

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. BEJAMBES et S. SAVOIE. *Chim. et Ind.*, 71, 3, 501-506.
- [2] S. KUZDZAL-SAVOIE. *Ann. Tech. I.N.R.A.*, 1956, série E, n° 1, 1.
- [3] A. ROCHAIX et A. TAPERNOUX. 1948. Vigot Frères. Paris.
- [4] O. HUNZIKER. La Grange, Illinois. 1927, p. 584.
- [5] C. A. COX et P. H. McDOWALL. *Journal Dairy Res.*, 1948, 25, 377.
- [6] T. BERGMAN et Kr. JOOST. *XIIIth Intern. Dairy Congr.* The Hague. June 22-26. Vol. II, sect. I, Subj. 1, p. 89, 1953.
- [7] G. SCHWARZ et H. MUMM. *Kieler Milchwirtschaftl. Forschungsberichte V* Band. 1953.
- [8] C. H. ECKLES et R. H. SHAW. Bureau of Anim. husb. 1913, *bull.* 156.
- [9] J. GROSSFELD. *Handbuch der Lebensmittel Chem.* IV Band, Fette und Oele. Verlag von Julius Springer. Berlin 1939.
- [10] A. BRUNO. 10a, p. 48 ; 10b, p. 44 ; 10c, p. 46 ; 10d, p. 152 ; 10e, p. 166.
- [11] G. HALPHEN. 1912. Ch. Béranger. Paris, p. 137.
- [12] H. D. RICHMOND, G. D. ELSDON et G. H. WALKER. *Dairy Chem.*, Ch. Griffin and Co Ltd, 1942, 12a p. 176 ; 12b, p. 178 ; 12c, p. 403 ; 12d, p. 179.
- [13] A. CHOLLET et A. CAMUS. *Le Lait.* 1937, 135.

## REVUE

## L'AUTOMATION DANS L'INDUSTRIE LAITIÈRE

par

G. GÉNIN

Ingénieur E.P.C.

Automatisme, automaticité, l'automatique, l'automation, l'automatisation, sont des termes que l'on trouve aujourd'hui fréquemment cités dans la littérature technique et qui, en attendant qu'une terminologie française se soit établie, sont utilisés pour définir un nouveau progrès technologique conduisant à la mécanisation plus poussée des usines.

Si l'on ouvre un dictionnaire dans l'espoir d'y trouver la définition de ces termes, on ne trouve rien qui corresponde exactement à leur signification actuelle et d'ailleurs, la signification qu'on en donne est souvent différente suivant qu'on s'adresse à un technicien ou un autre. Cependant, sans vouloir faire œuvre de linguiste, on peut dire que l'automatisme est le perfectionnement que vient de réaliser l'industrie et qui permet de passer de ce qu'on a appelé la mécanisation proprement dite à la commande des installations mécanisées. On peut dire encore que la mécanisation était simple-

ment le remplacement du travail de l'homme par celui de la machine, tandis que l'automatisme est l'utilisation de machines qui pensent pour la commande de machines qui exécutent.

Il est probable que nos philosophes et Blaise PASCAL le premier, s'il vivait encore, seraient outrés d'entendre dans la bouche d'un technicien l'expression « machines qui pensent ». Admettons qu'il y ait une certaine exagération et qu'en fait, ces machines qui pensent sont plus exactement des machines qui contrôlent une fabrication et qui cependant, suivant les données qu'elles enregistrent, sont susceptibles d'intervenir dans cette fabrication, d'activer ou de ralentir telle ou telle opération, de modifier les proportions de réactifs introduits dans un réacteur, et même d'arrêter complètement une fabrication en actionnant un système d'alarme, si de graves perturbations se produisent.

L'expression « automatisme » n'a d'ailleurs pas la même signification suivant le groupe de personnes appelées à appliquer cette technique. Pour un simple ouvrier, l'automation peut être considérée comme un ensemble de robots susceptibles de prendre sa place à la chaîne de montage et de le priver de son gagne-pain. Pour le chef syndicaliste, l'automation peut être une forme de conspiration du capital destinée à faciliter la lutte de classe et à s'opposer aux revendications ouvrières. Pour l'actionnaire enfin, l'automation est le plus sûr moyen de réduire les dépenses de main-d'œuvre, et par conséquent d'augmenter les bénéfices. Il en résulte qu'une étude sur l'automation doit comporter de nombreux aspects économiques, sociaux et techniques. Dans notre Revue, nous nous contenterons simplement d'en examiner l'aspect technique et plus particulièrement les possibilités que cette technique nouvelle présente pour l'industrie laitière.

### Généralités

Ce qu'il ne faut d'ailleurs pas oublier dans la mise en œuvre de l'automation, c'est qu'elle ne supprimera jamais la nécessité de la présence de l'homme. Le travail demandé à l'homme dans l'exploitation d'un atelier où l'automatisme est très développé sera simplement affiné ; au lieu de demander à des manœuvres de surveiller des machines d'exécution, d'effectuer des travaux toujours les mêmes, mais que cependant, la machine ne peut pas réaliser, on lui demandera de surveiller, d'un poste de contrôle central, un ensemble de machines d'exécution, de contrôle et de commande, et d'être capable de rechercher et de corriger la défec-tuosité possible en cas d'accident. Autrement dit, le manœuvre va disparaître de plus en plus des usines pour être remplacé par des

techniciens et par ailleurs, dans les bureaux d'études, le nombre d'ingénieurs devra être de plus en plus élevé pour pouvoir concevoir, dessiner et construire les machines de plus en plus complexes exigées par le développement de l'automatisme. C'est la raison pour laquelle les grands pays industriels s'inquiètent de plus en plus du nombre insuffisant de techniciens et d'ingénieurs actuellement dans les écoles, car ils prévoient que ce nombre devra aller en croissant dans les années à venir.

L'industrie laitière n'a pas échappé à cette tendance et il n'y a d'ailleurs aucune raison de penser que l'automatisme ne puisse pas être appliqué aux opérations subies par les produits laitiers en cours de fabrication. Par exemple, avec les moyens dont on dispose aujourd'hui, il serait impossible à un être humain de contrôler la durée et la température de traitement du lait dans une installation de pasteurisation haute, comme peut le faire un dispositif électronique chargé de commander un tel appareil.

DON MERLIN [1] a donné, dans différentes revues américaines, quelques exemples des opérations fondamentales de l'industrie laitière ou l'automatisme peut rapidement s'imposer. C'est, par exemple, la fabrication continue du beurre, celle de la crème glacée et celle que l'on prévoit pour bientôt du fromage. L'idée s'est imposée aujourd'hui que la substitution des procédés de fabrication continue aux procédés de fabrication par lots successifs était l'assurance que les produits obtenus seraient plus constants et de qualité meilleure, mais une telle fabrication ne peut être réalisée que par le remplacement des opérations manuelles et du contrôle de l'homme par des dispositifs de contrôle automatique, seuls capables de déceler les très faibles déviations indicatrices d'une irrégularité dans la fabrication.

En dehors de ces fabrications fondamentales, beaucoup d'autres opérations peuvent être également rendues automatiques, c'est par exemple, la mise en place des bouteilles de lait dans les paniers, l'empilage de ces paniers, le nettoyage automatique des tuyauteries dans une laiterie, les opérations de transvasement et de vidage des réservoirs ; il n'est pas une opération qu'on ne puisse rendre automatique.

Avant même d'ailleurs que le mot automation soit répandu, certaines grandes laiteries américaines avaient déjà fait de l'automatisme sans le savoir et on signale par exemple, l'atelier de préparation de la crème glacée des laiteries Abbotts de Philadelphie. Cet établissement comporte un poste de commande centrale, d'où il est possible de commander l'introduction dans un mélangeur et dans les proportions convenables des différents constituants d'un mélange pour crème glacée. On réalise ainsi des économies

sensibles de main-d'œuvre, en même temps qu'on obtient un produit plus uniforme et de qualité améliorée.

De même les machines d'emballage en service depuis déjà plusieurs années sont d'excellents exemples d'automatisation. On signale par exemple, la machine Pure-Pak qui, partant d'une simple feuille de papier qui alimente une de ses extrémités fournit à l'autre bout de la machine des récipients en carton remplis de lait et automatiquement bouchés. Entre ces deux points sont effectuées un grand nombre d'opérations faisant appel à l'emploi de l'électricité, de l'eau, de la vapeur, du vide et de l'air comprimé, mais où l'homme n'intervient en rien si ce n'est pour une surveillance que la machine effectue d'ailleurs d'elle-même.

Dans le domaine de la manutention, d'importants progrès ont été réalisés également et la firme Mojonner Bros. Co, de Chicago, a, par exemple, réalisé des dispositifs de manutention horizontale et de manutention verticale, capables d'assurer tout le travail des magasins d'une laiterie dans laquelle on traite de 20 à 25.000 litres de lait par jour.

C'est également dans le même ordre d'idée qu'il faut citer les appareils de remplissage des cartons, des bouteilles ou autres récipients destinés à contenir des produits laitiers. Il existe de multiples machines qui effectuent cette opération d'une façon entièrement automatique et qui, après remplissage, procèdent au bouchage ou au capsulage des récipients, à la mise en place d'étiquettes.

Un bel exemple de machines de ce genre est la machine Gram qui, utilisée pour la préparation de parts de crème glacée, détermine automatiquement le poids de crème glacée à utiliser pour chaque part, verse le produit dans un moule, met en marche le système de réfrigération, introduit dans le moule la petite baguette de bois destinée à supporter la part de crème glacée, assure le démoulage de la crème, trempe le pain de crème glacée dans un sirop de chocolat et finalement assure l'emballage de l'ensemble dans un sachet de papier. Il s'agit là d'une réalisation remarquable de l'automatisme complétée par des dispositifs de contrôle qui interviennent en cas de mauvais fonctionnement d'un des postes de l'appareil.

Cependant, pour que l'automatisme soit réalisable, il faut que certaines conditions soient remplies et parmi ces conditions, les plus importantes sont les suivantes :

Il faut tout d'abord que l'appareillage permettant de mettre en œuvre l'automatisme d'un atelier soit disponible. On s'efforce actuellement de réaliser une normalisation de cet appareillage pour éviter d'avoir à créer un matériel particulier à chaque industrie. On conçoit en effet que de nombreux dispositifs de contrôle ou de mesure puissent être communs à diverses industries.

à traiter, appareils qui déterminent et enregistrent cette acidité et qui, en outre, commandent l'ouverture de la vanne par l'intermédiaire de laquelle pénètre l'agent neutralisant, de telle sorte que la quantité utilisée de cet agent est toujours rigoureusement proportionnelle à l'acidité du produit à traiter.

### **Contrôle de la température du lait à son arrivée à la laiterie**

On sait que le lait est susceptible de s'altérer rapidement s'il n'est pas maintenu à une température suffisamment basse, il importe donc qu'on puisse contrôler la température du lait livré à la laiterie par les producteurs, afin de prendre immédiatement les mesures nécessaires pour refroidir ce lait à la température convenable. Pendant longtemps, cette opération a été faite au moyen de thermomètres dont la lecture était faite par le personnel chargé du contrôle. Cette mesure s'effectue aujourd'hui au moyen d'appareils électriques qui non seulement procèdent à une mesure instantanée de la température, mais en outre enregistrent cette température de sorte qu'il devient possible à la laiterie d'avoir chaque jour un tableau indiquant la température de tous les pots de lait qui ont été livrés à l'établissement.

La connaissance de cette température est indispensable pour la conduite des appareils de refroidissement qui assurent le maintien à la température convenable du lait cru reçu à la laiterie. Là encore, les appareils de mesure électriques permettent de contrôler la température du lait dans les différentes cuves de magasinage et celle du lait situé dans différents points de l'établissement. Il est possible, par exemple, d'avoir un appareil de lecture central, relié à des thermocouples disposés à différents endroits de l'établissement, et en appuyant sur un bouton, de déterminer immédiatement la température du lait à tel ou tel poste des ateliers.

### **Contrôle de la pasteurisation par lots successifs**

Dans les établissements dont l'importance est telle qu'elle ne justifie pas l'installation d'un dispositif de pasteurisation haute fonctionnant d'une façon continue, on peut cependant réaliser un contrôle efficace de l'opération qui prendra en main la conduite du traitement de pasteurisation, depuis le moment où le lait pénètre dans l'appareil jusqu'au moment où il sort de l'échangeur de chaleur. Un appareil de ce genre comporte par exemple, un dispositif de commande de chauffage de l'appareil de pasteurisation ; lorsque la température voulue est obtenue, une minuterie est mise en marche automatiquement, en même temps que la température

E. L. CAMPBELL [2] a donné récemment quelques exemples de d'opérations de contrôle intéressant l'industrie laitière et où l'emploi des procédés électroniques a permis d'arriver à un degré de perfection inégalé jusqu'à présent.

### **Contrôle de la pasteurisation haute**

La pasteurisation continue par chauffage à haute température et pendant un temps très court est certainement le moyen le plus efficace de traiter d'importantes quantités de lait, de crème, de mélanges pour crème glacée ou d'autres produits laitiers. Mais il s'agit là d'une opération extrêmement délicate et qui exige qu'en particulier les températures puissent être mesurées avec une précision exceptionnelle et extrêmement rapidement. Avant que ce procédé de pasteurisation ait pu être admis légalement, il a fallu faire la preuve qu'on pouvait contrôler efficacement la température atteinte par le produit dans l'appareil de pasteurisation et la durée de séjour de ce produit dans l'appareil.

Les installations actuelles sont généralement munies de dispositifs entièrement automatiques qui, dès que la température dans l'appareil de pasteurisation s'abaisse au-dessous de 71° font repasser automatiquement le lait dans l'appareil, afin de compléter son traitement. Dans ces appareils, de nombreux dispositifs enregistreurs permettent de mesurer, de régler et d'enregistrer la température atteinte par l'eau chaude qui sert à alimenter les appareils de pasteurisation, d'autres permettent également d'enregistrer et de contrôler la température du lait après pasteurisation.

### **Neutralisation automatique**

Une autre opération, fréquente dans l'industrie laitière, est celle de la neutralisation, par exemple du lait ou de la crème utilisés pour la fabrication du beurre. Une méthode de neutralisation automatique et continue est celle qui consiste à ajouter l'agent neutralisant au produit, en opérant dans le vide. Il se produit une sorte de réaction explosive, lorsque la solution d'agent neutralisant pénètre dans le produit à traiter, car l'eau surchauffée est instantanément transformée en vapeur, ce qui provoque un mélange parfait de l'agent neutralisant et du produit. On évite ainsi toute saponification de la matière grasse traitée et les produits volatils qui résultent de la neutralisation et qui seraient susceptibles de communiquer un goût défectueux au produit se trouvant automatiquement éliminés.

La réalisation de telles installations a été rendue possible par l'exécution d'appareils de mesure continue de l'acidité des produits

à traiter, appareils qui déterminent et enregistrent cette acidité et qui, en outre, commandent l'ouverture de la vanne par l'intermédiaire de laquelle pénètre l'agent neutralisant, de telle sorte que la quantité utilisée de cet agent est toujours rigoureusement proportionnelle à l'acidité du produit à traiter.

### **Contrôle de la température du lait à son arrivée à la laiterie**

On sait que le lait est susceptible de s'altérer rapidement s'il n'est pas maintenu à une température suffisamment basse, il importe donc qu'on puisse contrôler la température du lait livré à la laiterie par les producteurs, afin de prendre immédiatement les mesures nécessaires pour refroidir ce lait à la température convenable. Pendant longtemps, cette opération a été faite au moyen de thermomètres dont la lecture était faite par le personnel chargé du contrôle. Cette mesure s'effectue aujourd'hui au moyen d'appareils électriques qui non seulement procèdent à une mesure instantanée de la température, mais en outre enregistrent cette température de sorte qu'il devient possible à la laiterie d'avoir chaque jour un tableau indiquant la température de tous les pots de lait qui ont été livrés à l'établissement.

La connaissance de cette température est indispensable pour la conduite des appareils de refroidissement qui assurent le maintien à la température convenable du lait cru reçu à la laiterie. Là encore, les appareils de mesure électriques permettent de contrôler la température du lait dans les différentes cuves de magasinage et celle du lait situé dans différents points de l'établissement. Il est possible, par exemple, d'avoir un appareil de lecture central, relié à des thermocouples disposés à différents endroits de l'établissement, et en appuyant sur un bouton, de déterminer immédiatement la température du lait à tel ou tel poste des ateliers.

### **Contrôle de la pasteurisation par lots successifs**

Dans les établissements dont l'importance est telle qu'elle ne justifie pas l'installation d'un dispositif de pasteurisation haute fonctionnant d'une façon continue, on peut cependant réaliser un contrôle efficace de l'opération qui prendra en main la conduite du traitement de pasteurisation, depuis le moment où le lait pénètre dans l'appareil jusqu'au moment où il sort de l'échangeur de chaleur. Un appareil de ce genre comporte par exemple, un dispositif de commande de chauffage de l'appareil de pasteurisation ; lorsque la température voulue est obtenue, une minuterie est mise en marche automatiquement, en même temps que la température

dans l'appareil est maintenue constante ; puis, lorsque la durée de pasteurisation est atteinte, le lait se trouve automatiquement dirigé vers les échangeurs de température et rapidement refroidi. Grâce à un tel système, on évite toute pasteurisation excessive, puisque la durée de l'opération et la température sont rigoureusement contrôlées et que dès que la durée de chauffage a été atteinte, le lait est immédiatement refroidi. Par des réglages manuels simples, un dispositif de ce genre peut être modifié et permettre la pasteurisation de la crème, des mélanges pour crème glacée ou d'autres produits laitiers.

### Conservation du lait frais

On a admis pendant de nombreuses années qu'il était impossible de conserver du lait frais avec toute sa saveur et ses qualités nutritives et qu'il fallait soumettre le produit à une pasteurisation assez poussée qui en altérait profondément le goût et les qualités. Or ce problème semble avoir été résolu par le dispositif de mise en boîte dans des conditions aseptiques qui porte le nom de « Dole engineering aseptic canning system ». Pendant tous les traitements qu'il subit, le lait n'est jamais exposé à l'atmosphère à partir du moment où on le trait jusqu'au moment où il est introduit dans une boîte scellée. Cette dernière opération s'effectue en outre dans une atmosphère aseptique de vapeur surchauffée, dont la température est soumise à un contrôle électronique.

Le procédé présente de ce fait, trois avantages sur celui généralement employé pour la stérilisation des bouteilles de lait.

1° La stérilisation instantanée que subit le lait fournit un produit dont la saveur, la teneur en vitamine, la coloration et la texture sont supérieures à celles du lait pasteurisé par les procédés habituels.

2° La qualité du produit reste constante, quel que soit le volume du récipient dans lequel il est contenu.

3° Le lait étant soumis à une température élevée pendant un temps extrêmement court, il ne présente aucun goût résultant d'une cuisson prolongée.

Dans toute installation de ce genre, le lait se trouve tout d'abord recueilli dans le vide et conservé dans des récipients en acier stainless, rigoureusement à l'abri de l'air. Ceci permet d'éviter en premier lieu le goût d'oxydation fréquent dans le lait de conserve. C'est donc la laiterie qui fournit à la ferme laitière la cuve en acier stainless destinée à recevoir le lait à sa sortie de la machine à traire et lorsque cette cuve est pleine, la laiterie en laisse une autre vide et stérilisée pour la prochaine traite.

Le lait à sa réception à la laiterie est alors homogénéisé et subit un traitement de stérilisation à une température très élevée, de l'ordre de 140°, la durée de ce traitement étant évidemment excessivement courte. Il importe bien entendu, que la température soit rigoureusement contrôlée, ainsi que la durée de séjour du lait dans l'appareil et le délai qui s'écoule avant le refroidissement du lait.

Il ne reste plus qu'à procéder à la mise en boîte du lait qui se fait par le procédé Dole qui assure une stérilisation rigoureuse des boîtes de lait et des couvercles, de façon à éviter toute recontamination du lait pendant les opérations de remplissage et de fermeture des boîtes.

Dans ce but, les boîtes à lait, préalablement protégées par un vernis, sont stérilisées par des jets de vapeur surchauffée et après stérilisation, le remplissage s'effectue dans une chambre rigoureusement étanche, remplie elle également de vapeur surchauffée. Les couvercles sont stérilisés de la même façon, puis placés sur les boîtes et scellés dans le vide. Les boîtes sont alors refroidies et prêtes à être expédiées.

### **L'automatisme dans la fabrication de la crème glacée**

Les techniques de l'automatisme s'appliquent plus particulièrement dans les industries où l'on manipule des produits fluides ou à l'état semi-fluide, dans les industries où la production est élevée et en général constante, dans les fabrications enfin où rares sont les modifications apportées à la composition des produits. Il est bien évident que l'industrie laitière répond dans l'ensemble à ces conditions. En ce qui concerne la fabrication de la crème glacée, elle est peut-être moins susceptible que les autres branches de l'industrie laitière d'être intéressée par l'automatisme, par suite de la grande diversité des produits fabriqués et de la variation saisonnière importante de la consommation. Cependant, ainsi que SEIBERLING l'a récemment montré [3], l'automatisme présente un grand intérêt dans l'industrie de la crème glacée.

La crème glacée est une marchandise qui intéresse la jeunesse et qui doit être vendue au prix le plus bas possible. Toute opération qui tend à réduire les frais de fabrication présentent donc un intérêt plus particulier dans cette branche de l'industrie laitière. D'autre part, l'automatisme a comme avantage d'assurer une production plus régulière et évite ainsi les pertes dues à des produits de qualité irrégulière.

La fabrication de la crème glacée comporte essentiellement deux opérations distinctes qui sont d'une part la préparation du

mélange et la stérilisation de celui-ci et d'autre part, la congélation et l'emballage.

La préparation des mélanges comporte l'introduction dans un ensemble unique de différents constituants, de façon à produire une substance qui doit contenir les proportions désirées de graisse, de substances sèches dégraissées, d'agents sucrants, de stabilisants et d'émulsifiants. Dans la fabrication de la crème glacée, l'automatisation se trouve évidemment gênée par la variété des mélanges que l'on peut avoir à préparer et plus encore par la variation des matières premières utilisées. Il est évidemment possible d'envisager différentes méthodes de préparation continue des mélanges, la technique suivante offre une solution qui peut être réalisable dans un très court délai.

Le lait entier doit tout d'abord être mélangé et contrôlé après avoir été stocké dans les grandes cuves permettant de réaliser son homogénéisation. Il doit être ensuite centrifugé, de façon à régler la teneur en graisse par élimination d'une certaine proportion de lait écrémé. Il doit ensuite subir une concentration dans les appareils à multiple effet, et être livré à une densité qui ne s'écarte pas plus de 0°1 Bé de la valeur imposée. C'est à ce moment qu'on lui ajoute les différents constituants du mélange tels que agents sucrants, stabilisants, avant de procéder à la pasteurisation de ce mélange qui doit s'effectuer de préférence dans un appareil continu. Le produit est alors prêt à être dirigé, après contrôle de sa composition, dans l'installation de réfrigération.

Ce qui rend l'application d'un tel ensemble d'opérations difficile dans des conditions d'automatisme complète, c'est évidemment, la variation de la qualité du lait qui ne permet pas d'utiliser des proportions toujours identiques de ce produit, définies une fois pour toutes. C'est la raison pour laquelle on envisage de préparer des mélanges en partant de matière grasse, de poudre de lait écrémé, et d'autres constituants habituels des mélanges, c'est-à-dire de produits d'une composition toujours constante, ce qui faciliterait évidemment la commande des appareils chargés de l'incorporation de ces différents ingrédients.

Par contre, les opérations de congélation et d'emballage, si elles ne présentent pas les mêmes difficultés quant à la variation de la composition des constituants, sont plus difficiles à rendre automatiques, les difficultés étant dans ce cas d'ordre mécanique. Cependant, d'importants progrès ont été réalisés récemment dans la mécanisation des opérations d'emballage et d'autres plus importantes encore sont en vue. Ce que l'on cherche surtout à réaliser, c'est la mise au point du contrôle de certaines opérations portant en particulier sur le réglage du volume de la crème glacée après sa

congélation et l'uniformité du remplissage des récipients ou emballages.

L'Université d'Etat de l'Ohio a procédé à d'importants travaux sur la mesure du volume occupé par la crème glacée, c'est-à-dire de sa densité apparente en faisant appel à des dispositifs radio-actifs. Le principe du procédé consiste à disposer une petite quantité d'un composé radio-actif, comme par exemple, le césium, dans un tube en acier stainless à minces parois, logé sur un des côtés de l'ouverture par où s'effectue l'évacuation de la crème. Sur la face opposée, on dispose un appareil mesureur de radiations et toute variation de la densité de la crème se manifeste par une variation de l'énergie radio-active reçue par le dispositif de mesure. On parvient ainsi à déterminer la quantité d'air occluse dans la crème, mais comme l'air est malheureusement compressible, les résultats obtenus varient avec la pression et il est donc nécessaire de prévoir un dispositif de compensation tenant compte de cette pression.

En résumé, la fabrique de crème glacée automatique de l'avenir comprendra donc les installations suivantes :

1° Un appareil continu pour la préparation du mélange, partant de lait cru ou d'un certain nombre de constituants de composition plus constante ;

2° Un dispositif de congélation du mélange disposant d'un dispositif de réglage automatique de la densité du produit ;

3° Une installation entièrement mécanisée d'emballage des parts de crème glacée permettant d'assurer un remplissage uniforme des récipients ;

4° Un dispositif automatique permettant de faire subir aux parts de crème glacée, après emballage, l'opération de durcissement habituel.

Toutes ces opérations devront pouvoir être commandées, contrôlées et éventuellement stoppées par des dispositifs entièrement automatiques soumis à la surveillance d'un homme.

La main-d'œuvre sera dans une telle installation extrêmement réduite et portera sur des opérations qu'il n'est pas pour le moment possible de réaliser automatiquement, comme par exemple, l'établissement des liaisons nécessaires entre les véhicules de livraison du lait et les citernes de l'atelier, le contrôle et le magasinage des différentes matières premières utilisées par la fabrique : papier, fruits, noisettes, parfums alimentaires, les opérations de lavage des fruits et autres produits incorporés dans les mélanges, la manutention et le magasinage des produits fabriqués, le contrôle des sorties de ces produits et enfin la supervision générale de toute l'installation.

Signalons d'ailleurs que si l'automatisation a fait d'importants progrès dans le domaine purement technologique, les services de comptabilité et d'organisation du travail font également appel à l'automatisation et l'emploi des cartes perforées, des machines à calculer, ont beaucoup simplifié le travail du comptable qui lui également, est devenu un simple surveillant de machines plus ou moins délicates.

Pour terminer enfin cette étude forcément très superficielle de l'application de l'automatisation dans l'industrie laitière, nous décrivons une réalisation récente américaine portant sur la fabrication des récipients en carton paraffiné utilisés pour l'emballage du lait et des produits laitiers.

### **Automatisation dans la fabrication des emballages en carton paraffiné**

Cette réalisation a été exposée par T. D. LEATHERS [4] et elle a été exécutée par les laiteries Joppe de Grand Rapids (Michigan). Le problème était d'assurer la manutention et l'utilisation de la paraffine utilisée dans la fabrication des récipients, de façon à conduire à une meilleure utilisation de ce produit relativement coûteux et de réaliser ainsi des économies sensibles de paraffine. Nous avons dit précédemment que l'automatisation s'applique plus facilement à des matières premières utilisées à l'état liquide. Le premier problème à résoudre était donc de fondre la paraffine de façon à pouvoir utiliser un produit à l'état liquide. Dans ce but, la cire de paraffine est livrée, à l'usine, dans des camions citernes maintenus à une température d'environ 70° et la paraffine liquéfiée est directement transférée par pompe dans un important réservoir central, où elle est maintenue à une température d'environ 80°. Des précautions sont prises pour que cette cire ne soit pas maintenue trop longtemps à température élevée, car sous l'influence de la chaleur, elle est susceptible de se modifier chimiquement et physiquement par suite de phénomènes d'oxydation. Il faut donc que la cire stockée depuis déjà un certain temps puisse être utilisée la première avant la cire fraîchement livrée.

Cette cire s'écoule alors par simple gravité vers les appareils automatiques assurant la fabrication des récipients paraffinés. L'écoulement s'effectue par l'intermédiaire de tuyauteries chauffées électriquement afin d'éviter le refroidissement et le bouchage de ces tuyauteries.

Le réglage rigoureux de la température est une opération essentielle, car si la cire de paraffine est trop froide, elle ne s'écoule pas régulièrement, si au contraire, elle est trop chaude, elle n'assure

pas une imprégnation convenable du papier. Grâce à des systèmes de contrôle électronique, ce problème a pu être résolu et pendant les heures d'arrêt de l'atelier, il n'est même pas nécessaire de maintenir le chauffage de l'installation, les précautions prises au point de vue isolément thermique permettant de réduire la chute de température de la cire à 1 ou 2° seulement.

La vente du lait en récipients paraffinés a rencontré auprès de la clientèle un très grand succès et a permis également de mettre en service des machines de distribution automatique évitant tout problème de ramassage, de nettoyage et de stérilisation des bouteilles.

Ces quelques exemples résument l'état actuel du développement de l'automatisme dans l'industrie laitière. Il est certain qu'il ne s'agit que d'un début et qu'avec le développement de cette technique, d'autres problèmes pourront être résolus, malgré les difficultés particulières que pose l'emploi d'une matière première aussi délicate et aussi sensible aux facteurs extérieurs que le lait.

#### RÉFÉRENCES

- [1] DON MERLIN. *Ice Cream Rev.* 1956, t. XXXIX, n° 8, p. 55.
- [2] E. L. CAMPBELL. *Ice Cream Rev.* 1956, t. XXXIX, n° 9, p. 58.
- [3] D. A. SEIBERLING. *Ice Cream Rev.* 1956, t. XXXIX, n° 8, p. 55.
- [4] T. D. LEATHERS. *Milk Plant Monthly.* 1956, t. XLV, n° 10, p. 58.

## BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

### 1° LES LIVRES

Dorizon (B.) et coll. — **La collecte et la paie du lait.** 1 brochure 22x25, 213 pages, nombreux tableaux. Editeur : SPACEL, 140 boulevard Haussmann, Paris (8<sup>e</sup>). 1956. Prix : 2.500 francs.

Les travaux administratifs entraînés par les opérations de ramassage et de paie du lait sont complexes et délicats. Le but de l'étude que nous présentons était de rechercher leur simplification. L'utilité de cette brochure est incontestable pour la profession laitière et même pour les professions annexes. Nous sommes persuadé que les industriels, les coopérateurs et tous les producteurs tireront grand profit à connaître cet ouvrage.

Après un historique nécessaire portant explication du travail réalisé, l'A. procède à une estimation — évaluation du problème puis à son analyse. Un important chapitre expose la méthode proposée pour la simplification du processus administratif de ramassage et de paie du lait ; avec le suivant, nous passons à la réalisation pratique. Enfin les problèmes connexes sont considérés et l'ensemble représente une documentation à notre avis inédite.

Le travail est poussé aussi loin qu'il était possible et le rapport décrit