

CHAPITRE III

PRINCIPAUX GROUPES PHYSIOLOGIQUES DE BACTÉRIES

SOMMAIRE : 1° Photobactéries. — 2° Chromobactéries. — 3° Sulfobactéries. — 4° Ferrobactéries. — 5° Nitrobactéries. — 6° Bactéries fixatrices d'azote.

1° PHOTOBACTÉRIES

Le phénomène de la phosphorescence, observé depuis longtemps sur les poissons et d'autres animaux marins, sur la viande de boucherie, n'a reçu son explication que lorsque la connaissance des microbes eut elle-même révélé la nature et le mécanisme de la contagion en général.

Pflüger, le premier, en 1875, émit l'opinion qu'il pouvait être occasionné par des micro-organismes particuliers. Muesch en établit ensuite la nature microbienne et la contagiosité.

L'étude de ce phénomène n'est pas purement attrayante, car la fonction photogénique des Bactéries peut donner lieu, au point de vue physiologique, à des rapprochements intéressants avec d'autres fonctions microbiennes.

Les Photobactéries sont pour la plupart simplement saprophytes; cependant il en est plusieurs, comme on le verra, qui peuvent devenir parasites et déterminer la mort des animaux infectés. Quelques-unes, vivant ordinairement à l'état de liberté, déterminent la phosphorescence de la mer. C'est aussi, probablement, à des Bactéries lumineuses qu'il faut rapporter le curieux phénomène de la phosphorescence accidentelle de certains liquides de l'organisme, tels que le lait, la salive, la sueur, l'urine.

Sur le poisson mort ou la viande, la phosphorescence apparaît avant la putréfaction; elle s'éteint quand celle-ci commence sous l'influence d'autres microbes.

Jusqu'à ces dernières années, on ne connaissait guère qu'une demi-douzaine de Bactéries lumineuses, d'origine marine. Le nombre en est certainement plus élevé, et quelques auteurs en ont effectivement signalé de nouvelles; mais on n'est pas encore suffisamment fixé sur leurs caractères distinctifs.

Ces Photobactéries ont généralement la forme de bâtonnets courts, parfois celle de microcoques ou de vibrions. Elles sont d'ailleurs assez polymorphes et prennent facilement dans les cultures de curieuses formes d'involution. Elles sont mobiles dans les conditions favorables; leurs spores sont inconnues.

On a trouvé aussi, dans les eaux de fleuves et de rivières, dans les déjections de malades atteints de diarrhée, des microbes phosphorescents qui se distinguent à peine, au point de vue morphologique, des vibrions du choléra. Leur faculté lumineuse est très inconstante; plusieurs d'entre eux sont pathogènes.

Giard et Billet ont rencontré dans les Talitres vivants un microbe qui leur communique une phosphorescence éclatante, d'une belle teinte vert lumière, rappelant celle du spath fluor et du vert d'urane. Ces petits crustacés périssent au bout d'une dizaine de jours. La maladie a pu être inoculée du Talitre à d'au-

tres Amphipodes et même à des Isopodes terrestres (Cloporte). Son microbe se comporte dans les cultures comme le *Photobacterium phosphorescens*, mais il est plus petit et plus voisin de la forme sphérique. Après une longue série de cultures, il ne communique plus la phosphorescence au Talitre et ne le fait plus périr. Mais il redevient lumineux sur les poissons et recouvre son activité première à l'égard du Talitre. Giard a constaté que la variété du *Ph. Fischeri* qui ne liquéfie pas la gélatine, ainsi que le *Ph. phosphorescens*, quand on les cultive d'abord sur poisson et qu'on les inocule ensuite au Talitre, deviennent également pathogènes pour ce crustacé. Un autre caractère que le *Ph. Giardi* partage avec ces deux espèces, c'est de ne pas liquéfier la gélatine; il doit donc faire partie du même groupe. Il se distingue de celles-ci par ses dimensions plus petites et sa forme plus arrondie. Non seulement il peut vivre en parasite dans le corps de plusieurs Crustacés, mais on le trouve aussi en abondance sur le mucus qui recouvre la carapace de ces animaux aquatiques.

Les conditions nécessaires soit au développement, soit à l'exercice de la fonction photogénique ont été étudiées avec soin par Beyerinck.

Toutes les Bactéries photogènes exigent, pour se développer, que le milieu nutritif contienne 3 à 4 pour 100 de sel marin ou des quantités isotoniques d'autres sels minéraux. C'est pourquoi l'eau de mer convient bien pour la préparation des cultures, et c'est sans doute aussi la raison pour laquelle R. Dubois n'a pas réussi à obtenir le développement de ces organismes sur les poissons d'eau douce.

Toutes peuvent emprunter leur azote à la peptone, mais la peptone ne suffit pas à toutes comme source de carbone. De là, au point de vue de l'aliment organique, la distinction de deux groupes de Photobactéries.

Les unes se contentent de peptone seule ou de substances albuminoïdes telles que le blanc d'œuf, la caséine, la fibrine, le gluten, qu'elles peptonisent à l'aide de la trypsine qu'elles sécrètent, et qui suffisent à la multiplication et à la production de lumière: ce sont les « Bactéries à peptone ». Elles sont représentées par le *Ph. luminosum* et le *Ph. indicum*. Ces espèces, toutefois, dans des conditions nutritives simples, n'ont qu'un pouvoir lumineux faible, susceptible de disparaître au bout de quelque temps, sans que la multiplication soit ralentie. Elles sont beaucoup plus faciles à conserver à l'état non lumineux qu'à l'état phosphorescent, et c'est aussi sous le premier état qu'elles existent le plus souvent dans la mer.

Les autres exigent, outre la peptone, une autre matière, azotée ou non, comme source de carbone, telle que l'asparagine, le glucose, la lévulose, la galactose, la maltose, le lactate de chaux ou la glycérine: ce sont des « Bactéries à peptone-carbone ». De ce nombre sont le *Ph. phosphorescens* et le *Ph. Pflügeri*. Avec la peptone seule, ou l'asparagine seule, on n'obtient ni accroissement ni lumière. Mais l'asparagine ou la glycérine mélangées à la peptone provoquent les deux phénomènes. Il faut remarquer, à ce propos, que la dose de l'élément carboné doit être faible (1 pour 100 pour le glucose); sans cela, la lumière s'éteint et la Bactérie prend des formes irrégulières, sans doute à cause de la formation d'acide.

Le sucre de canne, la lactose, qui ne sont pas assimilés, ne sont pas photogéniques. Mais si, dans les milieux obscurs renfermant l'un ou l'autre de ces sucres, on introduit un microbe sécrétant de l'invertine ou de la lactase, aussi-

tôt la Photobactérie se met à briller. De là, une méthode élégante pour juger si un microbe donné sécrète ou non l'une ou l'autre de ces diastases.

Pour que les phénomènes d'accroissement et d'émission de lumière se manifestent, il est donc nécessaire que la peptone d'une part, et les éléments carbonés d'autre part, soient entre eux dans certaines proportions, qui représentent les « équivalents plastiques ». Les meilleures substances photogéniques, en effet, comme la glycérine, peuvent devenir une cause d'obscurcissement si leur proportion est trop forte. Une substance est « plastique » si elle entraîne la multiplication des Photobactéries en culture. Un élément photogénique doit toujours être plastique, mais la réciproque n'est pas vraie : un aliment plastique n'est pas toujours photogénique. Il suit de là que, chez ces organismes, la production de lumière n'est en connexion nécessaire ni avec l'acte respiratoire, ni avec l'accroissement.

On est ainsi conduit à présumer que, même dans les cellules fortement lumineuses, c'est seulement une partie de l'énergie qui est nécessairement et généralement émise sous forme de lumière. L'oxygène libre est indispensable à la phosphorescence; les cultures sur milieux solides ne brillent qu'à la surface; les cultures liquides agitées au contact de l'air peuvent briller dans toute leur masse. La phosphorescence est intimement liée à la nutrition, dont elle ne fait que traduire l'intensité. En l'absence d'oxygène, les espèces qui peuvent continuer à vivre pendant quelque temps, comme le *Ph. phosphorescens*, cessent d'être lumineuses.

La lumière, chez les Photobactéries, a-t-elle une signification physiologique et ces êtres peuvent-ils tirer profit, dans la lutte pour l'existence, de leur faculté photogénique? La réponse à cette question doit être négative. De même que les animaux phosphorescents ne le sont pas par symbiose avec des Bactéries lumineuses, mais par suite de phénomènes spéciaux et intimes, de même les Photobactéries n'émettent pas nécessairement de la lumière quand elles vivent dans les conditions normales, et nous avons fait remarquer précédemment que certaines d'entre elles, telles que le *Ph. luminosum*, sont plus faciles à obtenir et à conserver à l'état non lumineux. C'est seulement par exception que l'eau de la mer offre les conditions nécessaires pour la multiplication rapide avec dégagement lumineux énergique.

La fonction photogénique n'est pas, comme on le verra, sans analogie avec la fonction chromogène et même avec la virulence. Comme celles-ci, elle n'est indispensable ni à la vie, ni à la reproduction des micro-organismes; elle est subordonnée à la nature de l'aliment et à certaines conditions de température. L'âge des cultures, la vieillesse surtout et l'épuisement ont une influence manifeste sur l'activité fonctionnelle. Et, de même que dans certaines conditions combinées d'atténuation, divers microbes cessent d'élaborer leurs pigments ou de fabriquer leurs toxines, de même les Photobactéries, dans les conditions précaires de la vie habituelle des plages, ne mènent plus que l'existence obscure de microbes vulgaires.

2° CHROMOBACTÉRIES

On peut distinguer deux groupes de Bactéries colorées. Dans l'un, l'élaboration du pigment est un attribut inséparable du développement : c'est le cas des Sulfobactéries pourpres. Dans l'autre, la formation des pigments est une fon-

tion qui ne se manifeste que dans les conditions normales ou favorables et peut faire défaut dans des conditions moins bonnes, sans que pour cela le développement cesse de s'effectuer; c'est le cas de la majeure partie des Bactéries chromogènes. Nous n'envisagerons ici que ce second groupe, le premier présentant des caractères tout particuliers et devant être examiné dans un paragraphe spécial consacré aux Bactéries sulfureuses.

Les principaux pigments observés sont le rouge (*Micrococcus hæmatodes*, *Bacillus prodigiosus*, *B. indicus*, *B. ruber*, *B. erythrosporus*, *B. erythrogenes*. Bacilles rouges de la sardine, de la morue, etc., *Spirillum rubrum*, etc.), le rose (*Micrococcus roseus*, *M. agilis*, *Sarcina rosea*, *Bacillus rosaceus metalloides*, *Spirillum roseum*, etc.), le violet (*Bacillus violaceus*, etc.), le bleu (*Micrococcus cyaneus*, *Bacillus pyocyaneus*, *B. syncyanus*, etc.), le vert (*Bacillus chlororaphis*, Bacille de la diarrhée verte infantile, etc.), le jaune (*Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*, *S. aurea*, *Bacillus luteus*, *B. synxanthus*, etc.), l'orangé (*Micrococcus aurantiacus*, *Sarcina aurantiaca*, etc.), le brun (*Sarcina fusca*, *S. fuscescens*, *Bacillus brunneus*, *B. fuscus*, etc.), le noir (*Bacillus melanosporus*, etc.).

On n'est pas suffisamment fixé sur la nature des organismes signalés par Van Tieghem, sous les noms de *Bacillus virens* et *B. viridis*, et par Engelmann sous le nom de *Bacterium chlorinum*, dont ces auteurs assimilent sans preuve la matière colorante verte à la chlorophylle. Ces espèces, incomplètement décrites, n'ont pas été retrouvées.

Tantôt la matière colorante reste dans le protoplasme, sans diffuser dans le milieu ambiant : c'est le cas des Bactéries que l'on peut appeler *endochromées*, telles que les Sulfobactéries pourpres et sans doute le *Bacillus prodigiosus*. Tantôt la matière colorante paraît imprégner seulement la membrane et surtout la couche gélatineuse externe, comme chez le *Bacillus violaceus*, dont la couche gélatineuse violette réunit les cellules en zoogées sur les milieux solides, qui seuls permettent la formation du pigment. Tantôt enfin le pigment diffuse dans le milieu ambiant et le colore d'une façon plus ou moins uniforme, ainsi qu'on l'observe dans le plus grand nombre des Bactéries chromogènes.

Chez certaines espèces endochromées, le pigment ne paraît diffuser à l'extérieur qu'après la mort de la cellule; c'est du moins l'avis de Schottelius pour le *Bacillus prodigiosus*. Macé, il est vrai, a observé dans une culture de ce microbe, entre des cellules bien vivantes, des amas de granulations plus ou moins grosses, colorées en rouge rubis très brillant; Eidam a remarqué de même que le pigment du *Bacillus melanosporus* peut former un précipité granuleux dans le milieu ambiant. Mais ces granulations pouvaient provenir de cellules mortes.

Exceptionnellement, la matière colorante apparaît à l'état cristallisé, ainsi que Guignard et Sauvageau l'ont constaté pour le *Bacillus chlororaphis*, dont le pigment se montre, dans les cultures dépourvues de fluorescence, sous la forme de très longues aiguilles cristallines de couleur vert chlorophylle, presque insolubles dans tous les véhicules neutres. Beyerinck a remarqué aussi que la matière colorante du *Bacillus cyaneo-fuscus* donne de petits cristaux d'abord verdâtres, puis bleus, devenant finalement bruns par oxydation. Dans ces deux cas, il est possible que le pigment imprègne simplement des cristaux amidés ou protéiques.

Diverses espèces produisent, outre le pigment que l'on peut considérer comme caractéristique pour elles, une matière à fluorescence verte (*Bacillus pyocya-*