

E. Lactose-Broth :

Extrait de viande de bœuf	3 gr.
Peptone	5 gr.
Lactose	5 gr.
Eau distillée	1.000 cm ³ (pH = 6,7)

ÉTUDE COMPARÉE DES FROMAGES DE LIVAROT ET DE PONT-L'ÉVÊQUE

par

C. HUREL et G. MOCQUOT

Les fromages de Pont-l'Évêque et de Livarot sont fabriqués autour de ces deux petites villes auxquelles ils doivent leur nom, c'est-à-dire respectivement dans le nord et dans le sud du pays d'Auge, en Normandie ; les aires de production ne sont du reste pas complètement distinctes : dans la région de Lisieux et au sud de cette ville on trouve dans des fermes voisines les deux types de fromages.

Dans leur pays d'origine, ils sont exclusivement fermiers. Ailleurs, le Pont-l'Évêque seul fait l'objet de quelques fabrications industrielles.

Le Pont-l'Évêque est un fromage carré, ayant le plus souvent 11 cm. de côté ; d'un poids voisin de 300 grammes, il demande environ 3 litres de lait par fromage ; il est consommable au bout de 4 à 6 semaines ; le salage a lieu à la ferme où se poursuit aussi souvent l'affinage : mais une partie de la production est affinée dans une cave coopérative près de Paris.

Le Livarot est cylindrique (diamètre 12 cm., hauteur 5 cm.). Il faut mettre en œuvre 5 à 6 litres de lait pour obtenir un fromage affiné pesant 450 grammes. Le fermier le remet à l'état « blanc » (âge inférieur à 1 semaine) entre les mains d'un spécialiste : l'affineur, qui se charge du salage et du cavage ; l'affinage demande beaucoup de surveillance et de soins et dure environ 3 mois. Après salage, le Livarot passe environ 2 semaines au haloir ; le Pont-l'Évêque, lui, va directement en cave.

Ces deux fromages fermiers à pâte molle sont fabriqués dans la même région naturelle, douée d'une forte individualité provenant d'un ensemble de caractères géologiques, géographiques, climatiques et humains qui lui sont propres.

La seule race laitière exploitée est la race Normande dont le lait est utilisé par les fermiers pour fabriquer indifféremment du Livarot ou du Pont-l'Évêque.

Dans le présent exposé, nous nous proposons d'établir un paral-

lèle entre ces deux sortes de fromages, d'étudier les modifications chimiques et bactériologiques qu'ils subissent au cours des manipulations et des soins qu'on leur donne, afin de pouvoir expliquer les différences essentielles qui les séparent au moment où ils atteignent la table du consommateur. Nous ne traiterons pas la question du matériel et des manipulations, renvoyant pour cela aux ouvrages spécialisés.

Méthodes d'analyses utilisées

Humidité. Broyer l'échantillon de fromage au mortier, puis mélanger 2 à 5 grammes de fromage avec du sable fin dans une capsule. Dessécher à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant.

Teneur en matière grasse. Dosage par la méthode acidobutyrométrique de Roeder, ou par la méthode Soxhlet (1).

Mesure du pH. Par la méthode potentiométrique, avec l'électrode à quinhydrone : on opère sur une émulsion de fromage obtenue en broyant 2 grammes de fromage dans 5 cm³ d'eau distillée.

Dosage du lactose. Ce dosage est effectué sur un filtrat obtenu par un procédé analogue à celui de MACDOWALL et DOLBY (3). Pour le dosage proprement dit nous avons employé la méthode de Hagedorn Jensen en suivant la technique proposée par BLACKWOOD (4).

Dosage des chlorures. La technique utilisée est celle de MACDOWALL et WHEELAN (2).

Dosage de l'acide lactique. Sur le filtrat obtenu d'après MACDOWALL et DOLBY (3) nous avons dosé l'acide lactique d'après la méthode de TROY et SHARP (5).

Lait mis en œuvre

Le Pont-l'Évêque est toujours fait avec du lait très frais : l'emprésurage a lieu après chaque traite (c'est-à-dire deux ou trois fois par jour). Avant la guerre on utilisait le lait entier ; depuis 1940, il a fallu écrémer partiellement pour respecter la législation en vigueur.

Le Livarot met en œuvre un lait de repos partiellement écrémé. En principe les deux traites d'une journée sont reportées au lendemain ; pendant ce temps la montée de crème se produit et permet

(1) Le manque d'éther de pétrole ne nous a pas permis d'employer la méthode S.B.R. C'est la raison pour laquelle nous avons utilisé la méthode d'extraction au Soxhlet.

(2) *Journal of Dairy Res.*, 1931, VII, p. 184.

(3) *Ibid.*, 1936, VIII, p. 157 (4) *Id.*

(4) *Id.*

(5) Cornell Univ. Agr. Exp. Stat., bull. 179, juin 1935 : 1934 V. v., p. 245.

l'écémage à la cuiller ; l'écémage a toujours été très considérable et, dans la littérature fromagère on classe généralement le Livarot parmi les fromages maigres. En fait, on fabrique de plus en plus maintenant des fromages contenant 30 à 40 % de mat. grasse (sur sec).

Suivant la température, la saison, les conditions du repos, etc., la maturation du lait est plus ou moins poussée ; d'une ferme à l'autre et d'un jour à l'autre la matière première change. L'écémage à la cuiller demande une certaine habileté pour donner chaque jour des résultats comparables. Enfin et surtout, la population microbienne et l'acidité des laits sont fort variables, ce qui entraîne la production de fromages assez hétérogènes.

Emprésurage

La température d'emprésurage est plus élevée pour le Pont-l'Évêque : 32°-34° C. que pour le Livarot : 28°-32° C. dont le lait est plus acide.

Le temps de prise est plus court pour le Pont-l'Évêque (15-25 minutes), que pour le Livarot (30-40 minutes).

Le décaillage se fait plus tôt dans le Pont-l'Évêque (au bout de 40 à 60 minutes) que dans le Livarot (1 h. 15 à 1 h. 30) ; mais certains producteurs de Pont-l'Évêque attendent 1 h. 30 à 2 h. avant de décailler, sans toutefois laisser le sérum surnager, obtenant ainsi un rendement meilleur.

Egouttage

Au début de l'égouttage, le caillé de Livarot est beaucoup plus acide (*pH* extrêmes 6,00 à 6,65) que celui du Pont-l'Évêque qui est toujours neutre, *pH* 7,00.

Le caillé de Livarot est du type « lactique » : assez floconneux il se brise facilement en perdant aussitôt son sérum ; il risque d'être poussiéreux si le lait est trop acide ; c'est pourquoi on le met à égoutter sur une toile à mailles serrées qui filtre le sérum en retenant les grains de caillé.

Le Pont-l'Évêque a un caillé beaucoup plus ferme, plus imperméable, retenant davantage son sérum ; il a un caractère « présure » accentué ; mis sur la toile du Livarot, il s'égoutterait mal ; aussi on utilise une « glotte » faite de tiges de roseau qui présentent entre elles des intervalles assez grands ; pour faciliter encore le départ du sérum, on brise le caillé à la main, et on le roule dans la glotte souple, en exerçant même une légère pression. On obtient un égouttage considérable, et au moment du moulage c'est le caillé de Livarot, qui est le plus humide ; le caillé de Pont-l'Évêque est beaucoup plus sec, après avoir subi des actions mécaniques provoquant un égouttage forcé.

Le caillé de Livarot est mis dans un moule élevé (12 cm.) que l'on remplit ; un égouttage considérable s'y poursuit et, le soir de la fabrication, le fromage occupe la moitié du moule.

Pour le Pont-l'Évêque on utilise des moules de 7 cm. 5 seulement de hauteur, qui ne sont pas complètement remplis ; le caillé est tassé à la main et ne baisse pas beaucoup de niveau. Si l'égouttage du caillé de Pont-l'Évêque n'était pas fait, pour la plus grande part, avant le moulage, il se produirait difficilement dans le moule (caillé imperméable).

Acidification du sérum d'égouttage (Fig. I)

Le sérum de décaillage du Livarot issu d'un lait acidifié par le repos (normalement à 20°-22° D.) a une acidité initiale de 16°-18° D. environ, cette acidité monte très rapidement pendant deux ou

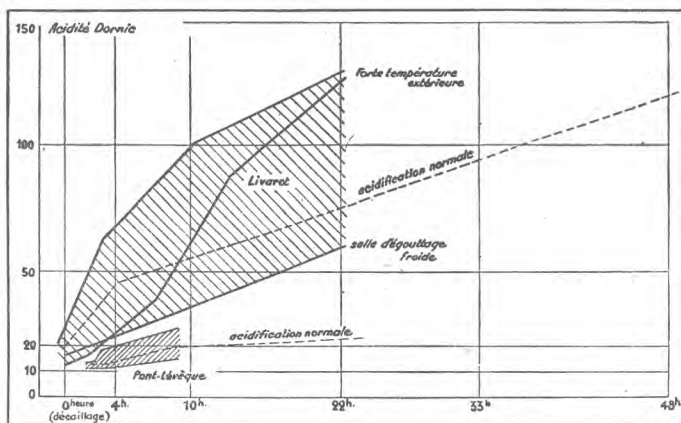


FIG. I

trois heures, puis plus lentement, pour atteindre 70° à 90° D. au bout de vingt-quatre heures, époque à laquelle on peut encore recueillir du sérum. En des périodes de fortes chaleurs avec des laits d'acidité initiale excessive 23°-25° D. on peut obtenir 130° D. en vingt-quatre heures.

Dans le saloir de l'affineur l'acidification se poursuit et le dernier sérum qui s'écoule titre 150° D.

L'allure de la courbe d'acidification indique que la phase logarithmique de la prolifération microbienne est atteinte tout de suite après le décaillage et c'est ainsi que l'on peut interpréter la montée en flèche de l'acidité.

Le Pont-l'Évêque fait avec un lait très frais (17° D.), donne un sérum de décaillage peu acide, 11° D. ; son acidification est à peu près nulle pendant une ou deux heures, et ensuite elle se

poursuit lentement pour atteindre 20° D. en neuf heures ; au bout de cette période il est difficile de recueillir du sérum.

Parfois, lorsque la température ambiante est élevée, on arrive à 27° D.

Le palier de la courbe d'égouttage indique que la population microbienne du lait et du fromage n'est pas très abondante : elle est dans une phase de multiplication avant d'amorcer la phase d'activité « logarithmique » ; cette dernière ne prend place vraisemblablement qu'une fois l'égouttage terminé.

La courbe d'égouttage d'une fabrication de Livarot obtenue en partant d'un lait titrant seulement 18° D. présente d'abord un palier (acidité initiale du sérum 12° D.), mais quand le sérum atteint 20° D. (moment où la population microbienne est suffisamment développée pour occuper le milieu) le lactose est attaqué activement et l'acidité monte aussi rapidement que dans le cas général étudié plus haut.

Composition du sérum d'égouttage

Le lait partiellement écrémé du Livarot donne un sérum pauvre en matière grasse (1 gr. 1 à 2 gr. pour les fromages maigres, contenant 20-25% de graisse dans la substance sèche), l'extrait sec de ce sérum est de 70 pour 1.000. Le Pont-l'Évêque fait avec du lait entier fournit un sérum plus riche en éléments nutritifs même avec un lait partiellement écrémé (3 à 3,5 % mat. g.). En divisant le caillé, en le pressant sous la glotte, en le tassant dans le moule, pour favoriser l'égouttage, on provoque une perte plus grande de matière grasse ; le sérum recueilli sous la glotte quand on vient d'y verser le caillé contient 8 à 9 grammes de matière grasse par litre ; après le moulage, de 18 à 21 ; à la fin de l'égouttage, le sérum n'en contient plus que des traces. L'E. S. du sérum au moulage est de 85 à 95 pour 1.000.

Disparition du lactose. Dans les deux fromages, on ne trouve plus de lactose après une dizaine de jours.

Formation et destruction de l'acide lactique (Fig. II)

Les variations de la teneur en acide lactique sont très différentes suivant que l'on étudie le Livarot ou le Pont-l'Évêque ; ce n'est pas, en effet, une substance qui s'accumule dans le fromage : l'acide lactique est transitoire : dès sa formation, il est susceptible d'être consommé par la flore superficielle acidivore et acidophile.

Dans le Livarot, obtenu à partir d'un lait mûri par le repos, donc riche en ferments lactiques, l'acide lactique se forme activement aux dépens du lactose : sa teneur s'accroît rapidement et atteint un maximum de 30 à 40 grammes pour 1.000 grammes d'eau

du fromage (1) entre le troisième et le cinquième jour après la fabrication ; ensuite, l'acide lactique diminue ; il est consommé par l'oïdium dont le développement est favorisé par l'acidité et l'humidité du milieu.

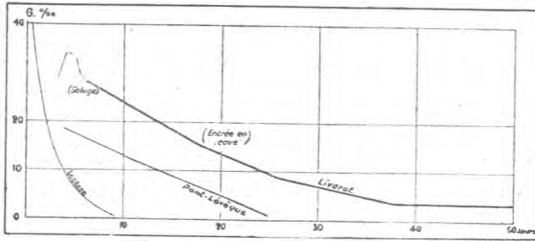


FIG. II

La teneur en acide lactique du Pont-l'Évêque, vers le troisième jour, varie entre 14 et 28 grammes pour 1.000 grammes d'eau, et cette quantité diminue ensuite constamment. La flore lactique moins abondante et l'égouttage plus rapide que dans le Livarot expliquent ce phénomène. Il se forme moins d'acide lactique pendant les trois premiers jours qui suivent l'emprésurage et ce dernier est consommé au fur et à mesure de sa production par la flore superficielle, analogue à celle du Livarot.

Dans les deux cas, la disparition de l'acide lactique se fait progressivement au cours de l'affinage, en trois à quatre semaines pour le Pont-l'Évêque, en deux ou trois mois pour le Livarot.

Humidité des fromages (Fig. III et IV)

Les données recueillies pour le Pont-l'Évêque présentent une assez grande homogénéité, avant salage, l'humidité des fromages varie entre

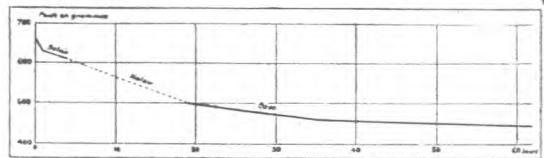


FIG. III. — Livarot : perte de poids au cours de l'affinage

53 et 57% et s'abaisse, après salage, à 48-52%.

Les Livarots issus d'une matière première plus variable ont avant salage des humidités réparties dans une zone bien plus large, 56 à 65%, qui chevauche la zone des humidités après salage : 52 à 60%.

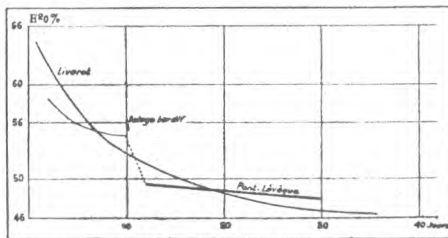


FIG. IV

(1) Nous exprimons ces quantités d'acide lactique ‰ d'eau du fromage pour permettre les comparaisons entre des fromages de teneur en eau variable.

Le Pont-l'Évêque affiné a une humidité de 47-51 % ; supérieure à celle du Livarot affiné, 43 à 50 % ; en cave les deux fromages perdent de l'eau à la même vitesse ; mais au haloir, la perte d'eau, donc de poids, du Livarot est beaucoup plus rapide.

Variation du pH (Fig. V)

Au décaillage, le caillé de Pont-l'Évêque est neutre, celui de Livarot a dans une fabrication normale un pH de 6,3-6,5.

Dans les deux cas, le pH du cœur du fromage diminue progressivement pour devenir minimum, au bout de trois à quatre jours dans le Pont-l'Évêque, et de un à deux jours dans le Livarot (au moment où se termine l'égouttage de ce dernier fromage).

Puis le pH remonte, immédiatement après le minimum dans le Pont-l'Évêque, dont l'affinage commence tôt et se termine rapidement. Dans le Livarot, le pH du cœur reste stationnaire pendant la formation du croû-

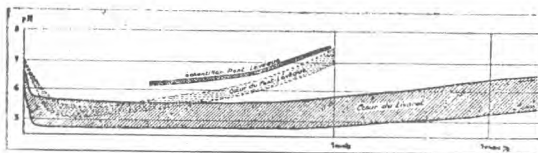


FIG. V

tage au haloir et remonte seulement en cave. Cette ascension du pH traduit l'affinage de la pâte.

En moyenne, à âge égal, le pH du Livarot est plus bas que celui de Pont-l'Évêque. Pour ce dernier les variations observées d'un fromage à l'autre, ou d'une fabrication à l'autre ne sont pas très importantes. Dans le cas du Livarot, au contraire, ces variations sont beaucoup plus considérables. Ceci est à rapprocher des constatations déjà faites à propos de l'humidité.

Le pH du Livarot affiné a cœur varie entre 7 et 7,75 ; celui de Pont-l'Évêque est un peu moins alcalin, 7,0-7,3.

Pénétration du sel (Fig. VI)

En ce qui concerne le salage, il faut noter que le Livarot avec 2,5 à 3% de sel dans la pâte humide, est généralement un peu plus salé que le Pont-l'Évêque qui n'en contient que 1,5 à 3%.

Le sel pénètre peu à peu à l'intérieur du fromage ; mais cette pénétration ne s'arrête pas à l'égalité des salures entre le cœur et la partie corticale ; d'une façon constante, l'intérieur est plus salé que l'extérieur du fromage ; c'est du reste un phénomène général dans les fromages à pâtes molles.

Dans le Pont-l'Évêque, l'inversion des salures se produit régulièrement entre le troisième et le quatrième jour après salage ;

c'est à ce moment que l'on observe la reprise du développement de l'oïdium.

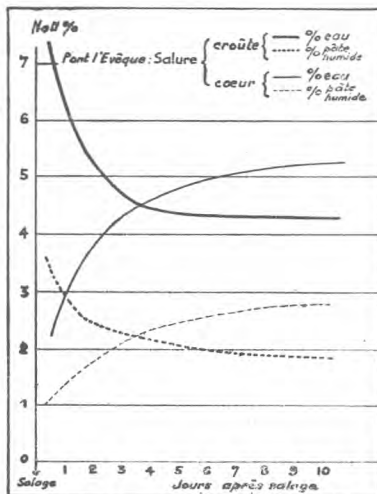


FIG. VI

Le Pont-l'Évêque plus alcalin est toujours beaucoup moins peuplé en levures ; l'oïdium apparaît plus tardivement et son mode de végétation est différent : il n'a plus tendance à former une peau comme dans le Livarot.

2. *Du salage à l'entrée en cave.* Le Livarot est salé au bout de 3 à 7 jours. Le salage stabilise la flore microbienne ; il freine le développement de l'oïdium, sans le supprimer tout à fait et ne gêne pas sensiblement les levures.

A la sortie du saloir, où l'égouttage complémentaire par le sel s'est poursuivi 3 jours, le Livarot va au haloir où se forme le croûtage ; là, on perçoit nettement l'odeur d'acétate d'éthyle et autres produits aromatiques, dus aux levures qui dégradent le lactose.

Puis intervient souvent une fermentation putride (dégageant une autre odeur caractéristique) favorisée par l'humidité des faces du fromage (en particulier sur les faces inférieures).

Sous l'influence des « sauçages » à l'eau ordinaire, la flore superficielle devient essentiellement bactérienne (bactéries protéolytiques).

L'oïdium est toujours présent au haloir ; son rôle principal est de servir de support aux bactéries qui forment un croûtage d'une belle coloration rose orangée, gluante au toucher.

Le salage du Pont-l'Évêque se fait, suivant les fermes, soit au

L'inversion des salures dans le Livarot se produit aussi mais plus tardivement et au bout d'un temps variable, généralement quinze jours après le salage.

Evolution de la flore microbienne

1. *Avant salage.* Les caillés fraîchement moulés ont une flore lactique (bâtonnets, cocci).

Sur le Livarot apparaissent très rapidement des levures, puis l'oïdium favorisé par l'acidité du milieu, qui prend un développement considérable et contre lequel on doit lutter par des lavages à l'eau, douce ou légèrement salée (sauçages).

bout de 2 à 3 jours, soit après 7 à 10 jours de fabrication. Ces deux techniques ont des répercussions différentes sur le fromage.

a) *Le salage précoce* coïncide avec l'apparition de l'oïdium. Ce dernier, d'abord freiné, continue à se développer au bout de quelques jours et consomme l'acide lactique qui est encore abondant. Il occupe le terrain en même temps que des *Torula* et des *Monilia*. L'ensemble forme un feutrage blanc. Le Pont-l'Evêque est « fleuri ». Sur ce type de fromage, les ferments du rouge apparaissent tardivement.

b) *Le salage tardif* s'attaque à un oïdium déjà très abondant quand l'acide lactique des parties superficielles du fromage est détruit. Le pH de la surface, déjà voisin de la neutralité, permet aux bactéries protéolytiques de se développer. Le sel freine l'oïdium, mais pas les bactéries, qui recouvrent le Pont-l'Evêque d'un mucus abondant et gluant.

Ce mucus limite alors d'une façon définitive la végétation de l'oïdium.

Le fromage est de type « bactérien ».

Dans les deux cas, le degré hygrométrique des locaux où les fromages sont affinés exerce une certaine influence sur l'évolution de cette flore superficielle.

3. *Bactériologie des fromages en cave.* Le croûtage du Livarot, formé au haloir, est renforcé à son entrée en cave par un ligaturage avec une « laiche » (*Typha latifolia*) desséchée et coupée en lanières. Ainsi la croûte pourra contenir la masse de caséine qui se solubilisera au cours de l'affinage. Du reste le « laichage » avait surtout sa raison d'être du temps où le Livarot était un fromage très maigre, coulant facilement ; maintenant il constitue plutôt une décoration.

En cave, le Livarot subit des lavages à l'eau qui entretiennent la flore bactérienne en éliminant les moisissures.

Quand le Pont-l'Evêque salé tôt, et par suite « fleuri » est affiné à la ferme, à sec, il conserve toujours en cave son feutrage blanc ; les ferments du rouge poussent péniblement et ne prédominent pas sur la flore fongique.

Si l'affinage est accompagné de lavages à l'eau, comme c'est le cas à la cave coopérative, les bactéries prennent le dessus et on obtient un croûtage rose orangé, gluant comme dans le cas du Livarot.

Les Pont-l'Evêque salés tardivement ont une flore superficielle bactérienne, même sans subir de lavages.

Sur les vieux Pont-l'Evêque bactériens, et sur les vieux Livarot, on peut rencontrer les colonies rouges de *Oïdium aurantiacum* et des moisissures blanches en très petites colonies coniques. Sous

la gangue muqueuse se développent de fins bacilles, formant une pellicule blanche.

* * *

Après cette suite de comparaisons nous pouvons pour terminer, brosser le tableau suivant qui résume les caractéristiques du Livarot et du Pont-l'Evêque.

Dans le cas du Livarot le lait, partiellement écrémé et mûri par un repos, donne un caillé à caractère lactique et des fromages blancs dont les caractéristiques : teneur en eau, pH , gras/sec, varient dans des limites assez larges : il y a une hétérogénéité marquée des différentes fabrications. Ceci ne se rencontre pas dans le Pont-l'Evêque (dont le pH en particulier se tient toujours entre des limites étroites). Le Pont-l'Evêque est fabriqué avec un lait très frais fournissant un caillé à caractère présure, assez ferme et imperméable, qui subit un égouttage forcé, par de légères actions mécaniques, avant d'être moulé.

Le sérum de Pont-l'Evêque s'acidifie peu ; le caillé également : son pH s'abaisse pour passer par un minimum au bout de 3 à 4 jours ; cela correspond à une faible accumulation d'acide lactique qui est consommé au fur et à mesure de sa production.

L'importante population microbienne du lait de Livarot fournit au contraire un sérum dont l'acidification est rapide et considérable ; la pâte aussi s'acidifie très vite ; le pH est minimum au bout de 1 à 2 jours, ce qui correspond à une forte accumulation d'acide lactique dont la teneur passe par un maximum, sa consommation débutant plus tardivement que sa production.

Le pH du Livarot, est ainsi toujours plus bas que celui du Pont-l'Evêque.

Ceci explique en partie les différences existant entre les durées d'affinage des 2 fromages.

L'affinage qui est une solubilisation de la caséine se produit de l'extérieur vers l'intérieur, au fur et à mesure que l'acide lactique — qui joue le rôle d'un antiseptique — est consommé par la flore superficielle.

Le Pont-l'Evêque contient peu d'acide lactique. De plus sa forme et sa taille lui donnent une surface relativement grande qui permet à la flore superficielle neutralisante d'avoir une action puissante et rapide. L'affinage est complet en 4 à 6 semaines.

Le Livarot contient initialement plus d'acide lactique que le Pont-l'Evêque ; sa forme cylindrique et sa taille sont moins favorables aux actions microbiennes de surface, et l'affinage dure longtemps : 2 à 4 mois.

Le Livarot qui pendant la maturation subit des lavages à l'eau

possède une flore bactérienne superficielle de couleur rose orangée, de toucher gluant et d'un goût spécial.

La flore superficielle du Pont-l'Évêque est conditionnée essentiellement par l'époque du salage : un salage précoce donne un fromage fleuri ; un salage tardif ou le lavage des fromages fleuris provoquent la formation d'une croûte bactérienne voisine de celle du Livarot. Le goût est aussi plus fort que celui des fromages fleuris qui restent assez doux.

Le Pont-l'Évêque présente une gamme de produits plus variée que celle du Livarot.

* * *

Le présent travail a été réalisé de mai à juillet 1945. Les fabrications fromagères ont été suivies sur les lieux mêmes de production, dans les fermes, en particulier autour de Livarot, avec un matériel de laboratoire mis à notre disposition par M. EYRARD, alors Directeur du Laboratoire Central des G. I. L. qui nous a donné toutes les facilités pour mener à bien cette étude.

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1° LES LIVRES

Hunziker (O. F.). — The Butter Industry (L'industrie du beurre), 1 vol. relié toile de 780 pages, nombr. fig. et tabl. 3^e édition. revue et augmentée. Edité par l'Auteur. La Grange, Illinois (Etats-Unis), 1940. Prix : 7 dollars.

Ce n'est pas la première fois que nous entretenons les lecteurs du *Lait* de cet important ouvrage, puisqu'il s'agit ici de sa troisième édition parue en 1940, et que les éditions précédentes ont déjà été signalées à leur attention.

Nous regrettons bien vivement que les événements mondiaux ne nous aient pas permis d'en rendre compte plus tôt.

Comme le livre du même auteur sur « le lait condensé et la poudre de lait », il est destiné aux étudiants, aux chercheurs, aux fonctionnaires du contrôle laitier et beurrier, ainsi qu'aux industriels.

C'est évidemment avant tout à ces derniers qu'il s'adresse, et nous ne pouvons que les encourager à le conserver à portée de la main de façon à le consulter chaque fois qu'ils désireront être renseignés sur une question quelconque, théorique ou pratique, touchant à la fabrication du beurre, car il est le fruit de plus de vingt-cinq ans d'expérience pratique et il a été rédigé par un auteur qui connaît remarquablement son sujet.

Le livre d'*Hunziker* est divisé en 25 chapitres.

Au lieu de les énumérer, nous nous contenterons de signaler les quelques questions prises au hasard auxquelles répond ce livre si complet :