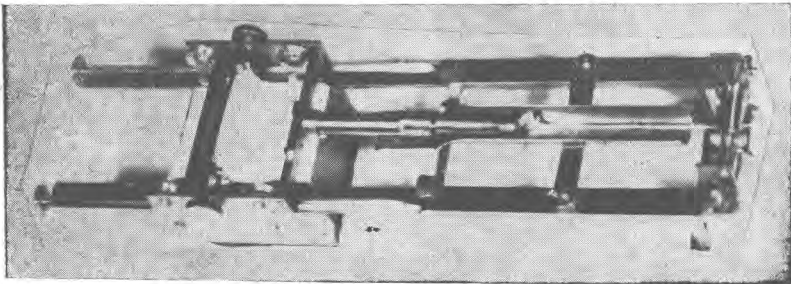


Fig. 4. — Mesure de la résistance à la tartinabilité (vue de l'appareil).

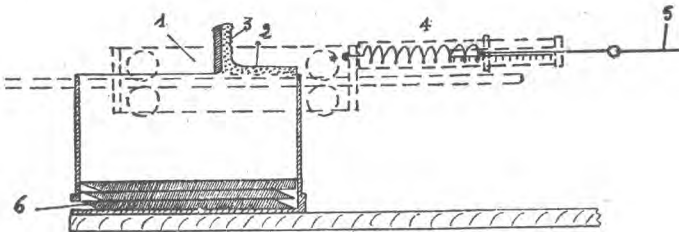


Fig. 5a. — Appareil à tartiner (schéma) :

1: chariot avec couteau ; 2: beurre à raler ; 3: Beurre ralé ; 4: dynamomètre à ressort ; 5: fil de traction ; 6: plaques métalliques.

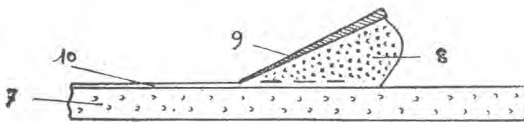


Fig. 5 b. — Tartinage au couteau :

7: morceau de pain ; 8: beurre à tartiner ; 9: couteau de table ; 10: couche de beurre tartiné.

forme d'un couteau dont l'arête est oblique sur la direction du mouvement et qui racle la surface du beurre. Ce couteau se meut à une vitesse de 1 centimètre par seconde au-dessus d'une caisse remplie de beurre dont la section horizontale est de 6 cm. \times 8 cm. et la profondeur de 5 centimètres.

En ajoutant au fond de la caisse des plaques métalliques de 2 millimètres d'épaisseur, le contenu peut être relevé chaque fois de 2 millimètres. Le couteau passe sur la couche de beurre ressortante au-dessus des bords de la caisse. La tige qui l'entraîne porte un dynamomètre qui indique les forces de traction en kilogrammes. On peut ainsi faire jusqu'à 10 opérations successives sur le même beurre.

Voici quelques résultats obtenus sur des beurres d'été à 15° et 20° C.

Sortes de beurres	Résistance à la coupe (en grammes)		Résistance à la tartina- bilité (en kilogrammes)	
	A 15°	A 20°	A 15°	A 20°
Alfa non moulé	45,0	14,0	0,68	0,19
Alfa moulé	60,8	15,3	0,88	0,21
Fritz non moulé	72,8	10,4	1,10	0,19
Fritz moulé	55,1	9,2	0,79	0,18
Alfa d'hiver	197,5	96,0	2,48	1,35

La plupart des résultats montrent qu'il y a proportionnalité entre la résistance à la tartinabilité et la résistance à la coupe. La courbe des valeurs de la première en fonction de la seconde est une droite inclinée sur l'axe des X avec une erreur de $\pm 5\%$ au maximum, sauf pour quelques rares exceptions.

7. Faculté de graissage (Schmierfähigkeit) à 20° C.

Cette propriété se manifeste quand on malaxe ou qu'on moule le beurre ; on dit que celui-ci devient graisseux (schmierig) ou pâteux (salbig).

L'appareil utilisé (fig. 6) consiste en un cylindre rempli de beurre fermé hermétiquement, dans lequel se meut un piston percé de

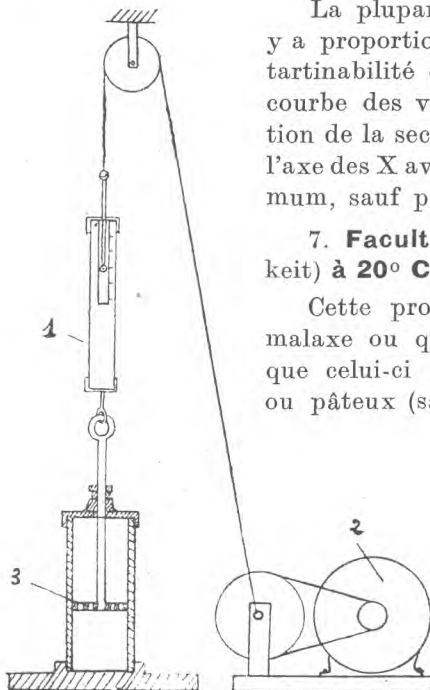


Fig. 6. — Mesure de la faculté de graissage : 1 : dynamomètre ; 2 : moteur ; 3 : piston à trous.

trous que l'on enfonce à la main jusqu'au fond. Puis on le fait remonter au moyen d'un moteur électrique tirant sur la tige du piston par l'intermédiaire d'un petit dynamomètre permettant de mesurer la force de traction.

La vitesse de déplacement du piston est de 0 cm. 1 par seconde. On lit les valeurs indiquées par le dynamomètre six fois pendant la remontée du piston et on prend la moyenne.

Voici quelques résultats obtenus en grammes dans quatre remontées successives du piston à 20° et quatre déformations correspondantes :

Sortes de beurres	Résistance à la coupe	Forces de traction en grammes			
		1	2	3	4
Fritz	10,5	1.780	1.520	1.460	1.420
Faratte	11	1.700	1.500	1.420	1.360
Alfa	14	1.460	1.300	1.180	1.090
Baratte	16	2.260	1.930	1.780	1.740
Alfa	18	1.460	1.130	1.140	1.110
Alfa	21	1.690	1.470	1.260	1.150
Alfa	24	1.740	1.410	1.410	1.330

Sur 19 beurres étudiés la moyenne des rapports entre les opérations successives ont été les suivantes :

Rapport 1/2 = 118.

Rapport 3/4 = 109.

Rapport 1/4 = 138.

Dans tous les cas il y a une diminution de traction d'une opération à la suivante, mais il n'y a pas de relation avec la résistance à la coupe.

8. Perte d'huile (Ausölen) à 25° pendant 48 heures.

La question de la perte d'huile du beurre joue en été un rôle qui n'est pas négligeable. Avec la constitution souvent trop molle des beurres fabriqués par les nouveaux procédés continus pendant les mois d'été, on observe souvent une séparation d'huile trop forte.

Pour mesurer cette perte on place de petits cubes de beurre de 2 cm. 5 de côté sur 10 feuilles de papier à filtrer de 8 cm. × 8 cm. (fig. 7), préalablement séchées et pesées et on met le tout dans une étuve à température constante de 25° pendant quarante-huit heures.

Puis on place les échantillons pendant quelques minutes à une température basse (10°) afin que les dés puissent être facilement séparés de leurs supports. Une nouvelle pesée du papier-filtre

après séchage permet de calculer le pourcentage de perte par séparation d'huile.

Un bon beurre d'été ne doit pas perdre plus de 15 % de son poids. Les valeurs pour le beurre d'hiver sont notablement plus basses (6 à 8 %). Les écarts d'avec les valeurs moyennes sont de 0,3 à 0,4 %.

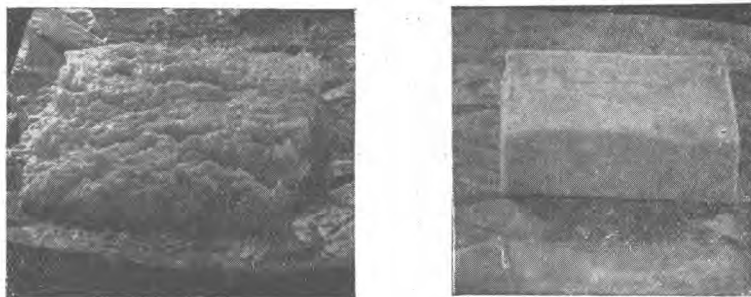


Fig. 7. — Perte d'huile :

a) Beurre Fritz contenant beaucoup d'air et perdant beaucoup d'huile.

b) Beurre Alfa perdant peu d'huile.

Les défauts dus à une présence d'air trop élevée (beurre Fritz), ou à une stratification du produit (beurre Alfa) sont les causes de pertes élevées d'huile.

Le Pr MOHR donne, pour une vingtaine de beurres, les résultats comparés obtenus par les différentes méthodes en prenant comme point de comparaison ceux de la résistance à la coupe. Mais, sans doute par suite des caractères individuels de chaque beurre, on ne constate pas à première vue de parallélisme bien net entre les différentes méthodes. C'est ainsi par exemple que deux beurres Alfa présentant à la coupe des résistances très différentes (38,5 et 58,5) ont des tartinabilités presque égales (622 et 642).

Afin de voir si cependant il y a parallélisme dans l'ensemble, les beurres étant classés par ordre de résistance croissante à la coupe (de 30,5 à 70), nous avons partagé la liste en quatre groupes de cinq et calculé les moyennes de chaque groupe, ce qui donne les chiffres suivants :

Groupe	Résistance à la coupe	Résistance à la tartinabilité	Charge de rupture	Flexion sous pression	Flexion sous son poids	Faculté de graissage
1 : de 1 à 5 . . .	35,3	591	155	11,49	0,24	1.548
2 : de 6 à 10 . .	41,2	618	161	13,64	1,70	1.670
3 : de 11 à 15 . .	45,3	751	167	14,01	4,04	1.749
1 : de 16 à 20 . .	57,6	747	218	13,42	1,18	1.642

Il n'y a de réel parallélisme entre les quatre groupes qu'entre la résistance à la coupe et la charge de rupture, éventuellement la tartinabilité, le chiffre de 747 du quatrième groupe ne différant que très peu de celui de 751 du troisième groupe.

Par contre les trois autres données, qui croissent du premier au troisième groupe, subissent une réduction très nette pour le quatrième groupe. Il est difficile de savoir s'il s'agit là d'un simple hasard ou d'une loi ; il est seulement remarquable que, dans les trois cas, le quatrième groupe présente des chiffres inférieurs.

* * *

En résumé, les travaux du P^r MOHR ont déjà considérablement déblayé le terrain ; ils auraient naturellement besoin d'être répétés dans d'autres pays fabriquant des beurres ayant des caractéristiques différentes, et il serait utile de se mettre d'accord sur les appareillages à employer et sur des méthodes standards à utiliser.

Ces travaux ont surtout porté sur des beurres Alfa (16 sur 20). La raison en est sans doute, d'un côté que le P^r MOHR est pour une grande part l'inventeur du procédé, d'un autre côté que c'est le beurre Alfa qui a été et est encore le plus discuté, parce que obtenu sans barattage, au contraire du beurre Fritz par exemple.

C'est aussi le beurre qui nous paraît le plus susceptible de donner des résultats comparables, parce qu'il ne renferme pas d'air et que le babeurre (ici le lait écrémé) y existe en gouttelettes extrêmement petites réparties d'une façon très homogène. Le beurre Fritz est, à ce dernier point de vue, dans le même cas, mais contient des bulles d'air ; quant au beurre de baratte, il contient à la fois de l'air et des gouttes de babeurre plus ou moins grosses.

Or, les mesures rhéologiques sont évidemment influencées par les grosses bulles ou gouttelettes présentes dans l'échantillon examiné ; par exemple, au niveau de celles-ci la résistance à la coupe est nulle, la charge de rupture est faible et la tartinabilité varie aussi.

Quoiqu'il en soit, il semble que l'on puisse cependant tirer les conclusions générales suivantes :

1. La résistance à la coupe, à la tartinabilité et la charge de rupture croissent ensemble, si bien que la mesure de l'une peut donner une idée des deux autres. Or ces trois propriétés ont une importance pratique considérable, notamment les deux premières, qui jouent le rôle principal lorsqu'il s'agit, soit de donner une forme au beurre, de le mouler (transformateurs), soit de le distribuer (détaillants), soit de l'utiliser (consommateurs).

2. Quant aux trois autres propriétés, les deux premières, qui

indiquent une hauteur de flexion, augmentent, pour les trois premiers groupes, avec la résistance à la coupe et à la tartinabilité, ce qui, de prime abord, paraît assez paradoxal, car il semble que plus le beurre résiste à une action venue de l'extérieur (coupe ou tartinage), plus il devrait aussi résister à une pression quelconque, que celle-ci provienne de l'extérieur ou de son propre poids.

VIRULENCE DU MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS DANS LE FROMAGE BLANC (1)

par le Professeur LONCIN et M^{lle} J. GEAIRAIN

(Centre d'enseignement et de recherches pour l'industrie alimentaire
(Ceria) - Bruxelles.)

I. Considérations générales

Le *Mycobacterium tuberculosis* bovin peut être présent dans le lait de vaches atteintes de tuberculose. Il se trouve en grande quantité lorsque l'animal est atteint de tuberculose déclarée du pis.

Si l'on tient compte de ce que les appréciations les plus optimistes admettent que 30% au moins du cheptel bovin belge réagit positivement à la tuberculine, et que plusieurs (pour 100) de ces animaux fournissent un lait contenant des populations relativement élevées en *Mycobacterium tuberculosis*, on conçoit tout le danger qu'il y a à consommer le lait cru provenant d'animaux quelconques.

En effet, il est connu que le *Mycobacterium tuberculosis* bovin du lait infecté et de ses sous-produits est responsable d'au moins 30% des tuberculoses chez les enfants. Il provoque notamment des méningites tuberculeuses, ainsi que des tuberculoses intestinales et ganglionnaires.

Le lait destiné à être consommé en nature est pratiquement toujours pasteurisé en laiterie ou bouilli par le consommateur rural et par conséquent on peut admettre que les germes pathogènes thermolabiles éventuellement présents sont toujours inactivés.

Par contre, il se fabrique toujours actuellement de grandes quantités de beurre et de fromage blanc à la ferme, ces produits étant préparés à partir de lait non traité par la chaleur.

Nous ne nous étendrons pas sur les inconvénients et sur les dangers de la consommation de beurre fabriqué à la ferme, et il est triste de devoir constater qu'avec les 60% environ de beurres préparés dans ces conditions, forcément empiriques et malsaines, la Belgique se place à ce point de vue au dernier rang des pays civilisés.

On parle cependant beaucoup moins du fromage blanc, dont la

(1) Nous présentons nos très sincères remerciements à M. Willems, Directeur du Laboratoire de Diagnostic et de Recherches vétérinaires, qui a bien voulu nous aider par ses conseils.