



LA MAMMITE CONTAGIEUSE
Culture

Héliographie sur papier
(Procédé Placet)

Paris

LE MICROBE

ET
LA MALADIE

CHAPITRE PREMIER

ROLE DES FERMENTS DANS LE MONDE

SOMMAIRE : Fermentation alcoolique. — Historique. — Théorie de Liebig. — Théorie de M. Pasteur. — Rôle des ferments. — Ils complètent la mort et préparent la vie. — Leur intervention dans les maladies — Ce qu'il y a dans le mot *ferment*. — Bactéridie charbonneuse.

Depuis un temps immémorial, les brasseurs savent préparer, au moyen de l'orge germée, une liqueur mucilagineuse, de saveur à la fois fade et sucrée, le moût de bière. Ce moût, abandonné à lui-même, ne tarde pas à se corrompre. Il devient boueux, se couvre de pellicules flottantes, répand une odeur désagréable dont la putridité va en s'accusant de plus en plus, et prend une saveur répugnante. Tout cela se fait très rapidement. Au bout de trois à quatre jours, ce moût est perdu et bon à jeter.

L'expérience a appris qu'on pouvait au contraire le transformer en une bière appétissante en y introduisant un peu de levain, résidu d'une opération précédente, que le brasseur trouve toujours en abondance dans les

vases d'où il vient de soutirer une bière jeune. Sous l'influence de cette addition de *levure*, un travail intérieur se manifeste dans la masse du gaz, se dégage, y produisant une sorte d'ébullition; la saveur sucrée disparaît, et une saveur nouvelle se révèle, saveur aimée de l'homme de tous les temps et de tous les lieux. Osiris, Bacchus, Noé, personnifient et symbolisent la reconnaissance de l'espèce humaine pour l'inventeur des boissons alcooliques.

Mais, si la *pratique* de l'opération est ancienne, la *science* de l'opération est chose relativement moderne et a exigé une série de découvertes successives. Le sucre disparaît pendant la fermentation : voilà ce qu'on a remarqué tout d'abord; mais par quoi est-il remplacé? Voilà ce qu'on a ignoré pendant des siècles. Il a fallu attendre l'épanouissement de la civilisation arabe pour apprendre à connaître l'alcool, ce terme essentiel de la transformation du sucre. Il a fallu plus longtemps encore, et attendre la seconde moitié du XVIII^e siècle pour apprendre de l'Écossais Black que le gaz dégagé pendant la fermentation est uniquement de l'acide carbonique.

A ces découvertes, Lavoisier en ajouta, en 1788, une autre, dont la question de la fermentation fut de suite et resté encore illuminée. L'acide carbonique et l'alcool sont, d'après lui, les *seuls* produits de la transformation du sucre, et se forment en quantités à peu près égales. 100 grammes de sucre, nombre que nous prendrons toujours pour base de nos évaluations, donnent à peu près 50 grammes d'alcool, et 50 grammes de gaz. C'est un véritable dédoublement.

Ce n'est pas tout. Le sucre renferme du carbone,

de l'hydrogène et de l'oxygène. Il y a aussi du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène dans l'alcool, mais en d'autres proportions que dans le sucre. Dans l'acide carbonique, il n'y a que du carbone et de l'oxygène. Le dédoublement du sucre est donc accompagné d'une véritable dislocation. Les éléments simples de ce corps se disposent autrement. Une partie du carbone, le tiers, et une grande partie de l'oxygène, les deux tiers, se groupent pour former l'acide carbonique. Les deux tiers restants du carbone, tout l'hydrogène et le tiers de l'oxygène deviennent de l'alcool. La dislocation de la molécule primitive du sucre se résume donc dans la création de deux corps nouveaux, l'un plus oxygéné que le sucre, plus brûlé, incapable de subir une combustion nouvelle, l'acide carbonique, identique à celui que produisent nos fourneaux; l'autre encore combustible, comme l'était le sucre, capable comme lui de fournir de la chaleur et de devenir un aliment, l'alcool.

Voilà la notion introduite dans la science par le travail de Lavoisier. Elle éclaire non seulement la manifestation extérieure, mais encore le mécanisme profond de la transformation du sucre. Elle est capitale dans l'espèce et, bien qu'elle ne soit pas absolument exacte, comme nous aurons l'occasion de nous en convaincre tout à l'heure, elle nous donne la clef de la partie chimique du phénomène de la fermentation.

Mais ce phénomène a un autre aspect, que le travail de Lavoisier laissait de côté, et dont l'importance a augmenté depuis jusqu'à enfanter une science nouvelle, et ouvrir à l'industrie, à la médecine, à la vie sociale de l'homme les horizons les plus nouveaux et

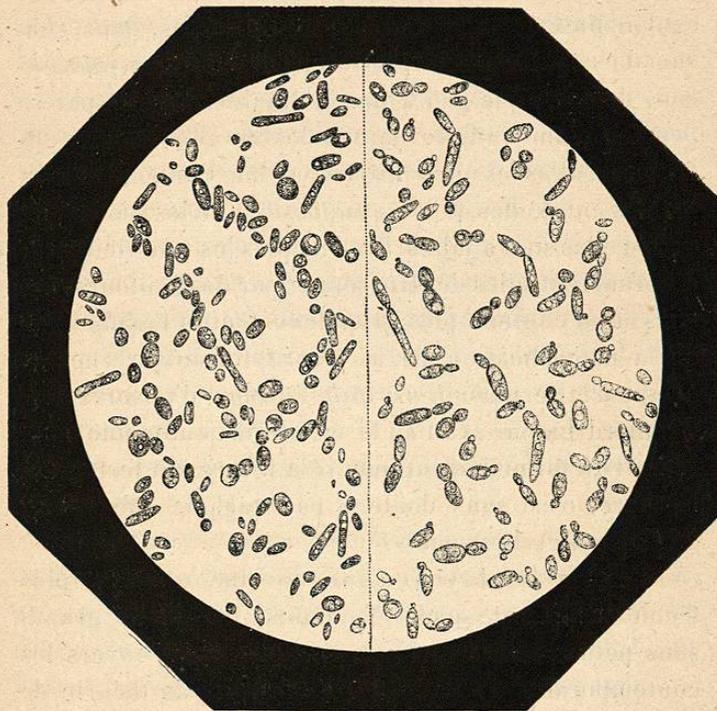
les plus imprévus. Qu'est-ce que cette levure, qu'il faut mélanger au moût de bière, sous peine de le voir se perdre et se corrompre? Sans elle la fermentation est impossible, et pourtant elle ne joue aucun rôle dans l'explication de Lavoisier. Il n'y en est même pas question.

Elle est, nous l'avons vu, le résidu d'une opération précédente. On la rencontre, à l'état d'écumes superficielles ou de dépôt de fond, dans les liqueurs récemment fermentées. Extérieurement, c'est une bouillie jaunâtre, qu'un filtre sépare en un liquide limpide et une matière molle, plastique comme l'argile et un peu plus gluante. Cette matière augmente de poids pendant la fermentation, et le brasseur en retire en moyenne cinq à six fois plus qu'il n'en a introduit. On ne savait pas autre chose sur elle au temps de Lavoisier.

Pourtant, en 1680, Leuwenhoeck, l'observant au microscope, récemment découvert, l'avait vue formée, comme le représente la partie gauche de la figure 1, d'une infinité de globules ovoïdaux plus ou moins allongés, mais très petits, car les plus longs n'avaient guère plus de 1 centième de millimètre. L'homogénéité de formes de ces globules, leur égalité de grosseur, l'aspect organisé qu'ils présentent, le fait qu'ils se multiplient pendant la fermentation, auraient dû, depuis Leuwenhoeck, les faire considérer comme des êtres vivants. Mais l'esprit de l'homme est ainsi fait qu'il ne va pas naturellement au vrai. Tout ce qu'il peut faire, et c'est déjà beaucoup, c'est d'y revenir, lorsque, après avoir battu plus ou moins longtemps les routes de l'erreur, il s'aperçoit qu'elles n'ont pas d'issue.

C'est le cas pour la levure. L'observation de Leu-

wenhoeck est restée plus d'un siècle incomprise, et elle était presque oubliée, lorsque, en 1825, Cagniard-



$$\frac{400}{1}$$

Fig. 1.

CELLULES DE LEVURE VIEILLES DISJOINTES : COTÉ GAUCHE
LEUR RAJEUNISSEMENT DANS UN MOUT SUCRÉ : COTÉ DROIT

Latour en France, et Schwann en Allemagne, la renouvelèrent en y ajoutant un précieux complément. En suivant au microscope les transformations de la levure ensemencée dans du moût de bière, ils virent

ce qu'essaye de représenter la partie droite de la figure 4. Sur chacun des globules que nous avons décrits naissait et grandissait un petit bourgeon dont la grosseur égalait bientôt celle du globule mère. Puis, dans chacun de ces deux globules, le même travail recommençait, de sorte que peu à peu le liquide finissait par se peupler d'une infinité de cellules de générations différentes, filles les unes des autres, mais tellement semblables entre elles qu'il est impossible de les distinguer quand elles sont adultes. Tout au plus les très vieilles se différencient-elles des très jeunes par des contours plus durs et un contenu plus granuleux. C'était l'explication de la multiplication de la levure, observée chez le brasseur. De plus, à ce *fait* curieux d'observation, Cagniard-Latour avait eu le mérite d'ajouter une *idée*. Il avait dit formellement que, si la levure fait fermenter le sucre, c'est sans doute « par quelque effet de sa végétation et de sa vie ».

C'est là l'embryon d'une des théories les plus fécondes du XIX^e siècle. Toutefois, il n'a pas grandi sans peine, et il faut dire, pour être juste envers les contemporains de Cagniard-Latour, que la théorie de ce savant se défendait mal contre le doute. Son unique base était la forme arrondie des globules de levure et leur bourgeonnement. Mais un illustre micrographe allemand, Ehrenberg, avait précisément montré que beaucoup de substances minérales et organiques pouvaient, en se formant et se déposant dans un liquide, prendre la forme de globules ovoïdaux. Restait le bourgeonnement. Mais ne pouvait-il pas être une erreur d'observation, et résulter du rapprochement fortuit, sous le microscope, d'un gros globule et d'un petit?

Comment d'ailleurs croire au rôle vivant de l'agent de la fermentation alcoolique, quand on ne retrouvait ni levure, ni rien d'approchant dans une foule d'autres phénomènes dont l'analogie avec la fermentation du sucre ne pouvait pourtant être contestée. La mise en levain d'une masse de pâte, le boursoufflement qu'on y observait en y mélangeant un peu de pâte fermentée d'une opération précédente, n'étaient-ils pas l'image exacte des phénomènes présentés par la bière? Ne devait-on pas en rapprocher aussi cette faculté qu'a une goutte de bouillon sûr, de lait aigri, d'amener dans une masse de bouillon et de lait des altérations identiques à celles dont elle est le siège. Or, dans tous ces cas de fermentation ou de putréfaction communiquées, on ne retrouve rien d'analogue à la levure. Il n'y a pas non plus de levure dans le moût en voie d'altération spontanée.

En revanche, tous ces phénomènes, régis évidemment par une loi commune, présentent un caractère commun, c'est de s'accomplir tous en présence et sous l'influence d'une petite quantité de matière organique en voie de décomposition, volontairement ou involontairement apportée dans le liquide. C'est là leur *levain* nécessaire. La levure de bière, malgré son apparence organisée, n'a pas d'autre rôle, et si elle provoque la destruction du sucre, c'est qu'elle est elle-même en voie de destruction. En d'autres termes, au lieu de vivre et de se développer comme le veut Cagniard-Latour, elle ne fait que se corrompre et provoquer autour d'elle, en même temps que la décomposition du sucre en alcool et acide carbonique, le dépôt de la matière organique du moût sous la même forme que la sienne.

Cette théorie, séduisante en apparence, porte le grand nom de Liebig. Le seul éloge qu'on en puisse faire, c'est de n'avoir cédé la place qu'à une théorie portant le nom, encore plus grand, de M. Pasteur. Il a suffi à ce savant, pour ruiner la théorie de Liebig, donner à l'idée de Cagniard-Latour la sanction expérimentale dont elle avait besoin, et lancer la science dans les voies fécondes qu'elle parcourt aujourd'hui, d'une seule expérience bien faite. La voici.

Dans un milieu tout à fait débarrassé de cette matière organique à laquelle Liebig donne le premier rôle, ne renfermant que du sucre, un sel ammoniacal destiné à fournir de l'azote, et des éléments minéraux convenablement choisis, on introduit quelques milligrammes de levure comme semence, et on voit, corrélativement, une fermentation régulière se déclarer avec les caractères ordinaires. Du gaz acide carbonique se dégage, et le sucre disparaît, laissant à sa place de l'alcool parfaitement pur¹. Pendant ce temps, la levure, au lieu de se détruire et de se décomposer comme le veut la théorie de Liebig, bourgeoise, se multiplie, et on en retire vingt, cent, mille fois ce qu'on en a semé; car, théoriquement et pratiquement, il suffit de quelques globules, ne pesant pas un dixième de milligramme, pour mettre la fermentation en train, et on obtient plus d'un gramme de levure en faisant fermenter

1. Une de ces fermentations, accomplies dans un milieu purement minéral, a figuré parmi les objets provenant du laboratoire de M. Pasteur, à l'Exposition d'hygiène de Londres, en 1884. Les anciennes étiquettes qu'elle portait et qu'on y avait laissées prouvaient qu'elle était vieille de dix ans. L'aspect du liquide, sa limpidité prouvaient qu'elle était restée pure.

100 grammes de sucre. Cagniard-Latour avait donc raison, et si nous ne saisissons pas encore le mécanisme obscur par lequel la vie de la levure se relie à la fermentation du sucre, nous avons le droit d'affirmer que les deux faits sont connexes, puisque le premier ne va pas sans le second, ni le second sans le premier.

C'est le caractère à la fois séduisant et irritant de la science que tout pas en avant en prépare et en sollicite un nouveau. Un des détails de l'expérience précédente doit nous donner à réfléchir. Nous avons vu que le poids de levure récoltée représente environ un pour cent du poids du sucre. Cette levure est un être vivant, et a toute la complexité de composition des êtres vivants. Elle contient, en petite quantité, des matières minérales, parmi lesquelles du phosphore et du soufre, qu'elle a choisies dans le mélange de sels qu'on lui a offert; en quantité un peu plus grande, des matières azotées, dont les éléments ont été puisés partie dans le sucre, partie dans le sel ammoniacal; enfin, et surtout, des matières hydrocarbonées, dont tous les éléments proviennent du sucre. C'est, en somme, du sucre qu'elle a tiré presque tous les matériaux de ses tissus, et ce qu'elle a soustrait pour cela n'a évidemment pu subir la fermentation alcoolique. Une fraction de ce sucre, que nous pouvons évaluer en gros à un pour cent du poids total, ne donne ni alcool ni acide carbonique, il donne de la levure.

Les résultats de Lavoisier ne peuvent donc pas être exacts, et M. Pasteur a même montré qu'ils l'étaient beaucoup moins qu'on aurait pu croire. L'acide carbonique et l'alcool ne sont pas en effet, contrairement