LES PRINCIPES D'UNE TECHNIQUE RATIONNELLE EN INDUSTRIE LAITIÈRE.

Le rôle des microorganismes en laiterie (fin),

par G. GUITTONNEAU,

Directeur de la Station centrale d'agronomie à l'Institut des Recherches Agronomiques.

Les ferments sélectionnés en industrie laitière. — Il est aujourd'hui facile d'isoler les divers microorganismes qui se développent au cours des fabrications et de les étudier séparément. On peut donc sélectionner ceux qui répondent le mieux aux besoins de l'industrie. Rien n'est plus simple que de les multiplier ensuite en cultures pures.

Toutes ces opérations relèvent du laboratoire. Mais, la sélection dont le but est de satisfaire les exigences de la pratique, en suppose une connaissance approfondie et constitue une opération fort délicate. Mal faite, elle peut conduire à de gros déboires.

A. Les moisissures sont aujourd'hui livrées aux fabricants sous la forme de spores, diluées dans de l'eau légèrement salée. On pulvérise ces dilutions sur les fromages.

Grâce à cette technique, les fromagers ont pu lutter victorieusement contre le noir des fromages moisis (*Penicillium glaucum*). Aussi, a-t-elle pris une extension considérable.

A l'heure actuelle, le commerce exige la blancheur absolue de la moisissure. On n'emploie donc plus que le *Penicillium candidum*, dont il existe d'ailleurs un grand nombre de races, à développement plus ou moins rapide et dont les ramifications aériennes forment sur les fromages un feutrage plus ou moins fin. Suivant les cas, les unes ou les autres de ces races peuvent être d'un emploi avantageux.

Les fabricants des fromages persillés, dans la pâte desquels certaines variétés de *Penicillium glaucum* (*Penicillium glaucum Roqueforti*) sont introduites sous forme de pain moisi (*Roquefort*) s'accommoderaient mieux, sans doute, de préparations solides pulvérisées, dans lesquelles entreraient les spores de la moisissure utile. Ils peuvent cependant tirer bon parti, eux aussi, des dilutions liquides pour l'ensemencement du pain à moisir.

B. C'est également sous la forme de dilutions à pulvériser sur les fromages ou à mélanger au lait que les ferments alcalinisants, dits « du rouge » sont, en général, livrés à l'industrie.

L'emploi de ces ferments est beaucoup moins général que celui des

moisissures parce que les résultats qu'ils donnent ne sont pas aussi apparents à première vue. Les deux ensemencements se complètent cependant fort utilement, tout au moins dans les moments difficiles. En effet, si l'on apporte sur les fromages tous les microorganismes indispensables aux fabrications, il est possible, ainsi que nous l'avons vu, de rendre celles-ci à peu près indépendantes les unes des autres, en prenant la précaution de désinfecter convenablement tout le matériel, après chacune d'elles.

C. L'industrie laitière est en rapport si étroit avec le développement des *ferments lactiques* qu'elle a su tirer bon parti de la diversité même des caractères physiologiques propres à chacune des espèces précédemment étudiées (2^e partie).

La *beurrerie* et, dans la plupart des cas, la *fromagerie* demandent des *coccobacilles* vigoureux, capables de coaguler le lait en 24 heures à 25°-30°, en y développant un goût et un arôme agréables. Ils doivent encore se bien développer à 15-18° (*Acidification des crèmes. Fabrication des fromages frais*).

Dans la fabrication des *fromages cuits* (*Gruyère, Emmenthal*), dont la masse est soumise pendant un temps prolongé à une température relativement élevée, atteignant près de 60°, on ne doit introduire que des espèces résistant parfaitement à l'action d'un tel chauffage.

Pour rendre possible l'égouttage du caillé qui sort de la chaudière encore très chaud (50°), et garde pendant 24 heures une température supérieure à 35°, tout au moins dans la partie centrale de sa masse, les *thermophiles* sont nécessaires. Les *bactéries lactiques* sont, depuis de nombreuses années, employées avec succès dans les cultures pures du Liebefeld (*Thermobactérium Helveticum* associé à un *Mycoderme*). Nous avons vu que, pour DE FRENDENREICH et O. JENSEN, ces bactéries jouent en outre un rôle important dans la maturation (2^e partie). Le *Streptococcus thermophilus*, sans action appréciable sur la caséine, ne pourrait intervenir, suivant O. JENSEN (1), que dans l'acidification et, peut être, en favorisant le développement des thermobactéries auxquelles ils créerait des conditions plus favorables, comme dans le Yoghourt.

D'autre part, certains *coccobacilles résistants*, se multipliant encore aux températures de 15-20°, peuvent poursuivre leur travail pendant la première période de la maturation et ne nous semblent pas inutiles à sa bonne marche.

On a depuis longtemps songé à donner de l'*onctuosité* à la pâte des fromages et à certains beurres trop cassants par l'emploi des

(1) Landw. Jahrb. du Schweiz, p. 437, 1906.

ferments lactiques dits *filants* (Voir 2^e partie). Mais, on obtient ainsi, en général, de mauvais rendements en beurrerie et le sérum, rendu visqueux, s'écoule mal du caillé. Il s'accumule sous la croûte des fromages pressés et favorise par la suite la formation de gerçures (1). Aussi a-t-on, à peu près partout, abandonné la « *lange wéi* », dans la fabrication du *fromage d'Edam*. Par contre, il y a souvent un excellent parti à tirer de ces microorganismes dans la fabrication des *fromages frais* (*Fromages blancs, Demi-sels, Petits Suisses*).

Il convient d'ajouter que dans chacune de ces catégories un nombre important de variétés peuvent être mises en concurrence. Pratiquement, on n'emploie jamais qu'un mélange des meilleures d'entre elles.

On peut ainsi se rendre compte des services considérables que pourrait rendre à l'industrie l'emploi des cultures pures de *ferments lactiques*, préparés en vue de ses besoins qui sont variables et, pour ainsi dire, à sa demande.

Malheureusement, ce sont des organismes délicats, qu'on ne peut faire entrer dans le domaine industriel qu'en s'entourant de certaines précautions.

Il n'est possible de conserver aux *ferments lactiques* cette aptitude à développer dans le lait le fin *bouquet* qui caractérise les bonnes espèces, qu'en les laissant vivre régulièrement dans ce milieu qui est le leur par excellence. La matière grasse n'a d'ailleurs aucun rôle direct à jouer dans la fermentation lactique ; elle ne fait que fixer les arômes, au fur et à mesure de leur développement. On peut l'éliminer sans aucun inconvénient pour la nutrition des ferments. C'est donc sur le lait écrémé stérilisé que doivent être cultivés ceux-ci.

On livre souvent au commerce ces cultures elles-mêmes, qui se présentent sous la forme de *lait écrémé coagulé*.

Les *cultures liquides* se présentent mieux au point de vue commercial et on n'a pas manqué de chercher à en préparer.

Le *lactosérum* était pour cela tout indiqué. Mais celui-ci, après l'égouttage du caillé en fromagerie, a toujours acquis une certaine acidité qu'il faut neutraliser. D'autre part, les protéines solubles (Albumines) qui se précipitent au chauffage à 115-120° doivent être éliminées avant la stérilisation définitive, si l'on désire obtenir un liquide de bel aspect. Ce liquide est alors trop appauvri en azote et on doit lui en rajouter sous une forme organique soluble et non coagulable par la chaleur (*caséine digérée, extrait de levure autolysée*) si l'on désire obtenir des cultures abondantes. Certaines bactéries lactiques demandent en outre qu'il soit enrichi en phosphates

(1) BÜRRI. — *Centralblatt für Bakteriologie*, 2^{ab}t., VII, p. 192, 1904.

solubles, voire même en sulfate de magnésie. L'addition de ces produits et la concentration en lactate qui résulte de la neutralisation éloignent déjà notablement le milieu ainsi constitué de cet état d'équilibre idéal entre les éléments organiques et inorganiques, si parfaitement réalisé dans le lait.

Cependant, les cultures sur lactosérum sont quelquefois commodes en fromagerie (*Ensemencements des macérations de caillettes*).

Dans le lait aussi bien que dans le lactosérum, les ferments lactiques sont bientôt gênés par l'acide lactique qu'ils élaborent. Quand ils en ont produit une certaine quantité, variable avec les espèces (de 6 à 10 grammes par litre pour les ferments lactiques ordinaires, de 15 à 25 grammes par litres pour les thermophiles), leur vie se ralentit, et ils ne tardent pas à mourir. La durée de bonne conservation de ces cultures est donc très limitée (quelques jours).

On peut la prolonger, sans nuire aux ferments, par l'action retardatrice du froid (glacière).

Mais, on conçoit tout l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir obtenir des préparations se conservant longtemps dans les conditions ordinaires (*Expédition au loin. Entretien des collections*).

Jusqu'à ce jour, aucune méthode ne semble avoir donné dans cette voie des résultats bien satisfaisants.

Dans les poudres ou comprimés, les ferments lactiques perdent rapidement leur vitalité. Aussi y sont-ils la plupart du temps remplacés par d'autres microorganismes, provenant des contaminations.

Les préparations glycinées ou les cultures ralenties sur bouillon très faiblement sucré, en présence de carbonate de chaux, ne gardent vivants que des germes débilisés qui ont souvent perdu leurs caractères les plus intéressants et n'ont plus, de ce fait, aucune valeur industrielle.

Quelle que soit d'ailleurs la semence dont on dispose, on ne doit faire entrer dans les fabrications que des ferments lactiques jeunes et très actifs provenant de cultures de 24 heures.

Les levains lactiques. — On prépare les cultures de rajeunissement en quantité suffisante pour permettre un ensemencement de la crème ou du lait, aussi copieux qu'il est nécessaire. Ce sont ces cultures qui constituent les levains lactiques.

Envisagée ainsi, la confection de ces levains apparaît comme relevant d'une technique qui doit se rapprocher, autant que possible, de celle qui règle le travail des laboratoires de bactériologie.

Elle peut en être fort voisine, toutes les fois qu'on n'a besoin que d'une petite quantité de levain. C'est le cas, en particulier, pour la fabrication des fromages à pâte fortement pressée, cuite ou non, qui

n'en réclament que de 1 à 5 litres pour 1.000 litres de lait traité. Il est alors indiqué d'ensemencer directement un peu de la culture du laboratoire (1 à 2 $\frac{0}{0}$) soit dans le lait, soit dans la recuite, soit dans le petit lait où doit se faire la multiplication des ferments.

Il faut évidemment priver tout d'abord ces *milieux de culture* aussi complètement que possible des germes étrangers qu'ils contiennent.

Dans ce but, le lait est avantageusement stérilisé à l'autoclave, bien que sa pasteurisation à 85° prolongée pendant une heure puisse être considérée comme suffisante.

Lorsqu'on prépare les présures à la fromagerie, en faisant macérer les caillettes dans de la *recuite* ou dans du *petit lait*, c'est cette *macération* elle-même qui, ainsi que nous l'avons dit, sert de *levain lactique*. C'est elle, par conséquent, qui doit recevoir la semence utile.

La recuite est, par le fait même de son chauffage en milieu acide, à peu près stérilisée. Il est plus simple de lui substituer du petit lait simplement chauffé à l'ébullition, sans acidification préalable par l'*aisy* dont l'entretien complique le travail de la fromagerie. Il n'est pas essentiel, en effet, de chercher à faire entrer dans les macérations un liquide parfaitement clair puisque les préparations de présures doivent toujours être soigneusement *tamisées* avant leur emploi, toute particule de caquette qu'elles entraînent dans le lait pouvant devenir un centre de putréfaction dans la pâte du fromage.

En ensemençant les macérations de caillettes de ferments lactiques appropriés aux besoins des fabrications, on apporte dans celles-ci un facteur considérable de sécurité puisqu'on fait prédominer, dès l'origine, des ferments de choix dans le levain. Cependant, celui-ci est en même temps systématiquement contaminé par les microorganismes qui peuplent les caillettes. Mais ceux qu'on a le plus à craindre parmi ces derniers redoutent les milieux acides où ils ne prolifèrent pas (*Putréfiants*, *Ferments butyriques*). C'est justement dans un tel milieu qu'ils se trouvent bientôt placés par le fait même du développement des *ferments lactiques* qu'il y a grand intérêt à favoriser en les maintenant à 28-30° (*Etuve*). La précaution qui consiste à devancer leur travail en acidifiant légèrement la macération au moyen d'un peu d'acide lactique, par exemple, n'a plus, dans de telles conditions, qu'un intérêt assez limité, surtout si on travaille avec de la recuite, déjà acide par elle-même.

Il en est de même de la présence des *mycodermes* qui forment en surface de la macération un voile, de bon augure pour les praticiens, qui protège le milieu contre la pénétration de l'oxygène de l'air et favorise ainsi, dans les conditions naturelles, la prolifération des bactéries lactiques à tendances anaérobies.

Il n'en reste pas moins que la préparation des *présures naturelles*, même *ensemencées*, représente un *travail bactériologiquement imparfait*. L'idéal serait évidemment de partir, dans la fabrication des fromages cuits, comme dans celle de tous les autres, d'*extraits de présure* commerciaux très pauvres en germes, et d'une *culture pure de ferments lactiques* sur lait stérile. Des essais seraient à reprendre sur cette question, aucun n'ayant, jusqu'à ce jour, donné de résultats bien satisfaisants.

Ces cultures en petit doivent se faire dans des récipients stérilisables à l'autoclave ou, tout au moins, par ébullition. Les pots en grès, dans lesquels sont ordinairement faites les macérations de caillettes, remplissent cette condition. Il est utile de protéger leur contenu contre les poussières de l'air en les recouvrant d'un linge plié en plusieurs épaisseurs. Lorsqu'il s'agit de lait stérilisé, on le laisse, bien entendu, dans les ballons où il a été chauffé et ceux-ci sont toujours fermés au moyen d'un tampon de coton.

En *beurrerie* et dans la fabrication des *fromages à égouttage spontané* la quantité de levain employée est relativement très élevée.

Pour obtenir une bonne maturation de la crème pasteurisée, il faut lui ajouter une proportion de levain d'autant plus importante que la fermentation se poursuit à plus basse température. ROSENGREN, en Suède, WEIGMANN, en Allemagne, ont conseillé d'en employer de 10 à 20 % pour des températures de maturation de 8 à 12°. Placés dans de telles conditions, les ferments lactiques les plus actifs ont une tendance à dégénérer en devenant filants. C'est à une température de maturation de 15-20° et avec un *ensemencement* à 8-10 % de levain lactique que les résultats obtenus sont les plus favorables.

Les fromages frais dits « *Petits Suisses* », caillés à basse température (15°), demandent de même, après pasteurisation du mélange du lait et de la crème, de 8 à 10 % de levain lactique, tandis que, dans les « *demi-sels* » emprésurés à 18-20°, 5 % suffisent.

A l'*emprésurage*, le lait doit avoir une acidité de 22-23° D. pour la fabrication du *Brie*, de 24 à 25° D. pour celle du *Camembert*. Si l'on part d'un lait frais à 18° D., ce qui représente un idéal dont on doit chercher à se rapprocher le plus possible, ou si l'on part de lait pasteurisé, on est ainsi conduit à ajouter à ce lait une proportion de *levain lactique* à 100° D. variant de 5 à 8 %.

C'est donc par centaines de litres qu'il faut préparer les levains pour ces diverses fabrications.

Il n'est pas impossible de le faire dans des conditions d'asepsie rigoureuse, en partant de lait stérilisé à l'autoclave, dans des ballons de verre de 5 litres par exemple. Mais un tel travail est compliqué, onéreux et parfaitement inutile.

En pratique, il suffit d'ensemencer des ferments vigoureux dans du lait *pasteurisé à 85° pendant 1 heure* (O. JENSEN) et de les y laisser se multiplier à 20-25° pour obtenir en 24 heures, quand on opère bien, des cultures d'une pureté très suffisante.

Ce qui est important, c'est d'éviter les contaminations du lait après son refroidissement ou au cours de cette opération. Pour cela, il est nécessaire qu'il subisse dans le même récipient, à l'abri de l'air et des contaminations extérieures, *sans aucun transeusement* par conséquent, la série des opérations suivantes :

1° Pasteurisation à 85° pendant 1 heure.

2° Refroidissement à 20-25° aussi rapidement que possible.

3° Ensemencement au moyen d'une culture pure de ferments lactiques à raison de 1 à 2 ‰.

4° Acidification à 20-25° jusqu'à 90-100° D. environ obtenue, en général, en 24 heures.

Il peut en être à peu près ainsi dans les « *topettes* » bien fermées par un couvercle et chauffées ou refroidies dans un bain-marie. Aussi ces « *topettes* » ont-elles donné de bons résultats aux praticiens intelligents qui ont su s'en servir. Il ne faut jamais manquer, lorsqu'on les utilise, d'éliminer au moment de l'emploi la couche supérieure du levain, toujours plus ou moins contaminée par les germes de l'air.

On construit aujourd'hui pour les remplacer des cuves hermétiquement closes, munies d'un agitateur mécanique, qui peuvent être chauffées, refroidies ou maintenues à une température à peu près constante grâce à une double paroi recevant la vapeur et l'eau froide. Dans ces *appareils à levain*, le travail compris comme nous l'avons indiqué est d'une exécution facile et sûre.

Si les levains ainsi obtenus chaque jour sont d'une pureté très suffisante pour entrer dans les fabrications, il est imprudent d'en prendre une partie comme semence pour la préparation de ceux du lendemain. On risque ainsi, en effet, de propager dans ces cultures rendues solidaires les unes des autres toutes les contaminations qui s'y produisent. En fait, on n'arrive jamais, en procédant ainsi, à garder plus de quelques jours des levains suffisamment purs pour que soit assurée la parfaite sécurité du travail.

Il est donc nécessaire de rendre *indépendants* les uns des autres les levains des différentes fabrications. Pour cela, il faut ensemencer chaque jour, dans le lait écrémé fortement pasteurisé et refroidi de l'appareil à levain ou des *topettes*, tous les ferments que l'on désire employer, chacun d'eux étant pris d'ailleurs dans un parfait état de vigueur. Cet ensemencement peut se faire pratiquement par l'intermédiaire d'une « *culture-mélange* » de quelques litres (1 à 2 ‰ du volume des levains).

On obtient la « culture-mélange » en maintenant à l'étuve, pendant 24 heures, à 25-30°, un volume convenable de lait écrémé, stérilisé à l'autoclave etensemencé de 0,5 % environ de chacune des *cultures pures des différents ferments utilisés*.

Ces ferments ne sont donc mis en concurrence qu'à partir de la culture mélange. Ils sont *entretenus isolément* pour qu'ils ne se gênent pas les uns les autres.

Un service bien compris de Laboratoires régionaux outillés dans ce but pourrait fournir, à l'abonnement, deux ou trois fois par semaine, ces cultures pures aux industriels.

Il est du reste possible de les *entretenir à l'usine même* sur tubes de lait stérilisé. Cela n'exige qu'une petite habitude des ensemencements aseptiques, facile à acquérir en quelques exercices.

L'utilisation des ferments sélectionnés en industrie. — On peut employer les ferments sélectionnés dans les *fabrifications ordinaires* et obtenir ainsi de bons résultats, sans précautions autres que celles d'une propreté rigoureuse.

Etant donné, en effet, que l'on apporte là où elles sont utiles les bonnes espèces microbiennes, on n'a plus besoin de se préoccuper des ensemencements spontanés par les germes du milieu ambiant (*Ha/oirs*) et l'on peut dès lors entreprendre contre ceux-ci une lutte incessante (*Emploi des antiseptiques*). Nous savons qu'on évite de cette manière beaucoup d'accidents graves.

Si, opérant ainsi, on part d'un lait lui-même *frais, propre et sain*, le succès du travail est assuré. C'est l'*idéal* vers lequel on doit tendre, d'une manière générale.

On a cependant songé à pousser plus loin les choses et à faire travailler les ferments sélectionnés en cultures aussi pures que possible. Pour cela, on détruit tout d'abord, par la *pasteurisation*, le plus grand nombre de germes vivants présents dans le lait ou dans la crème, qu'onensemence ensuite des microorganismes les mieux appropriés aux fabrications.

Cette technique rationnelle a fait ses preuves en *beurrerie*, depuis les recherches de STORCH (1890).

L'expérience a montré que la conservation du beurre est d'autant meilleure que la crème a été pasteurisée à une température plus élevée. Or, la crème redoute peu l'action du chauffage, le goût de cuit ne provenant pas de l'altération de la matière grasse.

On peut, sans inconvénient, la pasteuriser à 95°, à la condition de la refroidir ensuite rapidement et énergiquement. On pousse souvent la réfrigération de la crème jusqu'à 6-7°, de manière à y déterminer une « *cristallisation* » de la matière grasse en fusion (1) qui favorise,

(1) VAN DAM, *Molkereizeitung*, nos 25 et 26, 1915.

au barattage, la « *venue du beurre* ». On doit alors la ramener progressivement, à une température favorable à son acidification, après ensemencement. Pour O. JENSEN (1), il est préférable de ne pas dépasser, tout d'abord, une telle température (15-20°), d'ensemencer, de laisser la maturation s'achever, et de n'avoir recours à une réfrigération complémentaire, dont l'action est prolongée pendant plusieurs heures pour la rendre plus efficace, qu'immédiatement avant le barattage.

Si on profite alors de ce refroidissement pour aérer la crème, on oxyde certains produits, élaborés dans sa masse au cours de la fermentation lactique, et on développe son bouquet. Le barattage agit du reste dans le même sens.

C'est la consistance prise par la masse qui indique le mieux le terme de la maturation des crèmes, pasteurisées ou non. Le degré d'acidité qu'elles atteignent alors est difficile à déterminer exactement (consistance pâteuse). Il est d'autant plus élevé qu'est plus importante la quantité de lactose fermenté et, par conséquent, plus faible la richesse en matière grasse. Le *bouquet* des beurres, qui a son origine dans la fermentation lactique, est donc, lui aussi, plus développé quand on « *travaille des crèmes claires* » (250-300 gr. de matière grasse par litre).

Avec les crèmes *pasteurisées et ensemencées de ferments lactiques purs*, on obtient les *beurres dits pasteurisés*. S'ils sont d'un goût « plus plat » que les autres, ils sont aussi plus fins et, en tout cas, d'une *conservation* infiniment meilleur.

Les pays laitiers de l'Europe septentrionale (*Danemark, Suède, Hollande*) ne fabriquent plus guère, aujourd'hui, de beurre, que par cette méthode (*beurres contrôlés par l'Etat*). C'est grâce à elle qu'ils ont conquis le marché mondial à notre détriment. L'industrie de la beurrerie, en France, n'a pas su évoluer dans cette voie qui était cependant la bonne.

En *fromagerie*, de très nombreux essais ont été réalisés dans le même sens. Nous savons que le lait est alors pasteurisé à 65° pendant 5-10 minutes, pour que ne soit pas sensiblement altérée sa faculté de se cailler sous l'action de la présure. Les *ensemencements* sont pratiqués par addition au lait de *levains lactiques*, ou par *pulvérisation de semences* diluées dans de l'eau légèrement salée, faite sur le fromage (*Flore superficielle*), absolument comme dans la pratique courante. Aucune autre modification n'est d'ailleurs apportée à cette pratique, en ce qui concerne la technique même des fabrications.

Les résultats obtenus par cette méthode de travail n'ont pas répondu aux espérances qu'on avait fondées sur elle. Les *fromages*

(1) Maelkeritidende.

pasteurisés ont un goût plat ; ils manquent d'arôme, comme les beurres préparés dans les mêmes conditions. Mais, tand's qu'une certaine neutralité de goût ne nuit pas sensiblement à la qualité du beurre, elle fait perdre une notable partie de leur cachet aux diverses variétés de fromages. La caséine est du reste légèrement modifiée par le chauffage, au cours de la pasteurisation, et la pâte qu'elle constitue ensuite reste plus dure, moins onctueuse, et d'une maturation plus pénible que dans la fabrication ordinaire.

Il faut reconnaître que la pasteurisation peut rendre de grands services en fromagerie pour *remédier*, dans certains cas, à la *malpropreté* des laits. De même, on devrait y avoir recours pour *éviter la transmission de certaines maladies contagieuses*, en cas d'épidémies.

Mais, jusqu'à preuve du contraire, on ne doit attendre de ce mode de travail que des produits de *bonne qualité moyenne*, sans grands défauts comme aussi sans grande distinction.

Conclusions générales de cette étude.

Au cours de l'exposé précédent, nous avons vu que les *pertes* considérables de lait ou de ses dérivés, enregistrées chaque année en industrie laitière, sont dues au développement inopportun de *microorganismes* qui en déterminent l'avarie.

Entrant ensuite dans une étude plus approfondie des faits, nous avons déterminé le rôle des *espèces microbiennes* qui sont *utiles aux fabrications*, et des principales parmi celles qu'elles ont à redouter.

Les *espèces nuisibles* sont introduites dans le lait par des *erreurs de technique* que nous avons critiquées.

Pour arrêter ou pour orienter à sa guise l'évolution de ces germes vivants, l'industrie moderne met en œuvre une série de *méthodes*, que nous avons examinées, dans leur esprit plus que dans leurs détails.

C'est ainsi que, critiquant les points faibles de la technique laitière industrielle, nous avons été conduits à la raisonner, en la rapportant à ses bases scientifiques. Et, ce faisant, nous n'avons guère quitté le terrain de la *Bactériologie* et de la *Biochimie*. Il nous apparaît donc que cette technique est entièrement dominée par la question des *fermentations*. Elle en *met à profit* quelques-unes, une surtout, la *fermentation lactique*, et elle doit en *éviter un grand nombre*. Se rendre maîtresse du développement des *microorganismes*, tel est donc le principe de sa méthode ; tirer le meilleur parti possible de leur travail, tel est son but.

Le but est séduisant pour l'industriel et l'étude de la méthode pour le chercheur. Chacun d'eux a ses moyens d'action, et ce n'est qu'en unissant leurs efforts qu'ils peuvent, l'un comme l'autre, faire œuvre vraiment féconde.

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE.

1^o LIVRES.

L. LINDET, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie d'Agriculture, Professeur à l'Institut National Agronomique. — **Le lait et la science.** Un volume in-16 de la Collection *La Renaissance agricole*, 6 fr. Payot, Ed., Paris, 1924.

Ce livre n'a pas la prétention d'être un traité de laiterie ; l'auteur a voulu montrer que l'industrie laitière, développée à la suite des observations des praticiens éclairés, s'est peu à peu pénétrée de principes scientifiques, qui ont été à même de vérifier la technique séculaire des praticiens, ont créé des méthodes de contrôle et perfectionné les procédés opératoires. Il n'y a pas une science laitière, car toutes les sciences, l'agronomie, la zootechnie, l'art vétérinaire, la physiologie, la physique, la chimie, la biologie, la microbiologie, l'art mécanique, l'alimentation, même la sociologie ont apporté à l'industrie du lait leur collaboration.

On voit tour à tour dans cet ouvrage traiter les questions suivantes : la zootechnie et l'agronomie laitières ; l'hygiène et la thérapeutique des animaux laitiers ; la physiologie de la sécrétion mammaire ; la constitution chimico-biologique du lait ; sa constitution équilibrée ; la microbiologie et la biologie laitières ; le contrôle scientifique de la laiterie et ses rendements ; la construction mécanique en laiterie ; la science sociale en laiterie ; la science alimentaire et médicale vis-à-vis du lait.

Ainsi ce livre, écrit par le savant le plus compétent en la matière, montre comment la production du lait est augmentée et améliorée grâce aux conquêtes incessantes de la science.

Ch. P.

E. WEILL et G. MOURIQUAND. — **Traitement préventif et curatif des maladies par carence.** Rapport de 95 pages au Congrès Français de Médecine, 16^e session, Paris, 1922, Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris.

Le rapport de W. et M. au Congrès Français de Médecine a été des plus apprécié. Les travaux personnels de ces auteurs donnaient la plus grande autorité à leur travail, rédigé avec clarté, plein d'opinions personnelles, exposant, en y ajoutant la note critique indispensable, les travaux des autres.