

4. A toutes les températures de barattage, la teneur en matière grasse du babeurre de crème, réfrigérée à très basse température, était moins élevée que celle du babeurre de crème identique, réfrigérée à une température moins basse; en généralisant davantage, on peut dire que pour toute température de barattage, la teneur en matière grasse du babeurre est la moins élevée quand la matière grasse de la crème est dans les conditions d'équilibre appropriées à cette température.

5. L'élévation de la température de barattage augmente généralement dans de plus notables proportions la teneur en matière grasse du babeurre, lorsqu'on utilise de la crème dont la matière grasse n'est pas dans les conditions d'équilibre requises, que lorsqu'on utilise de la crème dans laquelle ces conditions ont été réalisées par une réfrigération de longue durée à très basse température.

6. Des expériences ultérieures faites de préférence dans les conditions de la pratique courante, devront déterminer si ces conclusions préliminaires sont autorisées.

(Traduction de M. R. N. GÖRANSSON.)

L'ENSILAGE ET LA PRODUCTION FROMAGÈRE ET BEURRIÈRE EN SUISSE*

par le Dr W. DORNER

Ingénieur agronome

Attaché à l'établissement fédéral d'industrie laitière et de bactériologie à Liebefeld-Berne. Chef: Mr. le prof. Dr. R. Burri

La question de l'ensilage est arrivée en Suisse à un certain degré de stabilisation. Pendant des années, l'établissement auquel nous appartenons a consacré une bonne partie de son activité à l'étude de cette question. C'est pourquoi nous pensons intéresser les lecteurs de *Le Lait* en leur donnant une vue d'ensemble sur ces recherches. Ce travail nous est facilité par le fait que nous avons déjà résumé partiellement cette matière dans « La Terre Vaudoise » en 1924¹, et que de son côté le Dr KURSTEINER² a publié en langue allemande une étude à ce sujet.

Les travaux de notre Etablissement ont porté presque exclusivement sur la question laitière. Cependant, pour mieux situer la question et pour permettre au lecteur de comparer les résultats obtenus en Suisse avec ceux obtenus ailleurs, nous estimons utile de donner d'abord un aperçu historique de l'ensilage en Suisse, puis de dire deux mots de la technique des procédés employés.

* Les clichés des figures 1 et 3-8 ont été mis aimablement à notre disposition par l'Administration de la revue "Schweiz. landw. Monatshefte".

I. HISTORIQUE

C'est SCHATZMANN³ qui a le premier recommandé l'ensilage en Suisse vers 1882. Dans ses écrits il mentionnait en particulier les travaux sur l'ensilage du maïs par GOFFART en France. Sous son impulsion des essais ont été entrepris par bien des agriculteurs suisses. Un des premiers, un paysan appenzellois, Martin GRAF⁴ à Heiden, s'est mis à faire des essais d'ensilage. Avec une ténacité remarquable, il expérimenta l'ensilage de l'herbe. Déjà à cette époque des rapports mentionnant que l'alimentation des vaches au fourrage ensilé mettait la fabrication du fromage d'Emmental en danger, ont vu le jour. Un peu plus tard, vers 1890, la presse brevetée pour meules « Blunt » s'est répandue en Suisse. Des essais effectués à l'école d'agriculture de la Rütli par le D^r J. KÄPPELI ont révélé que ce procédé d'ensilage en meules n'était pas économique dans la grande majorité des cas. Après la mort de Martin GRAF, le régent SONDEREGGER, son ami, a continué à prôner les idées du défunt, en commun avec un agriculteur. M. MESSMER, Entre 1914 et 1920, l'ensilage a pris un grand essor en Suisse sous l'influence de MM. MESSMER et SONDEREGGER, qui ont pris des brevets sur leur procédé d'ensilage, leurs silos en béton, leur presse automatique et fondé la S. A. Herba à Rapperswil pour l'exploitation de ces brevets. En 1918, M. J. WIRZ⁵ a consacré une brochure à l'ensilage et le recommande vivement. C'est à cette époque que notre établissement a commencé à s'occuper de la conservation du fourrage vert dans les silos. Plus tard, en 1921, la question de l'ensilage électrique et de l'ensilage du maïs s'est posée également en Suisse.

II. TECHNIQUE DE L'ENSILAGE⁶.

Le procédé d'ensilage, qui a été le plus pratiqué en Suisse, est l'ensilage doux, recommandé d'abord par Martin GRAF, puis par MM. MESSMER et SONDEREGGER de la société Herba. L'ensilage doux selon le procédé Herba n'est pas compliqué. Il nécessite cependant beaucoup d'attention spécialement de la part de la personne qui est chargée de répartir le fourrage dans le silo. L'herbe destinée à l'ensilage doux doit être fortement flétrie au champ, ce qui nécessite par le beau temps, en été, de 4 à 8 heures et plus, suivant le fourrage et le temps. L'herbe flétrie convenablement, qui contient encore 60 à 65 % d'eau, est répartie très régulièrement sur toute la surface du silo. Il faut faire en sorte que l'herbe soit aussi peu tassée que possible. Par conséquent, on ne la jettera pas dans le silo par grosses fourchées. Au contraire, on doit y étendre chaque fourchée comme au champ, afin d'avoir le plus d'air possible entre les brins de fourrage. Dans le même ordre d'idées, il ne faut jamais fouler le tas de fourrage directement avec les pieds. La personne qui répartit le fourrage dans le silo ne doit pas se mettre sur le tas de fourrage, elle doit rester hors du silo. S'il est absolument nécessaire de descendre dans

le silo, on prendra la précaution de mettre une planche sous ses pieds. Les parties tassées dès le début ne s'échauffent pas suffisamment et donnent un fourrage acide de mauvaise qualité. Le tas de fourrage sera maintenu plus haut au milieu que dans les bords. Le remplissage du silo doit avoir lieu par couches de 2 m. à 2m. 50 au maximum. Le fourrage doit s'échauffer à 50 ou 55° C. avant que l'on continue le remplissage. Si l'on est obligé d'interrompre ce dernier pour quelques jours, il faut charger et presser le silo immédiatement lorsque le fourrage a atteint cette température.

Ce procédé d'ensilage nécessite donc des silos relativement peu profonds et assez larges. Le fourrage a, lorsqu'on le retire du silo, une couleur vert foncé et une odeur fruitée. Il ne contient que très peu d'acides volatils, ce qui lui vaut la dénomination de fourrage ensilé doux. L'ensilage doux est sans doute actuellement la méthode la mieux adaptée à la conservation de l'herbe.

Voici à peu près les phénomènes d'ordre biologique qui se déroulent dans le silo rempli d'herbe. Au début, la température est celle de l'air ambiant et les microbes jouent un rôle effacé, parce que les végétaux sont encore vivants. Petit à petit, la température s'élève ensuite de la respiration des plantes. L'élévation de la température est relativement rapide à cause de la teneur en eau réduite du fourrage. Par suite de l'augmentation de la température, les bactéries commencent à se développer. La température augmentant toujours, les plantes périssent, leurs cellules se désorganisent et laissent échapper des matières fermentescibles en grande quantité. A ce moment, le développement microbien devient extrêmement intense. Par suite de la température, qui a maintenant dépassé 45° et de la grande quantité d'air contenue entre les brins du fourrage qui n'a pas été foulé, ce sont des bactéries aérobies des genres *subtilis* et *mesentericus* qui se développent. Ces bactéries ont un pouvoir oxydant très prononcé et la température atteindrait bientôt 70° si on n'y mettait pas un frein, pour éviter les pertes de matière nutritive et pour empêcher le fourrage de devenir indigeste. En effet, le fourrage qui s'échauffe trop fortement perd de sa digestibilité, probablement à cause de la coagulation des protéines. On évite une trop forte élévation de la température, en expulsant aussi complètement que possible l'air qui se trouve dans les interstices du fourrage. On y arrive par une forte pression, que l'on obtient soit en introduisant une nouvelle couche de fourrage dans le silo, soit par des procédés mécaniques.

L'action d'expulser l'air du fourrage est exactement comparable à celle qui consiste à fermer complètement le tirage d'un fourneau. Sans air, pas de combustion ; sans combustion, pas de chaleur. Sous l'influence de l'expulsion de l'air, la respiration normale cesse dans le fourrage et la température baisse. La respiration intramoléculaire occasionnée par les enzymes commence alors et continue pendant un certain temps.

Il se forme passablement d'acide lactique qui empêche le développement ultérieur de la grande majorité des microbes. Seules avec certains anaérobies, les moisissures peuvent encore se développer. Il arrive que les bords et la surface du tas de fourrage ensilé moisissent fortement et occasionnent de grosses pertes. Ces pertes ne se produisent pas, si l'on procède à l'ensilage judicieusement. Les anaérobies produisent encore divers acides, probablement aux dépens de l'acide lactique. C'est particulièrement le cas pour les bacilles butyriques. Ces bacilles butyriques produisent l'acide du même nom au dépens des hydrates de carbone ou de l'acide lactique, et non, comme on l'indique souvent à tort, au dépens des matières albuminoïdes. Pour l'agriculteur, la présence de ces bacilles butyriques n'a pas grande importance.

Les matières protéiques du fourrage subissent également des dégradations plus ou moins importantes pendant l'ensilage. Une partie d'entre elles sont transformées en amides, soit par les enzymes des végétaux, soit par l'action des bactéries.

L'ensilage du maïs a été expérimenté aussi. Il est encore plus simple. Il résulte de nombreuses expériences que, pour bien réussir, on doit ensiler le maïs lorsque la plus grande partie des grains sont presque mûrs et ont dépassé l'état laiteux. A ce moment, les feuilles du tiers inférieur de la plante commencent à se dessécher. L'ensilage de maïs plus jeune donne de moins bons résultats. Le maïs vert tel qu'on l'affourage donne un fourrage ensilé très acide et de mauvaise qualité. Il est donc nécessaire de cultiver pour l'ensilage des sortes de maïs qui mûrissent chez nous et non le maïs dent-de-cheval usuel. On récolte le maïs lorsque la rosée a disparu. On le rentre immédiatement et on le met dans le silo après l'avoir hâché en morceaux de 1 à 2 cm. de long au moyen d'appareil spécial ou d'un hâche-paille ordinaire. Dans le silo, le maïs hâché est tassé aussi fortement que possible, afin de réduire dès le commencement la quantité d'air retenue dans le fourrage. S'il n'est pas tassé assez fortement, le maïs s'échauffe trop et subit des pertes importantes. Il importe que la température ne dépasse pas 25 ou 30°. On peut introduire à la fois n'importe quelles quantités de maïs dans le silo. On n'est pas obligé, comme pour le fourrage ensilé doux, de n'ensiler à la fois que des couches de 2 m. ou 2 m. 50. Une fois tout le maïs ensilé, on charge ou on presse le silo suivant la hauteur du tas. Les silos peu élevés destinés à l'ensilage doux nécessitent une pression, tandis que dans les silos-tours la colonne de fourrage est assez haute pour se comprimer d'elle-même. Dans ce dernier cas, on se contente de garnir le dessus du tas de matériaux de peu de valeur, paille, balle de céréales, etc., pour éloigner l'air et éviter la décomposition d'une couche superficielle importante.

Les phénomènes qui se déroulent dans le maïs ensilé à la manière américaine sont tout différents, parce que la matière première est

beaucoup plus riche en hydrates de carbone et que le procédé d'ensilage n'est pas le même. Par suite de la respiration normale, la température s'élève au début. Le peu d'air disponible à cause du tassement est bientôt épuisé et remplacé par de l'acide carbonique. La respiration intramoléculaire et les bactéries interviennent à ce moment. Il se forme de l'acide lactique en grande quantité. On constate assez fréquemment une fermentation alcoolique. La température continue à s'élever, pour atteindre 25 à 30° après quelques jours. Pendant cette période, on peut constater un développement intense des lactobacilles, c'est à-dire des bactéries lactiques en forme de longs bâtonnets. A l'analyse bactériologique, un gramme de fourrage en contient des milliards. L'acide lactique produit par ces lactobacilles ne tarde pas à empêcher le développement de toutes les bactéries, y compris celles qui le produisent. La température diminue alors petit à petit.

Les différences qui existent entre les deux procédés d'ensilage que nous venons de décrire sont frappantes. D'une part, le fourrage ensilé doux que l'on obtient en soumettant l'herbe à une sorte de concentration, pour permettre qu'elle s'échauffe rapidement dans le silo et y atteigne une température équivalente à une sorte de pasteurisation naturelle, qui élimine la grande majorité des bactéries nuisibles qui pourraient sans cela se développer. D'autre part, le maïs, fourrage très riche en hydrates de carbone, où la fermentation lactique prend d'emblée le dessus et permet d'éviter d'autres mesures plus onéreuses.

Le troisième procédé expérimenté en Suisse est l'ensilage électrique. Il devait, au dire de ses inventeurs, réaliser une conserve de fourrage sans perte aucune. En principe, voici de quoi il s'agit : Dans un silo dont les parois sont isolées au moyen d'un enduit spécial et dont le fond est muni d'une électrode, on introduit l'herbe à ensiler à l'état frais, telle qu'on vient de la faucher. Après avoir introduit une certaine couche d'herbe, on met un couvercle qui sert de seconde électrode et l'on fait agir un courant électrique puissant sur le tas de fourrage qui sert lui-même de résistance. De ce fait, celui-ci s'échauffe. On laisse agir le courant jusqu'à ce que la température ait atteint 50 ou 55°, en voulant réaliser ainsi par l'électricité la pasteurisation qui se produit naturellement dans le fourrage ensilé doux. Les conditions n'étant pas les mêmes dans les deux milieux, le fourrage ensilé à l'électricité contenant beaucoup plus d'eau, la pasteurisation, bien qu'ayant lieu à la même température, n'a pas le même effet. On ne peut qu'enregistrer le fait, sans pouvoir dire avec certitude pourquoi ces différences apparaissent. On pourrait peut-être supposer que ces différences de l'action de la chaleur proviennent du fait que le fourrage ensilé doux a déjà une certaine acidité au moment de la pasteurisation, acidité qui manque à l'herbe fraîche ensilée électriquement. On sait, en effet, que l'acidité est une aide précieuse pour détruire les microbes. Des fruits acides, par exemple, se

stérilisent à des températures bien inférieures à 100°, tandis que pour les légumes, pois, épinards, etc., les fabriques de conserves sont obligées de chauffer à 110 ou 120°.

Les expériences favorables qu'on a faites selon RUTGERS⁷ avec l'ensilage électrique dans l'exploitation d'essais de Bocken près de Zurich et aussi en Allemagne, sont en contradiction avec les résultats obtenus au Liebfeld. Franchement, je n'arrive pas à m'expliquer la cause de ces divergences. Les savants allemands, en particulier KUCHLER⁸, font valoir, apparemment avec raison, que l'ensilage électrique évite les pertes par respiration qui se produisent pendant le flétrissage et l'échauffement dans le silo; que le chauffage artificiel à l'électricité fait périr rapidement les végétaux et facilite le développement des ferments lactiques thermophiles aux dépens des agents des fermentations défectueuses. Tout cela est parfaitement logique et semble confirmé par les bons résultats obtenus. Il est bien possible qu'en répétant les essais, on aurait mieux réussi chez nous aussi. C'est surtout le prix élevé des installations et du courant nécessaire à l'ensilage électrique, ainsi que le fait que le lait produit avec ce fourrage est absolument impropre à la fabrication du fromage, qui ont fait abandonner ces expériences très intéressantes.

III. DE L'INFLUENCE DE L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES AU FOURRAGE ENSILÉ SUR LA QUALITÉ DU LAIT, EN VUE DE SA CONSUMATION DIRECTE ET DE SA TRANSFORMATION EN FROMAGE OU EN BEURRE.

Dès les débuts de l'ensilage en Suisse des voix se sont élevées pour dire que ce procédé, peut-être avantageux pour l'agriculteur, était dangereux pour la fabrication du fromage d'Emmental.

Dans sa première publication relative à l'ensilage le prof. BURRI⁹ posait nettement les questions importantes qui ont été résolues dans la suite et qu'il caractérisait à peu près comme suit :

1° L'ensilage doux procure-t-il des avantages économiques considérables, lorsqu'il est pratiqué selon les règles de la science et de la technique?

2° Le lait des vaches alimentées régulièrement au fourrage ensilé se prête-t-il à la fabrication du fromage d'Emmental ou faut-il considérer la distribution du fourrage ensilé aux vaches comme un facteur qui rend la fabrication régulière de marchandise de première qualité plus difficile?

La première de ces questions n'étant pas du ressort de notre établissement, l'étude a porté surtout sur la seconde.

Différents fromagers ayant observé que lorsque les vaches recevaient du fourrage ensilé, les fromages d'Emmental gonflaient en cave, il s'agissait donc d'expérimenter la chose soigneusement et de rechercher, quel est l'agent de ce gonflement et comment il entre dans le lait.

Les expériences ont été faites d'une part à la fromagerie d'essais de Liebfeld et, d'autre part, dans différentes fromageries du pays. Voici la marche de la maladie des fromages que l'on a constatée toutes les fois que les vaches recevaient du fourrage ensilé doux : Durant la fabrication le fromager ne remarque rien d'anormal. Ce n'est qu'au bout de 10 jours au minimum que l'on remarque un boursoufflement plus ou moins accentué qui peut aller jusqu'à faire éclater les fromages.

La première question était de rechercher l'agent de ce gonflement. Après un certain nombre d'essais infructueux MM. KÜRSTEINER et STAUB ont réussi à découvrir l'agent du gonflement des fromages en cave, le *bac. amylobacter* A. M. et Bredemann.

Les essais d'isolation du *bac amylobacter* ont été difficiles, parce qu'on ne s'attendait pas à ce qu'un bacille anaérobie sporulé soit la cause du gonflement, parce que jusque-là les agents du gonflement appartenaient tous au groupe *coli-aerogenes* et que les bactéries propioniques étaient reconnues comme les agents de l'ouverture normale du fromage. Lorsqu'on eut trouvé une fois le micro-organisme, qui causait le gonflement du fromage en cave, il a été facile d'élaborer une technique qui permet de déceler sa présence rapidement et d'une manière relativement sûre.

Voici comment on procède : Au moyen d'un mortier en porcelaine stérilisé, on émulsionne 1 ou plusieurs grammes de la substance à analyser dans autant de fois 10 cm³ d'eau stérile, que l'on a pris de grammes de substance. On fait ensuite des dilutions sur gélose au bouillon glucosé en couche profonde, en commençant avec 1 cm. soit 0,1 gramme de substance, et l'on place les tubes de gélose pendant 10 minutes, avant que la solidification se soit produite, dans de l'eau d'une température de 80° C. On peut aussi soumettre directement l'émulsion à cette pasteurisation. Le but de cette opération est d'obtenir une sélection parmi les microbes en supprimant d'emblée toutes les formes non sporulées.

La présence du bacille *amylobacter* dans la substance analysée se

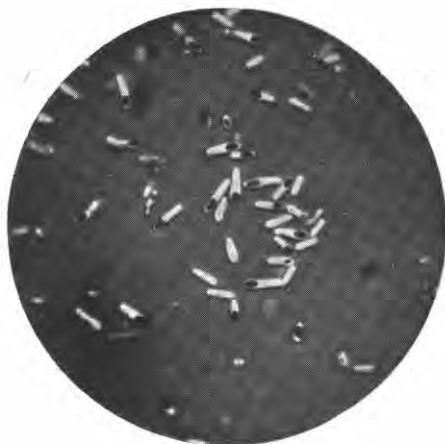


Fig. 1. — Le bacille *amylobacter*. A. M. et Bred., l'agent du gonflement des fromages en cave, Coloration des spores au Ziehl et nigrosine ; agrandissement 1000 fois. — Phot. Dr. W. Staub.

traduit au bout de 4-8 jours par un dégagement de gaz intense dans les tubes de gélose et par une odeur caractéristique d'acide butyrique. Cependant nous avons démontré dans un travail (10) sur la manière de se comporter du bacille *amylobacter* lorsqu'on cherche à l'isoler et à le



Fig. 2. — Dilution de bouse de vaches alimentées au fourrage ensilé sur gélose glucosée en couche profonde. On remarque le violent dégagement de gaz dû au bacille *amylobacter* dans les dilutions 1 à 4. Par suite du petit nombre de bacillesensemencés dans la dilution 5, nous n'avons qu'un faible dégagement de gaz qui se trahit par une fente longitudinale dans la gélose. — Phot. Dr. W. Staub.

3^o Est-il possible d'empêcher l'infection du lait par le *bac. amylobacter*?

4^o Quelles sont les quantités nécessaires pour faire gonfler le fromage?

5^o Comment peut-on le déceler dans le lait?

6^o Peut-on entraver le développement du *bac. amylobacter* dans le fromage?

cultiver, que 3 % seulement des spores de ce bacille se développent lorsqu'on les enseme sur les milieux usuels du laboratoire. C'est en tenant compte de ce fait qu'il faut envisager les expériences que nous mentionnons dans la suite.

Cette technique d'isolation trouvée, on peut aller plus loin et étudier en détail les conditions qui régissent la question de l'ensilage en vue de la production de lait de fromagerie.

Un certain nombre de questions se sont posées à cette occasion. Ce sont :

1^o D'où provient l'agent du gonflement?

2^o Comment s'introduit-il dans le lait

(A suivre.)