

UNE INNOVATION EN LAITERIE

L'ACIDIMÈTRE AUTOMATIQUE DES « FERMIERES RÉUNIS »

par

JEAN PIEN

Ingénieur-Chimiste I. C. R., Docteur ès sciences,
Directeur des Laboratoires des « Fermiers Réunis ».

I. NÉCESSITÉ DU TRIAGE DES LAITS POUR L'ÉLIMINATION DES LAITS ACIDES.

L'un des problèmes les plus importants de l'industrie laitière, est celui du triage du lait cru à son arrivée dans les usines de pasteurisation. Ce triage a pour objet essentiel l'élimination des laits acides ; car de tels laits ne peuvent être utilisés pour la pasteurisation.

On sait en effet qu'à partir d'une certaine acidité, la caséine du lait est susceptible de précipiter sous l'influence de la chaleur. Et même sans atteindre ce degré d'altération, de faibles acidités sont elles-mêmes nuisibles ; car elles constituent une réserve basale d'acide lactique, qui devrait être nulle, et qui représente pour la conservation ultérieure du lait pasteurisé, un handicap sérieux et dangereux. L'élimination des laits acides ou trop acides pour la pasteurisation industrielle est donc une nécessité absolue, qu'aucune autre opération licite ne saurait remplacer.

II. LES PROCÉDÉS DE TRIAGE LES PLUS EMPLOYÉS.

Le procédé idéal de triage consisterait à titrer exactement l'acidité du lait sur chaque pot, en utilisant par exemple l'acidimètre Dornic. Il est inutile de souligner que cette méthode est inemployable dans la pratique laitière courante.

Dans la grande généralité des cas, pour ne pas dire partout (en France tout au moins) et depuis fort longtemps, le lait destiné à la pasteurisation est « goûté ». Les ouvriers spécialisés dans ce genre de travail déterminent, par l'appréciation de la saveur du lait, si celui-ci dépasse ou non un certain taux d'acidité d'ailleurs jamais défini d'une manière objective et précise. Cette méthode possède des avantages et des inconvénients.

A. Avantages. — a) L'appréciation de l'acidité par la saveur répond théoriquement à une notion plus exacte que la titrimétrie, car elle correspond à l'acidité actuelle (donc au pH) alors que le titrage donne l'acidité totale potentielle qui n'est pas en rigoureux parallélisme avec les inconvénients que l'on cherche à éviter par le triage, alors que ce parallélisme avec le pH est un fait.

b) Le goûtage permet d'apprécier d'autres défauts du lait que le titrage acidimétrique laissera passer, par exemple : présence dans le lait d'un corps étranger (crésyl, pétrole), saveurs anormales et désagréables dues à l'introduction dans la ration des vaches laitières d'aliments susceptibles de compromettre la qualité et même la conservabilité du lait (feuilles de chou, de betterave, pulpes ensilées, etc.).

B. Inconvénients. — Les inconvénients du goûtage en compensent et en dépassent largement les avantages :

a) Le *goûtage est une appréciation subjective* qui n'utilise comme éléments de jugement, que la sensation d'un individu donné. Il est de connaissance courante qu'un même individu ne porte pas les mêmes conclusions sur des laits d'égale acidité suivant qu'il a mangé, bu, fumé... et même, pour un état physiologique identique, suivant les jours.

D'autre part, au même moment, deux individus différents ne portent pas nécessairement les mêmes jugements ; car en admettant que leur sensation soit la même (ce qui est invérifiable) l'interprétation qu'ils en donnent peut être différente. Comment, en effet, ont-ils appris leur « métier » ? Un « goûteur » entraîné leur a désigné des laits reconnus impropres à la pasteurisation ; ils les ont dégustés à leur tour. La sensation qu'ils ont reçue ce jour-là a été contrôlée, certes, sur d'autres journées. Mais ce goûteur novice, devenu « goûteur » à son tour, n'a plus à sa disposition aucun moyen de contrôle de ses appréciations. Si dans les cas extrêmes il reste sûr de lui, dans les cas limites (les plus importants) comment établira-t-il sa base normale de travail ? Nous avons été témoins d'hésitations, de doutes, de contradictions même chez certains sujets réputés « goûteurs médiocres », et tous les industriels laitiers savent qu'un bon goûteur peut, lui aussi, commettre des erreurs suivant qu'on le change de région ou même simplement aux changements de saison.

Le fait qu'il existe quelques rares individus spécialement doués qu'il est impossible de mettre en contradiction avec l'acidimètre, et nous en connaissons, ne doit pas faire oublier que bien souvent des laits sont réputés bons, que l'acidimètre élimine, et inversement. Cet état de choses susceptible de nuire à la qualité du lait pasteurisé sous le rapport de sa conservabilité au cours de la vente, constitue à lui seul une grosse critique du procédé de goûtage.

Insistons encore :

On nous objectera que ce procédé, malgré ses imperfections, a rendu et rend tous les jours les plus grands services, et que, en général, on n'a pas lieu de s'en plaindre. A cela nous répondons de

la manière suivante : ayant eu l'occasion de suivre et de contrôler sérieusement à l'acidimètre le travail de nombreux goûteurs, nous pouvons affirmer que le contrôle acidimétrique, à certaines saisons de l'année, a démontré que certains phénomènes, considérés jusqu'ici comme naturels, d'ordre saisonnier, donc inévitables, ont pu être évités. En particulier, nous nous sommes aperçus qu'en septembre-octobre les meilleurs goûteurs laissent passer des laits que, à la même acidité, ils auraient refoulés en été ; et de ce fait on a pu améliorer la conservabilité des laits de certaines régions en remplaçant le goûtage par le triage acidimétrique. Il va de soi que cette amélioration a nécessairement correspondu à une plus grande sévérité dans la sélection et donc à une diminution de la quantité de lait pasteurisable. Mais l'objectif principal : amélioration de la conservabilité, était atteint ; car, comme chacun le sait, l'un des facteurs essentiels de la mauvaise conservabilité du lait est l'acidité de la matière première (qui se retrouve en totalité ou en partie, suivant les appareils, après pasteurisation).

Si le goûtage est susceptible d'entraîner des erreurs particulières et individuelles, il est également capable de fausser la sélection dans toute une région pour toute une saison. Il ne possède pas, *au point de vue pratique*, la garantie absolue que beaucoup d'industriels laitiers lui ont, jusqu'ici, prêtée.

b) *Après l'inconvénient fondamental, l'inconvénient secondaire* : Le goûtage est une opération qui, si elle n'est pas pratiquée avec le plus grand soin, expose le lait à de sérieux risques de pollution.

Enfin, le lait de vaches malades peut être dangereux pour le goûteur. On connaît de nombreux cas d'ouvriers contaminés par du lait aphteux.

L'étude approfondie des avantages et des inconvénients du goûtage (étude qui n'a été ici qu'effleurée) mène, sincèrement, à cette conclusion que le triage du lait gagnerait à être fait par une autre méthode.

D'innombrables procédés ont été préconisés. Beaucoup d'entre eux présentent l'inconvénient d'avoir été conçus par des hommes qui n'ont jamais assisté à la réception du lait dans un dépôt de laiterie. Les autres, ceux qui émanent de laitiers (savants ou non...) sont difficilement employables quand ils sont restés scientifiques, ou anti-scientifiques et nuls, quand ils ont voulu rester trop pratiques. C'est, qu'en fait, cette question, simple en apparence, est difficile à résoudre, car elle doit concilier des inconciliables : d'une part un principe sérieux, scientifique, devant donner des résultats stables, réguliers, d'une certaine précision bien connue et non pas quelconque

et d'autre part un procédé simple, très simple, d'exécution très rapide et facile.

Devant l'intérêt d'un problème de cette importance, nous avons estimé qu'il fallait essayer de réaliser un progrès.

III. RECHERCHE D'UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE TRIAGE.

Il ne s'agissait pas de découvrir un principe nouveau.

Tous les principes susceptibles d'être employés, sont connus. Il s'agissait de *choisir* un principe et d'en trouver une réalisation répondant aux conditions énoncées ci-dessus.

Nous nous sommes tenu le raisonnement suivant :

De quoi s'agit-il ? Eliminer les laits renfermant une certaine dose d'acides libres (acide lactique surtout). L'identification de l'acide lactique ne suffisait pas ; son dosage non plus, car il peut y avoir d'autres acides. C'est l'acidité libre totale qu'il faut déterminer.

Comment ? Théoriquement, c'est le pH qu'il faudrait connaître. Aucune méthode de détermination du pH , même colorimétrique, ne peut être mise dans les mains d'un ouvrier quelconque, surtout s'il s'agit du lait, parce qu'elle nécessiterait dans les tous cas des tables de teintes de référence, d'où perte de temps et souvent aussi hésitation sur la conclusion. Ce n'est pas à dire que les méthodes basées sur ce principe ne sont pas bonnes. Bien au contraire, ce sont probablement les meilleures (le triage serait absolument idéal si on possédait un dispositif électrométrique à équilibrage instantané qui permettrait de faire le pH avec certitude et rapidité). Mais les essais tentés ne permettent pas de concilier la méthode avec la nécessité de faire exécuter 200 ou 300 essais à l'heure par une seule personne.

Restait la possibilité de revenir à la solution la plus simple en principe : le titrage acidimétrique direct selon la méthode Dornic. Mais la réalisation pratique et rapide du triage dans ces conditions posait de nombreux problèmes qu'il s'agissait de résoudre. Schématiquement il fallait :

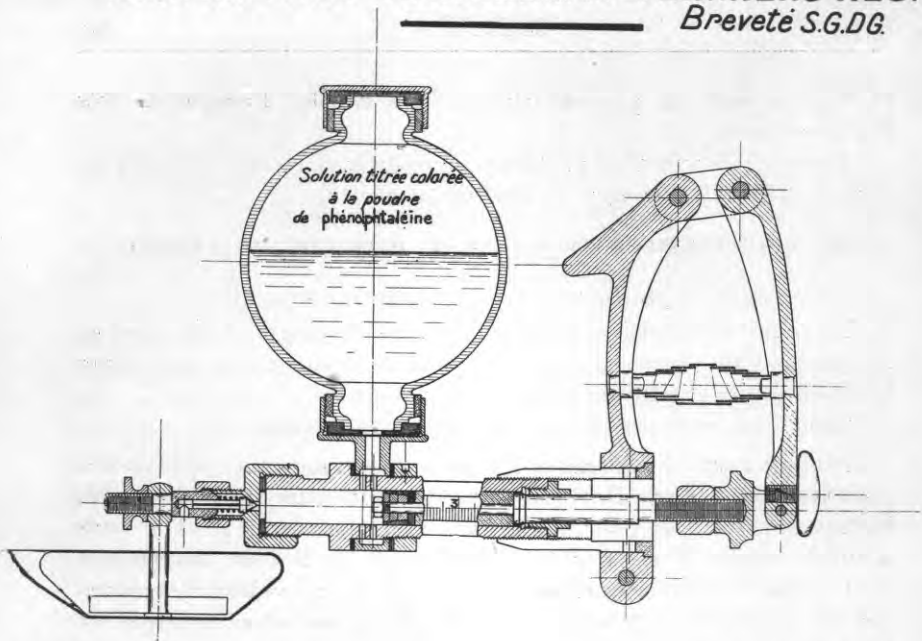
- 1° créer un dispositif d'agitation et de prélèvement du lait ;
- 2° créer un dispositif d'éjection de la soude Dornic ;
- 3° créer un dispositif pour la réaction des deux liquides et l'appréciation du résultat.

En ce qui concerne le premier et le troisième de ces points il n'y avait guère d'équivoque sur l'idée directrice à suivre.

Sur le deuxième point une distinction se posait : fallait-il organiser un appareil capable d'amener peu à peu la soude (par fractions connues de centimètre cube) ou au contraire capable d'éjecter d'un

ACIDIMÈTRE MARGUERAT-FERMIERS-RÉUNIS

Breveté S.G.D.G.



R. MARGUERAT

7 Rue Carvès

MONTROUGE SEINE

FERMIERS RÉUNIS

44 Rue Louis Blanc.

PARIS (X^e)



1^{er} temps



2^e temps

FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL

coup un volume connu de soude correspondant à une acidité donnée ?

C'est la seconde idée qui s'imposait. Mais dans ce cas ne risquait-on pas d'être amené à faire un appareil pour chaque saison, voire pour chaque région ? Il fallait donc que l'appareil fût réglable et réglable *instantanément* sans démontage. En outre, il fallait que deux au moins des dispositifs fussent réunis en un seul, pour qu'un seul homme puisse manier l'ensemble ; et, pour la même raison, que le poids, la forme, le fonctionnement des divers organes soient tels que l'utilisation du système soit possible sans fatigue pendant plusieurs heures. Telles sont les idées que nous avons, une à une, étudiées et mises au point en ce qui concerne les principes.

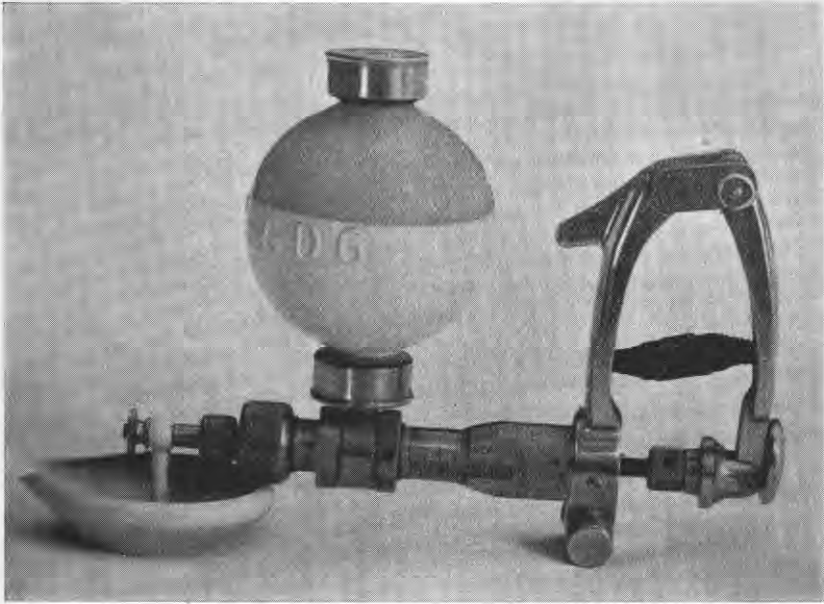
Pour la réalisation et l'étude pratique de l'appareil, nous avons fait appel, après plusieurs essais infructueux, au concours d'un ingénieur-constructeur de haute valeur, très connu des grandes Sociétés laitières qui font souvent appel à son concours : M. Robert MARGUERAT. Il est inutile de décrire les diverses solutions étudiées et les nombreux essais entrepris. Nous allons simplement donner une description sommaire de l'ensemble de l'appareil tel qu'il est sorti, après une mise au point, de la collaboration de M. MARGUERAT et des laboratoires de la Laiterie des Fermiers Réunis.

IV. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DE L'ACIDIMÈTRE AUTOMATIQUE « FERMIERS-RÉUNIS-MARGUERAT ».

A. **PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT.** — 1^o **Prélèvement du lait.** — Le prélèvement de 10 cm³ de lait nécessaires à l'opération s'effectue à l'aide d'une canne munie d'une plaque perforée jouant le rôle d'agitateur et portant un cylindre fermé par une soupape. Un bouton permet de manœuvrer à distance la soupape qui ferme le cylindre pour éjecter les 10 cm³ de lait après le prélèvement.

2^o **Ejection de la soude Dornic.** — L'appareil (breveté S. G. D. G.) est constitué par une petite pompe à piston qui éjecte d'un seul coup un volume connu de soude Dornic chargée de phtaléine du phénol. Ce volume est reçu (ainsi que les 10 cm³ de lait) dans une coupelle d'un profil spécialement étudié et attachant à l'appareil. Si le mélange (qui est instantané grâce à un artifice de construction) reste rouge, ou même simplement rose, le lait a une acidité inférieure au degré pour lequel est réglé l'appareil — lequel est gradué en degrés Dornic. Si le mélange est resté blanc, le lait est plus acide que le degré du réglage. De telle sorte qu'il n'y a aucune appréciation de teinte à effectuer. Le lait ne doit être éliminé (compte tenu du degré du réglage) que si le mélange reste rigoureusement blanc. Dès qu'une teinte quelconque apparaît (rose faible,

rose, rouge ou rouge foncé) le lait est bon, ou du moins d'une acidité au plus égale, ou inférieure au degré Dornic qu'on s'est imposé pour le triage.



L'appareil est réglable (en tournant simplement la poignée) pour tout degré compris entre 0° et 40° Dornic. Un tour de poignée en avant et en arrière, ajoute ou retranche 1° Dornic (c'est-à-dire un 1/10 de centimètre cube au volume de soude éjecté).

L'appareil est extrêmement *précis*. A titre d'exemple 10 coups de piston consécutifs éjectent exactement 19 cm³ de liquide si le réglage est fait pour 19° Dornic ; autrement dit, on n'a même pas une erreur de 1/10 de degré Dornic pour ce qui est du volume de soude éjecté.

REMARQUE. — Le choix du degré Dornic de triage à adopter dépend des saisons et des régions. C'est la pratique qui renseigne dans chaque cas particulier. Mais l'extrême simplicité du réglage permet de passer instantanément d'un mode de triage donné à un mode de triage plus sévère ou moins sévère et de la quantité qu'on voudra.

B. MODE D'EMPLOI. — a) **Manœuvres préalables :** 1° Régler l'appareil au degré d'acidité voulu en tournant la poignée. La bague filetée devra affleurer au degré auquel on se propose de trier ;

2° Emplir aux $\frac{3}{4}$ le réservoir en verre avec de la soude Dornic chargée de phtaléine (à la dose de 2 gr. 500 pour un litre de soude) ;

3° Donner quelques coups de piston pour amorcer l'appareil et chasser l'air du corps du cylindre.

b) **Pratique du Triage.** — 1° Plonger la canne dans le pot de lait en remuant, et appuyer sur le bouton de la canne avant de sortir celle-ci du pot pour chasser l'air du cylindre ;

2° Lâcher le bouton de la canne, retirer celle-ci du pot, présenter son extrémité inférieure au-dessus de la coupelle de l'appareil et incliner la canne à 45° environ pour que l'égouttage de l'agitateur tombe en dehors de la coupelle. La contenance de la canne est réglée pour cette position d'inclinaison à 45° ;

3° Appuyer sur le bouton de la canne, ce qui éjecte 10 cm³ de lait dans la coupelle. En même temps, donner le coup de piston d'éjection de la soude. Une agitation légère de l'appareil réalise le mélange instantané des liquides.

Pour éjecter la soude, appuyer franchement et à fond en donnant le coup de piston. Celui-ci doit d'ailleurs revenir en place complètement et sans difficulté.

c) **Remarques.** — 1° N'introduire dans l'ampoule de verre que de la soude très limpide ne contenant aucune matière en suspension.

2° Avant le début du triage avoir soin de rincer l'ampoule avec de la soude et de donner quelques coups de piston pour rincer le corps du cylindre.

3° Après les opérations de triage, reverser l'excédent de soude dans un récipient spécial, rincer l'appareil à fond avec de l'eau et donner quelques coups de piston avec l'eau. Il est inutile de démonter quoi que ce soit. Mais il est essentiel que l'appareil soit parfaitement rincé à l'eau après chaque séance de triage.

4° Cet appareil, après un apprentissage de quelques minutes, permet de trier aisément plus de 300 pots à l'heure.

Il est en vente chez M. Robert MARGUERAT, ingénieur-construc-teur, 7, rue Carvès, à Montrouge (Seine).