

tirages. Nous résistions parce que nous voulions qu'il fût complété et corrigé. C'est ce que fait cette seconde édition.

Elle ne se présente plus avec le prestige d'un nom qui à lui seul était une garantie, mais la Rédaction reparait tout entière telle qu'elle était au premier jour, sans que ces sept années qui sont un grand espace dans la vie des livres et dans la vie des hommes ait réussi à l'entamer. Si la mort de Charcot a découronné notre œuvre, son esprit reste parmi nous et les élèves qu'il a formés compléteront la tâche qu'il avait approuvée. L'un d'eux qui recevait plus particulièrement la confiance de sa pensée avait, en accord avec lui, organisé la première édition. Son activité et son dévouement assurent la publication de la seconde édition. J'ai cru accomplir un acte de justice et j'ai agi selon mon cœur en priant M. Brissaud de prendre à côté de moi la place qu'occupait notre maître.

BOUCHARD

Cauterets, 6 juillet 1898.

TRAITÉ DE MÉDECINE

LES BACTÉRIES

Par L. GUIGNARD

L'évolution de la Bactériologie montre l'importance sans cesse croissante des conditions qui relèvent de l'organisme dans la genèse des maladies infectieuses. Néanmoins, cette prédominance de la cellule animale n'implique en rien l'abandon des notions dépendant de la cellule bactérienne.

De son côté, en effet, cette cellule bactérienne bénéficie des découvertes qui s'accumulent; aux conceptions premières s'ajoute une série de faits: polymorphisme, variations de fonctions, éducation des germes, diversité de leurs habitats hors de l'économie, à la surface de nos muqueuses, modifications imposées aux microbes par les agents atmosphériques, atténuation de leur activité réalisée par la chaleur, la lumière, etc.

L'histoire naturelle de ces microbes s'enrichit de jour en jour, sans parler de celle des autres parasites plus ou moins élevés dans l'échelle des êtres vivants. — Ignorer cette histoire naturelle, c'est s'exposer aux pires erreurs, erreurs dont il serait facile de fournir des exemples; c'est se condamner à prendre pour des infiniment petits distincts des formes successives d'un seul type, d'une unique espèce.

Comment, par exemple, comprendre la résistance de ces êtres, si on ne possède aucun renseignement sur le mode d'existence de leurs spores? Comment concevoir les variations morbides, si on n'a pas examiné les propriétés de sécrétion de ces germes, les oscillations de ces propriétés? — Il faut savoir ce qu'est une Bactérie, ce qu'est sa structure, ce qu'est sa composition; il importe de connaître son genre de nutrition, de reproduction; il est nécessaire d'être fixé sur ses fonctions, sur ses rapports avec les milieux ambiants, etc., pour parcourir avec fruit les chapitres consacrés aux maladies microbiennes.

Ces considérations, si aisées à multiplier, justifient la place réservée aux données exposées par le professeur Guignard, dans le but de révéler cette histoire naturelle, cette botanique des Bactéries; elles établissent pourquoi ces données précèdent notre étude relative à l'infection ou plutôt ouvrent la voie à cette étude. A. C.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE

SOMMAIRE : 1° Place des Bactéries parmi les êtres vivants. — 2° Formes. — 3° Dimensions. — 4° Structure : contenu cellulaire, membrane d'enveloppe, cils. — 5° Zoogloées. — 6° Formes anormales ou d'involution. — 7° Multiplication par division. — 8° Sporulation. — 9° Germination des spores.

1° PLACE DES BACTÉRIES PARMIL LES ÊTRES VIVANTS

Considérées comme des animaux, à l'époque où le mouvement paraissait être l'apanage exclusif du règne animal, les Bactéries prirent rang parmi les plantes quand on sut que beaucoup de végétaux possédaient, tout au moins à certaines phases de leur développement, la faculté de se mouvoir. L'absence de chloro-

phylle et le mode spécial de nutrition, qui en est la conséquence, les firent ranger par Nægeli parmi les Champignons, et, pour rappeler leur principal caractère, qui consiste dans la multiplication scissipare, ce savant leur donna le nom de *Schizomycètes*.

Les êtres privés de chlorophylle ont besoin, pour vivre, de substances organiques précédemment élaborées, contenant du carbone en combinaison, tandis que les plantes vertes peuvent, à l'aide de la lumière, décomposer l'acide carbonique de l'air et en assimiler le carbone. Une différence biologique d'une haute importance sépare ainsi ces deux groupes d'organismes. Aujourd'hui, toutefois, cette différence n'est plus aussi tranchée qu'on l'avait cru : Winogradsky a montré récemment que certaines Bactéries peuvent, sans chlorophylle ni lumière, décomposer l'acide carbonique et opérer la synthèse de la substance organique. C'est là, au point de vue physiologique, un trait d'union entre les Bactéries et les végétaux à chlorophylle et en même temps une différence entre elles et les Champignons. D'autre part, plusieurs Bactéries possèdent des pigments qui leur permettent, d'après Engelmann, d'assimiler directement à la lumière, comme les plantes vertes, le carbone de l'acide carbonique.

La morphologie, seule invoquée dans la classification par les naturalistes, montre d'ailleurs que les Bactéries ont plus d'affinités avec les Algues qu'avec les Champignons. Le nom de *Schizophycètes* leur conviendrait donc mieux que celui de *Schizomycètes*.

Chez les végétaux supérieurs, on trouve çà et là des espèces qui, dépourvues presque complètement de chlorophylle, sont réduites à vivre soit aux dépens de débris organisés, soit aux dépens de végétaux vivants. On ne les sépare pas, pour cela, de la famille ou de l'ordre auquel toute leur organisation les rattache. Il doit en être de même pour les Bactéries, qu'on classera par suite dans le groupe des Algues, auquel elles se relient par leurs caractères morphologiques. Penserait-on à grouper ensemble les Oiseaux et les Chauves-souris, sous prétexte que la propriété de voler leur est commune?

Parmi les Algues, un groupe inférieur se distingue des autres par sa coloration bleuâtre : c'est celui des Cyanophycées, chez lesquelles il existe bien de la chlorophylle, mais dissoute dans la cellule et non fixée sur des grains protoplasmiques différenciés. Ce groupe comprend des formes qui reproduisent toutes celles des Bactéries : rondes, ovales, cylindriques, plus ou moins allongées, filamenteuses ou spiralées. L'existence de formes spiralées, telles que les *Spirulina*, parmi les Algues bleues, mérite d'autant mieux d'être notée que, chez les Champignons, on ne connaît aucun organisme présentant une forme réellement semblable. Un autre lien de parenté entre les Cyanophycées et les Bactéries nous est fourni par la fréquence des formes glaireuses, qui produisent si souvent, chez les Bactéries, des *zooglées* et correspondent, chez les Cyanophycées, aux formes dites *palmellacées*.

L'analogie des caractères végétatifs entre ces deux groupes d'organismes a paru assez grande pour qu'on les réunisse souvent en un seul ordre dans la classe des Algues. Toutefois, si ce rapprochement est très fondé, il y a des raisons pour ne pas forcer les analogies et disséminer, à l'exemple de Cohn, les diverses espèces de Bactéries parmi les végétaux qui forment le groupe des Algues bleues.

La diffusion si grande des Bactéries dans la nature se rattache à des questions étologiques dont l'étude trouvera place ailleurs dans cet ouvrage; nous n'en

rechercherons donc pas ici la répartition dans les divers milieux : air, eau, sol, organismes vivants, etc. Cette diffusion est avant tout la conséquence de leur petitesse et de la rapidité de leur multiplication. Qu'elles se développent aux dépens d'une spore ou d'une autre cellule capable de végéter, leur propagation est d'autant plus facile, toutes choses égales d'ailleurs, que leurs germes sont d'une ténuité et d'une légèreté plus grandes; elles trouvent ainsi plus facilement la place et la nourriture nécessaires à leur évolution.

Cependant, parmi les Bactéries, comme parmi les autres plantes, il y en a certainement qui sont rares et d'autres plus communes. Mais les espèces sont encore trop peu connues pour qu'on puisse présenter des données quelque peu précises sur leur distribution. On sait cependant que, si nombre d'entre elles (*Bacillus subtilis*, *amylobacter*, *Micrococcus ureæ*, etc.) se rencontrent presque partout, d'autres sont moins répandues (*Micrococcus prodigiosus*, etc.). Cette flore varie certainement dans les différentes parties du monde, sous les divers climats, et l'on peut s'attendre à découvrir maintes espèces nouvelles.

2° FORMES

Les Bactéries peuvent se grouper sous trois formes principales : arrondie, bacillaire et spiralée, dont les modifications les plus fréquentes sont les suivantes :

1° La première forme est celle de *Coccus* ou *Micrococcus*, à cellules isolées ou réunies sans ordre distinct. La division dans une seule direction peut donner des cellules groupées par paires (*Diplococcus*) ou en chapelet (*Streptococcus*); la division dans deux directions perpendiculaires, des cellules en tétrades, isolées ou formant des plaques sur un seul plan (*Tetragenus*, *Merista*); la division dans les trois directions de l'espace, des cellules en tétrades groupées en masse (*Sarcina*). Les deux premiers modes peuvent s'associer et former des amas plus ou moins réguliers, simulant parfois une disposition en grappe ou en éventail (*Staphylococcus*).

Les *Coccus* ne sont pas toujours parfaitement sphériques : c'est ainsi qu'ils ressemblent à une lancette chez le Diplocoque de la pneumonie, et que, chez le Diplocoque de la gonorrhée, les deux *coccus* étant pressés l'un contre l'autre, leur surface de contact est rectiligne.

2° La seconde forme est celle de bâtonnet, tantôt ovoïde et très court, ordinairement libre (*Bacterium*), tantôt cylindrique, moins court, libre ou réuni à ses congénères (*Bacillus*); tantôt allongé en filaments isolés, plus ou moins cloisonnés (*Leptothrix*, *Crenothrix*, *Beggiatoa*). Les filaments droits ou courbés affectent parfois un aspect ramifié (*Cladothrix*); mais il s'agit ici, comme on le verra plus loin, d'une fausse ramification.

Dans les formes filamenteuses, les articles ne diffèrent généralement pas les uns des autres, si ce n'est chez quelques espèces fixées par l'une de leurs extrémités, où les cellules sont plus courtes et plus larges qu'au sommet du filament. L'accroissement peut être à la fois terminal et intercalaire.

3° La troisième forme comprend, soit des bâtonnets courts et courbés en virgule (*Vibrio*), soit des bâtonnets longs courbés en spirale, avec tours tantôt peu nombreux et peu serrés (*Spirillum*), tantôt nombreux et serrés (*Spirochæte*). La torsion est ordinairement égale et régulière sur toute la longueur de la spirale, mais elle peut aussi varier suivant l'âge et le milieu de culture.

Entre ces diverses formes il y a des transitions insensibles, et il n'est pas toujours facile de distinguer un *Micrococcus* d'un *Bacterium*, un *Bacterium* d'un *Bacillus*, un *Spirillum* d'un *Spirochæte*. Tout d'abord, on observe des modifications qui sont en rapport avec la division et le mode de groupement des cellules. Par exemple, une sphère prend la forme d'un court bâtonnet au moment où elle va se diviser; inversement, un bâtonnet, dont la longueur est le double de la largeur, donne, en se divisant, deux cellules sphériques; mais la forme caractéristique apparaît rapidement.

La morphologie est surtout influencée par l'âge et par les conditions de milieu, et nous verrons plus loin qu'une même espèce peut paraître polymorphe. Les microcoques qui viennent de se former par scission sont souvent plus petits que ceux qui leur ont donné naissance; les bacilles jeunes sont plus courts que les plus âgés. Il peut arriver aussi qu'une espèce à forme de bâtonnet ou de bacille donne en culture, après un certain temps, des cellules plus courtes ou même sphériques, parce que la rapidité du cloisonnement l'emporte sur celle de l'accroissement; ou bien, au contraire, qu'elle produise des formes filamenteuses et même spiralées (*Bacterium Zopfii*, *Bacillus allantoides*, *Proteus vulgaris*, etc.). Ces différentes formes font place au type spécifique quand on les transporte dans un nouveau milieu de culture.

5° DIMENSIONS

A part quelques formes qui ne sont pas pathogènes et présentent des dimensions relativement grandes, la taille des Bactéries ne varie que dans des limites très étroites; elle est d'ailleurs, jusqu'à un certain point, chose contingente pour une même espèce, et les mensurations n'ont de valeur que dans des conditions déterminées. La plupart des microcoques ont un diamètre compris entre $1/2^{\mu}$ (μ = millième de millimètre) et 2^{μ} . Presque tous les bacilles pathogènes offrent une épaisseur qui oscille autour de 1^{μ} , et une longueur 4 à 6 fois plus grande; les deux extrêmes, parmi les espèces les plus connues, sont représentés, au point de vue de l'épaisseur, par le bacille de l'influenza, fort mince ($0^{\mu},2$), et par le bacille du charbon (1^{μ} à $1^{\mu},5$). Les différences les plus appréciables portent sur la longueur des segments dans les formes filamenteuses; mais, là encore, la même espèce peut présenter de notables variations.

6° STRUCTURE

1° **Contenu cellulaire.** — Le problème de la structure des Bactéries a soulevé de nombreuses controverses. Souvent, le contenu cellulaire semble complètement homogène et dépourvu de granulations. Des vacuoles apparaissent chez bon nombre d'espèces, principalement dans les vieilles cultures; parfois le protoplasme, trouble, grisâtre, paraît contenir des granulations graisseuses. Souvent aussi, dans les espèces de grande taille, les réactifs font apparaître des globules ou corpuscules isolés, facilement colorables, paraissant avoir une relation étroite avec la division cellulaire et la formation des spores. Butschli pensa que l'étude de ces grosses espèces, en particulier celles qui vivent dans les eaux sulfureuses, permettrait de jeter quelque lumière sur la question.

L'une d'elles, le *Chromatium Okenii*, est un organisme coloré en rouge, formé par des cellules dont la longueur moyenne atteint 12^{μ} et l'épaisseur 5^{μ} . Elle porte

à l'une de ses extrémités un long cil, que Butschli considère comme un prolongement direct de la membrane d'enveloppe, laquelle serait purement protoplasmique. A l'intérieur, le contenu cellulaire comprend, suivant cet observateur, deux parties distinctes: une couche pariétale relativement mince, à structure alvéolée, représentant le cytoplasme de la cellule, et un corps central fixant énergiquement les matières colorantes des substances nucléaires et présentant aussi la structure alvéolée. Dans l'espèce en question, ce corps central renferme, outre des grains de soufre, des granules particuliers semblables à ceux qui ont été décrits par divers auteurs, et en particulier par Ernst, sous le nom de « formations nucléaires » ou « granulations chromatiques » des Bactéries. Ces granules se trouvent à la fois dans l'intérieur et à la périphérie du corps central. Bien que le contour de ce dernier ne soit pas nettement limité, Butschli le considère comme le noyau de la cellule, tout en reconnaissant qu'il ne présente jamais rien qui rappelle les métamorphoses spéciales qu'on observe, chez les autres plantes, dans le noyau en voie de division.

Assurément, l'affinité du corps central pour les matières colorantes des substances nucléaires est favorable, au premier abord, à cette manière de voir, et l'auteur l'a généralisée après l'étude comparée de plusieurs autres espèces voisines des Algues cyanophycées et celle des Bactéries typiques incolores. Seulement, les Bactéries ordinaires manifesteraient cette différence, que la couche périphérique s'y trouve réduite soit à deux amas de cytoplasme concentré aux deux extrémités du corps, soit à une mince lame périphérique. Beaucoup d'entre elles seraient même privées de cette dernière couche de cytoplasme, et le corps central représenterait le contenu cellulaire tout entier.

Nombre d'auteurs, peu familiarisés d'ailleurs avec l'étude des Algues inférieures les plus voisines des Bactéries, se sont rangés à l'opinion de Butschli. En se fondant sur la facilité avec laquelle les matières colorantes se fixent sur le contenu cellulaire tout entier, Klebs, Hueppe, Frenzel, Wahrlich, etc., considèrent la cellule bactérienne comme ayant seulement la valeur morphologique d'un noyau. D'autres, au contraire, à l'exemple de Zettnow, croient y distinguer un cytoplasme et un noyau; quelques-uns même auraient vu des apparences de figures karyokinétiques dans plusieurs bacilles, en particulier dans le *Bacillus anthracis*, où les noyaux seraient entourés d'un cytoplasme assez épais; ces noyaux pourraient même être multiples dans certaines cellules bactériennes. Chez plusieurs Bactériacées de grande taille, Mitrophanow a trouvé, tantôt un corps central réticulé avec granules chromatiques disséminés dans sa masse, tantôt une sorte de filament axial ou de chapelet chromatique, tantôt encore des granulations isolées, se colorant comme la chromatine. Il en conclut qu'il existe chez ces organismes, non pas un noyau véritable, mais des éléments nucléaires diffus.

Pour A. Fischer, la différenciation observée par Butschli et d'autres auteurs n'est que le résultat de la plasmolyse exercée sur le contenu cellulaire par les réactifs. Migula n'a pas davantage aperçu de différenciation dans certains bacilles jeunes (*Bacillus oxalatus*), chez lesquels on voit apparaître, avec l'âge, une vacuole centrale, entourée par quelques granulations chromatiques disséminées dans leur cytoplasme.

Quant aux botanistes qui ont le plus étudié les Cyanophycées, tels que Bornet, Gomont, Flahault, E. Zacharias, etc., leur opinion peut être résumée en disant que, si l'on veut considérer le corps central, dont l'existence ne paraît