

CHAPITRE II

FORMES ÉVOLUTIVES ET DISTRIBUTION DES MICROBES

SOMMAIRE : Formes principales. — Micrococcus. — Levures et mycodermes. Bacillus. — Formation des spores. — Leur résistance à l'action de l'air et de la chaleur. — Conséquences au sujet de la distribution des microbes dans l'air, la terre et les eaux. — Solides et liquides privés de germes. — Liquides de l'économie.

Une histoire des microbes, même réduite aux proportions que nous voulons lui donner, devrait régulièrement être précédée d'une classification permettant de reconnaître et de dénommer les espèces si nombreuses auxquelles nous allons avoir affaire. Mais la science ne possède pas encore une pareille classification. Elle ne pourrait la faire reposer que sur des considérations de structure, de forme, de grosseur, ou de fonction physiologique. Or la structure est à peu près la même chez les divers ferments, et de plus elle est très simple : un sac clos de toutes parts, rempli d'un liquide gélatineux, transparent et presque toujours d'aspect homogène, qu'on appelle *protoplasma*. La forme et la grosseur ne fournissent pas de meilleurs caractères. On peut voir, dans la figure 11 représentant le vibrion septique, combien elles varient chez le même être. Les grands fils figurés au milieu des globules du

sang, dans l'un des quadrants, sont le même microbe que les formes si nombreuses du restant de la figure. Enfin, la fonction physiologique, le plus solide élément

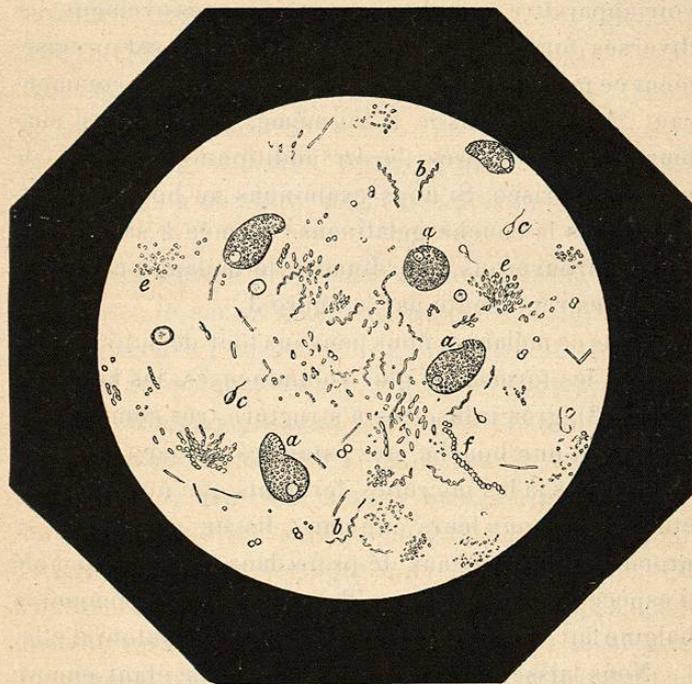


Fig. 3.

INFUSOIRES.

de classification, nous est encore fort mal connue, même pour les ferments les mieux étudiés, par exemple pour les levures. Avec un aussi petit nombre de documents incertains, on ne fait que des classifications illusoires. Mieux vaut nous borner à quelques rensei-

gnements généraux sur le monde des microbes, sur les principaux groupes qu'on y rencontre, et sur les noms qu'on est convenu de leur appliquer.

Le liquide où nous avons le plus de chances de voir apparaître, simultanément ou successivement, les diverses formes que nous allons décrire est précisément ce moût de bière dont nous parlions en commençant. Abandonnons-le à lui-même, pendant les chaleurs de l'été, après l'avoir additionné d'un peu de craie pulvérisée. Si nous examinons au bout de quelques jours la couche gélatineuse formée à sa surface, nous y trouverons, d'ordinaire, le mélange complexe d'espèces représenté par la figure 3.

Dans ce mélange, nous pouvons tout de suite laisser de côté les formes les plus volumineuses, les kolpodes (*a*, fig. 3), gros infusoires à structure très compliquée, possédant une bouche, des estomacs, un cœur, etc. Ce ne sont pas là les microbes-ferments que nous avons à étudier, ce sont leurs ennemis. Ils en vivent. Ils se promènent en animaux de proie dans le liquide peuplé d'espèces plus petites qu'ils consomment comme la baleine fait des poissons qu'elle rencontre autour d'elle.

Nous laisserons aussi de côté, comme étant encore mal connues dans leurs fonctions, les monades (*c*), corpuscules arrondis, de forme sphérique ou lenticulaire, parcourant d'un mouvement à la fois rapide et trépidant la goutte d'eau étalée sous le microscope, et se mouvant à l'aide d'un ou de plusieurs cils flexibles placés à leur avant ou à leur arrière. Mais, à peu près au même niveau de grandeur que les monades, nous trouvons des cellules, toujours immobiles, dont la levure, que nous connaissons déjà, est le meilleur type.

Toutes ces cellules se reproduisent par bourgeonnement, comme nous l'avons vu pour la levure, et y mettent une activité très grande. M. Pasteur a vu une fois que, en deux heures, deux globules de levure en avaient fourni huit, en comptant les deux globules mères. Cela ferait, en 24 heures, seize millions d'individus provenant d'un seul, si au bout de quelque temps, par leur multiplication même, ils n'arrivaient à se gêner les uns les autres. Outre ce mode de multiplication, il y en a un autre, plus rare, plus long, et moins étudié.

Tous les êtres présentant cette forme ne font pas fermenter le sucre. Quelques espèces se développent de préférence à la surface des liquides nutritifs et y forment des pellicules d'aspect gras, en général opaques et plus ou moins plissées. On a pris l'habitude de les appeler *mycodermes*. Ainsi les fleurs du vin ou de la bière (fig. 9) sont des mycodermes. Ce nom pouvant être utile, nous le conserverons, et nous réserverons le nom de *levures* aux agents de la fermentation des sucres, bien qu'il n'existe entre les deux groupes aucun caractère distinctif bien accusé, et même, comme nous le verrons, que la même espèce puisse être tantôt un mycoderme, tantôt une levure.

À côté des levures, et immobiles comme elles, on aperçoit de petits globules ronds (*f*) plus petits, dont le diamètre reste toujours voisin d'un millième de millimètre. Ces globules sont rarement isolés, ils sont plutôt par paires, ou même en longs chapelets (fig. 4). Ces formes s'expliquent tout naturellement par le mode de reproduction. Chacun de ces granules s'allonge d'abord, comme cela est visible dans la curieuse planche du

frontispice et s'étrangle ensuite en son milieu. Un sillon médian et transversal apparaît sur l'effilure et s'accuse de plus en plus, pendant que les individus qu'il sépare reprennent leurs formes globuleuses. Nous appellerons ces êtres des *micrococcus*.

Parfois les deux globules formés par l'allongement et la segmentation transversale d'un globule unique s'allongent eux-mêmes sans se séparer, dans un sens perpendiculaire au premier, et donnent ainsi naissance à quatre globules arrangés en carré. On a alors la forme *merismopedia*. Parfois aussi chacune de ces cellules en carré se dédouble en deux nouvelles cellules; l'ensemble forme une masse cubique et prend le nom de *sarcine*. Mais il n'y a rien d'essentiel dans cette distinction sur laquelle les classifications insistent beaucoup trop. La même espèce, je l'ai montré, peut, suivant le milieu où on la cultive, prendre la forme *sarcine*, *merismopedia* ou *micrococcus*.

Un autre caractère aussi intéressant, mais tout aussi contingent que le premier, et aussi indigne de servir de moyen de classification, est la tendance plus ou moins développée qu'ont presque tous les coccus à s'entourer d'une sorte d'enduit gélatineux, grâce auquel ils se soudent en masses glaireuses et irrégulières, auxquelles on a donné le nom de *zoogléés*. Nous emploierons tous ces noms à l'occasion, pour caractériser brièvement ces formes diverses du genre coccus.

Ce genre est encore mal connu. Il renferme pourtant les plus grands ennemis de l'espèce humaine. Les abcès, les phlegmons, les pleurésies, les suppurations de toute sorte et la presque totalité des maladies de la peau sont dus à des *micrococcus*.

On distinguera d'ordinaire très bien des *micrococcus* des bâtonnets ayant la forme d'un cylindre arrondi à ses deux extrémités. Ces bâtonnets sont de

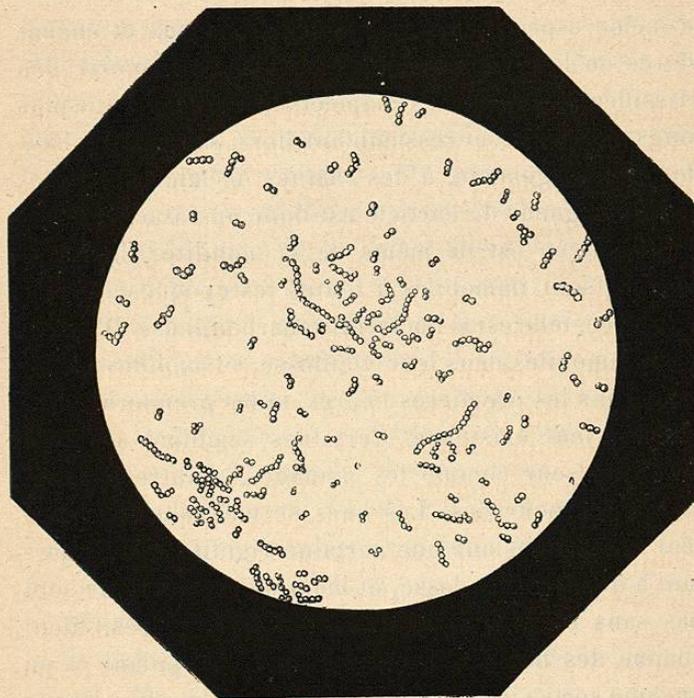


Fig. 4.

FERMENT DE L'URÉE.

largeur très variable. Les plus ténus portent quelquefois le nom de *bactéries*, les plus gros ceux de *bacillus*. Ils se reproduisent par segmentation transversale : chacun d'eux se partage dans son milieu en deux êtres nouveaux chez lesquels le même phénomène re-

commence. Tantôt ces deux êtres nouveaux se séparent avant de se multiplier ainsi : on ne voit alors dans le liquide que des articles isolés ou par paires, tantôt ils restent unis, et alors, suivant le nombre et la distribution des cloisons transversales, on peut avoir, avec la même espèce, soit de longs fils flexueux et enchevêtrés où les cloisons sont très rares (*leptothrix* des classifications), soit des chapelets d'articles à peine plus longs que larges, et ressemblant alors, sauf un plus haut degré d'irrégularité, à des chaînes de micrococcus.

La longueur de l'article est donc un caractère sans valeur. Il en est de même de sa mobilité. Certaines espèces sont immobiles à toutes les époques de leur existence, telle est la bactériodie charbonneuse. D'autres sont immobiles dans leur vieillesse, et mobiles seulement dans les premières heures ou les premières journées de leur existence. Certaines semblent avoir un cil propulseur comme les monades, d'autres en paraissent dépourvues. Les unes se meuvent avec lenteur en manifestant une certaine rigidité, unie pourtant à quelque souplesse, et leurs mouvements ne sont pas sans élégance. D'autres, plus onduleuses, filent comme des flèches, d'un mouvement trépidant et en quelque sorte vibrant. On les désigne alors plus spécialement sous le nom de *vibrions*, qu'il faudrait abandonner, parce que le caractère qu'il cherche à traduire est à peu près impossible à bien définir. D'autres enfin (*b*), contournées en spirales, avancent à la façon d'une vis dans l'écrou. On peut leur réserver le nom de *spirillums*. Ajoutons pour terminer qu'il y a la forme *zooglée* pour ces divers bâtonnets, comme pour les coccus, et qu'elle est tout aussi peu caractéristique.

Voilà les formes visibles. Ce ne sont sans doute pas les seules, et il y en a d'autres que le microscope ne nous montre pas, que nous ne verrons peut-être jamais. La visibilité d'un objet soit à l'œil, soit au moyen d'un instrument quelconque, résulte d'une perturbation apportée par cet objet sur le mouvement des ondes lumineuses. L'œil, le microscope, ne créent pas la perturbation ; ils doivent la recevoir toute faite, et leur rôle est de la rendre saisissable et de la transformer en sensation visuelle. Or, pour que cette perturbation persiste et devienne saisissable à une distance sensible de l'objet, il faut que celui-ci ne soit pas trop petit, par rapport à la longueur d'onde de la lumière incidente. C'est ainsi qu'une bouée dérange imperceptiblement le mouvement des grandes vagues, et peut en revanche laisser un long sillage sur les rides de la mer calme. Ces rides à leur tour, où la distance entre deux pleins et deux creux successifs, c'est-à-dire la longueur d'onde, est seulement de quelques centimètres, conserveront une impression très faible et très fugitive d'un bâton ou d'un pieu enfoncé perpendiculairement dans l'eau.

De même pour les ondes lumineuses. Si l'objet sur lequel elles se brisent est trop petit, elles perdent presque immédiatement la trace de l'impression reçue, et reprennent bientôt leur régularité de mouvement, correspondant à une impression uniforme où l'image s'efface. Or nous sommes arrivés à voir des objets ayant un millième et même, avec plus de difficulté et moins de netteté, un quinze-centième de millimètre. Les longueurs d'onde de la portion la plus lumineuse du spectre sont voisines d'un demi-millième. Ce sont

des dimensions du même ordre. Les lois de la formation des images qu'utilisent l'œil et le microscope ne s'appliquent plus au-dessous de cet ordre de grandeur, et il peut exister, il existe certainement des détails de structure dans les êtres déjà connus, et, dans des liquides parfaitement limpides en apparence, des êtres que nos instruments, si perfectionnés qu'on les suppose avec leur construction actuelle, seront toujours impuissants à nous montrer. On n'a pas le droit, en pareille matière, de ne croire qu'à ce qu'on voit et, si nous trouvons des raisons d'assimiler au point de vue de leur nature des liquides virulents renfermant des microbes visibles et d'autres liquides virulents où le microscope ne nous montrera rien, nous pourrions ne tenir aucun compte de cette distinction, en apparence si capitale.

Une dernière remarque va compléter ces notions essentielles. L'objectif photographique utilise et traduit par une impression, c'est-à-dire par une image qu'on peut rendre persistante, des rayons lumineux dont la longueur d'onde est près de trois fois plus petite que celle des rayons qu'utilise l'œil humain. Un objet de même dimension produira donc une impression plus durable sur les rayons photographiques que sur les rayons lumineux, et un objet plus petit donnera encore des images photographiques avec des dispositions de lentilles incapables de fournir des images lumineuses. La photographie peut donc nous montrer des détails invisibles, ou nous faire apercevoir des objets que nous ne voyons pas. Il y a beaucoup de territoires à découvrir dans cette direction nouvelle, mais il nous suffit de viser les espérances légitimes que nous pou-

vons concevoir de ce côté, et nous revenons à l'étude du monde visible que nous connaissons le mieux, celui des bacilles.

Ce monde est très peuplé. Il renferme les agents actifs de diverses maladies, la tuberculose, le charbon, la lèpre; il renferme surtout les agents les plus communs des fermentations et putréfactions animales et végétales. Ceci donne de l'intérêt à l'étude des modes de reproduction qu'on y rencontre.

Nous avons vu le mécanisme de la multiplication par segmentation transversale. Un calcul curieux, fait par Cohn, montre quelle peut être sa puissance. Ce savant a trouvé qu'il fallait deux heures aux deux êtres provenant de la segmentation d'une certaine bactérie pour atteindre la dimension de leur mère et proliférer à leur tour. Par suite, en trois jours, les descendants d'un seul individu seraient, si rien ne venait les gêner, au nombre de 4,772 billions. Cette bactérie ayant à peu près en largeur un millième de millimètre, deux en longueur, et sa densité étant à peu près celle de l'eau, il en faudrait 636 millions pour faire un poids d'un milligramme. On peut alors calculer aisément que la progéniture d'une même bactérie ne pèserait, au bout de 24 heures, que $\frac{1}{50}$ de milligramme, mais qu'au bout de trois jours elle pèserait 7,500 tonnes. Ces chiffres déconcertent l'imagination, et il est heureux que l'intervention des forces naturelles que nous apprendrons bientôt à connaître les empêchent de devenir des réalités.

Mais ce mode de multiplication, si puissant qu'il soit, n'est encore pas le seul. Il est celui de l'animal

jeune ou adulte, en voie de nutrition active, ayant de grands besoins et, par suite, des conditions étroites d'existence. En voici un autre destiné à lui permettre de traverser sans péril les époques difficiles. Lorsque l'être vieillit dans une liqueur, qu'il en a épuisé les éléments assimilables, qu'il y a déposé ses propres produits d'élimination, dont non seulement il n'a pas besoin, mais dont il doit à tout prix fuir la présence, on voit se former en un ou plusieurs points du filament (fig. 2) ou à l'une des extrémités de l'article court et isolé (fig. 11) une petite masse plus réfringente, plus brillante que le reste du protoplasma, et dont le contour, toujours mal accusé et un peu nébuleux, devient de plus en plus noir et épais. C'est la *spore*, décrite pour la première fois dans sa forme et sa nature par M. Pasteur, en 1869. La spore faite, le filament se résorbe autour d'elle et disparaît peu à peu. Les fonctions de nutrition sont alors suspendues, la respiration est tellement lente qu'on l'a crue nulle. Mais il n'y a pas à s'y tromper; la spore est vivante, plus vivante même, en un certain sens, que le bâtonnet agile et actif qu'elle a remplacé; car elle supporte, sans en souffrir, des conditions d'existence mortelles à bref délai pour le microbe adulte.

La question est d'une telle importance que nous devons insister. Comparons pour cela l'effet produit sur les microbes et leurs spores par les trois influences maîtresses du monde des infiniment petits, celles de l'air, de la chaleur et de la lumière.

L'air est un élément nécessaire de la vie des êtres microscopiques, au moins de la plupart d'entre eux.

Mais il faut, pour la régularité des choses, qu'il soit accompagné de la présence d'une matière alimentaire, que le combustible soit à côté de l'agent comburant. Quand un microbe vieillit dans un milieu qu'il a habité, et quand ses mutations de tissus deviennent moins actives pour une des causes que nous avons indiquées, si l'oxygène continue à affluer, c'est sur la substance même du microbe qu'il porte son action. La respiration lente, mais continue, de l'être vivant en brûle peu à peu les tissus par un mécanisme analogue à celui de l'inanition. Le microbe s'affaiblit, son rajeunissement devient de plus en plus pénible et difficile, exige des conditions de plus en plus étroites de milieu. On voit au microscope son protoplasma, d'abord fluide, gélatineux et homogène, devenir granuleux et subir une dégénérescence analogue à celle qu'on remarque dans les cellules mortes ou mourantes des tissus des animaux supérieurs. La mort vient enfin terminer cette série de dégradations successives. Nous verrons bientôt le lien qui rattache ces phénomènes à la diminution de virulence dans le cas où le microbe est pathogène; contentons-nous de remarquer, pour le moment, le rôle hygiénique de l'air dans les circonstances que nous venons d'examiner.

Mais tout change si les êtres soumis à son action ont pu terminer leur évolution protectrice en spores. La nutrition suspendue, la respiration devenue à peine perceptible, la puissance et la résistance se modèrent à la fois, et l'équilibre peut persister très longtemps. De tous les microbes, les plus sensibles à l'action de l'air sont ceux chez lesquels on ne connaît pas la forme sporique, les micrococcus; viennent ensuite les levures.