saisonnnières, plurihebdomadaires, individuelles, en relation directe ou indirecte avec l'alimentation.

2. Tous les indices varient dans le même sens (indices de KÖTTSTÖRFER, PLANCHON, LEFFMANN-BEAM, POLENSKE), sauf celui de HÜBI qui varie exactement en sens contraire des autres.

3. Les beurres de laiterie présentent les mêmes variations que les beurres de ferme. Il n'y a donc pas lieu de marquer une distinction entre ces deux sortes de beurres.

4. Nous avons rencontré très fréquemment des indices faibles pour presque toutes nos séries de beurres provenant de vaches insuffisamment nourries, soit à cause de la rareté de l'herbe dans les pâturages à certaines époques de l'année, soit à cause des intempéries particulièrement nombreuses en été 1930. Ces indices étaient même très inférieurs aux limites minima admises pour des beurres marchands.

Ces beurres bien que naturels, ont toutes les apparences de beurres margarines ; ils en ont aussi la moindre valeur alimentaire. Dans l'intérêt des fermiers et des consommateurs, il conviendrait donc, malgré leur origine naturelle, de ne pas leur reconnaître une valeur marchande. Cette mesure aurait l'avantage d'inciter les fermiers à distribuer aux vaches une alimentation rationnelle suffisante pour obtenir des beurres de qualité normale.

LA DURÉE DE LA DÉCOLORATION A L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE EST-ELLE FONCTION DE LA TENEUR BACTÉRIENNE DU LAIT ? (1)

par

W. DORNER

Etablissement fédéral d'Industrie laitière et de Bactériologie, Liebefeld-Berne.

Directeur : Prof. Dr R. BURRI.

I. INTRODUCTION.

APERÇU DE LA BIBLIOGRAPHIE.

L'épreuve de la réductase est employée dans de nombreuses régions pour déterminer la qualité du lait. Le but du présent travail est d'étudier si ce procédé est recommandable dans les conditions qui régissent la fromagerie en Suisse. Nous ne voulons pas examiner en détail tout ce qui a été publié sur l'épreuve de la réductase dans le cours des dernières années. Qu'il nous soit cependant permis de citer les travaux de quelques auteurs. L'épreuve de la réductase a été

(1) Paru dans le Volume jubilaire du Professeur Ch. Porcher.

appliquée dans la pratique à la suite des publications de BARTHEL [1, 2] et d'ORLA-JENSEN [3], qui ont essayé de classer le lait selon la rapidité avec laquelle il décolore du bleu de méthylène.

Voici l'échelle qu'ils proposent dans un travail commun [4] :

Qualité du lait	Décoloration	Teneur approximative en bactéries
Très mauvaise.....	En moins de 20 minutes	Plus de 20 millions
Mauvaise	Plus de 20 minutes et moins de 2 heures	4 - 20 millions
Moyenne	Entre 2 et 5 h. 1/2	500.000-4 millions
Bonne.....	En 5 h. 1/2 et plus	Moins de 500.000

Sur 179 déterminations, 77 % des résultats présentaient la corrélation indiquée ci-dessus entre la teneur en bactéries et le temps de réduction. 23 % des résultats en déviaient plus ou moins fortement.

Depuis lors, de nombreux auteurs ont étudié la question de la corrélation des résultats de l'épreuve de la réductase avec ceux de la numération bactérienne et des facultés de conservation du lait. M. LERNER et R. H. VAN GELDER [5] ont trouvé qu'il n'existait pas de relation entre la durée de la réduction et la teneur microbienne du lait. Ils considèrent cependant comme inférieur un lait qui se décolore en moins de 4 heures. HASTINGS [6] conclut que l'épreuve de la réductase permet de mesurer la teneur du lait en bactéries aussi exactement que n'importe laquelle des méthodes actuellement connues. Il trouve cependant, dans une expérience, que le temps de réduction ne se prolonge que de 4 minutes lorsque la teneur bactérienne passe de 80 à 50.000 par cm^3 . De ce fait, il convient de tirer la conclusion que l'épreuve de la réductase ne permet pas de faire une différence entre des échantillons de lait contenant 100.000 bactéries et moins par cm^3 . H. C. TROY [7] trouve que 86,2 % des laits reçus dans quelques laiteries de l'Etat de New-York sont placés dans la même classe par l'épreuve de la réductase que par la numération bactérienne directe selon BREED. A cet effet, il utilise l'échelle suivante :

Qualité	Teneur en germes (selon Breed)	Durée de la décoloration du bleu de méthylène
A	Moins de 300.000	Plus de 3 heures
B	300.000-1.500.000	2 à 3 heures
C	Plus de 1.500.000	2 heures et moins

En comparant l'échelle de corrélation employée par TROY avec celle de BARTHEL et ORLA-JENSEN, on constate une différence assez considérable, en ce que ces derniers comptent avec un temps de décoloration d'au moins 5 h. 1/2 pour une teneur en bactéries allant jusqu'à 500.000, tandis que TROY estime qu'un lait qui ne se décolore pas avant 3 heures contient au plus 300.000 bactéries par cm^3 . Cette rela-

tion se trouve encore aggravée par le fait que TROY emploie la numération microscopique selon BREED, qui donne en général des résultats considérablement plus élevés que le procédé par plaques employé par BARTHEL et ORLA-JENSEN. THORNTON et HASTINGS [8] émettent l'avis que l'épreuve de la réductase est une chose entièrement différente de la numération bactérienne et que les résultats des deux épreuves ne devraient pas être comparés. Ils disent à l'appui de leur thèse, que le résultat de la numération bactérienne indique le nombre de bactéries et congglomérats bactériens du lait, tandis que l'épreuve de la réductase sert à mesurer l'activité des bactéries du lait. Ils démontrent cependant qu'en utilisant les logarithmes de la teneur bactérienne au lieu de sa valeur numérique simple, il existe sans doute une corrélation assez marquée entre la teneur bactérienne et la rapidité avec laquelle le lait décolore le bleu de méthylène. L'emploi des logarithmes pour obtenir des moyennes plus raisonnables pour les numérations bactériennes a été proposé tout d'abord par FRANK [9]. ROBERTSON et FRAYER [10] ont étudié la corrélation entre la faculté de conservation du lait et les résultats de l'épreuve de la réductase et de la numération bactérienne sur un très grand nombre de déterminations. Ils établissent la signification des résultats obtenus par les calculs de variation. Ils travaillent comme THORNTON et HASTINGS avec le logarithme des teneurs en bactéries. Ils font valoir en particulier pour motiver cette manière de faire, que, pendant la partie de leur développement qui intéresse l'industriel laitier, la multiplication des bactéries se fait principalement selon le mode géométrique. En outre, la moyenne logarithmique correspond mieux aux résultats du plus grand nombre de déterminations. ROBERTSON et FRAYER arrivent à la conclusion (Bull. 314, p. 44) que la numération bactérienne sur plaques est la plus exacte lorsqu'on a affaire à du lait relativement pauvre en bactéries, tandis que pour les laits riches l'épreuve de la réductase est préférable.

Qu'il nous soit permis, avant d'exposer les résultats de nos recherches, de passer en revue rapidement la théorie du mécanisme de l'épreuve de la réductase.

On a cru pendant longtemps que la décoloration du bleu de méthylène par le lait était due à l'action directe du protoplasme bactérien. Le mérite d'avoir relevé les premiers la grande influence de l'oxygène dans la décoloration du bleu de méthylène dans le lait revient à BURRI et KÜRSTEINER [11], qui ont trouvé que du lait stérilisé ou bouilli depuis peu décolorait rapidement le bleu de méthylène. Plus tard, BARTHEL [2] établit que point n'est besoin de stériliser le lait pour qu'il réduise rapidement le colorant, mais qu'il suffit de faire barboter du gaz carbonique ou de l'azote pour en chasser l'oxygène. Ces expériences prouvent que, *dans le phénomène de la réduction du*

bleu de méthylène dans le lait, le point important est l'absence d'oxygène causée par les bactéries. Dans le lait, la réduction se fait en deux phases, à savoir :

1^o Disparition de l'oxygène par suite du développement bactérien.

2^o Réduction du colorant par le lait et les cellules qu'il contient.

Etant donné les expériences de BURRI et KÜRSTEINER, il semble que c'est le lait en soi qui constitue l'agent réducteur principal. Du reste, BARTHEL [12] a établi plus tard qu'une solution stérilisée contenant du lactose, de la peptone, du kaolin, des cendres de lait et du citrate de soude, avait le pouvoir de réduire le bleu de méthylène. Cet état de choses fait prévoir que les bactéries qui consomment le plus d'oxygène sont aussi celles qui « réduisent » le bleu de méthylène le plus rapidement lorsqu'elles trouvent des conditions favorables à leur développement. Les bactéries aérobies ne peuvent se développer dans les couches profondes du lait. Donc, malgré leur faculté d'absorber beaucoup d'oxygène, on ne peut pas s'attendre à ce qu'elles activent la réduction considérablement. Il en est de même pour les anaérobies. Les anaérobies facultatifs, par contre, réduiront d'autant plus vite qu'ils exigent plus d'oxygène pour vivre. C'est ce que HASTINGS, DAVENPORT et WRIGHT [13] ont constaté. Le *Bact. coli*, par exemple, réduit beaucoup plus vite que le *Strept. lactis*. Il découle encore de la théorie du mécanisme de la réduction que si l'on agite le lait avant d'y ajouter le colorant, la réduction doit se faire plus lentement. C'est bien le résultat qu'a obtenu BARTHEL [2] avec du lait placé à la glacière pendant 24 heures avant l'expérience. Dans ce cas, une bonne partie de l'oxygène contenu dans le lait à l'origine a été absorbée. L'agitation introduit à nouveau une certaine quantité d'oxygène dans le lait, quantité qui doit être absorbée par les microbes avant que la réduction puisse se faire. Des expériences de BARTHEL, ainsi que de THORNTON et HASTINGS, ont démontré cependant que le lait frais était dans la règle saturé d'oxygène, si bien que, dans la pratique courante de l'épreuve de la réductase, l'agitation restait sans influence. Il en est de même lorsqu'on sature le lait en y faisant barboter de l'oxygène.

II. EXPÉRIENCES.

Les analyses sur lesquelles nous rapporterons maintenant ont été effectuées à la fromagerie d'expérimentation de Treyvaux, de l'Union centrale des Producteurs suisses de lait, par M. J. STÄHLI, et en partie par M. J. CERR, ingénieurs agronomes. Nous les remercions ici pour leur précieuse collaboration. Le lait de 61 fournisseurs a été analysé

à époques plus ou moins régulières, en général tous les 10 jours, de septembre 1930 à septembre 1931. Chaque fois, on effectuait, entre autres, la numération bactérienne et l'épreuve de la réductase. Nous allons examiner maintenant s'il existe une corrélation entre les résultats de ces deux épreuves et si la réductase, qui aurait, au point de vue pratique, des avantages considérables, peut être employée pour déterminer avec quel soin le lait livré aux fromageries suisses est produit. Il est cependant nécessaire de donner auparavant quelques indications sur la technique employée. Il a été procédé à la numération bactérienne selon BURRI [14-15] en ensemençant deux tubes de gélose avec une anse de lait chacun et un troisième tube avec deux anses. Le dénombrement avait lieu après incubation à 30° C. pendant 48 heures. Les résultats indiqués constituent la somme des résultats des trois tubesensemencés, divisée par 4. Le lait étaitensemencé au plus tard 2 heures après sa livraison au local de coulage. L'épreuve de la réductase a été faite sur 40 cm³ de lait auxquels on ajoutait 1 cm³ de la solution de bleu de méthylène obtenue par dissolution de tablettes de Blauenfeldt et Tvede. En raison des faibles variations que présentent les résultats de l'épreuve de la réductase lorsqu'on l'exécute en double ou en triple, elle n'a été faite qu'une fois. Les résultats qui ont été obtenus sont groupés dans le tableau I. Nous donnons les chiffres tels quels. Etant données les différences relativement faibles entre le minimum et le maximum, l'emploi des logarithmes pour la teneur en bactéries ne changerait guère la situation.

Quels sont les enseignements que l'on peut tirer du tableau I ? C'est tout d'abord, qu'en général, la teneur en bactéries des laits examinés est relativement faible. En effet, plus des 2/3 des échantillons ont une teneur inférieure à 50.000 bactéries par cm³ et les 9/10 en contiennent moins de 100.000. Cette constatation est très importante. Elle confirme que si les producteurs se donnent tant soit peu de peine, ils arrivent facilement à produire du lait contenant moins de 100.000 bactéries par cm³.

Le tableau nous enseigne ensuite que, bien que réelle, la corrélation qui existe entre la teneur en bactéries et la décoloration du lait à l'épreuve de la réductase, n'est pas particulièrement étroite. Nous voulons essayer d'analyser plus exactement cette question. A cet effet, nous regroupons les résultats du tableau I en tranches de 50.000 unités à la teneur bactérienne. Nous obtenons ainsi le tableau II, qui servira de base à un graphique relatif à la corrélation et à la dispersion des résultats.

Avant de tirer des conclusions du graphique que nous donnons ci-dessous, il convient de donner quelques explications sur la manière dont il est construit. Pour chaque groupe de résultats, cinq points ont été fixés ; à savoir, les durées extrêmes de décoloration, la durée

TABLEAU I.

CORRÉLATION ENTRE LA TENEUR EN BACTÉRIES DÉTERMINÉE SELON BURRI ET LE RÉSULTAT DE L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE DE 784 ÉCHANTILLONS DE 61 FOURNISSEURS DE LAIT PRÉLEVÉS DANS LE COURS D'UNE ANNÉE.

Teneur en bactéries en milliers par cm ³	Durée de la décoloration du lait à l'épreuve de la réductase												Total	%
	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.	7 h.	8 h.	9 h.	10 h.	11 h.	12 h.		
1-10.....	—	—	—	1*	7	6	22	13	13	9	2	5	78	9,97
11-20.....	—	—	1	6	20	22	26	37	19	4	6	1	142	18,13
21-30.....	—	—	—	9	25	30	36	20	8	4	2	1	135	17,22
31-40.....	—	1	—	9	17	23	16	23	7	—	—	1	97	12,37
41-50.....	—	1	5	12	15	13	17	8	7	—	—	1	79	10,07
51-60.....	—	1	2	4	13	8	11	7	1	1	—	—	48	6,12
61-70.....	—	—	5	10	16	10	4	7	1	—	—	—	53	6,76
71-80.....	—	—	2	7	14	9	3	8	1	—	—	—	44	5,61
81-90.....	—	1	3	2	1	4	—	—	—	—	—	—	11	1,40
91-100.....	—	—	5	9	4	1	—	—	—	—	—	—	19	2,35
101-110.....	—	—	2	2	1	1	1	—	1	—	—	—	8	1,01
111-120.....	—	—	2	3	2	1	1	1	—	—	—	—	10	1,27
121-130.....	—	1	1	2	2	1	1	—	1	—	—	—	9	1,14
131-140.....	—	1	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	4	0,51
141-150.....	—	2	4	6	3	1	—	—	—	—	—	—	16	2,04
151-160.....	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0,51
161-170.....	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,25
171-180.....	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	0,25
181-190.....	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	3	0,37
191-190.....	1	—	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	7	0,87
Plus de 200.....	1	—	3	1	4	—	2	2	—	—	—	—	13	1,65
Total.....	2	9	44	86	147	132	141	127	59	18	10	9	784	100,00
%.....	0,25	1,14	5,61	10,96	18,75	16,83	17,98	16,20	7,52	2,29	1,27	1,14		

* Chaque chiffre indique combien d'échantillons de lait avec la teneur en bactéries indiquée dans la première colonne à gauche décoloraient le bleu de méthylène en le nombre d'heures indiqué en tête du tableau. Le chiffre 1 marqué d'une astérisque signifie, par exemple, que de tous les échantillons un seul avait une teneur en bactéries de 1 à 10.000, tout en décolorant le bleu de méthylène en 4 heures seulement.

TABLEAU II.

**CORRÉLATION ENTRE LA TENEUR EN BACTÉRIES ET LE RÉSULTAT DE L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE
DE 771 ÉCHANTILLONS DE LAIT.**

Teneur en bactéries en milliers par cm ³	Durée en heures de la décoloration du lait à l'épreuve de la réductase												Total	%	Moyenne en heures	Déviation- standard en heures
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1-50	—	2	6	37	84	94	117	101	54	17	10	9	531	68,8	6,88	1,81
51-100	—	2	17	32	48	32	18	22	3	1	—	—	175	22,7	5,45	1,61
101-150	—	4	10	13	9	4	3	2	2	—	—	—	47	6,1	4,55	1,76
151-200	1	1	8	3	2	2	1	—	—	—	—	—	18	2,3	3,78	1,47
Total.....	1	9	41	85	143	132	139	123	59	18	10	9	771	99,9		

moyenne de celle-ci et les extrémités du rayon de la déviation-standard. Les extrêmes ressortent sans autre du tableau II. La moyenne indiquée est la moyenne arithmétique de chaque groupe. La déviation-standard constitue une mesure pour la variabilité des résultats. Elle indique selon le calcul de probabilité les limites dans

GRAPHIQUE.

VARIABILITÉ DU TEMPS DE RÉDUCTION DU BLEU DE MÉTHYLENE POUR DES GROUPES D'ÉCHANTILLONS DE LAIT D'UNE TENEUR EN BACTÉRIES DONNÉE.

L'amplitude totale de variation de chaque groupe est indiquée par des traits pointillés et la zone des résultats typiques qui se trouvent dans les limites de la déviation-standard par un trait épais.

lesquelles les 68,25 % de tous les résultats se groupent autour de la moyenne. En d'autres termes, sur trois résultats d'un groupe donné, la probabilité veut que deux tombent dans les limites de la moyenne $\pm$ la déviation-standard. On peut aussi dire que les résultats qui se trouvent entre ces limites constituent les valeurs typiques, tandis que les autres sont des résultats exceptionnels. La déviation-standard a été calculée selon JOHANNSEN [16].

Quels sont les enseignements qui découlent de ce graphique ? Tout d'abord, c'est que les valeurs typiques de tous les groupes se chevauchent. Il s'ensuit l'impossibilité de distinguer avec certitude à l'aide de l'épreuve de la réductase des échantillons contenant de 1.000 à 50.000 bactéries par cm^3 de ceux qui en contiennent de 151.000 à 200.000. On peut cependant dire que la très grande majorité

des échantillons décolorant le bleu de méthylène en moins de 4 heures se trouveront avoir une teneur en bactéries de plus de 100.000.

III. APPLICATIONS DES RÉSULTATS A LA QUESTION DU PAIEMENT DU LAIT SELON SA QUALITÉ.

Il découle du tableau I que les 90 % des échantillons de lait examinés au cours d'une année ont une teneur en bactéries inférieure à 100.000 par cm^3 . *De ce fait, nous concluons qu'on ne saurait qualifier de draconienne une mesure prévoyant que tous les laits apportés à la fromagerie doivent avoir une teneur en bactéries ne dépassant pas 100.000 par cm^3 . Ce que 90 % des fournisseurs peuvent accomplir sans qu'il soit pris des mesures spéciales, les autres peuvent le faire aussi s'ils veulent bien se donner un peu de peine.* En conséquence, nous pensons que l'on peut considérer des laits qui contiennent plus de 100.000 bactéries par cm^3 à leur livraison au local de coulage comme inférieurs et éventuellement dangereux. S'il s'agissait de payer le lait selon sa qualité, nous proposerions de fixer à 50.000 par cm^3 au maximum la teneur en bactéries qui doit être considérée comme normale. Pour des teneurs inférieures, on donnerait des points, et pour des teneurs supérieures, on en soustrairait.

Une fois ces limites fixées, nous pouvons aller plus loin et examiner à quoi la mise en pratique de l'un ou l'autre de ces schémas pour l'évaluation du lait aurait abouti et comment le paiement du lait basé sur les résultats de l'épreuve de la réductase se compare à ceux du paiement selon la teneur en bactéries.

Admettons, pour commencer, un système qui se borne à effectuer des déductions de prix pour les laits inférieurs. On considérerait comme laits inférieurs ceux qui ont une teneur en bactéries de 100.000 et plus, et d'autre part, ceux qui ont un chiffre de réductase inférieur à 4 heures. Il découle en effet du graphique que les valeurs typiques de l'épreuve de la réductase pour le groupe d'échantillons contenant de 50.000 à 100.000 bactéries par cm^3 descendent jusqu'à 4 heures environ.

Voici comment la chose se présenterait :

Sur les 784 résultats, 706 ont une teneur bactérienne inférieure à 100.000 et 78 une teneur supérieure à ce nombre. Sur les 706 échantillons satisfaisants, il y en a 27 qui présentent un chiffre de réductase inférieur à 4 heures, et sur les 78 échantillons de lait trop riches en bactéries, 50, soit 64,1 %, présentent un chiffre de réductase de 4 heures et plus. Dans la classe du bon lait, il y a correspondance des résultats dans 679 cas sur 706 ou sur 729, suivant la direction du tableau suivie. Dans la classe du mauvais lait, on n'arrive au même résultat selon les deux procédés que dans 28 cas sur 78 ou sur 55, suivant toujours la direction du tableau que nous prenons.

Le petit tableau III illustre mieux encore ces conditions :

TABLEAU III.

CLASSIFICATION DES ÉCHANTILLONS DE LAIT SELON LA TENEUR
EN BACTÉRIES ET L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE.

Teneur en bactéries	Réductase		Total
	Lait inférieur < 4 h.	Bon lait > 4 h.	
Bon lait : < 100.000	27	679	706
Lait inférieur : > 100.000 ..	28	50	78
Total	55	729	784

De ce tableau découle que 707 ($679 + 28$), soit le 90,1 %, de tous les résultats ont été mis dans la classe qui leur revient, par les deux procédés. Il convient cependant de remarquer que la prépondérance des résultats avec moins de 50.000 bactéries par cm^3 y est pour une grande part si l'on obtient une concordance aussi bonne.

Si maintenant on exige davantage et si on fixe la limite du lait à considérer comme bon, d'une part, à une teneur en bactéries de 50.000 par cm^3 et, d'autre part, à un chiffre de réductase de 5 heures et plus, on obtient le tableau IV suivant :

TABLEAU IV.

CLASSIFICATION DES ÉCHANTILLONS DE LAIT SELON LA TENEUR
EN BACTÉRIES ET L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE EN FIXANT LES LIMITES
A 50.000 BACTÉRIES PAR CM^3 ET AU CHIFFRE DE RÉDUCTASE DE 5.

Teneur en bactéries	Réductase		Total
	Lait inférieur < 5 h.	Bon lait > 5 h.	
Bon lait : < 50.000	45	486	531
Lait inférieur : > 50.000 ..	96	157	253
Total	141	643	784

Ici la correspondance entre les deux procédés est moins bonne. Seuls, 582 résultats ($486 + 96$), soit 74,2 %, tombent dans le groupe qui leur revient, selon les deux procédés.

Le résultat est encore moins bon si l'on fait trois groupes au lieu

de deux seulement. Ce seraient : le lait supérieur, le lait normal et le lait inférieur, caractérisés respectivement par des teneurs en bactéries de moins de 50.000, de 51.000 à 100.000 et de plus de 100.000 et à la réductase, par des chiffres de plus de 5 heures, de 4 à 5 heures et de moins de 4 heures.

Cette manière d'évaluer le lait a été mise en pratique dans le tableau V.

Dans ce cas 546 (486 + 32 + 28), soit 69,6 %, des résultats sont classés comme il convient selon les deux procédés.

Il découle bien de cette suite de tableaux que, plus on cherche à faire de subdivisions à l'aide de l'épreuve de la réductase, moins on

TABLEAU V.

CLASSIFICATION DES ÉCHANTILLONS DE LAIT SELON LA TENEUR
EN BACTÉRIES ET L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE.

Teneur en bactéries	Réductase			Total
	Lait inférieur < 4 h.	Lait normal 4 à 5 h.	Lait supérieur > 5 h.	
Lait supérieur : < 50.000	8	37	486	531
Lait normal : 50.000 à 100.000 ...	19	32	124	175
Lait inférieur : > 100.000	28	17	33	78
Total	55	86	643	784

obtient de concordance avec les résultats de la numération bactérienne.

Différents points restent à discuter. C'est tout d'abord la question de la corrélation entre la teneur en bactéries et la durée de la décoloration du bleu de méthylène. Nous avons établi qu'une corrélation existait. Sur ce point, nos recherches confirment celles des nombreux auteurs qui ont étudié la question. Cependant, le tableau que nous en avons brossé est loin de correspondre au schéma de BARTHEL et ORLA-JENSEN. Nos résultats nous amènent à réduire considérablement les temps de réduction pour les teneurs bactériennes. Nous avons vu que la décoloration se fait bien plus rapidement et que du lait contenant entre 150.000 et 200.000 bactéries par cm^3 se décolore en moyenne en 3 h. $\frac{3}{4}$, la zone des résultats typiques allant de 2 h. $\frac{1}{4}$ à 5 h. $\frac{1}{4}$ environ. Si on se décidait à vouloir fixer une corrélation entre la teneur en bactéries et le chiffre de réductase, l'échelle indiquée par TROY [7] conviendrait certainement mieux. Vu la grande variabilité

des résultats, nous pensons cependant qu'il vaut mieux considérer le résultat de l'épreuve de la réductase pour ce qu'il est vraiment : un index pour la faculté des bactéries du lait de consommer l'oxygène qui y est dissous. Cette faculté varie naturellement autant avec les espèces microbiennes et leur activité physiologique, qu'avec le nombre des bactéries. C'est pour cela que nous ne saurions que souscrire à la déclaration de THORNTON et HASTINGS, lorsqu'ils font valoir que le chiffre de réductase et la teneur bactérienne sont deux choses entièrement différentes.

Cette constatation nous amène directement à nous demander si, dans les conditions suisses, l'épreuve de la réductase se prête à la détermination de la qualité du lait pour son paiement. D'emblée, nous devons déclarer que cette question ne peut être tranchée en fin de compte que par l'expérience pratique. Or celle-ci manque complètement. Les considérations que l'on peut faire à ce sujet n'auront qu'une portée plus ou moins théorique. Nous avons vu que, prenant le chiffre de 4 heures comme limite, l'épreuve de la réductase n'est pas en mesure de déceler tous les échantillons de lait contenant plus de 100.000 bactéries par cm^3 . Etant donné qu'il est permis d'attendre des producteurs qu'ils livrent du lait avec moins de 100.000 bactéries au cm^3 et que des laits avec une teneur supérieure doivent être considérés au moins comme suspects, ce manque a certainement son importance. D'autre part, notre analyse des résultats démontre qu'avec la même limite de 4 heures, l'épreuve de la réductase décline un certain nombre d'échantillons de lait dont la teneur est inférieure à 100.000 et va même jusqu'à 10.000 bactéries par cm^3 . Ce point est moins important. Nous ne le considérons pas comme un inconvénient, car un lait décolorant le bleu de méthylène aussi rapidement, tout en ayant une teneur bactérienne réduite, doit contenir nécessairement, soit des microbes extrêmement actifs, soit des organismes très avides d'oxygène. Or, c'est parmi ces derniers qu'on trouve la plupart des microbes qui peuvent mettre en danger la fabrication du fromage.

Etant donné cela, il y aurait la possibilité d'élever la limite à laquelle on considère un lait comme bon. En allant, par exemple, à 5 heures au lieu de 4 heures, on mettrait 10 % environ des laits contenant moins de 100.000 bactéries dans la classe des laits suspects, tout en déclassant 29 % des laits contenant plus de 100.000 bactéries qui figuraient précédemment au nombre des laits considérés comme bons. Nous ne pensons pas qu'on puisse aller beaucoup plus loin dans cette direction. On risquerait de voir un bon nombre de producteurs, qui se donnent vraiment de la peine et appliquent intégralement les conseils qui leur sont donnés, dans la pénible situation de constater que leurs efforts restent sans résultats.

CONCLUSIONS.

Les conclusions qu'il est possible de tirer du présent travail sont les suivantes :

1. Dans les conditions de la fromagerie de Treyvaux, l'épreuve de la réductase permet de séparer d'une manière assez satisfaisante les laits contenant plus de 100.000 bactéries par cm^3 de ceux qui en contiennent moins, en choisissant le chiffre de 4 ou 5 heures comme limite.

2. Ce résultat, qui est au fond contraire à ce qui a été démontré par maints auteurs et aussi par nous-même, n'est possible que par suite de la très forte prépondérance des échantillons contenant moins de 50.000 bactéries par cm^3 . S'il en était autrement, si l'on avait, par exemple, la majorité des échantillons avec 50.000 à 100.000 bactéries par cm^3 , la réductase ne pourrait être appliquée de cette manière.

3. Avant de vouloir appliquer les enseignements qui découlent de ce travail à d'autres exploitations, il convient d'y faire une étude quant à la teneur en bactéries du lait.

4. L'épreuve de la réductase ne permet pas de faire équitablement des subdivisions plus étroites que celles mentionnées sous 1. Elle permet seulement de reconnaître les plus mauvais laits sans déceler les meilleurs.

5. Si l'on désire faire un plus grand nombre de classes, il est nécessaire de déterminer la teneur en bactéries. A cet effet, le procédé Burri rendra d'excellents services.

RÉSUMÉ.

Une étude de la valeur de l'épreuve de la réductase, comparative-ment à la numération bactérienne, pour déterminer la qualité des laits livrés aux fromageries en Suisse, a été faite. D'après BARTHEL, la réduction du bleu de méthylène dans le lait se fait en deux étapes. Dans la première phase, les bactéries et les cellules absorbent l'oxygène dissous dans le lait ; dans la seconde, le lait lui-même réduit le bleu de méthylène en le décolorant.

Les recherches effectuées sur 784 échantillons de lait de 61 fournisseurs d'une fromagerie de gruyère analysés au cours d'une année, ont démontré, d'une part, que plus des 2/3 de ces échantillons avaient une teneur en bactéries inférieure à 50.000 et, d'autre part, que les 9/10 en contenaient moins de 100.000 par cm^3 . Il a été démontré, à l'aide d'un graphique, que bien qu'il existe une corrélation entre la teneur en bactéries et le résultat de l'épreuve de la réductase, cette corrélation n'est pas particulièrement étroite. Les résultats obtenus permettent de conclure qu'il est impossible de différencier à l'aide de l'épreuve de la réductase les échantillons de lait qui contiennent 30.000

bactéries de ceux qui en contiennent 80.000 ou 90.000. Dans les cas étudiés, grâce au grand nombre d'échantillons contenant moins de 50.000 bactéries au cm^3 , il est possible de reconnaître d'une manière assez satisfaisante les laits contenant plus de 100.000 bactéries par cm^3 à l'aide de l'épreuve de la réductase. Celle-ci permet donc seulement de reconnaître les plus mauvais laits, sans déceler les meilleurs. Pour faire une classification plus détaillée, il est nécessaire d'effectuer la numération bactérienne, de préférence selon le procédé Burri.

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] Chr. BARTHEL. *Revue générale du lait*, 1908, **7**, 1.
- [2] Chr. BARTHEL. *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel*, 1917, **34**, 137.
- [3] S. ORLA-JENSEN. *Revue générale du lait*, 1909, **7**, 301.
- [4] Chr. BARTHEL et ORLA-JENSEN. *Milchw. Zentralblatt*, 1912, **41**, 417.
- [5] M. LERNER et R. H. VAN GELDER. *Nederl. Tijdschr. Hyg. Microb. & Serolog.*, 1926, **1**, 245.
- [6] E. G. HASTINGS. *Journ. of Dairy Science*, 1919, **2**, 293.
- [7] A. C. TROY. *Journ. of Dairy Science*, 1925, **8**, 282.
- [8] H. R. THORNTON et E. G. HASTINGS. *Journ. of Dairy Science*, 1930, **13**, 221.
- [9] L. C. FRANK. *Standard Milk Control Code, Tentative Draft of the U. S. Public Health Service*, 1927.
- [10] A. H. ROBERTSON et J. M. FRAYER. *Vermont Agr. Exp. Station Bull.*, Nos 314, 315, 316, 317 & 318, Juin 1930. Burlington Vt.
- [11] R. BURRI et J. KÜRSTEINER. *Milchw. Zentralbl.*, 1912, **41**, 40.
- [12] Chr. BARTHEL. *Arkiv f. Kemi, Mineralogi & Geologi*, 1925, IX.
- [13] E. G. HASTINGS, A. DAVENPORT et W. H. WRIGHT. *Journ. of Dairy Science*, 1922, **5**, 438.
- [14] R. BURRI. *Worlds Dairy Congress, Report. London 1928*, 690-696. *Le Lait*, 1929, **9**, 1028.
- [15] W. DORNER et P. DEMONT. *Le Lait*, 1931, **11**, 909.
- [16] W. JOHANNSEN. *Elemente der exakten Erblchkeitslehre*, 1912, 46. G. Fischer, Jena.

REVUE

LA CHIMIE COLLOÏDALE ET L'ÉTUDE DU LAIT.

par M. G. GÉNIN

Ingénieur chimiste E. P. C.

Le lait de vache offre un champ intéressant pour les études de chimie colloïdale à tous ceux, chimistes et physico-chimistes, qui s'occupent de ces questions. Non seulement le lait, mais également la crème, le beurre, le fromage, la crème glacée, et, en général, tous les produits préparés en partant du lait, méritent d'être étudiés sous cette incidence particulière.