

dans les squames à l'état de spores discoïdes à noyau volumineux entouré d'un protoplasma granuleux et d'une enveloppe, et de mycelium courts peu flexueux et souvent contournés en V ou ramifiés.

c. *Microsporum minutissimum* (BURCHARDT). — Il cause l'*Erythrasma*. On le voit dans les squames sous forme d'un mycelium et de spores beaucoup plus petits que le précédent.

d. *Microsporum anomalon* (VIDAL). — On le rencontre dans le pytiriasis circiné et marginé sous forme de cellules arrondies, irrégulières de 1 à 3 μ , sans mycelium.

Ces trois derniers microsporium n'ont pas été cultivés.

3° **Champignons du favus.** — Le favus, affection commune à l'homme et aux animaux, est caractérisé par des croûtes jaunes sèches, déprimées en godet, siégeant soit dans les cheveux, soit sur la peau, soit au niveau des ongles. Le parasite pathogène est l'*Achorion de Schenlein*, bien étudié par GRÜBY, REMACK, BODIN... Dans le poil favique on voit une infiltration de filaments mycéliens de différents diamètres, sinueux et se divisant fréquemment en filaments secondaires (tarse favique).

L'aspect du poil diffère beaucoup de celui des autres teignes par la rareté des spores et l'aspect du mycélium.

Les cultures ne se développent pas en milieu acide; poussent bien sur milieux peptonés et glycélinés à + 33° sous forme de godets jaune brun déprimés au centre ou de circonvolutions cérébrales.

La pluralité des achorions a été soutenue par NEEBE et UNNA, et surtout par BODIN.

Il y aurait : 1° plusieurs achorions du favus humain ; 2° des achorions spéciaux de la souris, du chien et de la poule. J. COURMONT et DESIR DE FORTUNET ont décrit dans un cas humain l'*Achorion Arloingi*.

En tout cas les espèces pathogènes pour les animaux peuvent se transmettre à l'homme. L'école de l'antiquaille, à Lyon, a depuis longtemps démontré qu'une certaine forme de teigne favreuse nous est transmise par les souris. Comme pour toutes les

teignes la contagion d'enfant à enfant, spécialement dans les asiles, les écoles, est la plus fréquente.

ARTICLE III

BACTÉRIES

Nous nous contenterons de donner sur ce vaste sujet les notions indispensables au médecin pour comprendre le rôle des bactéries dans les maladies. Nous ne parlerons pas de chaque espèce pathogène en particulier, renvoyant pour leur étude aux traités spéciaux, mais résumerons ce qui concerne la morphologie et la biologie de ces parasites.

§ 1. — MORPHOLOGIE

1° **Place des bactéries parmi les êtres vivants.** — Les bactéries ne sont pas des animaux, mais des *plantes*. NÉGELI les assimilait aux champignons à cause de leur manque de chloro-

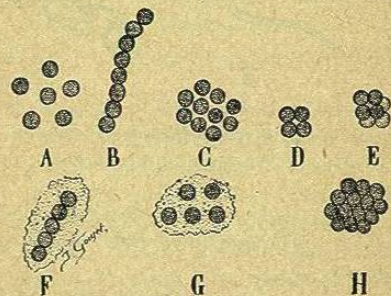


Fig. 46.

Schémas des principales formes de cocci.

A, cocci. — B, streptocoque. — C, staphylocoque. — D, tétragène.
E, sarcine. — F, leuconostoc. — G, ascocoque. — H, zooglé.

phyllé et de leur nutrition qui se fait, comme pour tous les végétaux sans chlorophylle, à l'aide de substances organiques précé-

demment élaborées et contenant du carbone combiné. A l'heure actuelle on les classe dans les *algues* à côté du groupe inférieur des *cyanophycées*, les deux groupes bactéries et cyanophycées formant un seul ordre.

2° Formes et dimensions. — Les trois formes principales sont les suivantes : 1° *arrondie* ; 2° *bacillaire* ; 3° *spiralee*.

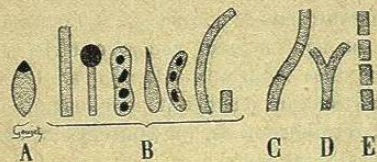


Fig. 47.

Schémas des principales formes bacillaires.

a. *Forme arrondie.* — Ce sont les *Coccus* : *microcoques* (isolés) *streptocoques* (en chaînettes), *staphylocoques* (en grappe), *sarcines*

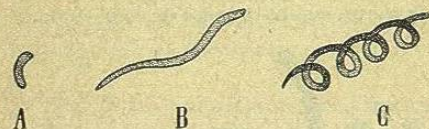


Fig. 48.

Schéma des principales formes de spirilles.

A, vibrion. — B, spirille. — C, spirochète.

(cellules en tétrades), *leuconostoc* (cellules en chapelet dans une gangue gélatineuse), *ascocoques* (éléments sans ordre dans une gangue gélatineuse)...

b. *Forme de bâtonnets.* — Ceux-ci sont soit cylindriques (bacilles), soit incurvés en virgule (vibrions).

c. *Forme spiralee.* — Les diverses variétés de cette forme sont : les *spirilles* (longs et contournés en spirales peu serrées), les *spirochetes*¹ (tours de spirales très nombreux et très serrés).

¹ Il ne faut pas confondre les bactéries spirochetes avec les spirochetes protozoaires ; voir page 227 pour ces derniers.

Les *zooglées* sont des amas de bactéries retenues par une gelée plus ou moins épaisse.

Il n'y a pas de bactéries ramifiées. Les fausses ramifications du *Cladothrix dichotoma* sont dues à la soudure d'éléments simples par une gangue gélatineuse.

Au contraire les *Streptothrix* et *Actinomyces* sont ramifiés ; on les a séparés des bactéries pour les ranger parmi les champignons inférieurs dont ils ont aussi d'autres caractères (SAUVAGEAU et RADAIS).

D'ailleurs la classification de telle ou telle bactérie est souvent sujette à révision lorsqu'on la connaît mieux.

Ainsi les bacilles de la tuberculose et de la diphtérie sont probablement à séparer des bactéries et à rapprocher des streptothrix.

d. *Dimensions.* — Elles se mesurent par millièmes de millimètres (μ) et sont très variables selon les bactéries et aussi suivant les milieux de culture pour chaque microbe. La plupart des cocci ont 0,5 à 2 μ de diamètre ; les bacilles sont de grosseur fort variable, les uns fort minces (0,3 à 0,5 μ) les autres géants en comparaison (1,5 à 2 μ , de large pour le b. du charbon) ; le vibrion septique (agent de la gangrène gazeuse) peut avoir 10 et même 40 μ , de longueur sur 1 μ , de large, tandis que la bacille du choléra des poules n'a que 0,2 de diamètre sur 0,9 de long.

e. *Bactéries invisibles.* — Les perfectionnements du microscope ont permis de déceler les microbes jusqu'à 0,1 ; mais il y a des microbes encore plus petits que l'on ne peut voir à l'heure actuelle bien qu'on soit certain de leur existence. Les expériences de LÖFFLER et FROSCHE (fièvre aphteuse), RED, CARROLLE, AGRAMONTE (fièvre jaune), NOCARD et ROUX (peripneumonie bovine), etc., ont montré que les virus de ces maladies sont contenus dans les liquides de filtration qui ont passé à travers des filtres de porcelaine très serrés capables de retenir des corpuscules extrêmement petits. Cependant ces agents infectieux n'ont pu être vus au microscope d'une façon certaine. Les progrès de la bactériologie sont donc liés à ceux de la physique et au perfectionnement du microscope comme ceux de l'astronomie au perfectionnement des télescopes.

3° **Polymorphisme et variations des bactéries.** — Il ne faut pas attacher trop d'importance à ces caractères et aux classifications. La *variabilité* est un des caractères fondamentaux des bactéries. Sans aller si loin que NŒGELI qui pensait que toutes les formes bactériennes dérivent d'une seule et même espèce, il faut savoir que la forme d'une espèce déterminée peut

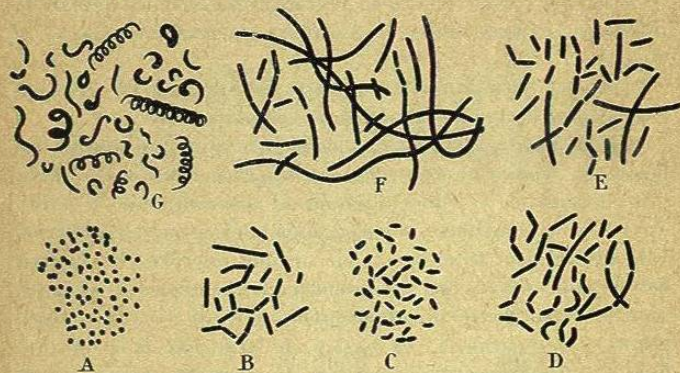


Fig. 49.

Modifications morphologiques du bacille pyocyanique obtenues par addition à la culture d'antiseptiques divers (d'après CHARRIN et GUIGNARD).

A, culture en bouillon normal. — B, culture de 48 heures en bouillon additionné de 8 p. 1000 d'acide borique. — C, culture de 24 heures en bouillon additionné de bichromate de potasse (0 gr. 15 p. 1000). — D, culture de 24 heures en bouillon additionné d'acide thymique (0,50 p. 1000). — E, culture de 24 heures en bouillon additionné d'alcool (40 p. 1000). — F, culture de 8 jours en bouillon additionné de 8 p. 1000 d'acide borique.

varier dans des proportions étonnantes surtout par les modifications du milieu nutritif et des conditions de développement. ARLOING et CHANTRE ont montré que le streptocoque peut se présenter en grains très allongés et même sous forme de bacilles. La figure 49 montre les variétés infinies de formes obtenues par GUIGNARD et CHARRIN en cultivant le bacille pyocyanique dans des conditions variées. L'addition aux cultures de quelques sels, l'acidité ou l'alcalinité du milieu suffisent à modifier profondément ces formes. Ces variations s'observent spontanément et

sans procédé spécial : le bacille du charbon est court dans le sang des infectés, long et filamenteux dans les cultures ; le bacille d'Eberth est court et trapu sur milieu solide (gélose), et long et filamenteux en bouillon. PÉJU et RAJAT ont montré récemment que beaucoup de bacilles prennent des formes d'une longueur inusitée par l'addition au bouillon de culture d'une certaine quantité d'iodure de potassium ou de sodium.

Il n'est presque pas de caractère qu'on ne puisse modifier dans une bactérie. La virulence, le pouvoir chromogène, zymogène, etc., peuvent apparaître, disparaître, évoluer selon des conditions souvent inappréciables (voir pour les variations de virulence p. 304). Enfin des propriétés paraissant essentielles à certaines bactéries telles que la structure, la colorabilité, les conditions de développement peuvent être modifiées du tout au tout.

Un des exemples les plus impressionnant est celui du bacille de la tuberculose.

Cet agent, rangé parmi les bactéries, semblait avoir les caractères les plus spécifiques possibles : forme et colorabilité spéciale (acido-résistance) ; immobilité ; pouvoir pathogène spécifique (tuberculogène) ; condition très étroites de cultures (à haute température et seulement à la surface des milieux spéciaux). Tout cela est changé aujourd'hui surtout depuis les travaux d'ARLOING : FERRAN, ARLOING ont pu le cultiver en cultures homogènes, à l'intérieur même du *bouillon ordinaire*. Là le bacille devient *mobile et agglutinable*, il perd son enveloppe grasse et ses caractères d'acido-résistance et sa virulence ; il peut végéter à + 25° ressemble en somme beaucoup à d'autres bacilles acido-résistants, saprophytes banals de la nature dont il dérive peut-être (PAUL COURMONT et POTET).

Cette extrême variabilité et ce polymorphisme des bactéries ne doit pas nous rendre sceptiques sur la spécificité et le rôle des bactéries pathogènes ; cela montre seulement qu'à ces degrés inférieurs de l'échelle des êtres vivants, où les générations se multiplient avec une rapidité extraordinaire dans le temps et dans l'espace, les modifications sont plus faciles ou du moins plus facilement constatables par l'observateur. Les microbes vivent des siècles en quelques heures.

Cela doit surtout rendre prudent le bactériologiste dans l'appréciation de la valeur accordée à certains caractères considérés souvent à tort comme essentiels ou spécifiques, et plus prudent encore le pathologiste dans les applications de la bactériologie à la médecine. Le temps n'est plus où l'on croyait qu'avec un microscope et un ballon de bouillon tout observateur teinté de bactériologie pourrait déterminer l'essence des maladies. La

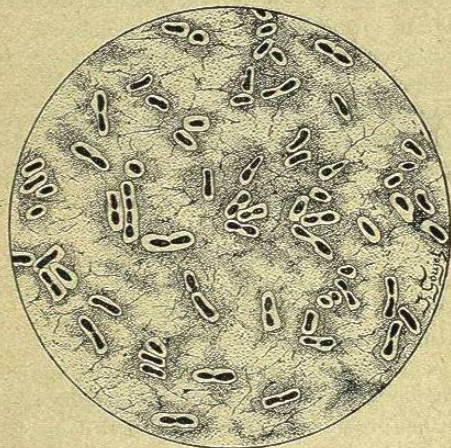


Fig. 50.
Pneumocoques avec capsules.

bactériologie est une science difficile et compliquée, car elle s'occupe des êtres placés aux limites extrêmes de la vie; et ses applications à la pathologie sont encore plus délicates et constituent une des branches les plus importantes de la *pathologie expérimentale et générale*.

4° Classification des bactéries. — On ne peut pas se baser sur le mode de reproduction des bactéries. On a proposé une classification en bactéries pathogènes (nuisibles pour l'homme et les animaux), zymogènes (douées de propriétés fermentatives)

et saprophytes (n'ayant ni l'une ni l'autre de ces propriétés et vivant sur des matières inertes de la nature). Mais les bactéries pathogènes sont toutes zymogènes et proviennent probablement toutes des saprophytes devenus virulents. On doit donc se contenter d'une classification analogue à celle de COHN (1872) et basée sur les caractères morphologiques et quelques particularités physiologiques.

La classification botanique est d'ailleurs de peu d'importance pour le pathologiste.

5° Structure. — Les bactéries sont des êtres unicellulaires très petits avec une membrane, parfois des cils, et un contenu cellulaire.

a. *Contenu cellulaire.* — BÜRCHLI distingue une couche pariétale mince représentant le *cytoplasme* et un corps central fixant énergiquement les colorants des noyaux et qui serait de nature nucléaire.

b. *Membrane.* — Celle-ci est plus ou moins épaisse et marque le contour de la bactérie. Elle n'est souvent que la couche externe d'une enveloppe gélatineuse laquelle serait formée d'une matière donnant les réactions de la cellulose et pour certaines bactéries les réactions des albuminoïdes (mycoprotéine de Nencki). Cette enveloppe gélatineuse se voit, soit en clair, soit colorée, selon les méthodes de coloration employées; elle distingue spécialement certains microbes (pneumocoque, pneumo-bacille). Certains microbes, pathogènes ou non, ont une sorte de cuirasse formée d'une substance grasse qui leur donne des réactions colorantes spéciales (acido-résistance du bacille de Koch, du bacille de la lèpre...) et des propriétés pathogènes particulières.

c. *Cils.* — Ce sont des organes locomoteurs découverts par Koch, de nombre et longueur fort variables selon les espèces, tantôt

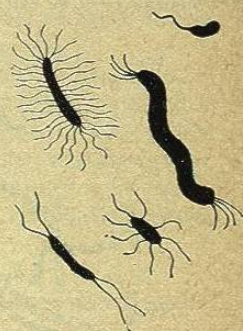


Fig. 51.
Principaux types
de microbes ciliés.
(J. COURMONT.)

simples tantôt disséminés sur tout le corps du microbe. On a exagéré l'importance de leur nombre dans la classification des bactéries.

§ 2. — BIOLOGIE

1° Reproduction. — La reproduction se fait avec une rapidité étonnante : un seul bacille peut, dans certaines conditions, donner 4 000 000 de nouveaux bacilles en douze heures. Elle se fait de deux façons.

a. *Multiplication.* — Celle-ci se produit avec une rapidité extraordinaire et se fait par *bipartition*, le plus souvent dans un

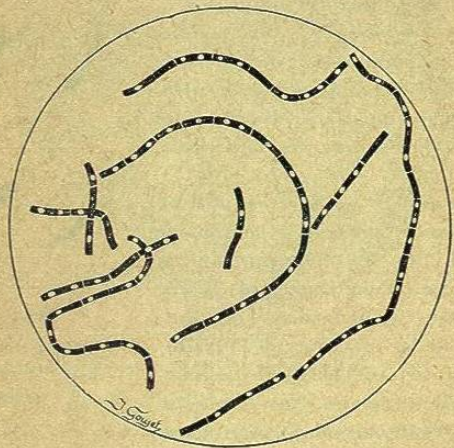


Fig. 52.

Bacilles du charbon, avec spores (culture en bouillon).

seul sens, mais parfois dans deux ou trois directions de l'espace.

b. *Spores.* — Ce sont des cellules qui séparées de la plante-mère peuvent germer et reproduire l'élément originnaire. Elles ont été découvertes en 1870 par PASTEUR (corpuscules germes de

la Flacherie des vers à soie). La reproduction sporulée se fait, soit, le plus souvent par formation des spores à l'intérieur de la bactérie (formation endosporée), soit par transformation de la bactérie elle-même en spores (formation arthrosporée).

Les spores se développent surtout quand le milieu nutritif est devenu impropre à la croissance, ou bien dans certaines circonstances spéciales. Le bacille du charbon ne fait pas de spores dans le sang des animaux vivants, et en produit en culture dans le bouillon.

Les spores sont naturellement arrondies, brillantes et réfringentes ; on ne peut les colorer que par des procédés spéciaux. Elles ont une membrane d'enveloppe spéciale distincte de celle de la bactérie mère.

Leur importance au point de vue pathogène vient de leur *grande résistance* aux agents de destruction (elles ne sont détruites qu'à des températures très élevées) ; c'est ce qui explique la conservation indéfinie de la virulence de certains produits (tétanos, charbon), alors que les microbes proprement dits ont disparu. Quand la spore trouve un milieu favorable, elle germe et reproduit l'élément microbien.

2° Nutrition. — On l'étudie dans les milieux artificiels employés depuis PASTEUR à la culture des microbes.

Certaines bactéries peuvent peut-être, comme les plantes vertes faire directement la synthèse des hydrates de carbone en décomposant l'acide carbonique à la lumière solaire ; ces microbes nitrificateurs de Winogradsky peuvent vivre dans un milieu exclusivement minéral ; mais la plupart ne se nourrissent que d'aliments tout préparés, à molécule de carbone combinée.

Certaines espèces sont très difficiles comme nourriture, surtout les pathogènes, exigeant des milieux complexes, souvent d'origine directement animale, du sang, du sérum, du liquide d'ascite... etc (gonocoques par ex.) Quelques-unes n'ont pu être cultivées *in vitro* faute de milieux propices. D'autres au contraire (les saprophytes surtout) se contentent de peu ; le micrococcus aquatilis se multiplie dans l'eau distillée.

Certains microbes montrent une affinité élective vraiment

étonnante pour certaines substances. Par exemple, la mannite et la dulcite sont deux sucres isomères; le pneumocoque fait fermenter la mannite et non la dulcite.

La réaction du milieu nutritif doit être neutre ou peu alcaline; mais certains microbes végètent dans les milieux acides (bacille du vinaigre), d'autres dans des milieux très alcalins (micrococcus ureæ); beaucoup en se multipliant changent la réaction du milieu de culture (pneumocoque, bacille de Koch).

D'ailleurs, si beaucoup de microbes périssent en dehors de certaines conditions étroites de milieu, d'autres peuvent s'adapter à des milieux et des conditions bien différents de ceux qui leur sont habituels. C'est ainsi que FERRAN, ARLOING ont obtenu des cultures liquides homogènes en bouillon peptoné ordinaire du bacille de la tuberculose qui ne pousse ordinairement qu'à la surface de milieux spéciaux sucrés ou glycinés.

Toutes ces adaptations étroites d'un microbe à son milieu, ou au contraire cette indifférence ou accoutumance à diverses conditions d'existence font prévoir les modalités infinies des infections, parfois avec spécificité très rigoureuse, ou au contraire avec indifférence presque absolue vis-à-vis des organismes récepteurs. De même que certains microbes ne font fermenter que certains sucres à groupement moléculaire déterminé, d'autres ne donneront de fermentations morbides que dans telle ou telle espèce animale. D'autres au contraire attaqueront indifféremment n'importe quelle espèce ou n'importe quel organe.

De même, un organisme, analogue en cela à un bouillon de culture, deviendra apte ou non à une infection selon que ses humeurs seront plus ou moins alcalines, plus ou moins chargées en sucre (diabète), etc...

3° Rôle des diastases dans la vie et le rôle pathogène des bactéries. — Le protoplasma microbien agit sur les aliments, sur le milieu extérieur, par l'intermédiaire de *diastases* ou ferments solubles. Les principales propriétés de ces ferments non figurés sont les suivantes :

α) Pouvoir d'agir sur une quantité énorme de matériaux et de

les transformer sans paraître avoir rien perdu de ses propriétés. Il semble qu'il y ait là une force qui ne s'use pas et reste semblable à elle-même après avoir agi.

β) Destruction par la chaleur entre 70° et 80°, et en tout cas au moins à 100°.

γ) Précipitation par l'alcool et adhérence étroite aux précipités ainsi déterminés dans le liquide où elles étaient en solution.

Comme exemples de diastases en général nous donnerons : la présure coagulant le lait, la plasmase qui est l'agent de la coagulation du sang; la zymase de Büchner qui dédouble le sucre en alcool et acide carbonique.

C'est en sécrétant des diastases analogues aux précédentes que les bactéries et champignons inférieurs modifient les aliments pour les assimiler ensuite.

L'expérience de RAULIN sur *Aspergillus niger* est célèbre; cette mucédinée placée dans un liquide contenant du sucre candi sécrète une sucrase destinée à transformer le sucre en produits assimilables pour elle.

La grande importance des notions précédentes vient du rapprochement qu'elles permettent d'établir d'une part entre les microbes et les autres cellules vivantes, d'autre part entre les toxines et les diastases.

Les toxines microbiennes ou sécrétions pathogènes des microbes sont en partie des diastases (ARLOING, ROUX et YERSIN). Par conséquent le microbe agit pathogéniquement sur l'organisme où il vit en parasite exactement de la même façon que sur le milieu nutritif qu'il digère. Le processus est identique dans les deux cas que nous considérons l'un comme physiologique (pour le microbe) et l'autre comme pathologique (pour l'organisme infecté). Bien plus, ce processus d'action par les diastases est celui de toutes les cellules fermentatives. La présure est une sécrétion de la cellule glandulaire stomacale, la plasmase est un produit de sécrétion du globule blanc du sang. Les cellules emploient donc des procédés identiques, que ce soient des cellules glandulaires, leucocytaires ou microbiennes.

Bien mieux, nous verrons plus loin (immunité) que les

leucocytes détruisent les microbes soit par digestion interne (phagocytose), soit par sécrétion externe dans le plasma de diastases ou substances analogues (substances bactéricides). Les processus d'infection (toxines) et de défense organique (phagocytose, substances bactéricides et antitoxiques) seraient donc tout à fait de même ordre. Les processus de réaction cellulaire sont souvent identiques qu'il s'agisse du microbe envahisseur ou de la cellule qui se défend, de toxine ou d'antitoxine.

4° Sensibilité, mobilité. — La preuve de la sensibilité des bactéries s'appuie surtout sur les expériences de chimiotaxie : nous étudierons celle-ci plus loin (3^e partie).

Beaucoup de bactéries sont mobiles ; on le voit facilement en regardant au microscope sans coloration une goutte de b. d'Eberth ou de b. coli ; on les voit s'agiter en tous sens très rapidement, se contourner sur eux-mêmes.

Il ne faut pas confondre ces mouvements actifs avec les mouvements browniens, qui sont passifs. La locomotion des bacilles est presque toujours liée à la présence des cils (fig. 51). Cette propriété peut se perdre ou s'acquérir. Le bacille de Koch cultivé par les procédés ordinaires est immobile ; en cultures homogènes (ARLOING) il devient mobile.

5° Action des agents physiques sur les bactéries. —

A. OXYGÈNE. — Les microbes sont *aérobies* (ne pouvant vivre sans oxygène, sans air) ou *anaérobies* (pouvant vivre en l'absence d'air ou d'oxygène). PASTEUR l'a établi et a déterminé à propos de la levure de bière les conditions de la vie aérobie ou anaérobie.

L'oxygène est nécessaire aux cellules comme source d'énergie pour les phénomènes de nutrition. Lorsque la levure de bière en milieu sucré est au contact de l'air, elle lui emprunte son *oxygène*, et brûle complètement le sucre en donnant CO² ; lorsqu'elle est à l'abri de l'air, elle est anaérobie et prend au sucre l'oxygène nécessaire en produisant encore du CO² mais aussi de l'alcool ; dans le second cas il y a combustion incomplète du sucre, fermentation incomplète et production de substances nouvelles ; mais il y a toujours consommation d'oxygène.

Entre les aérobie vrais et les anaérobies stricts, il y a les anaérobies *facultatifs* qui peuvent vivre, comme la levure, en présence ou en l'absence d'oxygène libre.

L'oxygène libre est un obstacle à la reproduction des anaérobies, mais il ne tue pas leurs spores qui peuvent germer dès qu'elles sont à l'abri de l'air (spores du tétanos ou de la gangrène gazeuse).

L'oxygène peut atténuer certains microbes dans certaines conditions (choléra des poules, PASTEUR ; bacille du charbon atténué par CHAUVEAU avec l'oxygène comprimé).

B. PRESSION. — La pression peut à elle seule modifier les microbes. A une pression de 50 atmosphères le bacille pyocyanique perd successivement la propriété de se multiplier, de sécréter des pigments et meurt en dix heures (D'ARSONVAL et CHARRIN).

C. TEMPÉRATURE. — La vie n'est possible que dans certaines limites de température ; celles-ci sont fort étendues pour l'ensemble des microbes, plus restreintes pour chaque espèce déterminée et fort variables avec chacune d'elles.

a. Température optima. — Les espèces pathogènes pour les mammifères végètent bien surtout à la température de ceux-ci (+ 37° environ) ; mais par adaptation à l'organisme ou au milieu nutritif la température optima peut varier considérablement.

Ainsi le bacille de la tuberculose des mammifères ne végète d'ordinaire qu'entre + 28° et 42° (KOCH) ; mais on peut, en cultures homogènes le faire pousser à + 25° (P. COURMONT) et + 44° (ARLOING), et par adaptation au corps des animaux à sang froid l'amener à pousser en culture et à + 15° et + 10° (TERRE). Certaines bactéries peuvent pousser à 0° (bacterium phosphorescens), d'autres à 65° et 70° (b. thermophilus de Miquel).

b. Résistance aux températures extrêmes. — PICTET et YUNG n'ont pas tué des b. du charbon à - 130°. Cette résistance extraordinaire au froid de certaines bactéries disparaît si on amène un dégel brusque. La résistance à la chaleur est fort variable ; la plupart des microbes sont détruits entre + 70° et + 100° ; cependant certains *thyrothrix* (DUCLAUX) peuvent résister à + 100,

en milieu alcalin (lait) ; l'importance des milieux est capitale, car en milieu acide les mêmes microbes périssent à + 93°.

c. *Formation et résistance des spores.* — Les spores ne se forment qu'à la température optima du microbe. A 42°,5 les cultures de charbon deviennent asporogènes et donnent une race indéfiniment asporogène. La résistance des spores à la chaleur est très grande, supérieure à celle des bactéries. A l'air sec les spores du *b. subtilis*, du *b. anthracis* ne sont tuées qu'au-dessus de 140° et après trois heures. Dans les milieux liquides (bouillon) les spores du charbon conservent longtemps leur vitalité au-dessous de + 80°, résistent plus de dix minutes à + 95° et meurent en cinq minutes à + 100°.

D. *LUMIÈRE.* — Elle gêne le développement des bactéries, les atténue et peut les faire périr. DOWNES, BLUNT, ARLOING l'ont démontré les premiers. ARLOING a éliminé l'action de la chaleur, étudié la lumière solaire et électrique et montré que les cultures du charbon sont ainsi atténuées, et arrêtées dans leur végétation. Les spores de ce microbe seraient même plus vite détruites que le bacille même. Cela tient à l'action combinée de l'air et de la lumière (ROUX), car à l'abri de l'air c'est l'inverse qui se produit. D'une façon générale les spores résistent mieux que le bacille.

Ce sont les rayons les plus réfrangibles du spectre (bleu et violet) qui ont l'action la plus bactéricide (ARLOING, MARSHALL, WARD).

Cette action de la lumière explique la plus grande pureté de l'air des sommets et celle des rivières en été, c'est-à-dire dans les conditions les meilleures pour l'insolation. Le soleil est le meilleur désinfectant.

E. *ÉLECTRICITÉ.* — Avec les courants alternatifs de haute fréquence d'ARSONVAL et CHARRIN ont vu que le *b. pyocyaneus* perd d'abord son pouvoir chromogène, puis sa vitalité.

6° *Action des agents chimiques, antiseptiques.* — Nombre de substances chimiques peuvent agir sur les bactéries pour les

tuer ou arrêter leur développement; ce sont les substances antiseptiques dont le nombre s'accroît tous les jours. Nous n'avons pas à insister sur leur importance, et renvoyons pour leur étude aux traités spéciaux.

§ 3. — ACTION EXTÉRIEURE DES BACTÉRIES

Cette action résultant de leurs manifestations vitales consiste surtout en destruction, en dislocation des milieux ambiants, par des fermentations diverses dont l'aboutissant est la production d'eau et d'acide carbonique; entre temps sont formés des produits intermédiaires: alcool, acide lactique, butyrique, etc.

D'autre part les bactéries produisent des produits toxiques, des toxines, soit alcaloïdiques (ptomaines), soit diastasiques.

Enfin soit par le fait de leur vie et de leur pullulation, soit par l'action des produits formés, des toxines, les bactéries sont pathogènes pour les autres cellules vivantes. Nous étudierons ces conditions de l'infection au chapitre suivant. Ici nous voulons rappeler seulement quelques actions physiologiques intéressantes des bactéries.

1° *Bactéries diastasigènes.* — Elles le sont presque toutes, probablement toutes.

Le *bacillus amylobacter* fournit aussi l'*amylase* qui saccharifie l'amidon, la *cellulase* qui détruit les fibres du chanvre dans l'opération du rouissage et la cellulose dans la panse des herbivores.

Les *Tyrothrix* coagulent le lait en sécrétant de la *présure*, puis peptonisent la caséine à l'aide de la *caséase*; ce sont les microbes qui fabriquent les fromages (DUCLAU).

De nombreux microbes font fermenter les substances azotées, liquéfient la gélatine.

En somme, par leurs propriétés diastasigènes, les bactéries sont des agents puissants et sans cesse renouvelés de la destruction, de la transformation des milieux organiques soit dans la nature, soit *in vivo*. Nombre d'entre eux sont ainsi des plus utiles pour la préparation de certains aliments (fromages), soit pour la digestion (ferments de la cellulose).

C'est par le même processus que les microbes sont pathogènes.

Parmi les champignons inférieurs, la levure de bière produit la sucrase qui hydrate et dédouble le sucre de canne ; parmi les microbes le bacillus amylobacter et le leuconostoc de la gomme de sucrerie sécrètent aussi de la sucrase.

Les toxines ou poisons bactériens sont presque toutes des diastases. C'est ARLOING qui a découvert la première diastase d'origine microbienne. Nous parlerons en détail à la fin du chapitre x des différentes toxines et de leur mode d'action.

2° Bactéries pathogènes. — Les bactéries déterminent des maladies, lorsqu'elles ont pénétré dans le corps des animaux, soit par leur action directe, soit surtout par leurs toxines (voir au chapitre III les variations d'action pathogène des microbes et des toxines).

3° Bactéries photogènes. — Presque toutes vivent dans la mer ou en saprophytes sur le corps des poissons.

Elles émettent des radiations lumineuses formées de jaune, de vert et de bleu. C'est à elles qu'est due la phosphorescence de la mer et celle des viandes ou des poissons de mer morts (A. DUBOIS). Pour produire cette lumière, ces bactéries se nourrissent de peptone et d'éléments carbonés, et ces éléments doivent se rencontrer en certaines proportions, sinon il n'y a pas production de lumière.

4° Bactéries chromogènes. — Beaucoup de bactéries produisent des pigments ; leurs cultures sont alors colorées en rouge (*b. prodigiosus*), en jaune (*staphylocoque doré*), en bleu ou en vert (*b. pyocyanique*), etc. La plupart sont des saprophytes du pain, du lait, de la viande. Le plus connu est le *b. pyocyanique* ou bacille du pus bleu si bien étudié par GESSARD, CHARRIN. MM. BOUCHARD, GUIGNARD et CHARRIN ont précisé les conditions de production ou de disparition de ce pigment. Les propriétés chromogènes et pathogènes ne sont pas dépendantes l'une de l'autre.

5° Microbes nitrificateurs. — (Voir p. 227).

CHAPITRE II

ORIGINES DE L'INFECTION

Il est de toute importance pour la connaissance de la pathogénie des maladies infectieuses et leur prophylaxie de bien connaître l'origine de l'infection.

Ce que nous dirons ici ne concerne pas seulement les bactéries, mais tous les agents pathogènes animés.

ARTICLE PREMIER

SOURCES DE L'INFECTION

L'infection peut provenir : 1° de la nature ; 2° des animaux ; 3° de l'homme malade ; 4° du sujet lui-même. Les trois premières causes constituent l'hétéro-infection, la dernière, l'auto-infection.

§ 1. — LA NATURE

Les germes divers pullulent dans les milieux ambiants : l'air, le sol, l'eau, et les aliments.

1° L'air. — Depuis SPALLANZANI et LEUVENŒCK, on soupçonnait les germes de l'air ; la démonstration de PASTEUR a été péremptoire : si on laisse un ballon de bouillon à bec effilé ouvert à l'air extérieur, ce ballon ne tarde pas à se troubler par développement des germes ; si on a, au préalable, stérilisé ce bouillon par ébullition et qu'on le ferme hermétiquement par soudure du bec au chalumeau, il se conservera limpide indéfiniment ; si alors on casse la pointe de verre, l'air pénètre et le bouillon se trouble dès que les germes aériens ont végété ; si cependant on a disposé sur le trajet du col du ballon un tampon de ouate stérilisée, l'entrée de l'air extérieur est sans effet et