

mêmes, ni en quantité, ni en qualité, d'un individu à un autre individu de même espèce, alors que les deux sont sains. Ces nuances deviennent des dissemblances extrêmement accusées de l'homme normal à l'homme malade, et on sait toute la gamme de variantes représentées par l'organisme d'un enfant ou d'un vieillard, d'un scrofuleux ou d'un homme vigoureux, d'un anémique, d'un pléthorique, d'un diabétique, d'un convalescent de fièvre grave, d'un individu amaigri par les privations, etc.

« C'est à ces dissemblances chimiques que telle ou telle espèce semble devoir d'être réfractaire à l'infection bactérienne qui s'attache à sa voisine; c'est par ces mêmes dissemblances qu'on peut expliquer les inoculations charbonneuses, positives ou négatives, faites par M. Chauveau, sur des moutons de même race, suivant qu'il porte le charbon sur des moutons de France ou sur ceux d'Algérie, etc. »

Aujourd'hui, tout le monde est d'accord sur ce point; tout le monde admet le rôle considérable réservé aux changements qui se passent dans l'organisme, pour la réussite ou l'échec des infections, surtout des infections les plus banales, les plus communes. On songe fort peu à l'expérimentateur éminent doublé d'un clinicien avisé qui, dès l'origine, à lui seul, a mis la question au point; il eût dès lors été souverainement injuste de ne pas le rappeler. — Les idées que nous venons d'esquisser nous paraissent simples à l'heure actuelle. Eh bien, il est bon de savoir qu'en 1880 de rares personnes croyaient au rôle des bactéries; on comprenait encore plus mal l'accord à établir entre les doctrines nouvelles et les anciennes, entre les germes et le terrain. Les chimistes ne voyaient que les ferments, et les médecins, pour la plupart, ne voulaient rien entendre. De tout temps, sous les noms vagues de miasmes, de contagés, ils avaient admis implicitement l'existence des microbes que la force de l'observation imposait. Ces microbes ayant cessé d'appartenir au monde de l'hypothèse, étant devenus pour ainsi dire tangibles, par une singulière logique, on cessa d'y croire.

A l'heure présente, ces idées bactériennes sont partout enseignées. On reconnaît même que le microbe est loin d'être constamment suffisant; ce rôle du terrain, dont nous venons de parler, prend une importance sans cesse croissante. Après l'opposition ardente, l'enthousiasme non moins ardent est venu; la mise au point s'opère.

Pendant ce mouvement d'opinion, de grandes notions se sont fait jour; le rôle des produits solubles dans la genèse de la maladie, des symptômes, des lésions, comme dans celle de la création de l'immunité, l'influence des associations microbiennes, la possibilité, pour un germe donné, d'engendrer plusieurs affections, la distinction des agents pathogènes en spécifiques, d'une part, en non spécifiques, d'autre part, l'existence d'une foule de ces agents dans les cavités ouvertes de l'organisme, les qualités bactéricides, antitoxiques des humeurs des sujets réfractaires, etc., toutes ces données font partie de ces notions. — Il importe de les faire connaître, en ne négligeant aucune des questions qui intéressent la pathologie générale de l'infection.

CHAPITRE II <sup>(1)</sup>

## NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES BACTÉRIES

## MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE

Le but de ce Chapitre est de donner un aperçu des caractères généraux concernant la morphologie et la physiologie des organismes compris sous la dénomination de Bactériacées. S'il n'entre pas dans nos vues, en raison même du caractère de ce Traité et de la place qui nous est réservée, d'exposer cette question avec les développements qu'elle comporterait dans un ouvrage de bactériologie, du moins semble-t-il indispensable aujourd'hui de résumer l'état actuel de nos connaissances sur les principaux points de l'histoire morphologique et biologique de ces organismes. Nous aurons donc à examiner leur forme, leur structure, leur développement et leurs fonctions vitales, en montrant les rapports, trop souvent restés dans l'ombre, qu'ils présentent à ces divers points de vue avec les groupes voisins du règne végétal.

## § I. — MORPHOLOGIE

**Place des Bactéries parmi 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 la faculté de se mouvoir, tout au moins pendant certaines phases de leur développement. Comme elles se montraient incolores, privées de la chlorophylle qui existe, plus ou moins masquée, il est vrai, dans un assez grand nombre d'Algues, et que leur mode de nutrition, en rapport direct avec ce manque de chlorophylle, les assimilait aux Champignons, Nægeli les rangea parmi ces derniers, et, pour rappeler leur principal caractère, consistant dans leur multiplication scissipare, il les désigna sous le nom de *Schizomycètes*.

A l'absence de chlorophylle correspond, comme on sait, un mode spécial de nutrition : les êtres sans chlorophylle ont besoin, pour vivre, de substances organiques précédemment élaborées et contenant du carbone en combinaison. Les Champignons sont dans ce cas et doivent au manque de chlorophylle des propriétés physiologiques remarquables. Mais, s'il en est de même pour la très grande majorité des Bactéries, plusieurs d'entre elles

(1) Pour la rédaction de ce chapitre II, nous avons eu recours à la haute compétence de M. le professeur GUIGNARD, membre de l'Institut.

possèdent des pigments qui leur permettent, semble-t-il, d'assimiler directement, sous l'influence de la lumière, comme les plantes vertes, le carbone de l'acide carbonique. C'est là un premier fait qui, au point de vue physiologique, les éloigne des Champignons. Il serait donc plus correct de dire *Schizophycées* que *Schizomycètes*.

Même pour celles qui sont dépourvues des pigments en question, plus on observe, plus on voit qu'elles se rapprochent des Algues sous le rapport morphologique, seul invoqué dans la classification par les naturalistes.

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 des 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 en spirale. 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 étiologiques dont l'étude trouvera place dans cet ouvrage, ce qui nous dispense d'examiner ici la répartition de ces êtres dans les divers milieux : air, eau, sol, organismes vivants, etc. Cette diffusion est avant tout la conséquence de leur petitesse. Que les Bactéries se développent aux dépens d'une spore ou de toute 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; ils trouvent ainsi plus aisément 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*) 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 formes nouvelles.

**Formes.** — Les Bactéries peuvent se grouper sous trois formes principales : arrondie, bacillaire, spiralée, dont les principales modifications sont les suivantes :

1° La première forme, celle de *Coccus*, comprend : les *Micrococcus*, à cellules isolées ou réunies sans ordre distinct; les *Streptococcus*, à cellules disposées en chaînettes; les *Staphylococcus*, à cellules en grappe ou en éventail. Rentrent dans ce groupe : les *Merismopedia*, à cellules disposées en plaques sur un seul plan; les *Sarcina*, à cellules en tétrades groupées en masse; les *Leuconostoc*, à cellules en chapelet plongées dans une gangue épaisse, gélatineuse; les *Ascococcus*, à éléments sans ordre dans une gangue résistante, etc. Ces groupements dépendent à la fois du mode de division cellulaire et de la transformation des membranes en une gelée plus ou moins épaisse et cohérente, ce qui constitue les *zooglées*.

2° La seconde forme est celle de bâtonnet : tantôt ovoïde très court, libre, comme chez les *Bacterium*; tantôt cylindrique moins court, libre ou réuni à ses congénères, comme chez les *Bacillus*; tantôt allongé en filaments isolés, plus ou moins cloisonnés, comme chez les *Leptothrix*, *Crenothrix*, *Beggiatoa*, ou en filaments d'apparence ramifiée, comme chez les *Cladothrix*. Dans les deux premiers cas surtout, la formation zoogléique n'est pas rare.

3° La troisième forme comprend ou des bâtonnets courts, courbés en virgule, comme chez les *Vibrio*, ou des bâtonnets longs, courbés en spirale, avec tours tantôt peu nombreux et peu serrés chez les *Spirillum*, tantôt serrés, nombreux et grêles chez les *Spirochæte*. Les apparences zoogléiques sont ici peu marquées.

Entre ces formes diverses, il y a des transitions insensibles, et il n'est pas toujours facile de distinguer le *Micrococcus* du *Bacterium*, le *Bacterium* du *Bacillus*, le *Spirillum* du *Spirochæte*. Une même espèce, ainsi que nous le verrons dans la suite, peut être polymorphe. La nature du milieu exerce son influence sur la morphologie, les mouvements, la formation des zooglées, etc.

Ces dernières sont dues à la transformation gélatineuse de la membrane, qui se manifeste de façons diverses. Tantôt elle se produit autour de cellules isolées ou groupées en petit nombre, et il en résulte des capsules (*Bacillus pneumoniae*, *Micrococcus tetragenus*, etc.); tantôt elle n'envahit pas les cloisons séparatrices, et les cellules restent unies bout à bout

(*Streptococcus*, *Leptothrix*, *Beggiatoa*, *Crenothrix*, etc.); tantôt encore elle s'opère suivant la ligne médiane des cloisons, ce qui dissocie les cellules dans le liquide externe ou dans la gelée plus ou moins cohérente. Lorsque cette gelée offre assez de cohérence pour ne point se dissoudre dans le liquide, l'ensemble de la zoogléa affecte une forme, une consistance, une couleur différentes suivant les espèces, et il en est souvent de même quand la Bactérie se développe sur un milieu solide. Des conditions déterminées sont fréquemment nécessaires: c'est ainsi que le Pneumocoque ne présente ordinairement pas de capsule dans les cultures, tandis qu'il en offre constamment dans l'économie animale.

C'est la présence d'une gaine gélatineuse dense qui communique au *Cladothrix dichotoma* la forme ramifiée qu'il présente. Mais il s'agit d'une fausse ramification. Cet organisme, le plus élevé en organisation parmi les Bactériacées, se compose d'un filament principal fixé par l'une de ses extrémités. Vers l'extrémité opposée, un tronçon se sépare d'abord et se trouve rejeté latéralement, mais en restant uni par un bout au filament principal, qui continue à s'allonger. La soudure a lieu grâce à la gaine gélatineuse. De nouveaux rameaux naissent ensuite sur le filament et sur les premières branches formées. En réalité, l'ensemble représente, non pas un seul individu, mais une colonie. Il n'en est plus de même chez les *Streptotrix* et *Actinomyces*, qu'on avait, jusqu'à ces derniers temps, rangés dans les Bactériacées, à côté du *Cladothrix*. Les organismes qui portent ces noms possèdent la ramification vraie du mycélium des Champignons hyphomycètes, auxquels ils se rattachent aussi par d'autres caractères. Aucune Bactériacée ou Cyanophycée ne possède un semblable mycélium.

L'état zoogléique présente tous les degrés, depuis le simple voile formé, par exemple, par le *Bacillus subtilis* à la surface d'une infusion de foin, jusqu'aux masses compactes qui finissent par envahir parfois tout le liquide nutritif. Parmi ces dernières, les plus remarquables sont celles du *Kéfir* et du *Leuconostoc*.

Le premier (*Dispora caucasica*) se présente sous forme de grains employés par les habitants du Caucase dans la préparation d'une liqueur gazeuse et acidule qu'ils retirent du lait; ces grains dépassent souvent la grosseur d'une noix et sont formés en majeure partie par des bâtonnets ou des filaments enchevêtrés dans une masse gélatineuse, qui contient en même temps des cellules de levure vivant avec la bactérie. Le second, qui forme la gomme de sucrerie, est une bactérie ronde, en chapelet, avec enveloppe gélatineuse compacte, ressemblant à du frai de grenouille et pouvant remplir en quelques heures des cuves entières.

Le mode de groupement des cellules fournit, pour différencier et caractériser les formes, des indices d'autant plus utiles que souvent la distinction des cellules isolées devient plus difficile. Les cellules isolées doivent certainement offrir des différences spécifiques, mais l'observation morphologique ne permet plus de les reconnaître facilement; par contre,

ces différences deviennent plus marquées quand ces mêmes cellules sont réunies en masse. C'est ainsi que nombre de cellules qui, par rapport aux Bactéries, sont énormes et fort compliquées, comme celles d'une plante de la famille des Liliacées, ne peuvent être rapportées sûrement, quand on les considère isolées, à un Lis ou à une Tulipe; et pourtant, leur union naturelle, leur mode de groupement ne pourra jamais former qu'un Lis ou une Tulipe, et c'est par là seulement qu'on pourra reconnaître qu'elles sont d'origine différente.

**Dimensions.** — Quant aux dimensions comparées des Bactéries, elles ne diffèrent pour la plupart d'entre elles que par des nuances insensibles. La taille de ces micro-organismes étant d'ailleurs jusqu'à un certain point une chose contingente, les mensurations les plus précises n'ont qu'une importance relative pour la distinction des espèces. La plupart des microcoques ont un diamètre qui varie entre 0<sup>μ</sup>,5 et 2  $\mu$ . Presque tous les bacilles pathogènes offrent une épaisseur qui oscille autour du millième de millimètre et une longueur quatre à six fois plus grande; les deux extrêmes, au point de vue de l'épaisseur, sont représentés par le Bacille de la tuberculose, fort mince (0<sup>μ</sup>,3 à 0<sup>μ</sup>,5) et par le Bacille du charbon (1<sup>μ</sup>,5 à 2  $\mu$ ). 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.

**Structure.** — 1<sup>o</sup> *Contenu cellulaire.* — Le problème de la structure des Bactéries a soulevé de nombreuses controverses. On avait signalé d'abord, dans le contenu de la cellule bactérienne, des corpuscules isolés, facilement colorables, paraissant avoir une relation étroite avec la division cellulaire et la formation des spores. Butschli pensa que l'étude de certaines espèces bactériennes, vivant dans les eaux sulfureuses, permettrait, en raison de leur taille, 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 est en moyenne de 12  $\mu$  et l'épaisseur de 5  $\mu$ , et dont l'une des extrémités porte un long cil qui se montre comme un prolongement direct de la membrane d'enveloppe. Cette dernière est purement protoplasmique. A son intérieur, on distingue deux parties: une couche pariétale relativement mince, à structure alvéolée, représentant le cytoplasme de la cellule, et un corps central, fixant énergiquement les matières colorantes de la substance nucléaire et présentant aussi la structure alvéolée. Ce corps central renferme, outre des grains de soufre, des granules particuliers, semblables à ceux décrits par Ernst sous le nom de « formations nucléaires » des Bactéries. Butschli se déclare résolument partisan de la nature nucléaire de ce corps central, dont le contour n'est pourtant pas nettement délimité. Toutefois, il n'a rien vu qui rappelle les métamorphoses spéciales qu'on observe chez les autres plantes dans le noyau pendant le phénomène de la division.

Il faut bien reconnaître que l'affinité du corps central, de même que

celle du contenu des cellules bactériennes en général, pour les matières colorantes qui se fixent sur les substances nucléaires, viennent appuyer cette opinion.

Ces notions ont été généralisées par l'auteur après une étude des groupes voisins de Cyanophycées et de Bactéries typiques incolores. Seulement, les Bactéries ordinaires manifesteraient cette différence, que la couche périphérique s'y trouve réduite, soit à deux amas de cytoplasme concentrés aux deux extrémités du corps, soit à une mince lamelle périphérique. La plupart d'entre elles seraient même privées de cette dernière couche de cytoplasme, le corps central représentant alors le contenu cellulaire tout entier.

On s'est efforcé, de divers côtés, de vérifier ces résultats. Tandis que Zettnow admet également la présence d'un cytoplasme et d'un noyau (*Chromatium Okenii*, *Spirillum serpens*, *Proteus vulgaris*, etc.), Wahrlich considère au contraire la cellule des Bactéries comme ayant seulement la valeur morphologique d'un noyau (*Bacillus subtilis*, *tumescens*, *megatherium*, *Leptothrix buccalis*, etc.). D'autres auraient vu des apparences de figures karyokinétiques dans plusieurs bacilles, et en particulier dans le *Bacillus anthracis*, où les noyaux seraient entourés d'un cytoplasme assez épais, etc. Mais il convient de remarquer que les descriptions des auteurs sont loin d'être concordantes. Pour quelques-uns encore, les noyaux seraient parfois multiples dans chaque cellule.

Quant aux botanistes, tels que E. Zacharias, Gomont, qui ont cherché aussi à s'éclairer par l'étude spéciale des Algues cyanophycées les plus voisines des Bactéries, ils sont arrivés à cette conclusion, qui semble résumer l'état actuel de nos connaissances sur le sujet : à savoir, que si l'on veut considérer le corps central de ces organismes comme l'équivalent d'un noyau, il n'offre aucunement les caractères morphologiques du noyau des plantes plus élevées en organisation.

Cependant, rien n'empêche de lui accorder tout au moins les propriétés physiologiques de cet organe, dont l'existence est si générale et a été démontrée même chez les formes inférieures des Champignons. D'ailleurs, un exemple de cellule constituée presque exclusivement par un corps nucléaire, chez les organismes supérieurs, nous est fourni par les spermatozoïdes, dont le flagellum est pour ainsi dire le seul reste du cytoplasme de la cellule qui leur a donné naissance.

En ce qui concerne les substances spéciales, granules de soufre, matières colorantes qu'on observe chez certaines Bactéries, il en sera question plus loin à l'occasion des manifestations vitales de ces organismes.

2° *Membrane*. — La membrane, chez les Bactéries, est tantôt mince, tantôt plus ou moins épaisse. Dans les cellules isolées, éparses dans un liquide, elle apparaît ordinairement sous le microscope comme une ligne très fine, qui délimite la surface libre des cellules et distingue les unes des autres celles qui sont en contact. Les réactifs qui contractent le protoplasme en le colorant, sans agir sur la membrane, comme la solution

alcoolique d'iode, permettent, dans des espèces un peu grosses (*Bacillus megatherium*, etc.), de la séparer du protoplasme. C'est par ce procédé qu'on arrive également à suivre la formation des spores dans les *Bacillus subtilis*, *anthracis*, *amylobacter*, etc.

Appliquée directement contre le protoplasme, la membrane est souvent très élastique et très flexible; elle suit toutes les courbures décrites par la cellule, bien que le protoplasme en soit le seul agent actif. Elle ne représente fréquemment que la couche interne, mince, transparente et relativement solide, d'une enveloppe gélatineuse plus ou moins épaisse. Cette dernière provient d'une différenciation particulière des couches périphériques, dont la consistance, la propriété de se liquéfier ou de se gonfler sont, comme on l'a dit, fort variables suivant les cas.

La présence de cette enveloppe externe gélatineuse rapproche les Bactéries d'autres organismes inférieurs tels que les Nostocacées, qui représentent les Cyanophycées proprement dites. Sa composition chimique est peu connue; souvent, comme chez le *Leuconostoc*, dans lequel on a pu l'étudier plus facilement, elle est formée d'un hydrate de carbone voisin de la cellulose. De même, une bactérie qui transforme l'alcool en acide acétique, le *Bacterium xylinum* de Brown, fournit à la surface des liquides additionnés de lévulose, de mannite, etc., une membrane gélatineuse d'où l'on a retiré un composé présentant toutes les propriétés de la cellulose du coton et répondant par sa composition à la formule d'une cellulose. Le produit visqueux du *Bacillus mesentericus* et du *Bacillus lactis viscosus* paraît être aussi une cellulose plus ou moins modifiée.

Mais, dans nombre de cas, la membrane n'offre pas les réactions de la cellulose et semble constituée par un composé albuminoïde, très voisin du protoplasme qu'elle revêt (mycoprotéine de Nencki). Ajoutons encore que, chez certaines Bactéries aquatiques (*Crenothrix*, etc.), elle est souvent colorée en brun par des composés ferrugineux qui l'imprègnent.

3° *Cils*. — Beaucoup de Bactéries sont franchement mobiles quand elles se trouvent dans un milieu liquide. Elles tournent autour de leur plus grand diamètre ou bien présentent un mouvement d'oscillation qui les porte tantôt en avant, tantôt en arrière. Le mouvement des organismes bactériens n'est pas lié nécessairement à l'existence d'organes locomoteurs spéciaux, tels que les cils, qu'on a déjà trouvés chez un grand nombre de Bactéries mobiles. Il est probable qu'on les découvrira chez beaucoup d'espèces qui ne les ont pas encore laissés voir; mais on sait aussi que certains organismes, tels que les Oscillaires, d'une étude plus facile que les microbes, possèdent un mouvement de contractilité générale du corps, en l'absence de tout organe locomoteur spécial. Ce mouvement vrai doit d'ailleurs être distingué de celui qui s'observe sous diverses influences chez des espèces immobiles et qui, déterminé par des conditions physiques ou physiologiques, passe le plus souvent inaperçu.

Après que la photographie, surtout, eut montré à Koch l'existence des cils chez quelques microbes, la technique de Loeffler et les perfection-

nements qu'elle a reçus ont permis de réaliser de sensibles progrès dans la connaissance de cette question de morphologie.

Si, comme il semble, le nombre des cils est fixe pour certaines espèces, il n'est plus possible de les considérer, avec quelques auteurs, comme provenant de la couche gélatineuse externe de la membrane d'enveloppe. Tantôt ils sont longs, simples, très fins et sans ondulations (*Spirillum undula*, *rubrum*, *concentricum*, etc.); tantôt le cil, en apparence unique, est formé en réalité par des filaments accolés. Chez le microbe du choléra, ils présentent des ondulations qui se retrouvent dans d'autres microbes de forme analogue.

L'aspect, la disposition, le nombre de ces organes offrent des variations qui pourront peut-être un jour contribuer à la diagnose des espèces. Déjà Messea a proposé de distinguer parmi les *Trichobactéries* : 1° les *monotriches*, avec un cil à l'un des pôles (*Micrococcus agilis*, *Bacillus pyocyaneus*, etc.); 2° les *lophotriches*, avec une touffe de cils à l'un des pôles (*Bacillus cyanogenus*, etc.); 3° les *amphitriches*, avec un cil à chaque pôle (*Spirillum volutans*, etc.); 4° les *péritriches*, avec des cils sur toute la surface (*Proteus vulgaris*, *Bacillus typhosus*, etc.). Quoique fort délicate, une étude attentive des cils pourra sans doute fournir d'utiles indications. Le précédent auteur a isolé, dans la fièvre typhoïde, un bacille mobile qui, dans les cultures, ne peut être distingué du bacille typhique; mais ce microbe ne porte qu'un seul cil, tandis que le bacille typhique aurait, selon le même observateur, des cils sur toute sa surface.

**Reproduction.** — 1° *Multiplication.* — La multiplication des Bactéries, dont la rapidité a frappé tous les observateurs, a lieu par simple bipartition. Mais tantôt, et c'est le cas de beaucoup le plus fréquent, le cloisonnement ne se produit que dans une seule direction; tantôt il s'opère dans les deux directions du plan, ce qui donne une plaque de cellules sans gaine gélatineuse (*Merista*), ou avec gaine gélatineuse (*Lampropedia*, etc.); ailleurs, il s'opère dans les trois directions de l'espace, en formant soit des amas cubiques (*Sarcina*), soit des sphères creuses (*Lamprocystis*, etc.), ou pleines (*Thiocystis*, etc.). Ces différences, on le conçoit, fournissent des données précieuses pour la classification. Metschnikoff a également signalé, chez un organisme qu'il considère comme une bactérie, le *Pasteuria ramosa*, une division longitudinale qui, s'opérant d'une façon incomplète, permet la production de formes ramifiées, lesquelles restent unies en colonies.

La marche de la bipartition ne peut être évidemment suivie que dans les formes les plus grosses; Butschli l'a observée chez le *Chromatium*, où elle mérite d'être signalée. Dans cette espèce, une cloison commence à se développer en anneau à la périphérie de la paroi interne de la cellule mère et s'étend peu à peu vers le centre, en étranglant d'abord la couche pariétale cytoplasmique, puis le corps central lui-même. La cloison se dédouble ensuite en commençant par sa partie périphérique, en même

temps que les extrémités correspondantes des deux cellules filles s'arrondissent et se détachent l'une de l'autre. Un nouveau cil apparaît au pôle antérieur de la cellule mère peu de temps avant la séparation définitive; de sorte qu'une des bactéries filles subit toujours un renversement des pôles, par comparaison avec la bactérie mère. Cette formation du flagellum est intéressante également en ce qu'elle montre bien qu'il ne résulte pas d'un étirement de la lamelle moyenne gélatinée de la cloison commune aux deux cellules filles.

2° *Spores.* — Les différentes formes de Bactéries dont il a été question correspondent à certaines périodes connues de leur vie. Mais chaque forme d'un être vivant, pris à un stade quelconque de son existence, même lorsqu'elle est représentée par des millions d'échantillons semblables, n'est qu'un anneau d'une chaîne composée de parties se reformant périodiquement d'une façon régulière. Il faut pouvoir dire d'où cette forme provient et quelle autre lui succède, c'est-à-dire connaître l'évolution de l'être pour arriver à la notion de l'espèce. Or, l'évolution des Bactéries, comme celle de beaucoup d'autres plantes, commence et finit à la spore. Il importe par conséquent d'en examiner la formation, les caractères et la germination.

On sait qu'on donne le nom de spores, en général, à des cellules qui, se séparant de la plante mère, peuvent, dans certaines conditions, germer et reproduire une nouvelle plante. Leur découverte est due à Pasteur, qui, en 1870, a décrit sous le nom de « corpuscules germes » celles de la flacherie des Vers à soie, et prouvé qu'elles étaient capables de résister à la dessiccation. Dans leur formation, on a distingué et l'on distingue encore souvent deux modes permettant de partager les Bactéries en deux groupes: les *endosporées* et les *arthrosporées*.

Les spores apparaissent surtout quand le milieu nutritif est devenu impropre à la croissance, soit par épuisement de quelqu'un des principes nécessaires, soit par accumulation des produits sécrétés par la plante et qui sont nuisibles à son développement. Toutefois, dans plusieurs cas, comme chez le *Bacillus amylobacter*, les spores se forment dans une partie des cellules, tandis que d'autres continuent à végéter et à se diviser. De même, chez le *Bacillus mesentericus vulgatus*, les spores apparaissent, dans les cultures à 36-58 degrés, au bout de quatre ou cinq jours, et deux mois plus tard, on retrouve encore dans le même milieu, comme l'a observé Vigual, des bacilles en voie de division. La spore se forme donc, comme la graine de beaucoup de plantes, simplement parce qu'elle est une forme de l'évolution du bacille. Néanmoins, le phénomène dépend souvent de certaines conditions de milieu; il suffit de rappeler que le *Bacillus anthracis* ne fait pas de spores dans le sang des animaux vivants, tandis qu'il les produit dans le bouillon de poule, où on le cultive facilement; le Bacille de la Jacinthe ne les forme pas non plus dans l'intérieur de la plante, mais seulement dans les liquides de culture.

a. La formation endosporée a été constatée chez les bacilles et les spi-

rilles, mais d'une façon insuffisante chez les microcoques. On paraît cependant l'avoir observée avec certitude dans les cellules rondes de la Sarcine des poumons, dans le *Micrococcus ochroleucus*, etc. Dans les bacilles, les cellules ou articles grossissent et se remplissent de substances de réserve. Ce grossissement peut être uniforme dans toute la longueur de la cellule, qui demeure cylindrique; mais il peut s'opérer surtout au milieu, en forme de fuseau, ou surtout à une extrémité, en forme de têtard: différence qu'on rencontre souvent dans la même espèce suivant les conditions (*Bacillus amylobacter*).

En général, soit que le contenu cellulaire reste homogène, soit qu'il commence par devenir granuleux, la spore apparaît tout d'abord comme une tache très petite, d'un gris mat ou foncé, qui devient bientôt réfringente en s'accroissant et ensuite atteint sa grosseur définitive aux dépens du protoplasme.

A ce type appartiennent la plupart des Bactéries, encore peu nombreuses d'ailleurs, où la sporulation a été étudiée avec exactitude (*Bacillus anthracis*, *subtilis*, *Brassicæ*, *tumescens*, *inflatus*, *leptosporus*, *sessilis*, etc.). Mais il y a, dans ce groupe, des différences secondaires: tantôt la sporulation est précédée de la transformation granuleuse du protoplasme (*Bacillus anthracis*, *megatherium*, *leptosporus*, *tumescens*, etc.); tantôt elle ne l'est pas (*Bacillus carotarum*, *inflatus*, etc.). Tantôt l'ensemble du protoplasme est employé à la formation des spores (*Bacillus anthracis*, *carotarum*, *leptosporus*, *subtilis*, *tumescens*, etc.), tantôt il reste une partie du protoplasme sous forme de granules (*Bacillus megatherium*, *sessilis*, etc.). Parfois même la spore se forme par contraction locale du protoplasme, resté homogène, et atteint sa grosseur définitive sans que le reste du protoplasme disparaisse; la cellule mère continue alors à se mouvoir comme si elle ne renfermait pas de spore (*Bacillus de Baryanus*, *Bacillus Solmsii*, etc.). Enfin, il existe encore des différences, suivant que la spore se ferme au bout ou au milieu des cellules, qu'il s'en forme une seule ou, par exception, deux par cellule.

La spore mûre, arrondie ou ovoïde, toujours plus petite que la cellule mère, peut être beaucoup plus courte qu'elle, mais presque aussi large; ailleurs elle est plus petite dans tous les sens. Par suite, l'enveloppe propre qu'elle possède est distincte de celle de la cellule mère; c'est elle, en grande partie, qui communique aux spores des Bactéries leurs propriétés de résistance parfois si grande à l'action des agents physiques et chimiques. Le contenu de la spore, à contour sombre, est généralement brillant et incolore, parfois coloré en rose (*Bacillus erythrosporus*) ou très légèrement verdâtre (*Bacillus de Baryanus*, *macrosporus*, *limosus*, etc.).

La substance de réserve, qui remplit la cellule mère au moment de l'apparition des spores, présente dans certains cas une réaction spéciale: chez le *Bacillus amylobacter*, le *Spirillum amyloferum*, le *Bacterium Pastorianum* et parfois le *Leptothrix buccalis*, c'est de l'amyloïde, qui

disparaît pendant le développement de la spore. Ailleurs, c'est sans doute du sucre ou quelque autre hydrate de carbone.

b. Les arthrospores se produisent par transformation totale d'une cellule entière et non, comme précédemment, par formation endogène. Les exemples en sont beaucoup plus rares (*Leuconostoc mesenteroides*, *Bacterium Zopfii*). Le phénomène est surtout bien net dans le *Leuconostoc*, où certaines cellules des filaments en chapelet grossissent, à un moment donné, en prenant une membrane plus compacte et un contenu plus sombre, pour être ensuite mises en liberté par la dissolution de la masse gélatineuse qui les entoure. Ces cellules paraissent être des kystes analogues à ceux de beaucoup d'Algues bleues. Mais peut-être aussi ne sont-elles que des endospores remplissant exactement toute la cellule mère. Il est possible que la formation endogène échappe dans ce cas à l'observation; et cette remarque s'applique aux microcoques, chez lesquels on comprend qu'il soit difficile d'apprécier une différence entre les spores et les cellules végétatives.

c. Ainsi formée, la spore germe quand elle trouve un milieu favorable. Pour cela, une rupture se fait dans son exospore plus ou moins épaisse; le contenu en sort revêtu d'une mince membrane d'enveloppe, qui peut être considérée comme l'endospore. La façon dont s'effectue cette éclosion a paru d'abord pouvoir fournir, pour la distinction des espèces, des données importantes. Tantôt, en effet, l'enveloppe de la spore éclate à l'un des pôles, tantôt elle s'ouvre vers le milieu. Mais on a reconnu que les deux modes peuvent se rencontrer dans une même espèce; dès lors, le phénomène a perdu de son intérêt au point de vue morphologique.

## § II. — BIOLOGIE

### I. — Conditions extérieures du développement.

*Aliment.* — Il y aurait, comme on l'a vu, un petit nombre de Bactéries capables d'effectuer directement, à la façon des plantes vertes, la synthèse des hydrates de carbone en décomposant l'acide carbonique à la lumière. Toutefois, nous devons faire remarquer que l'existence de ces Bactéries à chlorophylle est aujourd'hui fortement contestée. D'autres sont colorées en rouge par une substance qui vire parfois au bleu ou au brun, la bactério-purpurine; c'est le cas de la plupart des Sulfobactéries, dont il sera question plus loin. Grâce à cette matière colorante, elles pourraient, d'après Engelmann, assimiler le carbone de l'acide carbonique à la lumière; mais cette propriété, qui reste douteuse pour quelques auteurs, est en tout cas peu marquée. Ces organismes ne forment d'ailleurs ni amidon, ni composé analogue bleuissant par l'iode, caractère qui les rapproche des Algues bleues en les éloignant des plantes vertes.