

milieux nutritifs, ainsi que dans la cavité péritonéale du cobaye; mais l'auteur n'indique pas le nombre des cultures et des passages successifs. D'autre part, il a vu lui-même des formes allongées, de provenance diverse, revenir à la forme courte de virgule dans certaines conditions telles que des passages répétés à travers le cobaye. « Le moyen le plus facile, dit Metchnikoff, pour transformer le vibron du type allongé et mince en une forme courte et recourbée, c'est de le faire passer par le corps des leucocytes », par inoculation à des cobayes vaccinés.

Contrairement à d'autres auteurs, ce savant bactériologiste est d'avis que les deux formes dont il s'agit ne correspondent pas à deux espèces distinctes, mais seulement à deux races qui peuvent se transformer l'une dans l'autre suivant les circonstances extérieures. Sans admettre les idées de Zopf, « il est incontestable, dit-il, que plus on approfondit l'étude des formes bactériennes, plus il devient difficile de les séparer en espèces bien distinctes : au lieu de celles-ci, on trouve des groupes plus ou moins vastes.... On peut donc admettre en général que, s'il existe des espèces dans le groupe des Bactéries, elles ne correspondent pas à des « *bona species* » en Botanique et en Zoologie, mais à de mauvaises espèces, comme le *Planorbis multiformis* de Hilgendorf et d'autres encore. »

Nous pouvons faire remarquer, à ce sujet, que, même en Phanérogamie, la bonne espèce, dans le sens où la prend Metchnikoff, c'est-à-dire invariable, reconnaissable par tout le monde et en tout état, n'est pas des plus communes. En réalité, l'espèce ordinaire est une collection de micro-morphes que les uns distinguent, les autres réunissent, et dont les limites varient suivant l'étendue de la flore que l'on envisage. Il n'en va pas autrement pour les Algues. Présentée sous une forme aussi générale, la conclusion du savant bactériologiste paraîtra sans doute exagérée. Les espèces ne sont pas moins bonnes chez les Bactéries que chez les autres organismes : elles peuvent comprendre des races ou des variétés caractérisées par des formes ou des propriétés différentes, comme on le voit si souvent chez les plantes cultivées pour l'ornementation ou l'alimentation; les bacilles cholériques en fournissent précisément un exemple, et l'on pourrait en citer bien d'autres.

D'autres micro-organismes peuvent être mentionnés plus avantageusement à l'appui du polymorphisme de l'espèce. Sans parler des Algues où l'on trouverait facilement des exemples (*Ulothrix*, *Stichococcus*, etc.), nous rappellerons les observations de Kurth sur un saprophyte, le *Bacillus Zopfii*. Ce microbe se développe sur la gélatine en longs filaments qui se contournent et se tordent par suite de la résistance que leur oppose le milieu; ils forment ensuite des pelotes compactes et se divisent en articles. Puis le développement cesse et il se produit une division en éléments globuleux, que l'auteur considère comme une simple forme de coccus. Mais, en raison de leur résistance à la dessiccation et de la conservation très longue du pouvoir germinatif, même dans les milieux épuisés, ces

éléments sont évidemment des spores. Ils germent, d'ailleurs, en donnant les bacilles.

Un autre saprophyte, le *Bacillus allantoides*, trouvé par L. Klein dans une eau stagnante, et suivi pendant tous les stades de son évolution, sous le microscope, dans diverses solutions nutritives, offre d'abord la forme de bacilles immobiles réunis bout à bout, qui se divisent en donnant des chapelets de microcoques. Ces chapelets conservent l'orientation des bâtonnets primitifs et passent à l'état de zoogléas, qui peuvent ensuite reproduire les bacilles. Ici, la formation zoogléeique n'est nullement accidentelle; elle ne représente pas davantage un processus pathologique : car elle succède constamment, et d'une façon normale, à l'apparition des éléments arrondis, et on la trouve à côté des autres formes. L'évolution de cette espèce est tout à fait régulière; mais on peut se demander si les éléments arrondis ne représentent pas, comme dans le cas précédent, une forme de conservation.

Dans ces deux exemples, nous voyons des formes différentes se succéder régulièrement; mais elles restent comprises, en somme, dans des limites assez étroites. Il n'en serait plus de même, d'après Metchnikoff, dans le *Spirobacillus Cienkowski*, parasite observé dans une Daphnie. Ce microbe présente d'abord la forme de cellules ovoïdes ressemblant plus à des levures qu'à des Bactéries, mais se rattachant aux Bactéries par la scissiparité, puis celle de bacilles droits et de grands bacilles courbes, ensuite celle de spirilles, qui se dissocient en filaments de très petites dimensions. Il n'a pu être cultivé en dehors de l'organisme.

En présence de ces derniers résultats, dont la portée est grande au point de vue qui nous occupe, Winogradsky pense qu'on est en droit de se montrer exigeant sur les preuves; il ne considère pas comme suffisantes des séries d'observations microscopiques faites sur le contenu des Daphnies malades. On ne peut s'empêcher de remarquer avec lui que, seule, l'observation directe des phénomènes de développement dans leur continuité pourra forcer la conviction.

Les faits dûment constatés montrent, en somme, que le polymorphisme des Bactéries en général n'est nullement démontré. Dans les conditions normales du développement, la variation morphologique est très limitée, et, quand il s'agit de Bactéries parasitaires, il faut tenir compte des conditions spéciales où on les observe. Mais cela ne veut pas dire qu'il ne puisse exister des Bactéries polymorphes comme il y a des Algues et des Champignons polymorphes : admettre ce fait, ce n'est nullement admettre les théories erronées dont il a été précédemment question. Il importe aussi de distinguer, dans le polymorphisme, les conditions où il se manifeste, si l'on veut en apprécier exactement la valeur.

Il nous reste maintenant à jeter un coup d'œil sur les variations physiologiques dans leurs rapports avec la morphologie et avec la fixité de l'espèce. Les microbes chromogènes et virulents nous fournissent d'abord des

exemples dans lesquels la diminution et la disparition de la fonction ne s'accompagnent pas de changements morphologiques apparents. Le Bacille du pus bleu, le Bacille du lait bleu et d'autres microbes peuvent, dans certaines conditions, donner des races incolores, tout en conservant leur forme ordinaire. Le premier garde, en outre, comme l'ont montré Charrin et Phisalix, sa virulence à l'égard des animaux; c'est seulement une partie des propriétés physiologiques qui se trouve atteinte.

Cultivé dans le bouillon de bœuf salé ou phosphaté, le Streptocoque de la septicémie puerpérale conserve sa virulence et sa forme pendant plusieurs générations; mais, d'après Arloing, il perd la première et non la seconde, après deux ou trois cultures dans le bouillon de poulet. La Bactéridie charbonneuse, soumise à une température dysgénésique, le microbe du choléra des poules et celui du rouget du porc, exposés à l'air, sont plus ou moins atténués, tout en gardant leur forme fondamentale. Inversement, la virulence peut être exaltée, comme lorsqu'on fait passer le microbe du rouget du porc par l'organisme du lapin.

D'autres fois, le cycle évolutif peut être modifié sans que la virulence disparaisse: tel est le cas de la Bactéridie charbonneuse rendue asporogène par le bichromate de potasse ou l'acide phénique. E. Roux a montré qu'un grand nombre de passages à travers le cobaye ou le lapin, ainsi que la culture dans les milieux les plus favorables à la formation des spores, tels que l'humour aqueux de l'œil du lapin ou du mouton, ne pouvaient faire réapparaître la sporulation, et cependant la Bactéridie restait virulente. Toutefois, par une action plus prolongée des antiseptiques, on arrive en outre à diminuer la virulence et par suite à obtenir une Bactéridie asporogène et atténuée, de sorte que la modification porte à la fois sur les deux ordres de caractères.

D'autres conditions peuvent vraisemblablement conduire au même résultat, et il n'est pas téméraire de penser que, dans la nature, des conditions puissent être réalisées qui transforment à notre insu des Bactéridies ordinaires en Bactéridies atténuées et asporogènes. L'observateur qui rencontrerait un semblable Bacille serait alors fort embarrassé pour reconnaître en lui la Bactéridie du charbon et la distinguer d'une espèce purement saprophyte.

Si donc les caractères morphologiques ne sont pas immuables, les caractères physiologiques ne le sont pas davantage. On pourrait citer bien d'autres exemples qui montrent que ces deux ordres de caractères ne suffisent pas toujours à distinguer une espèce. Il faut avoir suivi pas à pas toute la série des changements morphologiques et physiologiques pour avoir chance d'y parvenir.

Ces changements, dans le monde des microbes, sont comparables à ceux qu'offrent les végétaux supérieurs sous l'influence de la culture; certains sols et certains climats peuvent aussi modifier les propriétés morphologiques et physiologiques. Est-il besoin de rappeler que nombre d'espèces perdent par la culture leur saveur, leur âcreté, leur toxicité

même, que la ~~qualité~~ du vin, des parfums, etc., varie avec le lieu où la plante est cultivée?

Toutefois, il est bon de remarquer que, dans presque tous les cas où des races incolores ont été créées avec des microbes chromogènes, et des races atténuées avec des microbes virulents, on a pu faire réapparaître le pouvoir chromogène ou la virulence par l'emploi de milieux appropriés; et, de ce que, parfois, on n'a pas trouvé de milieu favorable pour y réussir, il ne s'ensuit pas que la disparition de la fonction puisse être considérée comme définitive et irrévocable.

Buchner avait cru transformer la Bactéridie charbonneuse en un bacille inoffensif, semblable au *Bacillus subtilis*, et réciproquement; mais on sait que les considérations morphologiques ont été complètement négligées par cet observateur, dont les assertions n'ont pas trouvé confirmation. De Bary, Koch et d'autres auteurs les ont formellement repoussées.

Si les travaux sur l'atténuation des virus nous prouvent que les microbes mortels peuvent devenir inoffensifs, le retour à la virulence de ces microbes atténués semble de prime abord autoriser à penser qu'un microbe saprophyte peut devenir virulent et que les organismes pathogènes, que nous connaissons aujourd'hui, ne sont peut-être que d'anciens saprophytes adaptés progressivement à la vie parasitaire. Cette idée a été exprimée à diverses reprises par Pasteur, Chamberland, Roux, Chauveau, etc. Désireux de l'approfondir, ce dernier savant s'est adressé spécialement au *Bacillus anthracis*.

Que faut-il pour qu'une espèce pathogène soit transformée en une espèce nouvelle, purement saprophyte? Il faut lui faire perdre jusqu'à la dernière trace de ses propriétés infectieuses, c'est-à-dire la virulence et, de plus, l'aptitude à créer l'immunité.

Par l'emploi de l'oxygène comprimé, on arrive à faire disparaître la virulence du *Bacillus anthracis*, même pour le cobaye d'un jour et pour la souris. Mais, si le microbe ne peut plus donner le charbon, il confère très bien l'immunité vaccinale. Qu'arrive-t-il si l'on insiste davantage sur l'emploi de l'oxygène comprimé? Va-t-on voir disparaître la dernière trace des propriétés naturelles, c'est-à-dire cette immunité vaccinale? En aucune façon: la vie du microbe s'éteint entièrement. « Tant que le microbe, dit l'éminent physiologiste, ne franchit pas les limites de la végétabilité, il reste aussi dans le domaine des agents pathogènes. Il perd, il est vrai, toute propriété virulente; mais il conserve intégralement la propriété vaccinale, et il la garde à peu près intacte pendant toute la durée de son existence. » Le *Bacillus anthracis* ultra-atténué n'est donc pas transformé en une espèce nouvelle; il conserve encore l'un des attributs des microbes pathogènes.

Comme dans les expériences précédentes, Chauveau n'a donc obtenu que des races possédant des caractères variables, intermédiaires entre ceux de l'espèce type très virulente et ceux de l'espèce parvenue au maximum d'atténuation, uniquement vaccinale. De même qu'on peut réaliser une

variabilité pathogène descendante, de même aussi l'on peut obtenir une variabilité ascendante dans des milieux de culture appropriés. Les types intermédiaires de la première série sont moins fixes que ceux de la seconde.

Si rien ne s'oppose à ce que ces types virulents ou atténués du *Bacillus anthracis* existent dans la nature, si même la présence de quelques-uns est certaine, puisque tel d'entre eux est virulent pour le mouton et vaccinal pour le cheval et le bœuf, tandis que tel autre tue ces derniers; si, enfin, les microbes pathogènes peuvent rencontrer dans la nature des causes mal déterminées qui affaiblissent ou relèvent leur virulence, il reste toujours à démontrer que ces causes peuvent transformer une espèce en une autre.

Comme les types incolores dérivés des Bactéries chromogènes, lesquels conservent leurs propriétés virulentes ou vaccinales, la Bactéridie asporogène, qui peut reconquérir ses propriétés pathogènes sans retrouver sa sporulation, n'est pas autre chose qu'une race analogue à celles qu'on propage par boutures et comparables, par exemple, sous certains rapports, à ces nombreuses variétés de la Canne à sucre, auxquelles la culture a fait perdre depuis des siècles la faculté de donner des graines.

En résumé, pour obscure qu'elle se montre parfois, la notion de l'espèce chez les Bactéries peut donc être dégagée, sans trop de peine, à travers les variations multiples de la forme et de la fonction. Cette variabilité, qui nous paraît surtout frappante par suite de la rapidité avec laquelle les générations se succèdent et de la facilité relative qu'on a de modifier les caractères morphologiques et biologiques, ne dépasse pas, en somme, celle qu'on rencontre chez les autres organismes.

CHAPITRE III

ÉTIOLOGIE GÉNÉRALE DE L'INFECTION. — MODE D'ACTION DES CAUSES

HABITATS DES MICROBES. — AIR. — SOL. — EAU. — CONTAMINATION DES MILIEUX PAR LES GERMES. — ACTION DES AGENTS ATMOSPHÉRIQUES. — LA CONTAGION. — LES OBJETS. — LES ALIMENTS. — LES ANIMAUX VIVANTS. — LES SÉCRÉTIONS. — LES EXCRÉTIONS. — ANIMAUX DE MÊME ESPÈCE. — HÉRÉDITÉ. — MICROBES DANS L'ÉCONOMIE. — QUALITÉ DU VIRUS. — QUANTITÉ DU VIRUS. — PORTES D'ENTRÉE. — CAUSES INFLUENÇANT LE TERRAIN. — CLIMATS. — ALTITUDES. — SAISONS. — ÂGE. — CROISSANCE. — RACES. — FAMILLES. — ESPÈCES. — PROFESSIONS. — TRAUMATISME. — FROID. — CHALEUR. — PRESSION. — OXYGÈNE. — OZONE. — HUMIDITÉ. — HYGROMÉTRIE. — SÉCHERESSE. — VENTS. — ÉLECTRICITÉ. — SON. — MOUVEMENT. — LUMIÈRE. — FATIGUE. — SURMENAGE. — RÉGIME. — INANITION. — FAIM. — SOIF. — INTOXICATIONS. — DIATHÈSES. — INFECTIONS. — ASSOCIATIONS MICROBIENNES. — MALADIES VISCÉRALES. — MALADIES DES TISSUS.

Nécessité de savoir où habitent les microbes causes figurées des maladies virulentes. — Répartition de ces êtres en dehors de l'organisme. — Microbes de l'air. — Variations de nombre. — Atmosphère maritime. — Atmosphère des villes, des campagnes. — Influence des altitudes, des époques de l'année, des pluies, etc. — Espèces isolées. — Attributs de ces microbes. — Souillure de l'air par les sécrétions morbides desséchées. — Rôle des poussières. — Pureté des produits de l'expiration. — Réalité de la contamination par l'air. — Rareté relative de cette contamination. — Diffusion des germes. — Atténuation de ces germes par les agents atmosphériques. — Protections des voies respiratoires. — Microbes du sol. — Variations de quantité. — Profondeur. — Concurrence vitale. — Composition des couches terrestres. — Oxydants. — Réducteurs. — Alcalins, etc. — Aérobie. — Anaérobie. — Rôle de ces microbes. — Transformations de la matière. — Espèces pathogènes. — Espèces non pathogènes. — Maladies à origine tellurique. — Le sol. — L'eau. — La nappe d'eau souterraine. — Rôle de cette nappe dans l'infection. — Théorie du Grundwasser. — Théorie du Trinkwasser. — La terre. — Les gaz. — Effets des gaz putrides du sol. — Leur intervention dans le mécanisme étiologique. — Microbes sur les légumes, sur les fruits, dans l'eau des puits, des sources, etc. — Leur dispersion. — Microbes des eaux. — Variations quantitatives. — Influences des niveaux, de l'agitation, de la température, de la lumière. — Expérience de Buchner. — Influences des substances dissoutes, de la nature des parois, de la pureté des liquides. — Difficultés de classification. — La contagion. — Objets divers; objets de toilette; objets de cuisine; linges; instruments de chirurgie, de médecine, d'obstétrique; pièces de pansements, etc. — Moyens de communication, de transport. — Aliments. — Végétaux. — Viandes malsaines. — Tissus tuberculeux. — Contagion par les animaux vivants. — Transport des germes par ces animaux. — Habitats vivants. — Microbes dérivant des sujets de même espèce que l'espèce contaminée. — Hérité. — Passage des bactéries au travers du placenta. — Passage des toxines. — Hérité de l'agent pathogène. — Hérité du terrain. — Hérité directe. — Hérité indirecte. — Rôle de la cellule. — Mécanisme de ces passages. — Bactéries venant de l'économie infectée. — Bactéries des voies digestives. — Bactéries des voies respiratoires. — Bactéries des organes génito-urinaires. — Bactéries des sécrétions, des excréments. — Raisons de la contagiosité des humeurs. — Influence des localisations du mal. — Insuffisance de la présence seule des agents pathogènes venus du dehors ou du dedans. — Nécessité de la quantité, de la qualité du virus. — Rôle des portes d'entrée. — Diversité des milieux de l'organisme. — Intervention des défenses naturelles. — Défenses chimiques. — Défenses mécaniques. — Défenses cellulaires. — Importance du rôle de l'économie. — Nécessité fréquente d'abaisser la résistance du terrain. — Causes de variations de cette résistance. — Causes générales extérieures à l'organisme. — Climats. — Altitudes. — Saisons. — Influence des agents atmosphériques dans le mécanisme de ces causes. — L'ancien génie épidémique. — Causes générales tenant au terrain. — Âge. — Croissance. — Races. — Familles. — Espèces. — Influence des professions. — Influence du traumatisme. — Influences du froid, de la chaleur, de la pression, de l'oxygène, de l'ozone, de l'humidité, de l'état hygrométrique, de la sécheresse, des vents, de l'électricité, du son, du mouvement, de la lumière, etc. — Influences de la fatigue, du surmenage, du régime, du jeûne, de l'inanition, de la faim, de la soif. — Affaiblissement du pouvoir microbicide, de la phagocytose, sous l'action de ces causes. — Intervention des lésions d'organes produites par ces causes secondes. — Rôle des intoxications; importance de ce rôle. — Intoxications venant du dehors. — Principes volatils. — Mécanisme des effets de l'encombrement. — Intoxications d'origine interne. — Diathèses. — La glycémie. — Intoxications d'origine microbienne. — Intervention des toxines. — Augmentation du nombre des germes. — Diminution de la phagocytose. — Rôle des associations bactériennes. — Variations de l'état bactéricide. — Influence des maladies générales, des maladies locales, des maladies viscérales. — Influence des affections du foie, des reins, du tube digestif. — Ces affections font fléchir les défenses naturelles. — Influence des affections du