

201  
Classé

C. NICOLLE & E. DUCLoux



ÉTUDE EXPÉRIMENTALE  
SUR QUELQUES PROCÉDÉS  
DE  
CONSERVATION DU LAIT

(Extrait de *La Revue Tunisienne*, organe de l'Institut de Carthage.)



TUNIS  
IMPRIMERIE RAPIDE (Louis NICOLAS, directeur),  
2<sup>me</sup>, rue d'Alger, vis-à-vis de la Résidence Générale

1903



~~No 1840~~ 708.26

C. NICOLLE & E. DUCLOUX

00201



# ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

SUR QUELQUES PROCÉDÉS

DE

# CONSERVATION DU LAIT



(Extrait de *La Revue Tunisienne*, organe de l'Institut de Carthage)

BMIC 68



TUNIS

IMPRIMERIE RAPIDE (Louis Nicolas, directeur)

21<sup>re</sup>, rue d'Alger, vis-à-vis de la Résidence Générale

1903



# ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

SUR

## QUELQUES PROCÉDÉS DE CONSERVATION DU LAIT

---

Le lait est un aliment essentiellement altérable. Sa composition chimique en fait un véritable milieu de culture pour les microbes. Aussi s'y multiplient-ils immédiatement après la traite avec la plus grande rapidité, assimilant à leur profit les matériaux du lait, l'appauvrissant par conséquent au point de vue nutritif, et sécrétant parallèlement des produits de toute nature souvent toxiques.

La preuve de l'altération du lait ne nous apparaît pas dès le début du développement microbien. Ce n'est qu'au bout d'un temps plus ou moins long, alors que le nombre des microbes atteint déjà un chiffre élevé, que nous en sommes indirectement prévenus par les modifications que présente peu à peu le lait.

L'arome caractéristique du lait frais disparaît tout d'abord pour faire place à une odeur indifférente, puis aigrelette et finalement désagréable. Un papier de tournesol trempé dans le liquide montre peu à peu, au lieu de la réaction neutre ou très faiblement alcaline de ce produit, une réaction légèrement acide qui s'accroît progressivement. Un peu plus tard, le lait devient moins homogène, il tache les parois du verre dans lequel on le verse et y laisse quelques grumeaux très fins. Porté sur le feu, il tourne ; si l'on attend davantage, il tourne même à la température ordinaire.

Ces diverses modifications sont le résultat du développement des microbes : elles sont d'autant plus prononcées que le nombre des microbes contenus dans le lait est plus élevé.

La multiplication des microbes est donc l'obstacle qui s'oppose à la conservation du lait et qui la rend si difficile, principalement en été et dans les pays chauds.

Cette multiplication suit un certain nombre de lois qu'il est facile de préciser aujourd'hui. Elle est d'autant plus rapide que le nombre des germes contenus dans le lait immédiatement après la traite et les manipulations qui suivent est plus grand, que la température extérieure et la température du lait lui-même sont plus élevées, enfin qu'un temps plus long s'est écoulé entre le moment de la traite et celui où le lait est distribué et consommé.

L'influence de ces différents facteurs est facile à prouver ; l'un d'eux, la température extérieure, acquiert en Tunisie une importance toute particulière. Il ne nous paraît pas nécessaire d'insister longuement sur l'utilité qu'il y a de recueillir le lait avec la propreté la plus

minutieuse. C'est au moment de la traite et dans les opérations qui la suivent que se fait l'ensemencement du lait par les microbes. Ceux-ci viennent principalement, non de l'air, qui (sauf le cas de poussières) n'en contient qu'un petit nombre, mais de la peau et des poils de l'animal, des mains de l'opérateur, des vases employés à la récolte, au transvasement et à la conservation du lait.

Pour rendre aussi petit que possible le nombre de ces microbes, qui, en se multipliant, donneront les chiffres si élevés que nous citerons plus bas, l'opérateur devra observer un certain nombre de précautions : il se nettoiera avec soin les mains avant la traite, il nettoiera de même le pis de la vache, il ne se servira pour recueillir, transvaser et conserver le lait que de vases bien lavés et dans lesquels il passera de l'eau bouillante.

La température élevée du lait à sa sortie de la glande mammaire est un facteur dont il y a grand lieu de tenir compte en pratique. Cette température est celle du corps de l'animal, 37° 5. Elle est tout à fait favorable au développement des microbes; les étuves dont on se sert dans les laboratoires pour la culture de ces êtres sont précisément réglées à cette température.

Les microbes introduits dans le lait au moment de la traite et des manipulations qui la suivent trouvent donc dans ce liquide à la fois les substances alimentaires qui leur sont nécessaires, et une température tout à fait favorable à leur développement.

Cette température ne baisse ensuite que très lentement, surtout lorsque la température extérieure est elle-même élevée, ainsi que cela se passe pendant l'été en Tunisie. Une expérience montrera cette lenteur de l'abaissement de la température du lait :

Un échantillon de lait est recueilli à dix heures du matin. On le transvase deux fois; puis, dix litres sont versés dans un seau et celui-ci placé dans une chambre à une température de + 13°. Les diverses opérations de la traite et du transvasement ont duré une demi-heure; au bout de ce temps, la température du lait est de 36°. Une heure plus tard, elle est de 29° 5; après trois heures, de 25°; après six heures, de 21°; après dix heures, de 18°. Le lendemain, soit vingt-quatre heures après la traite, elle est encore supérieure de deux degrés à la température extérieure (laquelle s'est abaissée pendant la nuit, puis est remontée à 14° au moment de la dernière observation).

Si nous avons insisté sur cette lenteur de l'abaissement de la température du lait après la traite, c'est que ce fait nous paraît avoir passé à peu près inaperçu jusqu'à présent. Or, la température élevée du lait favorise d'une façon indiscutable la multiplication des microbes; elle la rend de suite très rapide.

Pour supprimer cette cause d'altération du lait, il est nécessaire, soit de refroidir brusquement le lait après la traite, soit, et cela est

préférable, d'appliquer, sitôt celle-ci terminée, le procédé de conservation du lait dont on aura fait choix.

Nous n'insisterons pas sur l'importance de la température extérieure sur la conservation du lait : c'est un fait d'observation banale.

Nous allons montrer par quelques chiffres ce qu'est la rapidité de la multiplication des microbes dans le lait lorsque celui-ci a été recueilli sans autres précautions qu'une propreté suffisante, et qu'il est conservé à des températures variables pendant un temps plus ou moins long.

*Première expérience.* — Lait prélevé à dix heures du matin ; température extérieure 14°, température du lait 36°. La teneur en germes de ce lait, recherchée une demi-heure après la traite, est de 18.000 microbes par centimètre cube. Ce chiffre, qui peut paraître élevé à première vue, est en réalité assez bas ; le lait a, d'ailleurs, été recueilli proprement.

Le lait est déposé dans une salle où la température est de 15° environ ; sa température baisse lentement. (Voir plus haut.)

Après une heure, le nombre des microbes contenus dans ce lait est de 24.700 par centimètre cube ; il est de 45.100 au bout de trois heures ; il atteint 428.000 après six heures ; 719.000 après dix heures ; enfin, après vingt-quatre heures, il est de 5.820.000, toujours par centimètre cube.

*Deuxième expérience.* — Lait prélevé à neuf heures et demie du matin, avec une propreté suffisante. La teneur en germes, recherchée une heure après la traite, est de 25.000 microbes par centimètre cube. (La température du lait, dont il n'a été prélevé qu'un litre, est alors de 29°.) Cet échantillon de lait est placé dans une salle à 15° ; la teneur en microbes est, après quatre heures, de 175.000 ; après huit heures, de 240.000 ; enfin, de 2.200.000 au bout de vingt-quatre heures.

*Troisième expérience.* — Lait prélevé à neuf heures du matin, avec propreté. Teneur en germes, recherchée une heure après : 6.250 microbes par centimètre cube. Cet échantillon est placé dans une chambre-étuve réglée à 22° (cette température n'a rien d'excessif en Tunisie). Les chiffres obtenus par les procédés de numération des germes sont les suivants : après quatre heures, 25.000 microbes par centimètre cube ; après huit heures, 310.000 ; après vingt-quatre heures, 11.250.000.

La température plus élevée a rendu la multiplication des microbes plus rapide. Nous verrons plus loin les chiffres que l'on obtient en élevant encore la température de l'étuve où l'on met le lait.

Ces résultats sont conformes à ceux qui ont été signalés par d'autres expérimentateurs. Ils expliquent la haute teneur en germes des

échantillons de lait du commerce analysés au moment où ils sont distribués au consommateur.

L'un de nous, examinant à ce point de vue quatorze échantillons de lait de luxe (lait cacheté), de la ville de Rouen, prélevés au moment même de leur distribution, a constaté combien le nombre des microbes était (sauf une exception) élevé dans ces échantillons dès leur arrivée dans la ville. Les chiffres observés ont été, en effet, les suivants :

350.000	180.000
240.000	140.000
80.000	332.000
2.400.000	400.000
500.000	260.000
140.000	3.120.000
425.000 (lait pasteurisé)	7.000

Ces chiffres, sauf le dernier, sont extrêmement inférieurs aux chiffres réels, la numération des germes ayant dû être interrompue au troisième ou au quatrième jour de l'expérience. Pour avoir une idée de ce qu'était, en réalité, le nombre des microbes contenus dans ces échantillons de lait, il conviendrait de multiplier les chiffres cités par quatre.

Le quatorzième échantillon examiné avait seul une teneur faible, probablement parce qu'il avait été prélevé avec une grande propreté et distribué très peu de temps après la traite.

Il est à remarquer que les chiffres que nous venons de citer s'appliquent tous à des laits de luxe (laits cachetés); ce que doit être la teneur en germes des laits de qualité et de prix inférieurs, il n'est que trop facile de le deviner.

Nous avons examiné quelques échantillons de lait de Tunis; l'un d'eux avait été prélevé au marché vers huit heures du matin. L'analyse en a été faite dès son arrivée à l'Institut Pasteur. Cet échantillon contenait 2.387.500 microbes par centimètre cube.

Tous les échantillons de lait de Rouen analysés, sauf deux (n° 7 pasteurisé et n° 14), contenaient le *Bacterium coli*, microorganisme habituel du tube digestif. L'échantillon tunisien présentait le même microbe.

Il est évident que de semblables échantillons de lait, fussent-ils exempts de microbes pathogènes, et stérilisés avant leur consommation, ne constitueront jamais que des aliments médiocres, très différents de ce qu'est le lait au sortir du pis de la vache. Les microbes qui y ont vécu et qui s'y sont multipliés les ont appauvris en substances nutritives et enrichis, au contraire, en produits toxiques.



\*  
\*

De nombreux procédés ont été préconisés pour la conservation du lait. Tous agissent en diminuant le nombre des microbes ou en ralentissant leur développement. Une stérilisation parfaite n'est pas possible; le lait porté à 115°, température nécessaire pour détruire tous les microbes, est trop modifié pour pouvoir servir à l'alimentation. Il n'existe pas, d'autre part, de substance antiseptique qui soit à la fois assez puissante pour stériliser entièrement le lait et inoffensive pour le consommateur.

De tous les procédés qui ont été préconisés pour la conservation du lait, nous ne parlerons ici que de deux : la pasteurisation et le refroidissement. Les autres procédés sont, en effet, sans intérêt pratique. Nous étudierons ensuite un procédé nouveau : la conservation du lait par l'addition d'eau oxygénée.

\*  
\*

La pasteurisation est actuellement le procédé de choix. Elle a rendu et rend encore tous les jours de réels services; l'importance de ceux-ci ne doit pas cependant nous empêcher de reconnaître les imperfections et les inconvénients de la méthode.

On sait que la pasteurisation consiste à porter le lait à une température variable, mais voisine généralement de 70 ou 75°. A cette température, un grand nombre de microbes sont détruits, et parmi eux tous ceux ou presque tous ceux qui n'ont pas de spores : bacille typhique, *bacterium coli*, vibrions cholériques, etc. Il n'est pas absolument démontré que le bacille tuberculeux soit détruit à cette température; mais le danger de la transmission de la tuberculose par le lait pourrait être évité par la tuberculisation des vaches laitières.

Le lait pasteurisé a donc à sa sortie du pasteurisateur une teneur en microbes peu élevée; cette teneur resterait telle, si le lait était consommé de suite après l'opération. Or, ce lait est souvent distribué dans des vases non stérilisés, contenant parfois des débris de lait altéré; il y retrouve donc rapidement une teneur en germes sensiblement voisine de celle qu'il avait avant la pasteurisation. Dans les cas même où le lait est recueilli dans des vases bien nettoyés, comme la pasteurisation n'est pas une stérilisation véritable, mais une stérilisation incomplète, si le lait est conservé pendant un certain temps avant sa distribution, les microbes relativement rares qu'il contient peuvent se multiplier à loisir.

La pasteurisation n'est donc pas un procédé rigoureux. Elle a de plus un grave inconvénient, celui de modifier la constitution du lait. A la température de 70°, les substances albuminoïdes contenues

dans le lait sont déjà partiellement transformées; la caséine en particulier tend à se coaguler et devient plus difficilement attaquable par les sucs digestifs de l'enfant. Ce fait, méconnu autrefois, a été mis en évidence dans des travaux récents. On sait également que le lait cru contient, à côté des substances alimentaires, des ferments capables de les digérer ou d'aider, tout au moins, à leur digestion; ces ferments sont détruits par la pasteurisation.

Ajoutons que cette opération est assez délicate, que souvent elle n'est pas faite avec toute la rigueur nécessaire, enfin qu'elle est relativement coûteuse.

Ces imperfections et ces inconvénients ne sauraient suffire à faire condamner une méthode dont l'emploi a constitué un progrès considérable et à laquelle nous devons la vie d'un grand nombre d'enfants qui, sans son secours, auraient succombé aux diarrhées du jeune âge.

On ne devra abandonner l'emploi de la pasteurisation que le jour où l'on aura trouvé une meilleure méthode à lui substituer.

\*  
\* \*

La réfrigération n'a pas les inconvénients de la pasteurisation. Le lait conservé par le froid n'est nullement altéré dans ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il reste, en cela, identique au lait cru. Au point de vue de la teneur en microbes, l'influence de la réfrigération est bien mise en évidence dans les deux expériences suivantes :

*Première expérience.* — Echantillon de lait contenant, une demi-heure après la traite, 18.000 microbes par centimètre cube (voir plus haut). Une partie de ce lait est mise à la glacière à  $+5^{\circ}$ . Après dix heures, la teneur en germes est de 14.100; après vingt-quatre heures, de 10.800. Le reste du lait, conservé à une température de  $14^{\circ}$ , contient respectivement, aux mêmes heures : 719.000 et 5.820.000 microbes par centimètre cube.

*Deuxième expérience.* — Echantillon de lait contenant, une heure après la traite, 6.500 microbes par centimètre cube. Une partie de ce lait est mise à la glacière; mais cette glacière est petite et, par suite de l'élévation de la température extérieure, la glace qu'elle contient fond rapidement. Pendant la nuit, elle ne peut être renouvelée. La température du lait pendant l'expérience a donc varié, du matin au soir, de  $+5^{\circ}$  à  $+12^{\circ}$  environ.

Le nombre des microbes contenus dans ce lait s'est lentement élevé. Après quatre heures, il était de 5.000; après huit heures, de 12.500; à la vingt-quatrième heure, de 87.700; à la quarante-huitième heure, de 168.700.

Le même échantillon de lait mis à 22° donne les chiffres suivants : 25.000 à la quatrième heure, 310.000 à la huitième heure, plus de 11 millions après vingt-quatre heures.

L'influence du refroidissement sur la multiplication des microbes est donc des plus manifestes. Suivant le degré auquel la température est abaissée, l'accroissement du nombre des microbes est, ou bien complètement enrayé, ou bien ralenti à l'extrême. Un échantillon de lait mis à la glacière s'y conserve donc parfaitement ; le fait est d'ailleurs d'observation journalière.

Il ne faudrait pas conclure toutefois de ces expériences que le refroidissement est un procédé supérieur à la pasteurisation. S'il a sur elle l'avantage de ne pas modifier le lait dans sa valeur alimentaire, il a l'inconvénient d'être sans action sur les microbes pathogènes. C'est un procédé de conservation, non un procédé de stérilisation. Si le lait que l'on met à la glacière provient d'un animal sain, s'il a été proprement recueilli, non additionné d'eau impure, et si la réfrigération suit immédiatement les opérations consécutives à la traite, le résultat obtenu est parfait. Mais il suffit qu'une des précautions que nous venons d'énumérer ait été omise pour qu'il n'en soit plus ainsi.

De plus, le procédé est d'une application difficile en pratique ; il n'est pas, en effet, facile de livrer aux consommateurs un lait conservé dans des appareils frigorifiques (glacières ou autres) depuis le moment de son prélèvement.

Il semble donc qu'il y ait mieux à trouver.

\* \* \*

L'idée d'assurer la conservation du lait par l'addition de substances antiseptiques s'est imposée depuis longtemps à l'attention des savants et des industriels. Il est très facile, en effet, d'empêcher le lait de s'altérer en y ajoutant certains produits qui s'opposent au développement des microbes. Mais ces produits, dont le nombre est considérable, sont plus ou moins toxiques. Le lait traité par eux offre par conséquent un danger pour la consommation. Il n'est pas bon d'en faire usage ; la loi en punit l'emploi et la chimie a des méthodes très simples pour en déceler la présence.

Une seule substance antiseptique échappe aux critiques que nous venons de formuler, *l'eau oxygénée*. C'est un chimiste, M. A. Renard, qui le premier a songé à utiliser ce produit pour la conservation du lait. L'eau oxygénée jouit, à faible dose, d'un pouvoir microbicide remarquable, et, à cette propriété, elle joint celle d'une grande instabilité. Au contact des matériaux du lait, elle se décompose en oxygène naissant, à l'action duquel est dû le pouvoir antiseptique, et en eau ; de telle sorte qu'au bout de quelques heures il ne reste plus

trace dans le liquide de la substance qui y a été ajoutée. Seule l'action antiseptique persiste un temps suffisant pour retarder l'altération du lait, c'est-à-dire pour en assurer pratiquement la conservation.

Il est à remarquer que l'eau oxygénée ne se comporte de cette façon que lorsqu'on l'ajoute au lait *cru*. En présence du lait cuit, son action est très différente; au lieu de disparaître très rapidement, elle contracte avec les matériaux de ce liquide modifiés par la chaleur des combinaisons plus stables et ne s'élimine que très lentement. Tout ce que nous disons ne s'applique par conséquent qu'au lait cru.

Il est très facile de se rendre compte des propriétés antiseptiques de l'eau oxygénée. Il suffit de prendre un échantillon de lait, de le répartir dans deux vases et de verser dans l'un d'eux quelques gouttes du liquide. Le lait non additionné d'eau oxygénée subit l'altération spontanée, c'est-à-dire qu'il tourne plus ou moins vite, suivant la température; le lait auquel on a ajouté l'antiseptique ne présente aucune altération avant un temps très long (un jour, deux jours ou quelquefois davantage).

Nous croyons absolument inutile d'insister sur la parfaite innocuité que présente un lait qui a été traité par l'eau oxygénée, lorsqu'il est consommé de trois à six heures après l'addition de l'antiseptique, puisque celui-ci n'existe plus dans le lait au moment de la consommation.

La seule précaution à prendre consiste à attendre ce délai, d'autant plus court que la température extérieure est plus élevée, avant de faire usage du lait pour l'alimentation. Si le producteur a pris soin, ainsi qu'il doit le faire, d'ajouter à son lait l'eau oxygénée aussitôt après la traite, il n'existe plus trace antiseptique au moment de la distribution en ville.

Les essais qui ont été faits du procédé ont montré d'ailleurs sa parfaite innocuité en pratique.

Aucune étude expérimentale sérieuse n'a été publiée jusqu'à présent sur l'action de l'eau oxygénée sur le lait. Nous nous sommes proposé de combler cette lacune, et c'est un des buts de notre travail. Nous avons fait notre étude aussi complète que possible, en nous limitant toutefois à la partie microbiologique du problème, la seule importante d'ailleurs en pratique.

\*  
\*\*

Nous avons vu, dans le début de cet article, que le lait contient après la traite un nombre souvent élevé de microbes et que c'est à la rapidité de leur multiplication qu'est due l'altération spontanée de cet aliment. D'autre part, nous savons que parmi les microbes

que l'on peut rencontrer dans le lait, lorsqu'il parvient au consommateur, il en est qui sont les agents de maladies transmissibles à l'homme.

Nous devons donc, dans notre travail, rechercher dans quelle mesure l'eau oxygénée ajoutée au lait agit pour empêcher la multiplication des germes, cause unique de son altération spontanée, et en même temps étudier l'action de cet antiseptique sur les diverses espèces de microbes pathogènes que peut contenir le lait. C'est ce que nous avons fait.

\*  
\* \*

La température extérieure joue un rôle capital dans la conservation du lait. Les expériences que nous avons relatées plus haut le démontrent de la façon la plus évidente. Il était donc nécessaire dans nos expériences d'étudier parallèlement comment se comportent à des températures variables un lait additionné d'eau oxygénée et le même lait sans addition d'antiseptique.

Nous avons fait à ce sujet trois sortes d'expériences aux températures suivantes : 15°, 22°, 34°. Cette dernière température n'a rien d'excessif dans un pays comme la Tunisie.

*Première expérience.* — Un échantillon de lait est prélevé à la ferme de l'Ecole d'Agriculture de Tunis, le 14 février, à neuf heures du matin. Sa teneur en germes déterminée à dix heures et demie (une heure après la traite) est de 25.000 microbes par centimètre cube. Nous faisons deux parts de ce lait. La première est conservée sans l'adjonction d'antiseptique ; la seconde est additionnée de 2 % d'eau oxygénée (dose que des essais antérieurs nous avaient démontré être la plus convenable pour assurer une bonne conservation du lait). Les vases contenant ces deux échantillons sont mis à une *température de 15°*.

A deux heures et demie (quatre heures après le début de l'expérience) l'échantillon de lait non additionné d'eau oxygénée présente 175.000 microbes par centimètre cube ; l'échantillon oxygéné en contient 10.000.

A six heures et demie (8<sup>e</sup> heure) les chiffres sont les suivants : lait normal, 250.000 ; lait oxygéné, 500.

Le lendemain matin (24<sup>e</sup> heure) le lait normal contient 2.200.000 germes ; le lait oxygéné 2.200.

Le surlendemain matin (48<sup>e</sup> heure) ce même lait oxygéné présente 237.000 microbes par centimètre cube ; il supporte l'ébullition sans tourner.

L'action de l'eau oxygénée sur le lait est donc très manifeste et très durable à la température de 15°.

*Deuxième expérience.* — Cette expérience a été faite à une *température de 22°*. Un échantillon de lait prélevé à la ferme de l'École d'Agriculture, le 13 mars, à neuf heures, contient, lorsque nous l'examinons une heure après : 6.250 microbes par centimètre cube. Nous en faisons trois parts : la première est conservée sans adjonction d'antiseptique, la seconde additionnée de 1 % d'eau oxygénée, la troisième de 2 % de ce produit. Les vases contenant ces trois échantillons sont placés dans une chambre-étuve réglée à 22°.

A deux heures (quatre heures après le début de l'expérience) la teneur en germes des trois échantillons est la suivante : lait normal, 25.000; lait oxygéné à 1 %, 7.000; lait oxygéné à 2 %, 1.500.

A six heures (8<sup>e</sup> heure) lait normal : 310.000 ; lait oxygéné à 1 %, 8.200 ; lait oxygéné à 2 %, 3.000.

Le lendemain (24<sup>e</sup> heure) : lait normal, 11.250.000 microbes par centimètre cube ; lait oxygéné à 1 %, 50.000 ; lait oxygéné à 2 %, 13.300. Le lait normal chauffé donne un très léger coagulum, le soir du même jour il se coagule entièrement par la chaleur. Les deux laits oxygénés supportent l'ébullition sans tourner.

Le surlendemain (48<sup>e</sup> heure) les deux laits oxygénés ne se coagulent pas par la chaleur, l'odeur qu'ils présentent est celle du lait frais. Le lait oxygéné à 1 % contient 880.000 microbes par centimètre cube ; le lait oxygéné à 2 %, 240.000.

Le quatrième jour (72<sup>e</sup> heure) le lait oxygéné à 1 % porté à l'ébullition se coagule ; le lait oxygéné à 2 % ne se coagule pas, il présente une très légère odeur aigrelette.

Le cinquième jour (96<sup>e</sup> heure) le lait oxygéné à 2 %, porté à l'ébullition, tourne.

*Troisième expérience.* — Cette expérience a été faite à une *température de 34°*. Un échantillon de lait prélevé à la ferme de l'École d'Agriculture de Tunis, le 3 juin à neuf heures du matin, contient, lorsque nous l'examinons une heure après : 63.000 microbes par centimètre cube. Nous en faisons deux parts, la première est conservée sans adjonction d'antiseptique, la seconde est additionnée de 2 % d'eau oxygénée. Les vases contenant ces deux échantillons sont placés dans une étuve réglée à 34°.

A trois heures (5<sup>e</sup> heure de l'expérience) la teneur en germes des deux échantillons est la suivante : lait normal, 500.000 microbes par centimètre cube ; lait oxygéné, 60.000.

A sept heures (9<sup>e</sup> heure) : lait normal, 1.850.000 ; lait oxygéné, 20.000.

Le lendemain (24<sup>e</sup> heure) le lait normal contient 60.000.000 de germes par centimètre cube ; le lait oxygéné en présente 1.120.000. Le même jour, à cinq heures du soir, le lait normal chauffé tourne ;

le lait oxygéné se conserve sans tourner par la chaleur jusqu'au lendemain matin.

L'action de l'eau oxygénée, moins durable à 34° que dans les expériences faites à 15° et 22°, n'en a pas moins été très nette.

Dans les trois expériences qui viennent d'être rapportées, nous avons opéré sur un lait relativement pur, tel qu'on peut en recueillir dans une ferme organisée (1) et nous avons fait nos expériences dans un temps très court après la traite. Il y avait intérêt à rechercher comment se comporte l'eau oxygénée vis-à-vis d'échantillons de lait plus impurs (plus riches en microbes), tels que ceux qu'on rencontre habituellement dans le commerce.

C'est ce que montrent les expériences suivantes :

*Quatrième expérience.* — Un échantillon de lait contient 175.000 microbes par centimètre cube (c'est le lait normal de la première expérience examiné à deux heures et demie du soir, c'est-à-dire cinq heures après la traite); nous l'additionnons de 2 % d'eau oxygénée et nous le plaçons à 15°.

Le lendemain matin (après dix-neuf heures) il contient 21.500 microbes par centimètre cube, alors que le lait témoin, placé dans les mêmes conditions, en contient plus de 2.000.000.

*Cinquième expérience.* — Un échantillon de lait contient 250.000 microbes par centimètre cube (c'est le même lait que dans l'expérience précédente, examiné à six heures et demie du soir, c'est-à-dire neuf heures après la traite); nous l'additionnons de 2 % d'eau oxygénée et nous le plaçons à 15°.

Le lendemain matin, après quinze heures, il contient 27.500 germes par centimètre cube, alors que le lait témoin, placé dans les mêmes conditions, en contient, comme nous l'avons dit, plus de deux millions.

*Sixième expérience.* — Un échantillon de lait est prélevé au marché de Tunis, le 1<sup>er</sup> avril, à neuf heures et demie du matin; à son arrivée à l'Institut Pasteur, il contient 2.387.500 microbes par centimètre cube. On l'additionne aussitôt de 2 % d'eau oxygénée et on le porte dans une chambre à 16°.

A deux heures et demie (cinq heures après le début de l'expérience), la teneur en germes est de 92.000 microbes par centimètre cube; à six heures et demie (9<sup>e</sup> heure), elle est de 58.000; le lendemain matin (24<sup>e</sup> heure) de 4.730.000. — L'échantillon ne se coagule par la chaleur que vingt-quatre heures plus tard.

(1) Nous adressons nos plus vifs remerciements à M. Lepiney, directeur de l'Ecole d'Agriculture, et à M. Tournieroux, gérant de la ferme, pour l'amabilité avec laquelle ils nous ont fourni les échantillons de lait nécessaires à nos expériences.

*Septième expérience.* — Un échantillon de lait contenant 112.600 microbes par centimètre cube est additionné de 2 % d'eau oxygénée et placé en même temps qu'un échantillon témoin dans une étuve réglée à 34°.

Au bout de huit heures, la teneur en germes des deux échantillons est la suivante : lait normal, 1.650.000; lait oxygéné, 20.620.

Le lendemain, après vingt-quatre heures, le lait non additionné d'antiseptique contient 118.000.000 de microbes par centimètre cube, il se coagule par la chaleur; le lait oxygéné en contient 1.375.000 et ne tourne pas.

Ces expériences nous montrent, de la façon la plus nette, la puissante action microbicide de l'eau oxygénée. Dans tous les cas examinés, l'addition au lait de 1 ou 2 % d'eau oxygénée amène dans les heures qui suivent un abaissement considérable du nombre des germes. Cet abaissement est rendu beaucoup plus net par la comparaison avec les chiffres de plus en plus élevés que présente le même lait, abandonné à lui-même sans addition d'antiseptique.

L'action de l'eau oxygénée sur les microbes du lait ne dure que quelques heures, huit à dix heures en général; ce délai passé, la teneur en germes du lait oxygéné se relève et augmente peu à peu. Ce fait est bien en rapport avec ce que nous avons dit des propriétés de l'eau oxygénée : c'est un antiseptique puissant, mais instable. Lorsqu'il s'est décomposé entièrement, le lait se retrouve dans les conditions ordinaires, et la multiplication des germes suit la progression normale. L'addition d'eau oxygénée retarde donc simplement l'altération spontanée du lait.

La durée de ce retard dépend de deux facteurs : la température extérieure et la teneur initiale en germes du lait. Plus la température extérieure est élevée et plus le nombre des microbes est grand dans le lait au moment où l'on ajoute l'eau oxygénée, moins prononcée et surtout moins durable, quoique toujours évidente et toujours effective, est l'action de l'antiseptique.

L'addition d'eau oxygénée est donc un procédé parfaitement efficace de conservation du lait.

\*  
\* \*

Pour juger l'action de l'eau oxygénée sur les divers microbes pathogènes, nous avons institué une série d'expériences portant sur ceux de ces microbes dont la présence a été signalée dans le lait. En dehors du bacille tuberculeux, qui peut exister dans ce liquide à sa sortie du pis de la vache lorsque celle-ci est atteinte de tuberculose, il ne peut se rencontrer dans le lait, comme microbes pathogènes, que ceux qu'on y apporte en le baptisant avec une eau impure : bacille typhique, *bactérium coli*, vibrion cholérique, bacille pyocyanique.



Nous ne nous sommes pas limités à l'étude de ces microbes : nous avons expérimenté également sur deux autres germes dépourvus de toute action pathogène, mais qui causent deux des altérations ou maladies les plus fréquentes du lait : le bacille cyanogène auquel est dû le phénomène du lait bleu, le *microbacillus prodigiosus* qui est un des agents de production du lait rouge.

Le 26 mars, nous prélevons directement dans le pis d'une ânesse une certaine quantité de lait au moyen d'une sonde trayeuse stérile. Ce lait, parfaitement dépourvu de germes, est distribué dans des tubes stérilisés. Nous ensemençons un certain nombre de ceux-ci avec les espèces microbiennes suivantes : *bacille typhique*, *bactérium coli*, *vibrion cholérique*, *bacille pyrocyanique*, *bacille cyanogène*, *microbacillus prodigiosus*. Ces tubes sont laissés pendant une douzaine d'heures à la température de 15°, de façon à permettre un léger développement de ces microbes. Ils sont ensuite additionnés d'eau oxygénée dans la proportion de 2 %, laissés pendant vingt-quatre heures à la température de 15°, puis portés dans une étuve réglée à 34°, en même temps que des tubes témoins ensemencés avec les mêmes espèces microbiennes, traités de même, mais non additionnés d'eau oxygénée.

Au bout de vingt-quatre heures, nous retirons de l'étuve la totalité de ces tubes, nous isolons les microbes qui s'y sont développés et nous les identifions avec les espèces qui ont servi à l'ensemencement. Dans tous les tubes, oxygénés ou témoins, les microbes pathogènes en expérience se sont développés; (1) seul, un tube de lait ensemencé avec une culture de vibrion cholérique et additionné d'eau oxygénée est demeuré stérile (le tube témoin non oxygéné a donné lieu au développement du vibrion cholérique).

Dans une seconde série d'expériences instituée sur le même plan, le vibrion cholérique n'a pas été détruit dans les tubes de lait additionné d'eau oxygénée.

Aucune des espèces microbiennes pathogènes que l'on peut rencontrer dans un lait souillé par une eau impure n'est donc détruite à coup sûr par l'addition de l'eau oxygénée dans la proportion de 2 %. Il en est de même du bacille cyanogène et du *microbacillus prodigiosus*, agents de deux des altérations spontanées les plus caractérisées du lait. Nous n'avons pas cru utile dans ces conditions d'étudier l'action de l'eau oxygénée sur le bacille tuberculeux, ce microbe étant plus résistant que les espèces microbiennes sur lesquelles nous avons expérimenté.

(1) Dans l'expérience 6, relatée plus haut, il nous avait été facile d'isoler de l'échantillon de lait prélevé au marché de Tunis et additionné d'eau oxygénée la présence du *bactérium coli*.

L'addition d'eau oxygénée au lait à la dose suffisante pour assurer sa conservation ne donne donc aucune sécurité au point de vue de la destruction des microbes pathogènes que ce lait peut contenir.

\*  
\* \*

Si nous nous en tenons simplement au problème de la conservation du lait, il est indiscutable que l'emploi de l'eau oxygénée présente des avantages nombreux sur les procédés actuellement recommandés; il est d'une application très facile, peu onéreuse, extrêmement efficace. Le lait traité par l'eau oxygénée et absorbé trois à six heures après l'addition de l'antiseptique n'est pas seulement inoffensif, il conserve les qualités organophysiques du lait frais.

Ajoutée à un lait très pur immédiatement après la traite, l'eau oxygénée s'oppose complètement au développement des microbes; si ceux-ci sont déjà nombreux au moment où l'on ajoute l'antiseptique, leur nombre baisse dans des proportions fort notables. Dans les deux cas, une manipulation de quelques instants suffit pour assurer une conservation durable du produit, même à des températures tropicales.

Dans nos expériences, nous avons employé l'eau oxygénée aux doses de 1 ou 2 ‰. Ces doses sont nécessaires pour assurer une conservation parfaite et très durable du lait. En pratique, il n'est pas évidemment nécessaire d'obtenir des résultats aussi rigoureux que ceux relevés dans nos expériences; il est, sauf exception, inutile de chercher à conserver un échantillon de lait pendant plus de vingt-quatre heures. On sera donc autorisé à faire usage de l'eau oxygénée à des doses généralement moins élevées que celles que nous avons indiquées. On se basera pour déterminer ces doses sur les deux facteurs qui président à la multiplication des microbes : pureté du lait et température extérieure.

Lorsque la température ne dépasse pas 22° et qu'il s'agit d'un lait pur, tel que celui que fournit une traite faite avec propreté lorsqu'on opère sur lui dans les instants qui suivent, une dose de 1 ‰ et même de 1/2 ‰ nous paraît suffisante.

Dans les mois les plus chauds de l'été, en Tunisie, lorsque la température atteint ou dépasse 34°, il sera prudent de se rapprocher des doses que nous avons employées dans nos expériences. On devra agir de même lorsqu'il s'agira de conserver un échantillon de lait du commerce présumé très impur.

\*  
\* \*

Il nous faut maintenant chercher à dégager de notre travail et de nos expériences une conclusion pratique.

Les mesures à prendre pour assurer à la consommation de chacun

un lait sain et susceptible de se conserver longtemps sans s'altérer ne sont pas évidemment les mêmes, suivant qu'on se met à la place du producteur ou du consommateur.

Le producteur seul peut être certain de la bonne qualité du lait qu'il distribue. Il ne dépend que de lui de ne livrer que du lait provenant d'animaux reconnus sains, de prendre toutes les précautions de propreté suffisantes pour que le nombre de germes contenus dans le lait après la traite soit aussi faible que possible; enfin, de ne pas ajouter d'eau au lait, cette eau offrant ce premier danger d'amener, si elle est impure, la présence de microbes pathogènes. C'est là pour le producteur une question de conscience et d'intérêt bien entendu à la fois.

S'il suit à la lettre les précautions que nous venons de rappeler, il n'aura pas à chercher à supprimer de son lait les germes de maladies transmissibles à l'homme, c'est-à-dire les microbes pathogènes, puisque ceux-ci n'existeront pas dans le lait; il pourra donc se borner à employer un simple procédé de conservation. Il choisira le plus simple, le moins coûteux et le plus efficace. A ces trois points de vue, l'addition d'eau oxygénée aux doses que nous avons indiquées nous paraît la méthode à choisir. Nous répétons encore une fois qu'il est nécessaire d'ajouter l'eau oxygénée immédiatement après la traite.

Si le producteur n'est pas sûr de lui, la pasteurisation devra être préférée, malgré ses inconvénients, puisque, pratiquée suivant les règles, elle permet la destruction de la totalité ou de la presque totalité des microbes pathogènes. Le lait, dans ce cas, devra être distribué aussitôt que possible, pour éviter la multiplication des germes. Il ne saurait être question de l'additionner alors dans ce but d'une petite quantité d'eau oxygénée, ce produit ne se comportant pas, ainsi que nous l'avons dit, de même vis-à-vis du lait cuit que vis-à-vis du lait cru, et contractant dans le premier cas, avec les matériaux du lait, une combinaison assez stable pour que la majeure partie de l'antiseptique existe encore dans le liquide au moment de la consommation, ce qui peut n'être pas sans danger.

Le consommateur ne peut envisager le problème de la même façon.

Sauf dans certains cas exceptionnels, il ne peut, à l'heure actuelle, considérer le lait qui lui est livré comme pauvre en microbes, susceptible de se conserver un certain temps avant d'être consommé et comme sain, c'est-à-dire dépourvu de microbes pathogènes. Il est légitime qu'il suppose le contraire et qu'il agisse en conséquence.

Le plus simple pour lui est évidemment de faire bouillir le lait dès son arrivée chez lui, ou de le porter à une température voisine de 75° s'il s'agit de lait destiné à l'alimentation d'enfants du premier âge.

Le lait ainsi traité sera mis ensuite (au moins en été) à la glacière et la réfrigération assurera sa conservation parfaite.

Dans le cas seulement où le lait pourra ou devra être consommé cru, l'addition d'eau oxygénée sera pour le consommateur le procédé de choix.

Telles sont les conclusions pratiques que nous croyons pouvoir tirer des travaux des auteurs et de nos expériences.

C. NICOLLE ET E. DUCLOUX.

Travail de l'Institut Pasteur de Tunis.

