

contact avec une liqueur encore sucrée; mais lorsqu'on a soutiré ou décanté celle-ci, les quelques globules de levure qu'elle tenait en suspension ont passé et ont été plus ou moins agités au contact de l'air. Ils ont absorbé de l'oxygène, se sont ranimés sous son influence, et c'est grâce à eux que recommence, dans ce liquide faiblement sucré, cette fermentation secondaire dont nous allons voir tout à l'heure l'importance. Tirons pour le moment, de ce que nous venons d'apprendre, une double conclusion. Une même cellule mise dans les mêmes conditions extérieures apparentes peut manifester des activités physiologiques très diverses. C'est l'histoire d'un même globule de levure dans un moût aéré et non aéré. Deuxième conclusion : l'oxygène est un agent puissant de modification physiologique. Celle-ci, nous n'avons plus le droit de l'oublier. Elle domine, comme nous le verrons, la physiologie et la pathologie.

Faisons une dernière remarque et établissons une dernière notion dont nous pourrons plus tard apprécier la valeur. Ces propriétés individuelles acquises par la cellule disparaissent-elles avec elle? Non, la pratique de la brasserie a montré depuis longtemps qu'elles étaient, en quelque sorte, transmissibles et héréditaires. La levure basse, à froid et à l'abri de l'air, a une vie pénible et s'affaiblit. Elle transmet cette faiblesse aux générations successives, et après cinq ou six brassins, la semence que le brasseur trouve dans ses cuves est incapable d'amener à bien un brassin nouveau. Il faut *rajeunir* la semence, lui redonner de la vigueur en la faisant servir à une fermentation à plus haute température. De même et dans le même ordre

d'idées, une semence, quelle qu'elle soit, se fatigue à produire indéfiniment des bières très alcooliques ou fortement houblonnées. Il faut, pour la régénérer, la faire passer par un brassin de bière douce. Mais il ne faudrait pas la cultiver trop longtemps dans des moûts faibles, car elle y perdrait à son tour la puissance de faire une bière forte. L'activité fonctionnelle d'une cellule est donc une résultante de ses qualités d'espèce, de genre et d'individu, se combinant avec ses qualités héréditaires. C'est une quantité à la fois constante et variable, et voilà encore une conclusion de première importance, qu'il est bon d'établir pour un cas de fermentation pure, en attendant que nous la retrouvions à propos des maladies homœogènes.

Revenons maintenant après ce détour assez long, mais indispensable, à l'étude que nous nous sommes proposé de faire, celle du mode de gazéification, de disparition de la matière hydrocarbonée d'un volume quelconque de moût de bière abandonné à la fermentation. Quand ce phénomène est terminé, voici environ la moitié du sucre disparu à l'état d'acide carbonique, par le fait de la levure ou des levures entrées en action, et le moût devenu de la bière. Pour le brasseur, tout est fini. Pour le consommateur, tout commence.

Le liquide limpide et savoureux qu'il reçoit n'est en effet qu'un produit transitoire, qu'un mélange instable. Sans doute il y a avantage à tous les points de vue à avoir remplacé le sucre par de l'alcool, substance plus solide, plus résistante, incapable même, comme nous l'avons vu, de subir une fermentation nouvelle, de nourrir à nouveau un ferment anaérobie. Mais il y a

des êtres aérobies qui s'en accommodent très bien. C'est en partie contre eux qu'est dirigée cette fermentation secondaire dont nous parlions tout à l'heure, et que le fabricant a intérêt à entretenir jusqu'au moment où la bière arrive non seulement dans la cave, mais jusque dans le verre du consommateur. L'atmosphère d'acide carbonique dont se recouvre le liquide, partout où existe une surface libre, le protège du contact de l'air et de l'action des êtres aérobies. Mais ces êtres ne sont pas les seuls à redouter, ni l'alcool le seul corps à pouvoir se détruire. Le moût renfermait d'autres éléments fermentescibles que le sucre, et il en reste dans la bière que la fermentation n'a pas atteints, la dextrine par exemple. Il y a enfin, dans cette même bière, les substances produites par la fermentation, glycérine, acide succinique, substances inattaquables pour la levure, mais que d'autres espèces peuvent décomposer. Toute décomposition nouvelle, survenant dans la bière faite, se poursuivrait au détriment croissant du goût du produit. Comment le protéger contre ces altérations?

Le dégagement lent d'acide carbonique, la présence d'une petite proportion d'alcool sont des moyens de défense, mais faibles et insuffisants. Le maintien dans la bière d'un peu de levure vivante est encore une protection contre l'implantation de ferments nouveaux. On sait en effet qu'un terrain cultivé et déjà occupé par un végétal bien portant se défend mieux qu'un terrain vierge contre les plantes parasites. Mais toutes ces causes de conservation réunies sont tellement chanceuses ou passagères que toute bière un peu vieille est une bière perdue. Les unes se gâtent en quatre ou

cinq jours, les autres y mettent un ou deux mois. Voilà toute la différence.

Examinons comment sont atteints d'ordinaire les éléments constitutifs de ces boissons délicates. Com-

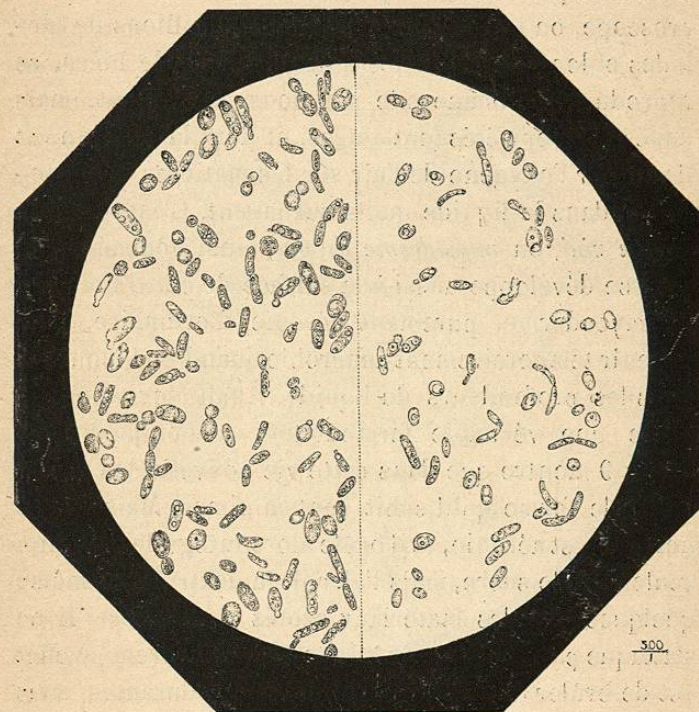


Fig. 9.

MYCÔDERME DU VIN:

en surface, aérobie.

en profondeur, anaérobie.

mençons par l'alcool, le plus important sans contredit. Rappelons-nous qu'il ne peut être détruit que par des aérobies : cela nous dit tout de suite où il nous faut chercher ses ennemis.

On voit fréquemment se développer, à la surface de la bière laissée en vidange, des pellicules blanches, ne se laissant pas mouiller par le liquide, plissées finement, et remontant le long des parois du vase comme si elles n'avaient pas assez de place pour s'étendre. Au microscope, on les trouvera formées de millions de globules oblongs, semblables à de la levure de bière, se reproduisant comme elle par bourgeonnement, mais doués de propriétés tout autres, et dont la fonction est de porter l'oxygène de l'air sur les matières en dissolution dans le liquide qu'ils surnagent. C'est le *mycoderma vini*, ou *mycoderme du vin*, ainsi nommé parce qu'il se développe aussi à la surface de cette boisson. Ce mycoderme, purement aérobie d'ordinaire, peut devenir temporairement anaérobie quand on l'immerge dans les profondeurs du liquide. Il fait alors subir au sucre une véritable fermentation alcoolique, et la figure 9 montre que dans cette vie nouvelle les variations de forme qu'il subit sont minimes. Mais sa vie normale est aérobie, et il brûle alors intégralement non seulement le sucre, mais l'alcool, la dextrine, et même quelques-uns des matériaux azotés de la bière. Il ne s'attaque pas à tous en même temps; son premier effet est de brûler les substances sapides et odorantes, mais instables, auxquelles la bière doit sa saveur spéciale et le vin son *bouquet*. Il commence donc par rendre ces liquides fades et plats; il consomme ensuite l'alcool et le fait disparaître peu à peu: nouvelle cause de détérioration. Enfin, si on lui laisse le libre contact de l'air, il brûle, intégralement quelquefois, quelquefois en s'arrêtant au terme intermédiaire acide oxalique, tous les matériaux présents dans la liqueur.

Il ne pousse jamais bien loin son action, d'ordinaire; on lui laisse trop peu d'air pour cela, et sa présence à la surface des bières et des vins n'aurait au point de vue pratique aucune importance s'il n'était souvent

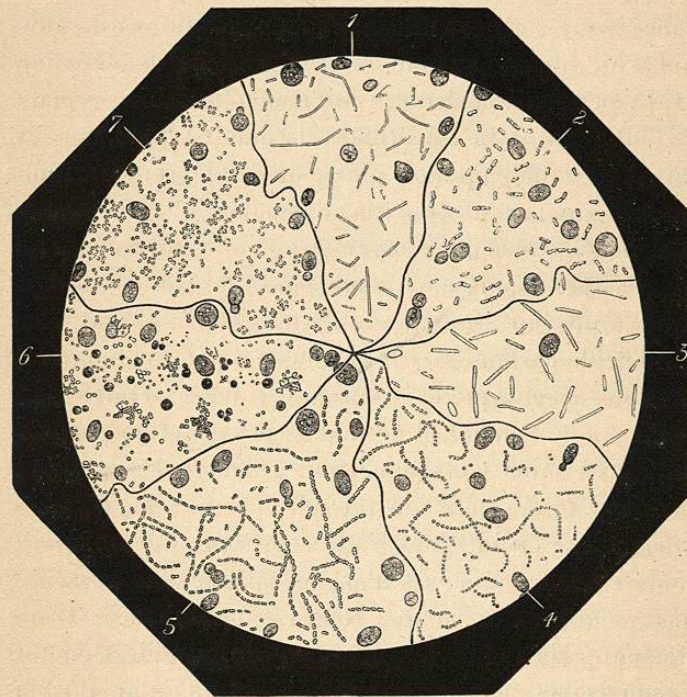


Fig. 10.

FERMENTS DES MALADIES DU VIN ET DE LA BIÈRE

accompagné d'un autre microbe plus petit, ayant la forme d'un article allongé et étranglé en son milieu, le *mycoderma aceti* ou *mycoderme du vinaigre* (fig. 10, secteur 5). Ce mycoderme est aussi souvent seul, et forme alors des pellicules plissées, plus fines et moins

opaques que celles du mycoderme du vin ; mais sa présence est plus grave, parce qu'au lieu de porter d'un coup l'alcool au terme extrême de son oxydation, il s'arrête au terme intermédiaire acide acétique, acide auquel le sens du goût est très sensible, et dont les plus faibles traces suffisent à communiquer à une bière ou à un vin une saveur de vinaigre très désagréable. Tant qu'il y a de l'alcool, cette transformation persiste, le vin ou la bière s'acétifient de plus en plus, et c'est ainsi qu'on fabrique ou plutôt qu'on devrait fabriquer tout le vinaigre destiné à la consommation. Mais quand l'alcool a disparu, le mycoderme ne s'arrête pas ; il porte alors sa puissance comburante sur l'acide acétique qu'il a produit lui-même, et le fait passer à l'état d'eau et d'acide carbonique. Il est même remarquable par la netteté avec laquelle il sépare ces deux actions ; tant qu'il y a de l'alcool, il ne touche pas à l'acide produit ; si, après avoir consommé tout l'alcool, il s'est mis à brûler l'acide, et si on lui offre de nouvel alcool, il abandonne l'acide pour s'adresser à lui. Ce choix délibéré entre les aliments n'est pas particulier au *mycoderma aceti*. J'ai vu que tous les microbes le manifestent. Tous ont des aliments de prédilection sur lesquels ils se jettent tout d'abord, et qu'ils ne quittent que lorsque ces aliments commencent à devenir rares. L'*aspergillus niger* vivant sur du sucre ou de l'amidon, par exemple, en transforme une partie en acide oxalique qu'il respecte tout d'abord, et qu'il ne détruit que lorsque le sucre ou l'amidon vont lui manquer. Mais la transition n'est nulle part aussi brusquée et aussi nette qu'avec le mycoderme du vinaigre.

Quand cet être aérobie a terminé son action, le résul-

tat est le même qu'avec le mycoderme du vin. L'alcool est devenu de l'eau et de l'acide carbonique. Il y a une station intermédiaire dans un cas, il n'y en a pas dans l'autre ; voilà la seule différence. En somme, tout l'alcool a disparu de la liqueur, et nous avons ainsi vu se dérouler le dernier acte du procès de gazéification de la matière organique hydrocarbonée. Nous venons d'assister à la destruction du sucre par la succession de la vie anaérobie de la levure et de la vie aérobie des divers mycodermes.

Il y a bien d'autres chemins pour le retour à l'eau et à l'atmosphère ambiante des éléments du sucre, mais partout nous retrouverions ce mélange, ce concours successif ou même simultané d'actions aérobies et anaérobies. Nous n'en citerons qu'un exemple qu'il est fréquent de rencontrer.

La levure avec laquelle on ensemence le moût est très fréquemment mélangée, en faibles proportions, il est vrai, d'un microbe ressemblant morphologiquement beaucoup au mycoderme du vinaigre, mais un peu plus dodu. Le secteur 2 de la fig. 10 le représente mêlé aux globules de levure. La planche du frontispice en figure une autre espèce ayant les mêmes fonctions, un peu plus grosse, mais beaucoup plus grossie. Cet être n'est pourtant pas un mycoderme ; il vit dans les profondeurs du liquide, et il transforme, à peu près poids pour poids, le sucre en acide lactique. Cet acide porte ce nom parce qu'il est l'acide du lait aigri ; la bière où il se développe s'aigrit aussi et prend une saveur bien connue des amateurs. Comme l'alcool pour la levure, cet acide est inaltérable pour l'être dont il provient.

Mais il peut être transformé par une espèce purement anaérobie, et subir une fermentation véritable. On voit parfois se développer dans la bière, la fermentation lactique terminée, ou même, de préférence, encore en train, les bâtonnets dodus que représente le secteur 3 de la figure 10; ces bâtonnets sont mobiles; on les voit traverser d'un mouvement balancé, flexueux et doux, la gouttelette étalée sous le verre du microscope, mais il faut pour cela certaines précautions. La gouttelette doit avoir eu aussi peu que possible le contact de l'air, parce que l'air tue, ou du moins immobilise ces bacilles. Ils sont le terme extrême de cette série de cellules ferments dont nous parlions dans le troisième chapitre. Non seulement ils peuvent, mais ils préfèrent vivre à l'abri de l'oxygène, et ils seraient incapables de résister au contact prolongé de l'air s'ils n'avaient, comme refuge, leurs spores. Aussi sont-ils ferments et ferments puissants; avec le sucre ou l'acide lactique, ils dégagent de l'hydrogène, de l'acide carbonique; ils rendent, de plus, la bière un peu putride: nous verrons bientôt pourquoi. Enfin ils lui communiquent en outre une saveur très désagréable en y laissant, à la place du sucre ou de l'acide lactique qu'ils détruisent, un acide identique à celui du beurre rance, l'acide butyrique.

Cet acide, à son tour, résidu d'une vie anaérobie, est, comme l'alcool, un produit dont la destruction et la gazéification exigent un microbe vivant au contact de l'air; aussi voit-on apparaître, pour le détruire, des mucédinées diverses, parmi lesquelles le *penicillium* et l'*aspergillus* de la figure 6 sont au premier rang.

Voilà donc encore un cas où le concours simultané ou successif d'une vie anaérobie et d'une vie aérobie

nous a conduits à la destruction complète du sucre. Nous pourrions en trouver d'autres, toujours en étudiant les procédés divers de décomposition des matériaux du moût ou de la bière, c'est-à-dire les maladies auxquelles ces deux liquides sont exposés. Ainsi, lorsque la bière devient *grasse* et *filante*, c'est que son sucre et sa dextrine sont sous l'influence d'un micrococcus en longues chaînes, que représente le secteur 4 de la figure 10. Le secteur 7 représente de même un microbe en grains doubles et isolés, présent lorsque la bière prend cette saveur de fruits verts, accompagnée d'une odeur spéciale, que les brasseurs redoutent tant, dans certains pays et à de certaines saisons. Le secteur 1 représente de même les filaments producteurs de cette altération, beaucoup plus fréquente que la précédente, que l'on caractérise sous le nom de *bière tournée*.

Mais il est inutile d'insister davantage. Le mécanisme général de la destruction d'une masse quelconque de moût de bière est maintenant éclairé. Les êtres anaérobies commencent le travail, les aérobies le poursuivent et le terminent. En détruisant la matière organique présente autour d'eux, ces êtres, il est vrai, en en créent de nouvelle dans leurs tissus; mais cette matière, en poids bien plus faible que la première, est, comme elle, justiciable de ferments autres que ceux dont elle provient, et c'est ainsi que certains microbes vivant de la substance organique initiale, et d'autres de la substance des premiers, il n'y a bientôt plus, comme résidu, que de l'eau que l'air boit, des matières minérales que le sol conserve, et des germes insaisissables que le vent emporte pour leur faire recommencer ailleurs une vie nouvelle.