LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- P. SIMONART, R. POFFÉ et
M. WECKX. — Double super-
centrifugation bactéri-
enne du lait 129
- A. PORTMANN et J.-E. AU-
CLAIR. — Relation entre la
lacténine L_2 et la lactope-
roxydase 147
- J. CAUSERET. — Ebullition
domestique et teneur en
riboflavine du lait de vache . 159
- G. DELFORNO. — Industrie
laitière en Italie 165

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 170
- 2^o Journeaux, Revues, Sociétés
savantes 175
- 3^o Brevets 216

Bulletin bibliographique :

- 1^o Les livres 220

- 2^o Revues, Journeaux, Sociétés . 222
- 3^o Brevets 227

Documents et informations :

- Panorama du lait à travers
les âges 230
- La traite à l'herbage 236
- Production mondiale du
beurre en 1957 238
- La laiterie suédoise en 1957 . 239
- L'industrie de la crème glacée
aux Etats-Unis et au Cana-
da en 1957 240
- Production laitière de la You-
goslavie 240
- Consommation du lait en
Tchécoslovaquie 240
- L'industrie laitière de la Rho-
désie du Nord 240
- Quelques renseignements sur
les progrès de l'industrie
laitière en Russie en 1957 . 240

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

DOUBLE SUPERCENTRIFUGATION BACTÉRIENNE DU LAIT (2)

par

PAUL SIMONART, ROGER POFFÉ et MAURICE WECKX

Université de Louvain

Station de Recherches Laitières (Héverlé-Louvain)

I. — INTRODUCTION

Après avoir montré expérimentalement qu'il était possible d'éliminer par la force centrifuge une proportion élevée des bac-

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(1) Travail effectué sous les auspices de l'I. R. S. I. A. (Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture) dans le cadre des travaux du Comité National pour l'Etude du Lait.

téries que contient le lait il a été établi qu'au moyen d'un bol perforé, la méthode était applicable industriellement [1], [2], [3], [4]. En *éliminant* du lait une telle proportion de cellules bactériennes, on obtient un lait dont le degré de pureté au point de vue microbiologique est d'un autre niveau que celui d'un lait pasteurisé ordinaire. Ce degré de pureté exceptionnel a un intérêt réel en ce qui regarde tant la qualité hygiénique que la qualité commerciale du lait. Mais néanmoins un tel traitement du lait n'exclut pas la pasteurisation ; celle-ci reste indispensable en tant que garantie au point de vue hygiénique. C'est pourquoi, il a été suggéré que la supercentrifugation bactérienne et la pasteurisation se fassent simultanément dans le bol du supercentrifugeur, cette pasteurisation supercentrifuge, encore appelée *bactérifugation* a été traitée dans un rapport présenté en 1956 aux journées d'études de la F. I. L. [5] et certains résultats en ont été publiés [6]. Bien que par une supercentrifugation l'on puisse éliminer, à certain débit, jusqu'à 98% des bactéries que contient le lait il a paru intéressant de chercher à encore relever le pourcentage d'élimination de bactéries en soumettant le lait supercentrifugé à une seconde supercentrifugation. En effet, si une seconde supercentrifugation pouvait encore éliminer environ 90% des bactéries qui sont restées dans le lait après une première supercentrifugation, on obtiendrait ainsi une élimination totale de bactéries de 99,5 à 99,8% selon que le premier traitement aurait éliminé 95 ou 98%. Cette note donne les résultats obtenus dans des essais de double supercentrifugation effectués, d'une part, à l'échelle semi-industrielle, d'autre part, à l'échelle industrielle.

II. — MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

Pour les essais semi-industriels on a travaillé à 8.000 g et à une capacité horaire de 45 litres, utilisant du lait de grand mélange, non homogénéisé. Quant à la température de centrifugation, quatre groupes de températures ont été envisagés : 51-66°, 71-77°, 80-86° et 90-99°. Ces températures sont celles qu'atteint le lait à la sortie du préchauffeur, c'est-à-dire au moment où il entre dans le supercentrifugeur. Bien que la température tombe assez sensiblement au cours des deux centrifugations, le premier traitement peut être considéré comme une bactérifugation (pasteurisation-supercentrifuge) et la seconde exclusivement comme une supercentrifugation bactérienne. Les deux supercentrifugeurs sont placés en cascade et le lait qui sort du premier appareil alimente le second. Il est certain que la perte de lait par l'orifice de la paroi du bol présente un écueil grave pour le travail semi-industriel. Pour la seconde supercentrifugation il y a, non seulement le problème du débit qui

se pose, mais encore celui de l'enrichissement anormal en matière grasse. C'est pour obvier à ces difficultés que pour la première centrifugation, il a été fait usage d'un bol non perforé, et c'est probablement à cela qu'il faut attribuer les effets centrifuges moins élevés que ceux que l'on obtient habituellement.

En ce qui regarde les essais industriels, ils ont été effectués à 9,000 g au moyen de deux supercentrifugeurs spécialement construits à cet effet (1).

La capacité horaire de chacun de ces deux appareils qui sont placés en série peut atteindre 6.000 litres ; les bols sont pourvus de deux ouvertures de 0 mm. 4 de diamètre. La supercentrifugation a lieu à la température de 73-76° C., utilisant du lait de grand mélange homogénéisé.

III. — ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS

Les résultats en sont groupés dans les tableaux I et II où à chaque fois les échantillons sont partagés en quatre groupes selon les températures de préchauffage et dans chaque groupe suivant leur degré d'infection. Le tableau I concerne le comptage des cellules bactériennes (Breed) tandis que le tableau II est relatif au comptage des colonies à 37°.

La conclusion principale qui s'en dégage c'est que la seconde centrifugation élimine encore une proportion importante, pouvant même dépasser 90 % des bactéries que contenait le lait après la première supercentrifugation.

Les comptages des cellules mettent en évidence que les moyennes des effets supercentrifuges totaux sont respectivement 98,40, 99,23, 99,14, et 99,47 pour 61-66°, 71-77°, 80-86° et 90-99°, c'est-à-dire que pour les trois derniers groupes de températures l'effet est quasi le même.

Il est intéressant de remarquer que l'effet supercentrifuge est pratiquement aussi élevé pour des laits contenant plus de cent millions de bactéries que pour des laits contenant beaucoup moins de bactéries. Ainsi voit-on, par exemple, au tableau I que l'échantillon 14, supercentrifugé à 74°, ne renferme plus que 6.500 bactéries par millilitre alors qu'à l'origine il en contenait 2.535.000, tandis que l'échantillon 9 traité à 75° dont la teneur était de 135.000.000 bactéries par millilitres n'en contient plus que 65.000 après la seconde centrifugation. *L'élimination d'une telle proportion de bactéries constitue certainement une amélioration précieuse de la qualité de ces laits.*

(1) Nous exprimons ici nos remerciements à la firme Separator Alfa-Laval qui a construit les appareils ainsi qu'à la firme Lacsoons qui a permis de faire les essais industriels dans sa laiterie de Rotselaer (Belgique).

TABLEAU I
ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS

N° échant.	T° préchauf.	Nombre de cellules bactériennes (x 10 ⁷ /ml. Breed)			
		Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé
5	64° C.	3.705	3.315	169,0 (95,00)*	26,0 (99,22)*
7	61	3.640	5.265	160,0 (97,00)	13,0 (99,75)
14	64	2.535	2.730	84,0 (97,00)	26,0 (99,05)
17	65	2.522	3.562	104,0 (97,10)	32,0 (99,09)
8	61	92.300	90.350	18.785,0 (79,30)	1.300,0 (98,56)
12	61	67.600	68.390	6.695,0 (90,30)	780,0 (98,86)
13	61	16.055	21.710	812,0 (96,30)	377,0 (98,26)
16	65	70.200	73.450	10.660,0 (85,50)	3.705,0 (94,96)
20	66	74.550	73.580	9.295,0 (87,40)	1.235,0 (98,32)
4	64	154.050	84.110	9.230,0 (89,10)	3.055,0 (96,37)
6	62	313.000	99.450	7.735,0 (92,30)	1.267,0 (99,73)
9	63	135.200	98.150	10.010,0 (89,90)	650,0 (99,34)
10	62	132.600	99.190	11.050,0 (88,90)	2.190,0 (97,79)
5	75	3.705	3.217	195,0 (94,00)	39,0 (98,79)
7	75	3.640	2.015	65,0 (96,80)	19,5 (99,04)
14	74	2.535	2.080	78,0 (96,30)	6,5 (99,69)
15b	75	9.295	5.168	143,0 (97,30)	10,5 (99,62)
17	73	2.522	3.458	71,5 (98,00)	6,5 (99,81)
1	75	79.950	30.880	5.070,0 (83,50)	611,0 (98,01)
3	77	61.880	20.605	468,0 (97,80)	65,0 (99,68)

TABLEAU I (suite)

N° échant.	T° préchauf.	Nombre de cellules bactériennes (x 10 ³ /ml. Breed)			
		Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé
8	75	92.300	88.400	7.930,0 (91,10)	312,0 (99,65)
11	75	69.550	62.400	10.465,0 (83,30)	2.600,0 (95,84)
12	75	67.600	42.120	1.248,0 (97,10)	27,3 (99,94)
13	75	16.055	22.490	676,0 (97,00)	117,0 (99,48)
15a	71	39.000	19.955	871,0 (95,70)	123,0 (99,59)
16	73	70.200	64.220	3.939,0 (93,90)	325,0 (99,50)
18	71	66.950	28.080	1.085,0 (96,20)	195,0 (99,31)
20	74	74.550	47.840	3.640,0 (92,40)	330,0 (99,31)
2	75	122.850	71.240	4.810,0 (92,60)	286,0 (99,60)
4	74	154.050	97.500	4.810,0 (95,10)	273,0 (99,72)
6	75	313.000	87.750	4.914,0 (94,40)	552,0 (99,37)
9	75	135.300	68.510	1.209,0 (98,30)	65,0 (99,01)
10	74	132.600	92.950	5.200,0 (94,50)	247,0 (99,74)
19a	74	384.150	237.900	40.300,0 (83,10)	10.075,0 (99,48)
19b	74	108.550	91.320	9.425,0 (89,70)	962,0 (98,95)
5	85	3.705	2.400	68,0 (97,20)	13,0 (99,46)
7	85	3.640	429	19,5 (95,50)	10,4 (97,56)
14	85	2.535	286	6,5 (97,80)	—
17	85	2.522	721	5,2 (99,28)	5,2 (99,80)
1	80	79.950	36.140	3.315,0 (90,90)	507,0 (98,60)

TABLEAU I (fin)

12	86	67.600	19.955	403,0 (98,00)	19,5 (99,91)
13	85	16.055	5.915	338,0 (94,30)	26,0 (99,56)
16	85	70.200	63.700	7.475,0 (86,90)	221,0 (99,65)
18	81	66.950	21.255	1.534,0 (92,80)	52,0 (99,47)
2	81	122.850	77.220	2.119,0 (97,30)	357,0 (99,54)
19a	85	384.150	235.300	34.515,0 (95,40)	5.135,0 (97,82)
5	99	3.705	1.631	71,5 (95,70)	26,0 (99,41)
7	99	3.640	344	32,5 (90,70)	—
14	98	2.535	286	6,5 (97,80)	—
17	96	2.522	533	5,2 (99,03)	—
1	90	79.950	27.950	2.460,0 (91,30)	351,0 (98,75)
	99	79.950	26.845	2.911,0 (89,20)	442,0 (98,35)
12	98	67.600	22.815	559,0 (97,60)	26,0 (99,89)
13	97	16.055	5.070	82,0 (98,40)	52,0 (98,98)
15a	97	39.000	20.215	520,0 (97,50)	6,5 (99,97)
16	95	70.200	56.550	2.600,0 (95,50)	117,0 (99,79)
18	92	66.950	27.820	1.079,0 (96,20)	149,0 (99,47)
20	95	74.550	71.240	5.330,0 (92,60)	580,0 (99,19)
2	90	122.850	103.675	25.805,0 (75,20)	585,0 (99,44)
	97	122.850	128.050	22.945,0 (82,20)	195,0 (99,85)
6	99	313.000	52.320	1.092,0 (98,00)	78,0 (99,85)
9	96	135.200	47.120	1.170,0 (97,60)	50,0 (99,90)
10	91	132.600	44.200	2.762,0 (93,80)	104,0 (99,77)

* Les chiffres entre parenthèses expriment l'effet centrifuge par rapport au lait préchauffé. Ils donnent le pourcentage de bactéries éliminées.

TABLEAU II
ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS

N° échant.	T° préchauf.	Nombre de colonies bactériennes à 37°					
		Lait cru × 10 ³	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé	Effet bactérifuge**	Conservation à 15°
5	64	730*	7.900	1.910 (75,9)*	155 (98,04)*	99,979	4 (4)***
7	61	5.200	650.000	70.000 (89,3)	1.680 (99,74)	99,968	3 (1)
14	64	3.200	141.000	19.900 (86,9)	580 (99,59)	99,962	5 (4)
17	65	1.720	600.000	133.000 (77,9)	61.000 (89,83)	96,460	2 (3)
8	61	76.000	11.400.000	1.070.000 (90,7)	355.000 (96,89)	99,530	2 (1)
12	61		1.420.000	123.000 (91,4)	56.000 (96,06)		2 (1)
13	61	11.700	270.000	36.000 (86,7)	17.000 (93,70)	99,860	2 (1)
6	62	118.000	6.700.000	590.000 (91,2)	297.000 (95,57)	99,750	3 (2)
9	63	108.000	5 100.000	213.000 (95,9)	95.000 (99,82)	99,912	2 (1)
10	62	131.000	7.000.000	1.290.000 (81,6)	580.000 (91,72)	99,560	5 (4)
5	75	730	70	10 (86,0)	9 (87,14)	99,9988	10 (8)
7	75	5.200	160	30 (81,3)	13 (91,87)	99,99975	7 (4)
14	74	3.200	40.000	3.100 (92,3)	244 (99,39)	99,9934	9 (5)
15b	75	2.340	130	6 (95,4)	3 (97,70)	99,99987	4 (4)
17	73	1.720	96.000	13.700 (85,8)	1.240 (98,71)	99,924	7 (5)
2	75	17.000	14.100	5.500 (61,0)	190 (86,50)	99,9989	7
3	77	13.100	890	20 (97,8)	6 (99,33)	99,999954	3 (4)
4	74	27.500	56.000	2.700 (95,2)	331 (99,41)	99,9988	
8	75	76.000	45.000	5.400 (88,0)	1.370 (96,96)	99,9982	5 (3)
11	75	17.600	53.000	4.800 (91,0)	3.370 (93,64)	99,981	3 (2)
12	75		1.910	96 (95,0)	13 (99,32)		6 (3)
13	75	11.700	6.600	106 (98,4)	36 (99,46)	99,99969	7 (5)
15a	71	30.000	310.000	14.800 (95,2)	6.100 (98,03)	99,980	4 (3)
18	71	34.000	400.000	56.000 (86,0)	18.100 (95,48)	99,947	6 (3)
19b	74	87.000	237.000	65.000 (72,6)	39.000 (83,54)	99,956	3 (3)
20	74	62.000	6.800	370 (94,4)	117 (98,28)	99,99981	8 (4)

TABLEAU II (suite)

N° échant.	T° préchauf.	Nombre de colonies bactériennes à 37°					
		Lait cru × 10 ³	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé	Effet bactérifuge**	Conservation à 15°
6	75	118.000	60.000	890 (98,6)	96 (99,84)	99,999919	6 (4)
9	75	108.000	30.500	1.050 (96,6)	156 (99,49)	99,99986	4 (4)
10	74	131.000	199.000	27.200 (86,4)	1.330 (99,38)	99,999	5 (4)
16	73	118.000	20.400	1.540 (92,5)	450 (97,79)	99,99962	3 (5)
19a	74	141.000	2.500	370 (85,2)	130 (94,80)	99,99991	3 (1)
7	85	5.200	14	4 (71,8)	1		
14	85	3.200	1.295	140 (89,2)	2 (99,85)	99,999938	11 (4)
17	85	1.720	10	—	—	—	6 (3)
2	80	17.000	6.500	150 (97,7)	45 (99,31)	99,99974	6 (6)
12	86		44	8 (81,9)	4 (90,90)		4 (3)
18	81	34.000	1.350	192 (85,8)	23 (98,30)	99,999933	5 (2)
16	85	118.000	720	—	14 (98,05)	99,999989	8 (4)
14	97	3.200	2	1	2		12 (5)
17	96	1.720	2	1	1		12 (3)
12	98		16	2 (87,5)	1 (93,75)		11 (3)
15a	98	30.000	78	2 (97,4)	2 (97,43)	99,99999	3 (3)
18	92	34.000	22	3 (86,5)	2 (90,90)	99,99999	6 (2)
20	95	62.000	86	2 (97,6)	2 (97,67)	99,99999	6
6	99	118.000	11	9	1 (90,91)	99,99999	11 (2)
9	96	108.000	17	1 (94,1)	1 (94,10)	99,99999	
16	95	118.000	6	1 —	3 —	99,99999	9 (4)

* Les chiffres entre parenthèses expriment l'effet centrifuge par rapport au lait préchauffé. Ils donnent le pourcentage de bactéries éliminées.

** L'effet bactérifuge donne la somme de l'effet centrifuge et de l'effet microbicide du traitement thermique. Il exprime le pourcentage de réduction de la population bactérienne du lait cru.

*** Les chiffres entre parenthèses donnent la durée de conservation du lait pré-chauffé.

Diverses observations se dégagent encore de l'examen du tableau II relatif au comptage des colonies. Ce sont surtout les deux dernières colonnes qu'il est intéressant de considérer.

Les effets bactérifuges moyens pour les divers groupes de températures envisagées sont respectivement de 99,4, 99,988, 99,99990 et 99,9999970 à 61-66°, 71-77°, 80-86° et 90-99°. Bien qu'il soit normal que cet effet augmente avec l'élévation de température, il convient de souligner que ces chiffres signifient que le lait qui a subi une double supercentrifugation à 71-77° ne donnera plus que 12 colonies pour chaque 100.000 colonies que donnait le lait cru correspondant ; à 90-99° on n'obtient plus dans le lait traité que 3 colonies pour chaque 100.000.000 de colonies du lait cru.

Si ces valeurs moyennes sont instructives, tel ou tel exemple particulier ne l'est pas moins. C'est ainsi que les échantillons 5 et 7, qui à l'origine donnaient respectivement 730.000 et 5.200.000 colonies, n'en donnent plus que 9 et 13 après la double centrifugation à 75°. Alors que l'épreuve de la phosphatase reste positive, on obtient à 64° 155 et 580 colonies pour les échantillons 5 et 14 qui donnaient dans le lait cru 730.000 et 3.200.000 colonies.

Enfin, malgré que le lait supercentrifugé ait subi un chauffage plus long que le lait préchauffé auquel il est comparé, la durée de conservation des échantillons qui ont subi la double centrifugation est instructive. A 71-77° elle est *en moyenne* proche de 4,0 jours pour le lait préchauffé et de 5,1 jours pour le lait ayant subi la double centrifugation. A 80-86° elle est en moyenne de 3,6 jours pour le lait préchauffé et de 6, 6 jours pour le lait traité, tandis qu'à 90-99°, ces chiffres sont respectivement de 3,1 jours et de 9,1 jours. Si ces moyennes, de même que celles de l'effet centrifuge et de l'effet bactérifuge, ne peuvent être considérées comme précises, à cause du nombre restreint d'échantillons, elles donnent néanmoins des différences très marquées. Lorsqu'on tient compte, surtout pour les essais à 90-99°, du nombre de colonies des laits préchauffés et des laits supercentrifugés on est amené à supposer que les cellules bactériennes tuées, interviennent dans la conservation du lait. Il semble donc que le problème de la conservation du lait en fonction du degré d'infection initial et de la teneur en germes, puisse être utilement étudié au moyen de la supercentrifugation bactérienne.

IV. — ESSAIS INDUSTRIELS

Les résultats obtenus à l'échelle industrielle confirment ceux des essais semi-industriels, ils sont réunis dans les tableaux III à VI.

Il en ressort que la seconde supercentrifugation élimine encore une proportion importante de cellules bactériennes. L'effet de la

TABLEAU III
ESSAIS INDUSTRIELS A 4.500 L/H

N° échant.	Nombre de cellules bactériennes (x 10 ³ /ml. Breed)			
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé
342	17.550	8.970	312,0 (96,6)*	45,0 (99,50)*
343	7.215	4.940	136,5 (97,3)	6,5 (99,87)
		4.940	149,5 (97,0)	5,8 (99,89)
346	15.600	11.700	578,0 (95,1)	52,0 (99,56)
		9.100	435,0 (95,3)	71,5 (99,22)
347	9.100	5.590	266,5 (95,3)	26,0 (99,54)
		6.370	305,5 (95,3)	39,0 (99,39)
348	7.800	5.200	227,5 (95,7)	17,5 (99,67)
		3.640	182,0 (95,0)	32,0 (99,13)
349	12.155	7.670	624,0 (91,9)	32,5 (99,58)
		11.440	487,0 (95,8)	65,0 (99,44)
354	7.800	7.215	539,0 (92,6)	32,5 (99,55)
		4.940	143,0 (97,2)	65,0 (98,70)
355	25.740	16.445	838,0 (95,0)	110,0 (99,34)
		17.680	990,0 (94,4)	104,0 (99,42)
356	29.640	23.140	702,0 (97,0)	130,0 (99,44)
		17.355	760,0 (95,7)	91,0 (99,48)
358	9.035	5.590	211,0 (96,3)	32,5 (99,42)
		5.980	260,0 (95,7)	45,5 (99,24)
359	10.920	7.150	325,0 (95,5)	39,0 (99,46)
		7.800	351,0 (95,5)	104,0 (99,70)
361	13.975	6.240	234,0 (96,3)	13,0 (99,80)
		4.972	266,0 (94,7)	32,5 (99,35)
362	5.785	5.154	286,0 (94,5)	19,5 (99,63)

TABLEAU III (suite)

N° échant.	Nombre de cellules bactériennes (x10 ⁷ /ml. Breed)			
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé
364	14.755	5.024	195,0 (96,2)	32,5 (99,36)
		13.910	780,0 (94,4)	39,0 (99,72)
		10.725	520,0 (95,2)	78,0 (99,28)
365	23.660	14.950	702,0 (95,4)	86,0 (99,43)
		16.250	754,0 (96,0)	71,5 (99,56)
366	13.455	10.530	344,0 (96,8)	19,5 (99,82)
		7.865	403,0 (94,9)	45,5 (99,43)
367	13.455	7.280	358,0 (95,1)	26,0 (99,65)
		10.270	422,0 (95,9)	32,5 (99,69)
368	21.840	15.470	684,0 (95,6)	104,0 (99,53)
		14.365	533,0 (96,3)	45,5 (99,69)
369	34.710	24.830	682,0 (97,3)	130,0 (99,48)
		20.800	1.274,0 (93,9)	84,5 (99,60)
370	21.645	13.650	546,0 (96,0)	39,0 (99,72)
		13.780	520,0 (96,3)	65,0 (99,53)
371	42.510	27.040	1.059,0 (96,1)	110,5 (99,60)
		22.945	851,5 (96,3)	78,0 (99,67)
372	66.300	35.295	1.495,0 (95,8)	188,5 (99,42)
		36.725	1.001,0 (97,3)	195,0 (99,47)
373	46.150	27.040	1.222,0 (95,5)	162,0 (99,40)
		31.330	1.300,0 (95,9)	195,0 (99,38)
374	167.700	70.200	3.900,0 (94,5)	325,0 (99,54)
		70.200	3.672,0 (94,8)	286,0 (99,60)

* Les chiffres entre parenthèses expriment l'effet centrifuge par rapport au lait préchauffé. Ils donnent le pourcentage de bactéries éliminées.

TABLEAU IV
ESSAIS INDUSTRIELS A 4.500 L/H

N° échant.	Nombre de colonies bactériennes (x 10 ³ /ml. à 37°)						
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Effet bac- térifuge**	Lait 2 fois centrifugé	Effet bactérifuge**	Cons. 15°
342	2.380	191,0	12,0 (93,0)*	99,50	1,16 (99,4)*	99,952	5 (4) ***
343	800	88,0	5,3 (94,0)	99,34	0,42 (99,5)	99,948	9 (5)
		86,0	4,1 (95,3)	99,49	0,34 (99,6)	99,958	10 (5)
346	1.460	78,0	5,3 (93,3)	99,64	0,60 (99,2)	99,959	10 (5)
		65,0	7,2 (89,0)	99,51	0,65 (99,0)	99,956	10 (5)
347	1.790	130,0	4,5 (96,6)	99,75	0,31 (99,8)	99,983	9 (5)
		111,0	4,1 (96,3)	99,78	0,39 (99,7)	99,979	11 (5)
348	2.300	53,0	1,4 (97,3)	99,94	0,40 (99,3)	99,983	6 (5)
		52,0	1,9 (96,3)	99,92	0,23 (99,6)	99,990	12 (4)
349	4.800	166,0	7,9 (95,3)	99,84	0,76 (99,5)	99,985	5 (5)
		165,0	7,4 (95,6)	99,85	0,75 (99,5)	99,985	6 (5)
354	1.760	132,0			0,71 (99,5)	99,960	9 (4)
		155,0			0,80 (99,5)	99,955	10 (5)
355	7.200	510,0	21,4 (95,9)	99,71	1,89 (99,6)	99,974	10 (5)
		520,0	13,1 (97,5)	99,82	1,19 (99,8)	99,984	10 (6)
356	6.600	440,0	16,6 (96,3)	99,75	1,68 (99,6)	99,975	9 (5)
		410,0	18,7 (95,5)	99,72	1,79 (99,6)	99,973	9 (5)
358	570	237,0	11,7 (95,1)	98,00	0,80 (99,7)	99,860	
		241,0	11,0 (95,5)	98,10	0,86 (99,7)	99,850	
359	1.650	263,0	13,3 (95,0)	99,20	1,04 (99,6)	99,937	
		211,0	8,2 (96,2)	99,50	5,10 (97,6)	99,700	
361	1.090	94,0	7,5 (92,1)	99,32	0,58 (99,4)	99,947	10 (5)
		95,0	6,6 (93,1)	99,40	0,57 (99,4)	99,948	10 (5)
362	1.880	167,0	9,2 (94,5)	99,52	0,98 (99,4)	99,948	10 (5)
		150,0	9,4 (93,8)	99,50	1,17 (99,2)	99,938	10 (3)

TABLEAU IV (suite)

N° échant.	Nombre de colonies bactériennes ($\times 10^3/\text{ml}$ à 37°)						
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Effet bac- térifuge	Lait 2 fois centrifugé	Effet bactérifuge**	Cons. 15°
364	4.600	146,0	8,5 (94,2)	99,82	0,67 (99,5)	99,986	11 (6)
		133,0	6,8 (94,9)	99,86	0,74 (99,4)	99,984	12 (6)
365	2.940	460,0	36,0 (92,2)	98,80	2,35 (99,5)	99,920	11 (5)
		580,0	42,0 (92,8)	98,60	2,84 (99,5)	99,904	
366	2.360	107,0	5,3 (95,1)	99,78	0,57 (99,5)	99,976	10 (5)
		95,0	5,0 (94,7)	99,79	0,43 (99,5)	99,982	9 (6)
367	2.130	152,0	10,0 (93,5)	99,54	1,02 (99,3)	99,953	9 (5)
		166,0	10,1 (93,2)	99,53	0,89 (99,5)	99,959	8 (5)
368	2.560	258,0	17,4 (93,3)	99,33	1,75 (99,3)	99,932	8 (4)
		271,0	19,2 (93,0)	99,25	2,24 (99,2)	99,913	9 (4)
369	10.200	460,0	12,0 (97,4)	99,89	1,09 (99,8)	99,989	5 (4)
		520,0	12,6 (97,6)	99,88	1,03 (99,8)	99,989	4 (4)
370	1.890	152,0	10,5 (93,1)	99,45	1,21 (99,2)	99,936	9 (4)
		158,0	9,6 (94,0)	99,50	1,17 (99,3)	99,939	10 (5)
371	9.700	219,0	6,8 (96,9)	99,93	0,56 (99,7)	99,994	8 (4)
		205,0	7,0 (96,6)	99,93	0,60 (99,7)	99,994	8 (5)
372	12.000	284,0	13,7 (95,2)	99,89	0,89 (99,7)	99,992	5 (4)
		239,0	10,4 (95,7)	99,91	0,78 (99,7)	99,993	7 (4)
373	17.500	131,0	5,4 (95,9)	99,97	0,42 (99,7)	99,998	
		220,0	7,8 (96,5)	99,96	0,63 (99,7)	99,996	
374	24.500	470,0	16,1 (96,6)	99,93	1,58 (99,7)	99,994	
		640,0	30,0 (95,4)	99,99	1,90 (99,7)	99,992	

* Les chiffres entre parenthèses expriment l'effet centrifuge par rapport au lait préchauffé. Ils donnent le pourcentage de bactéries éliminées.

** L'effet bactérifuge donne la somme de l'effet centrifuge et de l'effet microbicide du traitement thermique. Il exprime le pourcentage de réduction de la population bactérienne du lait cru.

*** Les chiffres entre parenthèses donnent la durée de conservation du lait pré-chauffé.

TABLEAU V
ESSAIS INDUSTRIELS A 6.000 L/H

N° échant.	Nombre de cellules bactériennes (x 10 ³ /ml. Breed)			
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé
310	3.185	1.092	65,0 (94,1)*	11,7 (98,9)*
		1.196	65,0 (94,6)	36,0 (97,0)
311	1.092	592	19,5 (96,8)	5,2 (99,1)
		585	32,5 (94,5)	10,4 (98,3)
314	806	565	26,0 (95,4)	5,2 (99,1)
		338	19,5 (94,3)	4,9 (98,6)
316	975	416	21,4 (94,9)	3,9 (99,1)
		330	60,4 (81,7)	8,4 (97,5)
318	2.665	2.405	253,0 (89,5)	19,5 (99,2)
		1.092	47,0 (95,7)	17,5 (98,4)
322	1.885	344	37,7 (89,1)	8,4 (97,6)
324	2.340	617	32,5 (94,8)	10,4 (98,4)
		487	84,5 (82,7)	21,4 (95,7)
326	1.885	442	44,8 (89,9)	3,2 (99,3)
		468		4,3 (99,0)
333	11.050	8.450	442,0 (94,8)	97,5 (98,9)
		5.390	279,0 (94,9)	78,0 (98,4)
334	4.160	3.055	110,5 (96,4)	26,0 (99,1)
		2.294	156,0 (93,2)	19,5 (99,1)
335	6.839	5.463	273,0 (95,1)	52,0 (99,0)
		4.225	279,0 (93,4)	39,0 (99,1)

TABLEAU V (suite)

N° échant.	Nombre de cellules bactériennes (x 10 ² /ml. Breed)			
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Lait 2 fois centrifugé
336	57.000	16.900	3.282,0 (80,6)	435,0 (97,5)
		27.430	2.665,0 (90,3)	422,0 (98,5)
340	1.040	624	32,5 (94,8)	6,5 (99,0)
		299	48,7 (83,8)	9,7 (96,8)
341	2.535	1.144	58,5 (94,9)	5,2 (99,5)
		650	78,0 (88,0)	5,2 (99,2)
344	3.900	2.405	82,5 (96,6)	17,5 (99,3)
345	5.525	2.795	227,5 (91,9)	65,0 (97,7)
		1.200	91,0 (93,0)	13,0 (99,0)
350	1.560	981	78,0 (92,1)	26,0 (97,4)
		494	58,5 (88,2)	29,0 (94,2)
351	1.404	1.001	65,0 (93,6)	19,5 (98,1)
		975	58,5 (94,0)	13,0 (98,7)
352	1.430	799	71,5 (91,1)	13,5 (98,4)
		663	32,5 (95,1)	6,5 (99,0)
353	2.632	630	39,0 (93,9)	21,4 (96,7)
		812	52,0 (93,6)	13,0 (98,4)
376	83.200	42.120	4.446,0 (89,5)	624,0 (98,6)
		41.145	5.382,0 (87,0)	624,0 (98,5)

* Les chiffres entre parenthèses expriment l'effet centrifuge par rapport au lait préchauffé. Ils donnent le pourcentage de bactéries éliminées.

TABLEAU VI

ESSAIS INDUSTRIELS A 6.000 L/H

N° échant.	Nombre de colonies bactériennes (x 10 ³ /ml. à 37°)						
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Effet bactérifuge**	Lait 2 fois centrifugé	Effet bactérifuge**	Cons. 15°
310	480	18,8	1,34 (92,9)*	99,72	0,21 (98,9)*	99,957	5 (3)***
		35,5	1,96 (94,5)	99,60	0,18 (99,5)	99,963	5 (3)
311	720	76,0	5,50 (92,8)	99,24	0,52 (99,4)	99,928	7 (3)
		113,0	6,60 (94,2)	99,09	0,72 (99,4)	99,900	6 (3)
314	178	61,0	2,60 (95,8)	98,54	0,37 (99,4)	99,800	4 (3)
		60,0	3,70 (93,9)	98,00	0,53 (99,1)	99,710	4 (3)
316	216	48,0	2,33 (95,2)	98,93	0,29 (99,4)	99,870	5 (3)
		25,1	2,74 (89,1)	98,74	0,33 (98,7)	99,850	5 (3)
322	400	134,0	1,73 (98,8)	99,57	0,41 (99,7)	99,900	6 (3)
324	760	91,0	1,71 (98,2)	99,78	0,24 (99,7)	99,969	7 (3)
		20,5	1,99 (90,3)	99,74	0,33 (98,4)	99,957	8 (3)
326	330	50,0	4,00 (92,0)	98,80	0,62 (98,7)	99,820	6 (3)
		37,0	3,10 (91,7)	99,07	0,28 (99,2)	99,916	7 (3)
333	2.440	197,0	12,00 (94,0)	99,51	1,47 (99,2)	99,940	9 (4)
		132,0	11,50 (91,3)	99,53	1,20 (99,1)	99,950	9 (5)
334	560	106,0	8,20 (92,3)	98,60	1,02 (99,1)	99,820	7 (4)
		84,0	7,10 (91,6)	98,80	0,75 (99,1)	99,870	5 (5)
335	1.230	121,0	8,20 (93,2)	99,34	0,77 (99,4)	99,930	9 (4)
		62,0	6,20 (90,0)	99,50	0,56 (99,1)	99,960	11 (5)
336	6.800	192,0	11,10 (94,3)	99,84	1,20 (99,4)	99,980	7 (4)
		192,0	13,40 (93,1)	99,81	1,68 (99,2)	99,980	7 (4)

TABLEAU VI (suite)

N° échant.	Nombre de colonies bactériennes ($\times 10^3/\text{ml}$. à 37°)						
	Lait cru	Lait préchauffé	Lait centrifugé	Effet bactérifuge	Lait 2 fois centrifugé	Effet bactérifuge	Cons. à 15°
340	410	38,0	1,45 (96,2)	99,65	0,48 (98,8)	99,890	9 (3)
		36,0	3,70 (89,8)	99,10	0,55 (98,5)	99,870	9 (4)
341	820	120,0	11,00 (90,9)	98,70	4,80 (96,0)	99,420	7 (3)
		100,0	11,80 (88,2)	98,60	4,60 (95,4)	99,440	8 (4)
344	830	350,0	37,00 (89,5)	95,60	7,80 (97,8)	99,070	4 (2)
345	1.950	47,0	5,30 (88,8)	99,73	0,64 (98,7)	99,968	7 (4)
		27,2	2,44 (91,1)	99,88	0,54 (98,1)	99,973	8 (5)
350	720	109,0	6,00 (94,5)	99,17	1,16 (98,9)	99,840	4 (3)
		104,0	4,90 (95,3)	99,32	0,77 (99,3)	99,900	4 (3)
351	560	93,0	4,80 (94,9)	99,15	0,37 (99,6)	99,934	4 (3)
		68,0	4,30 (93,7)	99,24	0,52 (99,2)	99,908	4 (3)
352	470	94,0	5,60 (94,1)	98,81	0,62 (99,3)	99,870	5 (3)
		86,0	8,90 (89,7)	98,11	0,43 (95,5)	99,909	5 (3)
353	650	119,0	5,40 (95,5)	99,17	0,45 (99,6)	99,931	10 (3)
		61,0	1,94 (96,9)	99,71	0,28 (99,5)	99,957	9 (3)
376	20.100	670,0	52,00 (92,3)	99,74	7,70 (98,9)	99,962	
		1.140,0	89,00 (92,3)	99,56	11,70 (99,0)	99,942	

* Les chiffres entre parenthèses expriment l'effet centrifuge par rapport au lait préchauffé. Ils donnent le pourcentage de bactéries éliminées.

** L'effet bactérifuge donne la somme de l'effet centrifuge et de l'effet microbicide du traitement thermique. Il exprime le pourcentage de réduction de la population bactérienne du lait cru.

*** Les chiffres entre parenthèses donnent la durée de conservation du lait pré-chauffé.

seconde supercentrifugation se marque également dans le comptage des colonies sur milieu solide, tandis que l'effet bactérifuge qui exprime cumulativement l'élimination des cellules et l'action microbicide de la chaleur, est élevé. A la capacité horaire de 4.500 litres, la première supercentrifugation élimine en moyenne environ 95% des bactéries et le second traitement approximativement 90% des bactéries restantes. Dans les essais à 6.000 litres par heure l'élimination est en moyenne de 93% pour la première supercentrifugation et elle est voisine de 83% pour la seconde.

L'élimination de 99,5% des bactéries du lait, lors du traitement industriel à la capacité de 4.500 litres par heure peut être considéré comme très satisfaisant. Il prouve la possibilité d'application de la supercentrifugation bactérienne à l'échelle industrielle. Des essais sont en cours pour obtenir le même effet à 6.000 litres par heure.

RÉSUMÉ

A la suite des résultats obtenus précédemment et qui permettent d'éliminer par supercentrifugation 95% ou plus de bactéries que contient le lait, des essais de double supercentrifugation ont été entrepris. Dans ces expériences le lait qui a subi une première supercentrifugation est encore soumis à un second traitement analogue. Cette note décrit les résultats d'essais de cette double supercentrifugation bactérienne effectuée à l'échelle semi-industrielle et à l'échelle industrielle.

Les tableaux I et II donnent les résultats des expériences semi-industrielles à la capacité horaire de 45 litres et effectués à des températures différentes. La conclusion principale qui s'en dégage est que la seconde supercentrifugation élimine encore une importante proportion, de l'ordre de 90% des bactéries que contient le lait après la première supercentrifugation.

L'effet bactérifuge, qui additionne l'élimination centrifuge et l'action microbicide de la température, de même que le pouvoir de conservation du lait sont aussi intéressants à considérer.

Quant aux essais à l'échelle industrielle effectués à la capacité horaire de 4.500 et de 6.000 litres, les résultats en sont donnés dans les tableaux III à VI. Les valeurs *moyennes* du dernier tableau sont les suivantes :

	% réduction des colonies après		Effet bactérifuge après.		Cons. à 15° (J)
	1 ^{er} centrif.	2 ^e centrif.	1 ^{er} centrif.	2 ^e centrif	
4.500 l/h .	94,9	99,5	99,57	99,956	8,6 (4,7)
6.000 l/h .	93,0	98,8	99,13	99,860	6,5 (3,4)

Entre parenthèses conservation du lait préchauffé.

Il en suit que, à la capacité horaire de 4.500 litres la seconde supercentrifugation élimine encore 90 % des bactéries que contenait le lait après le premier traitement, tandis que à la capacité de 6.000 litres, la seconde supercentrifugation élimine 83 %.

La double supercentrifugation à l'échelle industrielle de 4.500 litres par heure permet donc d'éliminer 99,5 % des bactéries que contenait le lait préchauffé et d'atteindre un effet bactérifuge supérieur à 99, 95 %. Quant à la durée de conservation de ce lait elle est, à 15°, de 8,6 jours en moyenne.

30 décembre 1958.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] P. SIMONART et G. DEBEER. *The Neth. Milk and Dairy Journal*. 1953, **7**, 117.
- [2] P. SIMONART et G. DEBEER. *The Neth. Milk and Dairy Journal*. 1954, **8**, 101.
- [3] P. SIMONART et G. DEBEER. *The Neth. Milk and Dairy Journal*. 1954, **9**, 163.
- [4] P. SIMONART, R. POFEE et WUYTACK. *Le Lait*, 1957, **37**, 253.
- [5] P. SIMONART. *Document, Fédération Internationale de Laiterie*. 1956, 48.
- [6] P. SIMONART. *Molkerei-Zeitung*. 1956, **38**, 1303.

RELATION ENTRE LA LACTÉNINE L₂ ET LA LACTOPEROXYDASE

par

A. PORTMANN et J. E. AUCLAIR

Avec la collaboration technique d'Yvonne GATÉ

Station Centrale de Microbiologie et Recherches Laitières
(Jouy-en-Josas)

I. — INTRODUCTION

En étudiant l'action inhibitrice du lait cru ou pasteurisé sur les streptocoques lactiques des levains de fromagerie, WRIGHT et TRAMER [1] ont montré que, pour certaines souches de streptocoques, l'effet inhibiteur du lait pouvait être attribué à une agglutination des germes par l'agglutinine des globules gras, les cellules bactériennes étant entraînées à la surface du lait avec la crème. Dans un second article [2], ces auteurs ont montré que, pour d'autres souches sensibles, l'inhibition était due vraisemblablement à la lactoperoxydase. Ils trouvaient en effet une étroite corrélation entre la destruction de la lactoperoxydase par divers facteurs physiques ou chimiques (température, pH, inhibiteurs variés) et la disparition de l'inhibition exercée par le lait sur la