L'ÉPURATION DU LAIT DANS L'INDUSTRIE LAITIÈRE. NÉCESSITÉ DE LA FILTRATION OU DE L'ÉPURATION CENTRIFUGE. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

J. Giroux

▶ **To cite this version:**

J. Giroux. L'ÉPURATION DU LAIT DANS L'INDUSTRIE LAITIÈRE. NÉCESSITÉ DE LA FILTRATION OU DE L'ÉPURATION CENTRIFUGE. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS. Le Lait, 1937, 17 (164), pp.354-367. hal-00895276

HAL Id: hal-00895276
https://hal.science/hal-00895276

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.

ment par chauffage. Il s'agit pratiquement de la pasteurisation obligatoire.

Pour veiller à l'observation du décret du 24 janvir 1934 et garantir l'application des graves mais salutaires sanctions prévues, rappelons qu'il faut absolument instituer :

1° Le contrôle hygiénique du lait à la production — ce qui permettra d'éliminer réellement les laits hors commerce en dépistant les vaches laitières atteintes de tuberculose avancée du poumon, de tuberculose mammaire, intestinale ou génitale ;

2° Le contrôle hygiénique du lait à la consommation qui comprendra, pour les fins précises poursuivies ici, la contrôle rigoureux que réalise l'inspection bactériologique.

L'ÉPURATION DU LAIT DANS L'INDUSTRIE LAITIÈRE. NÉCESSITÉ DE LA FILTRATION OU DE L'ÉPURATION CENTRIFUGE. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS (1)

par J. GIROUX

Ingénieur Agronome. Directeur du Laboratoire central du contrôle des laits et de recherches chimiques et bactériologiques de la Société Laitière MAGGI.

Dans un grand nombre d'exploitations agricoles, l'étable est mal aménagée ; l'état de propreté du sol, des murs et des litières est pitoyable ; les animaux producteurs sont souillés d'excréments.

Les soins apportés à la traite sont insuffisants. La mamelle n'est pas lavée. Seule, l'heure de la mulsion est à peu près réglée, mais aucune précaution n'est prise pour éviter les contaminations du précieux liquide alimentaire que nous aurons plus tard à assainir et à transformer.

Il est même d'une pratique courante qu'on affourage le bétail pendant que le vacher procéde à la traite.

Ces fautes et négligences si préjudiciables à la qualité et à l'hygiène du lait, dès la production, occasionnent toujours de lourdes pertes pour l'industrie et ces pertes se traduisent finalement par des prix moins rémunérateurs offerts au cultivateur pour l'achat de ses fournitures. D'autre part, le développement de la consommation est également affecté par cette répugnance légitime « du lait sale », et cette mévente est d'autant plus regrettable qu'elle coïncide, dans notre pays, avec une production surabondante qui atteint déjà 150 millions d'hectolitres par an.

Nous savons bien qu'il est difficile d'obtenir le refroidissement du lait à la ferme. En différents points de notre territoire, les exploi-

(1) Rapport présenté au Congrès national de l'Industrie laitière. Nancy, 24-25 septembre 1936.

tations manquent d'eau au cours de la saison chaude. Mais la *filtration, aussitôt après la récolte*, constituerait déjà un *progrès considérable et nous devons l'exiger.*

Un simple passage du lait à travers une étamine métallique à mailles serrées suffit, en effet, pour retenir la plus grande partie des impuretés grossières : débris de fourrages, de litières, éléments solides des matières excrémentitielles, poussières et particules terreuses, et cette manipulation banale permet d'écarter des milliers de germes indésirables abrités dans ces matériaux qui se développent par millions, dans la suite, dans ce champ de culture idéale que constitue le lait brut maintenu pendant plusieurs heures entre 35° C. et la température ambiante.

Sans doute, les compagnies laitières organisent-elles, aujourd'hui, des ramassages accélérés, le plus rapprochés possible de l'heure de la traite. Elles bénéficient ainsi du pouvoir antibactérien propre du lait pour obtenir de meilleurs résultats hygiéniques dans son assainissement par la pasteurisation ou la stérilisation. Mais en maintes contrées, le travail est rendu difficile parce que les germes thermophiles, thermorésistants et surtout les sporulants sont déjà installés en trop grand nombre, au moment du traitement. De là, des laits de mauvaise garde qui, trop souvent, tournent à l'ébullition, chez le consommateur.

Le filtrage du lait à la ferme est d'une utilité évidente, dans tous les cas : il retarde les fermentations normales, et en particulier l'acidification, en même temps qu'il évite certaines fermentations secondaires susceptibles d'engendrer des goûts défectueux dans le lait lui-même, dans les crèmes, le beurre et les fromages

En attendant sa généralisation à la production qui ne pourra être réalisée que le jour où le lait sera payé selon sa propreté et son état de fraîcheur au moment de la livraison, son nettoyage est une nécessité dans nos industries, avant tout autre traitement ou transformation.

Deux systèmes s'offrent à nous pour effectuer ce nettoyage :

a) *la filtration,*

b) *l'épuration centrifuge.*

Etudions en toute objectivité les deux procédés.

La filtration sur ouate est la plus connue. La plupart du temps, le lait est versé sur un tamis spécial qui comprend deux étamines métalliques à mailles serrées, l'une fixe, formant le fond du filtre, l'autre mobile, entre lesquelles on dispose une couche de coton hydrophile comprise elle-même entre deux mousselines. Le lait traverse ces 5 éléments par simple gravitation.

Dans d'autres instruments, il est d'abord tamisé en passant à travers un tissu et un réseau métallique très fin ; il s'écoule dans un

	I. Boues d'épurateur								II. Boues d'écrémeuses					
	Laiterie A		Laiterie B		Laiterie B		Laiterie C		Laiterie D		Laiterie E		Laiterie F	
Date	2 avril 1936		7 avril 1936		14 avril 1936		25 avril 1936		2 avril 1936		7 avril 1936		16 avril 1936	
	Epurateur Vesta		Eputareur Vesta		Epurateur Vesta		Epurateur Vesta		Ecrémeuse Alfa-Laval		Ecrémeuse Alfa-Laval		Ecrémeuse Vesta	
Lait traité	8412 L (lait du matin)		8374L (Lait du matin)		8800L (Lait du matin)		9800 L (Lait du matin)		9900 L (2 traites)		2680 L (2 traites)		3150 L (2 traites)	
Température de traitement	30°		30°		30°		30°		27°		27°		27°	
Poids de boues	2 kg. 32 net		2 kg. 515 net		2 kg. 525 net		1 kg. 25		6 kg. 900		1 kg. 300		1 kg. 500	
	Produit sec (%)	Grammes (%)	Produit sec (%)	Grammes (%)	Produit sec (%)	Grammes (%)	Produit sec (%)	Grammes (%)	Produit sec (%)	Grammes (%)	Produit sec (%)	Grammes (%)	Produit sec %	
Humidité	0	66,40	0	67,60	0	68,80	0	61,60	0	67,70	0	66,60	0	
Matières sèches totales	100,00	33,60	100,00	32,40	100,00	31,20	100,00	38,40	100,00	32,30	100,00	33,40	100,00	
Cendres totales	12,94	4,35	15,62	5,04	10,57	3,30	24,26	9,27	9,53	3,08	8,62	2,09	12,62	
Cendres insolubles	12,35	4,15	15,31	4,94	10,16	3,17	24,00	9,18	8,91	2,88	8,26	2,75	12,24	
Cendres solubles	0,59	0,20	0,31	0,10	0,41	0,13	0,26	0,09	0,62	0,20	0,36	0,14	0,38	
Phosphates en P^2O^5	1,42	0,48	1,48	0,48	1,21	0,38	1,57	0,60	1,61	0,52	1,47	0,49	1,43	
Caséine	66,36	22,30	66,36	21,40	78,21	24,40	54,50	20,83	72,20	23,32	75,46	25,11	72,65	
Matière grasse	6,28	2,11	4,77	1,54	6,73	2,10	6,88	2,63	5,41	1,75	6,75	2,25	5,63	
Matières hydrocarbonnées	14,42	4,84	13,25	4,42	4,49	1,40	14,36	5,63	12,84	4,15	9,17	3,25	9,10	
Acidité (en acide lactique)	3,57	1,20	3,41	1,10	3,20	1,00	3,10	1,20	5,57	1,80	3,60	1,20	3,20	
Perte de matière grasse par litre, en milligrammes	5 mgr. 8		5 mgr. 6		6 mgr.		3 mgr. 3		12 mgr. 2		10 mgr. 9		8 mgr. 5	
Caractères organoleptiques	Pâte visqueuse d'un aspect peu homogène grisâtre, d'odeur de caillebotte.		Produit peu homogène présentant des plaques grisâtres, plus sèches que les parties blanches qui sont presque liquides, odeur de lait aigre, avec pointe de fétidité.		Produit peu homogène présentant des plaques d'aspect gélatineux ou une boue jaune grisâtre, odeur de lait aigre.		Produit gris verdâtre semi-liquide, d'odeur fétide.		Pâte peu homogène grisâtre, parsemée de caillots de caséine, d'odeur de caillebotte.		Pâte grisâtre peu homogène, avec des caillots blancs de caséine, d'odeur de lait aigre.		Pâte peu homogène grisâtre, avec caillots de caséine, odeur de lait.	
							Examen des cendres							
							Chaux en CaO	1,04 0,40						
							Silice en S1320	9,84 3,76						
							Alumine en Al^2O^3	11,15 4,26						

récipient de forme parallélépipédique, puis il est contraint de traverser de bas en haut, cette fois, un deuxième tamis métallique avant de se déverser dans le bac récepteur.

Nous avons longuement expérimenté ces deux systèmes de filtration ; le second donne certainement de meilleurs résultats que le premier, mais ni l'un ni l'autre ne nous a permis d'obtenir du lait de consommation exempt d'impuretés visibles, dans nos essais de filtration sur flanelle. C'est pourquoi nous avons complété ce « débourbage primaire » par une épuration plus efficace, grâce à l'emploi du clarificateur centrifuge.

La force centrifuge mettant à profit la différence de densité qui existe entre les matières solides qu'il renferme et le lait est, en effet, capable de le débarrasser de ses impuretés physiques, aussi petites qu'elles soient. La boue qui se dépose dans le bol de l'essoreuse mécanique renferme la plupart des sédiments insolubles présents dans le lait ainsi traité.

C'est une masse plastique, de couleur blanc-grisâtre, composée de débris cellulaires du pis des animaux, de fibrine, de sang, de matières excrémentitielles, de débris cellulosiques des fourrages et litières, d'éléments minéraux provenant de l'atmosphère, du sol et des vases laitiers mal lavés, de grumeaux de caséine en partie précipitée, etc...

Cette masse amorphe est en général fortement polluée et essentiellement fermentescible ; c'est pourquoi il est nécessaire de nettoyer « à fond » le bol et toutes les parties de l'appareil, et même de faire brûler ces boues après chaque opération.

Nous en avons établi, plus de cent fois, la composition chimique au cours de ces 15 dernières années, depuis l'époque où nous avons utilisé les épurateurs dans notre industrie. A titre d'indication, je donnerai, dans le tableau ci-joint le résultat des expériences les plus récentes poursuivies sur le fonctionnement et le rendement de clarificateurs de différentes constructions, en service dans plusieurs de nos laiteries ; et je comparerai la proportion des dépôts obtenus et la composition de ceux-ci dans des écrémeuses de même construction.

Il ressort de ces expériences que le poids de lie (desséchée) enlevé dans les laits de ramassage étudiés, centrifugés à la température de 30° C. atteint 82 mgr. 5 par litre, et la composition moyenne de cette boue est la suivante :

	Pour 100 grammes
Matières sèches	33,9
Matière grasse	2,09
Matières azotées totales (caséine)	22,23
Matières hydrocarbonées (lactose et acide lactique)	4,08
Cendres totales	5,50

Il en résulte donc que la centrifugation n'entraîne aucune perte appréciable des éléments nutritifs du lait. Dans le cas présent, 5 mgr. 08 de beurre disparaît par litre ; c'est insignifiant.

En ce qui concerne les cendres, il s'agit d'une perte totale de 13 mgr. 3 par litre de lait dont la majeure partie est d'ailleurs constituée par de la silice et de l'alumine, en d'autres termes par du sable.

Les pertes en phosphore et en chaux sont voisines de 2 mgr. 16 par litre, seulement.

Nous avions voulu connaître, dans des recherches antérieures, l'influence relative du filtrage sur ouate et de la filtration centrifuge. A cet effet, nous avions procédé à l'expérience suivante :

Dans la même laiterie, le lait, préalablement sélectionné par goûtage, était filtré de trois manières :

1° Par un passage à travers une étamine métallique, et un tissu à mailles très lâches, suivi de la centrifugation dans l'épurateur.

2° Par passage sur *trois couches d'ouate* et dans l'épurateur.

3° Par passage sur *trois couches d'ouate* et *deux épurations mécaniques* successives.

La *première opération* porta sur 3.874 *litres de lait.*

Des échantillons furent pris aseptiquement dans le bac d'arrivée et à la sortie de l'épurateur, également, à la sortie du pasteurisateur et au bas du réfrigérant. Des prélèvements plus copieux furent effectués en vue de la détermination de la composition chimique du lait à toutes les phases du traitement.

A la fin de l'opération, le bol de la centrifuge a été remplacé par un bol propre afin de pouvoir recueillir les boues, les peser, et en poursuivre l'examen chimique et bactériologique.

La deuxième opération porta sur 2.486 litres de lait.

La troisième fut divisée en deux temps :

a) 1.891 litres de lait ont été filtrés sur 3 couches d'ouate, puis dans l'épurateur, et envoyés dans un bac pour donner le temps à l'écume de tomber. Le bol de l'épurateur a été changé pour que les boues puissent être recueillies, et

b) le lait a été repassé une seconde fois dans le clarificateur, avant d'être pasteurisé.

Cette dernière opération a donné lieu à une nouvelle quantité de boues qui a été pesée et prélevée comme les précédentes.

A chaque manipulation, des prises d'échantillons, des ensemencements en milieu nutritif gélosé et sur gélatine, des déterminations de propreté par des filtrations sur flanelle, des analyses sommaires du lait, ont été effectués, sur place, dans le laboratoire de la laiterie.

Résultats :

Première opération : tamisage sommaire et centrifugation.

Quantité de lait traité	Poids des boues en Kg.	Poids des boues pour 1.000 litres en Gr.	Eau	M. fixes	Cend	Cas.	Mat. gr.	M. H.
3.874 litres	0,422	169	67,98	32,02	6,86	15,79	6,30	3,07
Deuxième opération : 3 couches d'ouate, 1 passage dans l'épurateur.								
2.486 litres	0,157	63	69,72	30,28	6,24	14,69	4,59	4,76
Troisième opération : a) 3 *couches d'ouate, 1 passage dans l'épurateur.*								
1.891 litres	0,282	147	70,52	29,48	5,34	15,12	5,45	3,55
Les mêmes : b) *lait filtré sur 3 couches d'ouate et 2 passages dans l'épurateur.*								
1.891 litres	0,115	60	67,98	32,02	3,84	21,96	6,02	0,40

Des conclusions intéressantes peuvent déjà se dégager de ces résultats :

1° En comparant d'abord les poids de boue obtenus à la première et à la deuxième opération, on doit admettre que l'épuration mécanique est un procédé de nettoyage du lait plus parfait que la filtration sur ouate seule.

2° La faible teneur en matière grasse des boues permet d'éloigner, une fois de plus, l'idée d'écrémage par l'épuration mécanique.

3° La composition de la boue obtenue dans le deuxième temps de la quatrième opération indique, qu'au cours d'une deuxième opération centrifuge, il se dépose surtout de la caséine. Cet entraînement se reproduirait, sans doute, en s'accentuant, pour tous les passages ultérieurs.

Les résultats de l'analyse chimique des laits démontrent, à leur tour, qu'il n'y a aucune modification sensible dans la teneur en éléments fixes. Dans les essais faits sur place, j'avais utilisé la méthode Gerber, mais en ayant soin de faire tourner à 3 reprises les tubes butyrométriques, avec chauffage à 68° avant chaque centrifugation.

Au Laboratoire Central, les analyses complètes effectuées selon la méthode officielle de Bordas et Touplain confirmèrent les dosages de matière grasse obtenus au Gerber et la plupart des déductions précédemment établies.

Les numérations microbiennes ne firent ressortir qu'une faible diminution de la teneur en germes, dans les deux premières opérations ; dans les autres opérations, le lait renfermait plus de germes

que le lait brut à la sortie de l'épurateur. Cet accroissement a même atteint 28 % pour le temps *a*) et 43 % pour le temps *b*).

Dans tous les cas, le lait pasteurisé à 82° C. dans un Bergendorf de 6.000 litres-heure, n'a jamais contenu plus de 4.500 germes à sa sortie de l'appareil, et plus de 10.000 germes après son refroidissement à +4° C. par ruissellement sur un Lawrence de même capacité.

Enfin, si les observations faites sur place nous avaient permis de reconnaître des poids de dépôts de 34 mgr. 9, 19 mgr. 1, 43 mgr. 3, 19 mgr. 2, enlevés par litre de lait, nous n'avons, en revanche, pu procéder à aucune observation sérieuse sur l'état de propreté du lait traité, à son arrivée à Paris, pour la vente.

Nous avons, en effet, recueilli, sur nos flanelles de filtration, un sédiment de gratin qui nous a interdit toute autre observation. Cette anomalie résultait des nombreuses interruptions que nous avions fait subir au traitement, la veille, pour modifier nos dispositifs de travail et changer les bols centrifuges.

Nous avons multiplié les essais dans nos dépôts de ramassage, pour mieux connaître la valeur comparative *de la filtration et de la centrifugation* en ce qui touche la flore bactérienne des laits traités. Je résume les observations formulées à cet égard par mon excellent collaborateur, M. Ruot, en disant que la filtration à la température ambiante entraîne, dans la plupart des cas, une diminution appréciable du nombre de germes et que la centrifugation que nous pratiquons ordinairement aux environs de 30° C., en toutes saisons, n'occasionne pas, de façon régulière, une augmentation sensible de la flore dénombrée.

M. Ruot a même procédé, en hiver, à des essais sur des laits provenant d'un ramassage difficile, qui lui ont permis de déterminer une chute du nombre de colonies dans les proportions de 1.000 à 447 dans le cas de la filtration, et de 1.000 à 823, dans l'épuration mécanique.

Voici d'ailleurs le fidèle compte rendu de l'expérience qui aboutit à la deuxième relation :

	Au bac récepteur	A la sortie de l'épurateur
1° Début du traitement	5.593.000	6.939.000
2° Milieu du traitement	7.614.000	3.375.000
3° Fin du traitement	2.911.000	2.947.000
Moyenne	5.370.000	4.420.000

Il s'agissait du fonctionnement d'un Alfa-Laval de 3.000 litres-heure et tournant à 4.200 tours minute.

Dans d'autres essais, nous n'avons, l'un et l'autre, que rarement observé un accroissement supérieur à 15 % dans nos numérations sur milieu gélosé maintenu à la température de 27° pendant 3 jours, pour des laits renfermant de 5 à 33 millions de germes.

Dans une étude remarquable faite en 1923 et 1924 par les américains DAHLBERG et I. C. MARQUARDT sur les effets de la « Filtration et de la clarification du lait », ces savants ont procédé à de multiples examens de la flore du lait purifié par la centrifuge.

Alors que les observations d'autres chercheurs avaient permis de conclure tantôt à une augmentation, tantôt à une diminution du nombre de germes, ils ont admis que pour des laits renfermant moins de 100.000 germes par centimètre cube, ni le filtre, ni le clarificateur n'affecte la flore microbienne du lait d'une façon marquée. Les résultats obtenus n'ont pas été uniformes et réguliers.

« Dans plusieurs cas, la centrifugation augmente le nombre des « chaînettes » et diminue le nombre de leurs éléments, alors que la filtration n'a d'influence ni sur le nombre ni sur la dimension des chaînes ».

En répétant les mêmes observations sur des laits qui contenaient de 100.000 à 5 millions de germes, DAHLBERG et MARQUARDT trouvèrent des résultats identiques dans leurs comptages par la méthode de Breed, dans 60 % des essais, pour le lait d'origine, le lait filtré et le lait clarifié. Dans d'autres cas, la clarification augmente le nombre de germes ; dans aucun, la filtration ou la clarification n'eut d'influence sur le nombre estimé.

Deux autres chercheurs Américains : D. H. JACOBSEN et Thomas M. OLSON ont étudié avec méthode les modifications apportées dans la flore microbienne du lait par les deux systèmes de nettoyage.

D'après les comptages de colonies poussées sur milieu gélosé Standard, ils ont trouvé un accroissement de 20 à 134,5 % du nombre des germes, pour des laits propres au point de vue microbien, clarifiés aux températures de 15°5-32° et 43° C.

Pour des laits de 400.000 à 867.000 germes, et en procédant par comptage direct, selon la méthode de Breed, ils ont trouvé des augmentations : de 25,93 % à la température de 15°5 C. ; de 17,10 % à la température de 32° C. ; de 25,58 % à la température de 43°3 C. ; après centrifugation, alors que la filtration semblait réduire, au contraire, le nombre de germes de 6 à 11 %, à la température de 15°5 C. et indifféremment l'augmenter ou le diminuer, à des températures plus élevées.

Depuis, HUTTIG, EICHSTADT et HAHN (*Milchwirtschafftlische Zeitung*, n° 7, janvier 1933) concluent qu'ils obtiennent des résultats contradictoires, selon les températures. L'épuration mécanique diminuerait plutôt le nombre de germes lorsqu'on opère au-dessous de

20° C. ; elle l'augmenterait à 40° C. ; entre 50 et 60°, on obtiendrait enfin les mêmes numérations microbiennes.

Nous sommes d'accord, et peu nous importe, d'ailleurs, de briser les chaînes des streptocoques quand on procède au nettoyage du lait, puisqu'il doit subir, immédiatement après, un traitement par la chaleur, en vue de son assainissement. Il y a même lieu de croire que ce traitement sera d'autant plus efficace que les germes seront plus divisés, et partant plus affaiblis.

Une attention particulière doit être d'ailleurs apportée au fait que la centrifugation permet d'enlever un nombre considérable de leucocytes, de cellules épithéliales et autres fragments de cellules de la mamelle qui souillent toujours plus ou moins le lait le plus propre en apparence.

Les observations de MARQUARDT et DAHLBERG aboutissent aux constatations ci-après :

	Lait d'origine	Lait clarifié	Lait filtré
Nombre de cellules par cent. cub.	36.000 à 1.758.000	36.000 à 372.000	150.000 à 1.320.000
Moyenne	673.000	227.000	480.000

Les essais de JACOBSON et OLSON sont aussi intéressants (ici, les chercheurs étudient le lait à des températures différentes) :

	Lait d'origine	Lait clarifié	Lait filtré
A 15°5 C	527.500	343.000	468.000
A 35°5 C	514.300	276.300	476.000
A 43°5 C	432.500	202.400	403.400

Ainsi, les premiers auteurs observent que le nettoyage centrifuge élimine jusqu'à 67,3 % des cellules animales que renferme le lait brut ; les seconds, de 35 à 53 % ; MARSHALL et HAMMER avaient indiqué le chiffre de 39 %.

Si nous envisageons le nombre et la variété des germes de maladies, il convient de souligner nettement cet avantage, sur le terrain hygiénique, sans d'ailleurs lui attacher plus d'importance qu'il n'en mérite, puisque, seule, la chaleur est susceptible d'assainir les laits de grand mélange.

Des expériences très sérieuses ont été poursuivies en Allemagne pour permettre de reconnaître les mérites réciproques des deux méthodes de filtration en matière d'assainissement du lait. Elles ont abouti à la nécessité de la pasteurisation.

Du lait d'origine tuberculeuse ou ensemencé de cultures tuberculeuses d'origine bovine à 0,2 % a été inoculé à des cobayes.

Une série d'animaux reçut le lait malade, sans aucune épuration préalable.

Une deuxième série, le lait tuberculeux préalablement nettoyé dans un appareil centrifuge Westfalia.

Un troisième lot de cobayes reçut enfin le lait malade, après filtrage sur un filtre Holstein-Klappert.

On répéta les mêmes opérations avec les mêmes laits pasteurisés à des températures plus ou moins élevées et soumis à des chambrages variables.

Résultats : *Tuberculose généralisée* chez les animaux inoculés avec le *lait cru, dans tous les cas.*

Les animaux inoculés avec le même lait pasteurisé, centrifugé ou filtré, étaient exempts de tuberculose après 3 mois d'observation (sauf un), (lait pasteurisé à 62° pendant 30 minutes).

Les savants allemands ont aussitôt conclu : « *la purification des laits, avant la pasteurisation, n'a aucun effet bactériologique.* Si on la recommande avant de les pasteuriser, c'est dans un seul but hygiénique.

« Nos épreuves bactériologiques établissent sans contradiction que la filtration des laits, par elle seule, laisse un certain nombre de bactéries tuberculeuses... »

Ils demandèrent néanmoins à leur Gouvernement d'*imposer la filtration des laits ou leur purification par un autre procédé* avant de les soumettre à la pasteurisation. Le Ministère de l'Agriculture allemand a aussitôt publié un décret dans ce sens (20 décembre 1935).

***

Un certain nombre de théoriciens et d'observateurs superficiels avaient fait le grief au clarificateur d'occasionner un battage extrêmement brutal du lait, plus brutal même qu'avec les écrémeuses, leur bol étant d'un diamètre beaucoup plus grand et le lait venant frapper la paroi très violemment, de façon irrégulière, si bien que cela entraînerait une sorte de pulvérisation d'une partie de la matière grasse. En vérité, il n'y a pas possibilité d'homogénéisation. Pour obtenir un véritable éclatement des globules gras du lait, pour provoquer la pulvérisation de ces corps déjà si ténus, au sein de l'émulsion, il faudrait, en effet, les soumettre à des pressions considérables dépassant 150 atmosphères. En outre, les battements auxquels on a fait souvent allusion dans le fonctionnement des épurateurs, ne peuvent avoir lieu que si les appareils sont mal équilibrés, ce qui n'a en général pas lieu dans les installations bien faites, lorsqu'on dispose d'appareils modernes qui ne sont pas poussés lors du traitement.

La critique formulée a sans doute été prise en considération par de nombreux industriels laitiers qui se gardent encore, aujourd'hui, de faire appel à l'emploi du centrifugeur pour nettoyer les laits de

ramassage qu'ils ont l'intention d'écrémer. Eh bien ! une expérience de plusieurs années nous permet d'être assez catégorique pour réfuter leur appréhension. Un certain nombre de nos beurreries n'écrèment, en effet, les laits de leur ramassage qu'après les avoir soumis à un nettoyage préalable par l'épuration mécanique. Le travail est plus régulier, les écrémeuses, moins vite encrassées, donnent un meilleur rendement ; on n'est pas obligé d'interrompre l'écrémage aussi fréquemment pour éliminer les dépôts de boue formés qui sont diminués en volume dans la proportion de plus des deux tiers.

Bien plus, les rendements beurriers ne sont en aucune sorte influencés, et en revanche, le beurre obtenu, plus propre, est de meilleure conservation. Comme nous sommes loin, aujourd'hui, des théories d'hier :...

Les constructeurs de pasteurisateurs ont craint, pour la raison invoquée plus haut, que la centrifugation du lait, en vue de son nettoyage, ne nuise plus tard à la remontée de la crème dans le lait *assaini*. Ils se sont donc attelés à la réalisation de filtres spéciaux d'un débit suffisant et continu.

Mais aucun de ces filtres, seul, n'a été susceptible, jusqu'à ce jour, de retenir la totalité des impuretés visibles qui forment dans la suite les sédiments accumulés dans le fond des carafes, après un repos plus ou moins prolongé. Dans une récente installation de la Société Laitière Maggi, à Paris, où le lait reçu chaque jour a déjà été soumis à un nettoyage à la centrifuge, au dépôt de ramassage même, et où il est mis en carafes scellées sitôt après la pasteurisation à basse température, selon le procédé A. P. V., nous observons une montée de crème de près de 6 cm. 5, dans des bouteilles d'un litre de capacité. L'aptitude qu'ont les globules gras du lait de remonter en surface, après un repos prolongé, dépend en définitive, beaucoup plus de la température atteinte au cours du traitement, que de la façon dont le lait a été préalablement nettoyé.

Des hygiénistes et des savants ont encore prétendu que la clarification centrifuge occasionnait un départ exagéré des gaz dissous, et plus spécialement de l'anhydride carbonique qui joue un rôle important dans la stabilité des équilibres colloïdaux du lait ; les techniciens ont vu là l'une des causes prépondérantes du phénomène du gratinage dans les appareils réchauffeurs. Cet inconvénient n'existe pas si l'on emploie les épurateurs fermés des récentes constructions Alfa-Laval et Vestfalia ; l'épuration n'occasionne pas, en effet, dans ces appareils, la formation d'écume reprochée aux anciens instruments.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons vu cependant les filtres de tous genres et de plus en plus perfectionnés jouir, de nouveau, d'une certaine vogue en industrie laitière, depuis quelques années.

On a d'abord augmenté, dans la plupart des cas, la capacité de rendement en substituant à l'ouate primitive des tissus spécialement confectionnés, molletons et flanelles, et en disposant ces nappes filtrantes sur des grilles ou des tambours métalliques ajourés qui leur donnent une résistance suffisante pour supporter une certaine pression sans déchirements.

Le filtre à colloïde Hummelinck fonctionne davantage par tension superficielle et absorption que par filtration proprement dite. Il est formé de plusieurs poches filtrantes enfermées dans une cuve où l'on amène le lait à filtrer. Cet appareil peut fonctionner pendant 3 heures consécutives sans que l'on soit obligé de changer les poches, et le lait obtenu est de propreté très satisfaisante.

Le filtre de *Mayerhofer* est constitué par une série de surfaces de *drap filtrant* disposées en forme de poches qui sont placées sur des paniers métalliques s'emboîtant les uns dans les autres.

Le lait coule de l'extérieur dans l'intérieur des poches.

C'est en somme le principe même du filtre colloïde. Le lait passe par la surface filtrante horizontalement et cela a l'avantage de faire tomber au fond de l'appareil les parties malpropres les plus grosses.

Afin d'éviter, encore, le colmatage plus ou moins rapide des surfaces filtrantes, et par suite, le ralentissement de la filtration et l'arrêt périodique de l'opération, le constructeur français *Corblin* utilise un tissu filtrant de grande dimension disposé sur un rouleau situé sur l'un des côtés de l'appareil et il le déroule au fur et à mesure des besoins.

A cet effet, il fait passer d'abord la nappe filtrante sur la partie inférieure d'un cylindre dont les fonds et les bords de la virole soudée à ces fonds sont pleins, tandis que le restant de la surface du tambour est perforé.

Le tissu filtrant revient s'enrouler sur un second rouleau parallèle au premier, mais placé de l'autre côté de l'appareil et qui est pourvu d'une manivelle de manœuvre ainsi que d'un tendeur qui applique fortement la toile sur le tambour.

De cette manière, le liquide ne peut pas passer entre les bords de la surface filtrante et les extrémités pleines du tambour sans traverser la toile.

Ce tambour plonge dans une cuve demi-cylindrique de même axe que lui et où le lait arrive en quantité réglée par un flotteur.

La filtration s'effectue donc encore de bas en haut en appliquant le tissu filtrant sur le tambour. Le liquide passe dans ce tambour dont les 2 axes sont creux. Dans l'un se trouve le tuyau d'aspiration d'une pompe qui enlève le lait filtré. Dans l'autre, passe l'aiguille indicatrice d'un niveau à flotteur qui signale — quand le lait n'arrive plus assez vite dans le tambour — qu'il convient de dérouler une portion nouvelle de toile.

Cette toile est donc déplacée un peu à la manière des pellicules dans un appareil photographique.

Le filtre Corblin peut débiter jusqu'à 10.000 litres de lait à l'heure. Il est particulièrement apprécié par les fromagers français qui ont à traiter de grosses quantités de lait.

Les installations de pasteurisation selon le procédé du Dr STASSANO, et celles conçues par la Cie A. P. V. comportent un filtre spécial de débit continu, intercalé sur le circuit, le lait est toujours nettoyé à chaud, dans ces systèmes.

Je dirai maintenant quelques mots sur les avantages et les inconvénients réciproques de la filtration statique et de la filtration dynamique, en fromagerie.

Dans cette industrie, il est utile de respecter les équilibres biologiques du lait. S'il est récolté proprement, agitons-le donc le moins possible ; s'il résulte, en revanche, de ramassages dans lesquels de bonnes et de mauvaises fournitures sont mélangées, nous avons intérêt à le nettoyer, dès son arrivée à la fromagerie, par les procédés les plus efficaces et les plus rapides.

L'emploi des filtres statiques est tout indiqué.

Il nous est pourtant agréable de rappeler, à ce sujet, qu'une expérience bien surveillée, exécutée sous la direction de mes excellents camarades GUITTONNEAU, de PEET et SAJOUS, a établi déjà que des laits épurés à la centrifuge permettent de fabriquer des fromages à pâte cuite de première qualité, supérieurs même à ceux obtenus en partant de laits simplement filtrés.

Je rappellerai les conclusions du travail de ces chercheurs qui ont fait l'objet d'une intéressante communication dans la Revue « *Le Lait* », nº 108, septembre-octobre 1931, pages 809-816) :

Fromages faits avec	Nombre	Qualité		
		Extra-fin	Première qualité	Deuxième qualité
Du lait centrifugé	241	77,6 %	7,1 %	15,3 %
Du lait filtré	109	30,3 %	52,3 %	17,4 %

Disons enfin, pour être complet, que l'équipement d'une laiterie bien outillée au moyen d'épurateurs centrifuges n'est vraiment coûteux qu'au départ. Les frais d'amortissement de leur installation et ceux nécessités par leur fonctionnement ne sont pas supérieurs aux dépenses que comporte l'achat répété des tissus filtrants, dans l'emploi des appareils de filtration les plus modernes et les plus perfectionnés.

Fromages de Comté fabriqués avec	Nombre	Très beaux fromages belle ouverture	Fromages laissant à désirer sous le rapport de l'ouverture
Du lait centrifugé	18	17 (ou 94 %)	1 (ou 6 %)
Du lait filtré	25	10 (ou 40 %)	15 (ou 60 %)

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1° Le lait centrifugé est plus propre que le lait filtré.

2° *Sécurité, débit constant,* travail possible à basse température, enlèvement des débris les plus ténus et des cellules animales — *économie,* tels sont les principaux avantages de l'épuration mécanique des laits.

3° Les avantages de la filtration statique résident surtout dans la possibilité d'un *travail simple, à l'abri de l'air, sans action mécanique.*

4° Ses inconvénients sont plus nombreux :

a) Le lait doit être réchauffé (sinon, encrassement trop rapide et filtrage souvent interrompu).

b) Les impuretés solubles ne sont pas retenues.

c) Remplacement fréquent des tissus filtrants, coûteux et vite usés.

d) Insécurité dans le nettoyage, par suite de déchirures possibles des nappes filtrantes.

e) *Débit variable.*

5° L un et l'autre des deux procédés de nettoyage ne modifient de façon sensible, ni la composition du lait, ni la remontée de la crème, ils ne nuisent pas davantage à ses qualités organoleptiques : odeur, saveur, etc... *Leur action* sur la flore bactérienne est insignifiante : les germes de maladie ne sont pas éliminés, dans les deux modes de nettoyage.

Dans le but d'obtenir un lait de consommation plus propre et sain, il est avantageux d'avoir recours aux deux systèmes, seuls ou combinés, avant la pasteurisation ou la stérilisation — seuls traitements efficaces pour détruire les mauvais germes.

6° L'emploi d'une centrifugation au préalable, avant l'écrémage, n'a que de bons effets sur la qualité et la conservation de la crème et du beurre fabriqué. Il ne nuit pas aux rendements.

7° Les essais de fabrication de fromages à pâte dure avec du lait nettoyé à la centrifuge ont été favorables. Il y aurait intérêt à poursuivre des recherches semblables dans l'industrie des pâtes molles.