

bouillon nutritif. Il a observé que, dans l'eau d'un fleuve à débit régulier, le minimum des germes vivants se trouve à la fin de la journée. Dans l'eau d'un lac, l'action solaire se fait encore sentir à 5 mètres de profondeur. Procaccini a obtenu des résultats analogues sur les eaux d'égout amenées au degré de dilution qu'elles présentent dans les rivières ou dans la mer.

S'il en est ainsi, l'action de la lumière doit varier avec la saison. Effectivement, Marshall Ward a pu reconnaître que, malgré l'influence que doit exercer la plus grande élévation de température dans l'eau pendant l'été, le nombre des Bactéries de la Tamise est manifestement moindre dans cette saison qu'en hiver. Certes, bien d'autres facteurs peuvent entrer ici en ligne de compte, mais il n'en est pas moins probable que l'intensité plus grande et l'action plus prolongée de la lumière pendant les jours d'été sont la raison principale de cette diminution du nombre des Bactéries. Il ne semble pas, toutefois, que, dans les nombreux travaux publiés sur la vie des Bactéries dans les eaux douces ou salées, dans les milieux liquides, les auteurs se soient suffisamment préoccupés de l'influence exercée par la lumière.

Les résultats acquis permettent aujourd'hui de se rendre compte de certains faits dont l'explication semblait auparavant difficile, tels que : la mort de la plus grande partie des germes de l'air, la pureté de l'air des hauts sommets, la destruction, à une lumière intense, des levures végétant normalement sur les grains de raisin, l'affaiblissement de certaines fermentations, comme celle qui produit l'acide acétique, quand la bactérie qui la détermine est exposée aux rayons du soleil, la propagation par un temps lourd et chaud de certaines maladies occasionnées chez les plantes par divers champignons, etc. On a remarqué, en effet, que chez ces derniers, les spores de plusieurs espèces sont influencées défavorablement par le libre accès de la lumière; il est possible que, chez les spores et les cellules reproductrices qui sont obligées de commencer ou de continuer leur développement à la lumière, les matières colorantes dont elles sont si souvent pourvues jouent le rôle d'écrans absorbants. On ne saurait, en tout cas, méconnaître la portée de ces questions, non seulement dans la théorie des germes des maladies, mais encore dans tout le domaine de la science biologique.

Peut-on faire encore un pas de plus et chercher à savoir quelle est la fonction physiologique atteinte par les rayons chimiques? La question est des plus difficiles et son étude paraît plutôt abordable chez les Champignons inférieurs que chez les Bactéries. Les expériences d'Elfvig sur ces derniers donnent à penser que les rayons agissent en entravant la synthèse du protoplasme azoté, d'où résulte une gêne ou un arrêt dans la multiplication cellulaire. On sait d'ailleurs que cette dernière, chez les plantes supérieures, a lieu principalement à l'obscurité.

Ajoutons enfin que la lumière occasionne, dans certains cas, des modifications de forme et de fonction. Si les premières sont peu saillantes, les secondes sont parfois bien manifestes. Il y a d'abord l'atténuation de la

virulence de plusieurs espèces pathogènes, telles que le Bacille du charbon, du choléra, etc. Il y a ensuite la perte du pouvoir chromogène de certaines espèces, telles que le Bacille rouge de Kiel, dont la couleur disparaît au soleil surtout en présence de l'air; il en est de même, d'après d'Arsonval et Charrin, pour les pigments du Bacille pyocyanique. Laurent a constaté que la culture du Bacille rouge de Kiel, remise à l'obscurité, ne reprend pas sa couleur primitive : le trouble fonctionnel survit à la cause. De plus, le réensemencement longtemps continué de ces cultures décolorées a donné des cultures qui sont toujours restées incolores dans tous les milieux essayés, à la condition d'opérer à la température où elles s'étaient produites. Ici encore, ce sont les radiations les plus réfrangibles qui paraissent être les plus actives. Mais on voit aussi que la lumière n'est pas le seul facteur qui entre en jeu dans la production et la conservation de cette race nouvelle, et nous aurons l'occasion de retrouver des faits analogues chez d'autres Bactéries chromogènes.

*Action de l'électricité.* — Les premières recherches concernant l'action de l'électricité sur la vitalité des Bactéries sont dues à Schiel. Elles méritent à peine d'être mentionnées, car, pour juger de l'effet produit par le courant électrique, l'auteur se contentait de regarder au microscope si les microbes de ses infusions étaient mobiles ou non. Cohn et Mendelsohn reprirent la question en soumettant le *Micrococcus prodigiosus* à l'action du courant dans un liquide nutritif de composition connue qui servait ensuite à ensemercer un liquide nouveau. D'autres expériences eurent lieu sur un milieu solide parcouru par un courant galvanique circulant entre deux lames de platine parallèles.

Mais, dans les deux cas, les troubles apportés à la végétation du microbe doivent être rapportés à l'action électrolytique, qui rend les milieux acides au pôle positif et alcalins au pôle négatif. Il ne s'agit donc pas d'une action physique du courant, mais d'une action chimique. Pour modifier la semence elle-même, il a fallu employer des courants énergiques. Le résultat était analogue à celui qu'on avait obtenu sur la levure de bière, qui est d'ailleurs peu sensible à l'acidification du milieu; de sorte que, pour modifier la fermentation ou tuer la cellule de levure, il est nécessaire d'employer, comme l'a fait Regnard, de fortes décharges ou un courant puissant.

D'autres auteurs, reprenant cette étude, ne paraissent pas avoir tenu suffisamment compte de l'action chimique ou calorifique. C'est pourquoi Spilker et Gottstein se sont adressés aux courants induits, qui n'avaient pas donné de résultats appréciables entre les mains de Cohn et Mendelsohn. Le courant, convenablement gradué pour éviter un excès de température qui pourtant s'éleva dans ces expériences jusqu'à 56° à 57°, traversait une spirale de fil de cuivre enveloppant le tube à culture. C'était encore le *Micrococcus prodigiosus* qui servait aux essais. Pour un même milieu, trois facteurs influent sur les résultats : l'intensité du courant, la durée

du traitement, l'état de mouvement du liquide. Mais les conditions dans lesquelles on arrive ainsi à stériliser un liquide ne présentent que peu d'intérêt au point de vue pratique. En outre, les Bactéries pathogènes (*Micrococcus tetragenus*, *Bacillus murisepticus*, etc.), soumises à ce traitement, n'éprouvent aucune influence quand elles sont à l'intérieur du corps des animaux.

Plus récemment, d'Arsonval et Charrin ont pensé avec raison que le Bacille pyocyanique, grâce à ses propriétés spéciales, serait un objet de recherches préférable aux espèces étudiées auparavant. En se plaçant dans des conditions expérimentales bien déterminées, et dans lesquelles des courants alternatifs à haute fréquence exerçaient leur influence indépendamment de toute autre action susceptible de troubler les résultats, ils ont constaté que le premier effet consiste dans une diminution du pouvoir chromogène, tandis que la forme et les propriétés pathogènes restent sensiblement les mêmes; plus tard, la pullulation du microbe est atteinte en proportion de la durée et de l'énergie du fluide.

*Action des agents chimiques.* — Pour compléter cet aperçu, nous aurions maintenant à parler de l'action des agents chimiques sur le développement des Bactéries. Mais, comme la question consiste en grande partie dans l'étude des antiseptiques et qu'elle trouvera place ailleurs, nous mentionnerons seulement certains résultats qui intéressent spécialement la morphologie de ces organismes.

Presque tous les bactériologistes ont pu observer des variations dans la morphologie des microbes sous l'influence de l'état physique et la composition des milieux de culture. Toutefois, dans les conditions ordinaires, ces variations sont assez limitées. Il n'en est plus de même avec certains microbes, quand on modifie le milieu nourricier par l'addition de divers composés chimiques; on arrive alors à déterminer à volonté des changements morphologiques considérables.

Les expériences de Guignard et Charrin ont montré que, dans ces conditions, le Bacille pyocyanique peut offrir des variations qui embrassent presque toutes les formes connues chez les microbes. Par l'emploi de substances telles que le bichromate de potasse, l'acide salicylique, l'acide borique, l'alcool, le naphthol, la créosote, etc., en proportions déterminées, on parvient à reproduire la forme de microcoque, de bacterium, de bacille allongé, de filament, de vibrion, et même de spirille. Chacune de ces formes, reportée dans un milieu de culture normal, tel que le bouillon pur, redonne la forme typique du Bacille. Il faut remarquer, en outre, que même dans les milieux où elles se produisent, les formes en question font plus ou moins rapidement place à la forme typique, par suite de l'accoutumance du microbe au milieu, à condition, bien entendu, que la vitalité ne soit pas trop atteinte. Ces modifications s'accompagnent de changements dans les propriétés physiologiques, comme on peut en juger par la diminution ou la suppression de la fonction chromogène du Bacille,

et ces propriétés reparaissent aussi quand le microbe retrouve les conditions normales de son développement.

Quelque temps après, Wasserzug a fait prendre au *Micrococcus prodigiosus* la forme de Bacille en le cultivant dans un milieu acide, soit directement, soit après chauffage à 50°; il a communiqué de même la forme de filament au Bacille pyocyanique. Toutefois, il n'a pas établi que, même après les nombreuses cultures successives de ces nouvelles formes, les caractères normaux ne reparaissent plus dans les conditions normales. Cette remarque, on le verra, a son importance.

D'autres auteurs, en particulier Bouchard, Chauveau, Roger, Arloing, de Bary, Metschnikoff, ont remarqué des variations analogues chez divers micro-organismes. Il en résulte qu'il faut accorder aux Bactéries une certaine plasticité morphologique, qui leur fait prendre des aspects divers suivant les milieux. Au point de vue pratique, le polymorphisme doit mettre en garde contre des déterminations spécifiques basées sur une connaissance incomplète de la morphologie; au point de vue théorique, il touche à la question de l'espèce, sur laquelle on reviendra ultérieurement.

## II. — Action des Bactéries sur le milieu extérieur.

### Manifestations vitales.

Toute substance organique complexe peut nourrir successivement ou simultanément plusieurs microbes, dont chacun lui fait subir un mode de destruction spécial. Il y a, par conséquent, un nombre prodigieux de fermentations diverses, dont le résultat final est de ramener la substance organique à l'état de gaz et d'eau.

La décomposition des substances hydrocarbonées peut quelquefois être l'œuvre d'un seul microbe. C'est ainsi que les levures, quand elles vivent à la surface d'un liquide sucré, brûlent directement le sucre en donnant de l'eau et de l'acide carbonique, tandis qu'elles le transforment en alcool et en acide carbonique quand elles vivent dans la profondeur. De même, le mycoderme du vin oxyde l'alcool en donnant aussi de l'eau et de l'acide carbonique; mais, s'il vit d'abord en anaérobie à l'intérieur d'un liquide sucré, il le fait fermenter, pour brûler ensuite à l'air l'alcool qui a pris naissance.

Le plus souvent, la transformation complète exige le concours de plusieurs organismes, dont les uns achèvent la décomposition commencée par les autres. Il se forme alors des produits intermédiaires, tels que les acides lactique, butyrique, etc., qui sont les résidus d'une vie anaérobie, décomposables à leur tour par des organismes aérobies.

La destruction des substances azotées est le résultat de ces deux sortes d'actions. Aux dégradations successives qu'elles subissent correspondent des composés de plus en plus simples. Les premiers termes, encore très