

3  
2

EX-LIBRIS

UNIVERSIDADE  
1934



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA  
LUIZ DE QUEIROZ

Nº

482





630.276  
P 965 m 2

*186* ~~436~~  
446





LES MICROBES ET LA VIE

ESCOLA AGRICOLA PRATICA  
LUIZ DE QUEIROZ  
HYGIENE ET AGRICULTURE  
PIRACICABA  
ESTADO DE S. PAULO

Tous droits réservés.



LES  
**MICROBES ET LA VIE**  
**HYGIÈNE ET AGRICULTURE**

PAR

**A PROOST**

Inspecteur général de l'Agriculture  
professeur d'hygiène normale à l'Université de Louvain.



Les dévotionnelles de M. Pasteur suf-  
firaient à elles seules pour couvrir la  
santion de ce genre de cinq milliards  
que par la France.  
HUXLEY.

//2

~~~~~  
**2<sup>e</sup> édition revue et augmentée  
avec planches.**  
~~~~~

LOUVAIN  
Typ. AUG. PEETERS-RUELENS  
ÉDITEUR  
11, rue de Namur, 11

PARIS  
GAUTHIER-VILLARS et fils  
ÉDITEURS  
55, Quai des Grands-Augustins, 55

1890





*Depuis la publication de ce mémoire dans la Revue des questions scientifiques de Bruxelles (Avril 1889) plusieurs travaux remarquables ont paru sur la matière si vaste dont nous avons tenté de présenter la synthèse. Signalons en première ligne la savante monographie sur les parasites de la malaria, de notre collègue, M. le professeur Denys qui met en lumière d'une façon véritablement magistrale, les divers stades de l'évolution de l'amibe, correspondant aux diverses phases de la fièvre intermittente. (1)*

*Le travail non moins remarquable de M. le professeur Dandois sur les maladies des ganglions lymphatiques et particulièrement sur les adénites tuberculeuses, démonstration récente en pathologie, qui tend à établir définitivement l'identité de cause de la scrophulose et de la phtisie. (2)*

*Les nouvelles recherches sur les causes, la transmission et le traitement de la tuberculose par les d<sup>rs</sup> Hardy, Vilemin, Leroy de Méricourt, Trasbot de Paris, Engelman et Weigert de Berlin, sur les agents destructeurs des microbes dans le sang (Metchnikoff, Buchner, Du-*

(1) Revue médicale, 1889.

(2) Ibid.

*claux), sur les germes pathogènes contenus dans le sol, Granger et Richard (Congrès d'hygiène de Paris du 4 au 11 Août 1889). De nouvelles expériences de Berthelot, Arm. Gauthier, Bréal et Deherain sur la fixation de l'azote atmosphérique par les bactéries. Enfin, une conférence très remarquée faite à l'Union des femmes de France pendant l'Exposition universelle par le d<sup>r</sup> M. P. Gallois, sur l'hygiène moderne et la suppression des maladies contagieuses.*

*Le lecteur pourra s'assurer par quelques citations que cette étude, publiée trois mois après la nôtre, confirme et renforce singulièrement nos conclusions et que nous n'avons pas été téméraires en affirmant la suppression prochaine d'une série de maladies par la méthode antiseptique et l'hygiène rationnelle.*



# LES MICROBES ET LA VIE

## HYGIÈNE ET AGRICULTURE

---

### I

Les précurseurs de la théorie des germes. — Raspail, Schwann et Schröder. — Premières recherches de M. Pasteur. — La nutrition minérale des ferments. — L'acide tartrique droit et l'acide tartrique gauche. — Dissymétrie moléculaire. — La cause de la fermentation. — Les ferments lactique et butyrique. — Les générations spontanées. — Études sur le panspermisme. — Un tournoi scientifique. — La fleur du vinaigre et les maladies du vin et de la bière.

1830 marque une date mémorable dans l'histoire des révolutions politiques de l'Europe. Cette date marquera également dans l'histoire des sciences, c'est-à-dire des véritables progrès de l'humanité, une étape remarquable. C'était l'époque où les travaux de Humboldt, de Gay-Lussac, d'Ampère, de Cuvier, de Geoffroy Saint-Hilaire passionnaient tous les grands esprits et remuaient les plus grands problèmes de la physique et de la biologie.

Le 19 juillet 1830, Geoffroy Saint-Hilaire, se fondant sur les découvertes de trois sciences nouvelles : l'embryologie, l'anatomie comparée et la paléontologie, défendait avec éclat contre Georges Cuvier la doctrine de l'évolution progressive des organismes et de l'unité de plan.

D'autre part la révolution de juillet avait mis toute l'Europe en émoi. Un ami de Goethe, alors âgé de plus de 80 ans, vint lui annoncer la grande nouvelle. « Oui », s'écria le grand poète, qui appréciait à leur juste valeur les deux révolutions, la politique et la scientifique, « oui, le volcan est en éruption, tout est en flammes ! » Son ami crut qu'il parlait de l'évènement politique, mais Goethe le détrompa en disant : « Je ne vous parle pas de ces gens-là, c'est bien d'une autre affaire qu'il s'agit. Je parle de l'éclat qui vient de se faire à l'Académie, du débat, si important pour la science, survenu entre Cuvier et Geoffroy. »

On sait ce qu'il advint de la théorie de Geoffroy, qui fut, avec Lamarck, le précurseur de Darwin.

Un peu plus tard, professait à l'Université de Louvain un médecin qui laissera dans l'histoire de notre enseignement national une trace lumineuse. Nous voulons parler du D<sup>r</sup> Schwann, le fondateur de la théorie *cellulaire*, devenue la base inébranlable de la biologie moderne.

Schwann révéla la structure interne des êtres vivants ; il démontra au moyen du microscope que tous les tissus des plantes et des animaux sont formés par des cellules et par leurs dérivés.

Dès lors l'anatomie générale et pathologique prirent leur essor, et la médecine, armée des instruments de précision de la physique et de la chimie, cessa de reposer sur l'empirisme.

Schwann reconnut que la plupart des substances altérables, chauffées dans un ballon avec de l'eau de manière à chasser l'air par l'ébullition, ne s'altèrent plus quand on a soin de ne laisser rentrer dans le flacon que de l'air calciné, c'est-à-dire chauffé au rouge. Dans ces conditions, le développement des germes des infusoires et des moisissures qui provoquent la putréfaction est arrêté net.

Peu après, Schröder reprit les expériences de Schwann,

et obtint le même résultat en se bornant à filtrer l'air à travers une couche de coton cardé qui arrête au passage toutes les poussières de l'air.

Mais Schwann et Schröder avaient été prévenus, sinon dans leurs expériences, du moins dans leurs conceptions théoriques, par un chimiste français, qui fut en même temps un révolutionnaire des plus ardents dans le domaine de la politique, et qui appliqua le premier ses théories à la pratique médicale.

« En 1824, Raspail, disent ses biographes, présenta à l'Institut le fruit de ses premiers travaux sur la famille des graminées, dont il réduisit au tiers les innombrables espèces en basant sa classification, non plus sur les caractères fugitifs de l'enveloppe, mais sur les caractères anatomiques et physiologiques. Puis il se voua à l'étude de la chimie et écarta du domaine de la science une foule de matières organiques mal étudiées, ce qui lui attira l'animosité de plusieurs chimistes et de ceux qui multiplient les espèces en botanique.

« Enfin ses travaux l'amènèrent à admettre que *le plus grand nombre des maladies proviennent de l'invasion des parasites internes et externes et de l'infection produite dans le corps par leur action désorganisatrice*. C'est en cherchant un agent capable d'étouffer la cause du mal et d'en neutraliser les effets qu'il arrêta sa préférence sur le camphre, déjà connu par ses propriétés antiseptiques et calmantes. »

Plus tard, il développa son système dans son *Manuel de la santé* (1846) et dans le *Fermier vétérinaire*, véritable annuaire de médecine vétérinaire, microbienne et antiseptique.

Raspail continua ses études scientifiques sur l'antiseptie en Belgique (1854), et pratiqua, non sans succès, l'*exercice illégal de l'art de guérir*, sous le couvert d'un médecin belge, dans les villages d'Uccle et de Boitsfort.

Aussi radical en politique qu'en matière scientifique, Raspail fut considéré par les médecins d'alors comme un extravagant. Cependant le professeur Cornil fait observer avec raison qu'il entrevit la théorie cellulaire et fut le précurseur de la théorie des germes de M. Pasteur.

Il est vrai que cette conception théorique, incomplètement justifiée par l'expérience, avait déjà été formulée par les naturalistes de l'antiquité, témoin ce passage de Varron au sujet de la fièvre intermittente :

« La maladie peut être attribuée à des vers ou animaux flottant dans l'air, qui pénètrent dans le corps humain, soit par la bouche ou le nez, soit avec les aliments solides ou les boissons. »

Précisément à l'époque où Raspail se fixa en Belgique, M. Pasteur, qui venait de se faire remarquer par ses études de physique et de chimie moléculaire, fut nommé doyen de la Faculté des sciences de Lille.

La fabrication de l'alcool de betterave et de grains constituant l'une des principales industries du département, M. Pasteur orienta ses recherches vers les problèmes de la fermentation. Son attention avait été appelée sur ce phénomène biologique par une étrange découverte qu'il avait faite en étudiant les propriétés de l'acide tartrique. On sait comment il fut amené, par l'étude des lois de la dissymétrie moléculaire, c'est-à-dire par le raisonnement et le calcul (absolument comme Le Verrier découvrit sa planète), à trouver l'acide tartrique gauche, dérivé de l'acide paratartrique.

Ayant remarqué que certaines moisissures, comme le *Penicillium glaucum*, peuvent croître et se multiplier dans une solution purement minérale, composée de sels ammoniacaux à base d'acides organiques et de phosphates alcalins, M. Pasteur offrit pour aliment à ce végétal de l'acide paratartrique, dont il avait retiré par dédoublement l'acide



tartrique droit et l'acide tartrique gauche, aux propriétés optiques opposées.

A son grand étonnement, au lieu de voir apparaître les deux acides, il n'obtint cette fois que de l'acide tartrique gauche.

Cet acide ne pouvait cependant se former qu'en se séparant d'une quantité rigoureusement égale d'acide tartrique droit. M. Pasteur en conclut avec raison que le charbon de cet acide disparu avait servi d'aliment au champignon.

Mais pourquoi la plante s'était-elle attaquée de préférence à celui-ci plutôt qu'à celui-là ?

C'est que les forces moléculaires qui sont mises en jeu dans la nature minérale sont des forces d'une nature symétrique, tandis que les forces qui produisent la vie et les matières organisées sont essentiellement dissymétriques.

« La vie, telle qu'elle se présente à nous, proclamait bientôt M. Pasteur devant l'Académie, doit être fonction de la dissymétrie de l'univers ou des conséquences qu'elle entraîne.

« L'univers est dissymétrique, car on placerait devant une glace l'ensemble des corps qui composent le système solaire se mouvant de leurs mouvements propres, que l'on aurait dans la glace une image non superposable à la réalité.

« Le mouvement même de la lumière solaire est dissymétrique. Jamais un rayon lumineux ne frappe en ligne droite et au repos une feuille où la vie végétale crée la matière organique. Le magnétisme terrestre, l'opposition qui existe entre les pôles boréal et austral dans un aimant, celle que nous offrent les deux électricités positive et négative ne sont que des résultantes d'actions et de mouvements dissymétriques. »

Les substances organiques qui entrent dans la composition du champignon étant également dissymétriques, on entrevoit comment les mutations chimiques s'opèrent plus aisément sur un des deux acides que sur l'autre, dans le cours de la nutrition du ferment.

Les lois de l'isochronisme des mouvements moléculaires, ou plutôt la théorie mathématique des ondulations de la matière inventée par Descartes et si merveilleusement appliquée depuis à l'interprétation des phénomènes physicochimiques par Young, Fresnel, Ampère, Berthelot, etc., permet de se rendre compte plus nettement de ces mystérieux phénomènes.

M. Dumas, dans ses mémorables leçons à la faculté de médecine de Paris, avait d'ailleurs formulé déjà cette opposition quand il disait que les minéraux procèdent d'affinités satisfaites, tandis que les êtres vivants et leurs produits immédiats constituent des édifices en équilibre instable dont l'architecture atomique procède d'affinités non satisfaites.

Quoi qu'il en soit, M. Pasteur appela dès lors l'attention du monde savant sur le rôle prédominant de la vie dans les fermentations. Jusqu'alors, dans le monde des chimistes et des physiciens, on considérait ce phénomène comme une décomposition spontanée, en molécules plus simples, des édifices moléculaires compliqués élevés par la vie : ainsi, tandis que Liebig, Berzelius et Mitscherlich attribuaient la fermentation aux propriétés catalytiques des substances albuminoïdes, seul un physicien français, Cagnard Latour, s'était demandé si la fermentation des sucres n'était pas subordonnée à la végétation de certaines cellules, comme celles de la levure de bière, qui se multiplient par bourgeonnement.

Pasteur posa nettement le problème : l'évolution de la cellule est-elle la cause de la fermentation, ou n'est-elle

autre chose qu'un épiphénomène favorisant tout au plus la production des premiers en accumulant des produits organiques en voie d'altération ?

Il n'hésita pas à trancher le problème par l'affirmative, et opposa aux raisonnements de ses adversaires des démonstrations expérimentales irréfutables.

Il institua dès lors la célèbre *méthode des cultures* dans des milieux variés et purifiés, méthode d'où allaient sortir les plus mémorables découvertes de la biologie moderne. Ainsi il cultiva la levure de bière dans une solution de sucre pur additionnée de sels minéraux de phosphore, de potasse, de magnésie et d'azote, c'est-à-dire des éléments du protoplasme végétal. L'expérience fut concluante : les cellules proliférèrent et le sucre fermenta. Dès lors, la question était jugée et les partisans de Liebig réduits à épiloguer, en demandant, par exemple, *quels sont les ferments des ferments*, ou s'il est vrai que les ferments président à la décomposition de la matière vivante et déterminent son retour au règne minéral ?

Peu après, Pasteur découvrit, isola et cultiva de la même façon les ferments lactique et butyrique, présentant la forme de petits bâtonnets ; toujours la fermentation fut correspondante au développement de ces microbes, qui semblent se développer spontanément dans une solution sucrée contenant des sels minéraux, et donnent naissance à du lactate de chaux cristallisé, puis à de l'acide butyrique. Mais il ne tarda pas à reconnaître qu'alors que le ferment lactique n'évolue et ne se multiplie que dans un milieu aéré, le ferment butyrique, au contraire, meurt au contact de l'air. Il suffit de faire passer dans la liqueur où il évolue un courant d'air atmosphérique pour arrêter net la fermentation.

De là, division des microbes en deux séries jouissant de fonctions opposées : les *aérobies*, respirant l'air en

nature, et les *anaérobies*, qui empruntent l'oxygène aux produits chimiques qu'ils décomposent.

Pasteur reconnut aussi ce fait important, que les germes de ces deux ferments abondent dans les poussières atmosphériques et se déposent sur les parois des vases que l'on emploie.

Il fit voir par d'ingénieuses expériences, variées et multipliées à l'infini, que l'air le plus pur en apparence contient en suspension des milliers de germes de plantes ou d'animalcules qui occasionnent la fermentation et la décomposition des substances dans lesquelles ils pénètrent. Ces germes, qui pleuvent sur tous les corps, invisibles souvent même au microscope, passent à travers les filtres et les bouchons superposés et résistent parfois à des températures très élevées.

Mais en prenant toutes les précautions nécessaires pour empêcher leur accès dans les infusions, M. Pasteur a prouvé que jamais la vie n'apparaît spontanément dans la matière organique, et que les liquides les plus altérables, tels que le vin, la bière, le sang, le lait, l'urine, se conservent indéfiniment, quand on les tient à l'abri des ferments dont l'air est le véhicule.

Ces expériences ont reçu dans ces derniers temps une confirmation éclatante, due aux travaux d'un physicien anglais. M. Tyndall est parvenu à rendre sensibles ces poussières vivantes de l'air. Quand on laisse reposer de l'air, en le confinant dans une caisse dont les parois sont enduites de glycérine, et qu'on y fait pénétrer un rayon de soleil, l'intensité lumineuse décroît, diminue lentement, et finalement le rayon ne trace plus de sillon lumineux. Alors on peut introduire dans la caisse les infusions les plus altérables, préalablement soumises à l'ébullition ; elles demeureront intactes, parce que les germes de l'air se sont déposés lentement sur les parois de la caisse. On

peut aussi rendre l'air optiquement pur par l'action du feu ou par la filtration à travers de la ouate ; dans ces conditions, il ne diffuse pas plus la lumière qu'il ne le ferait à la suite d'un repos prolongé.

C'est en combattant la doctrine des *générations spontanées* que M. Pasteur fut amené à démontrer l'existence de la *panspermie*, c'est-à-dire la diffusion des germes de ferments dans l'atmosphère et leur dépôt continu sur les objets en vertu des lois de la pesanteur. La lutte qu'il soutint contre les partisans de cette doctrine matérialiste, renouvelée des Grecs, marquera dans l'histoire de la science, comme un duel mémorable livré par les expérimentateurs les plus sagaces et les plus exercés (1).

Ce furent deux naturalistes de province qui, en 1858, ouvrirent le feu de la discussion devant l'Académie, en déclarant qu'ils avaient réussi à faire naître dans les infusions des *microbes* sans aucun germe préexistant.

Pasteur avait été appelé à Paris l'année précédente pour professer les sciences à l'École normale. L'administration se refusant à faire les frais d'un laboratoire (!), il en fit construire un à ses propres frais et reprit patiemment, une à une, toutes les expériences de Pouchet.

S'il est vrai, comme dit Buffon, que le génie n'est qu'une longue patience, M. Pasteur en donna dès lors des preuves éclatantes ; mais il fit plus : par l'ingéniosité de ses inventions, par l'adresse qu'il apporta dans l'exécution de ses expériences ou dans la répétition des expériences d'autrui, dont il rectifia les résultats, il s'éleva d'emblée au rang des maîtres dans « *l'art sacré* ».

La France ne tarda pas à se passionner pour ce tournoi scientifique qui se livrait devant l'Académie, à la Sorbonne et dans la presse parisienne, et qui soulevait l'un des

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, tome VI, p. 402 : *La doctrine des générations spontanées* par A. Proost.

problèmes les plus palpitants de la philosophie naturelle. Cependant nul ne se doutait alors des conséquences inappréciables de cette joute académique pour le bien-être et le soulagement de l'humanité.

M. Pasteur poursuivait ses adversaires pied à pied pour ainsi dire. A chaque affirmation de M. Pouchet il répondait par un défi appuyé sur de nouvelles expériences, et démontrait que les germes s'étaient introduits dans les infusions à l'insu des expérimentateurs.

M. Pasteur ne tarda pas à reconnaître que l'air des villes est beaucoup plus riche en germes-ferments que l'air des campagnes, et que ces germes diminuent de plus en plus à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, soit en ballon, soit sur le flanc des montagnes.

Un jour il partit pour le Jura avec une série de ballons vides d'air, mais contenant des infusions diverses préalablement soumises à l'ébullition. Il suffisait de briser la pointe du col effilé de ces ballons pour recueillir de l'air à différentes hauteurs. Les résultats répondirent toujours à son attente : plus l'altitude était considérable, moins les infusions fermentaient.

Néanmoins MM. Pouchet et Jolly discutaient toujours ; ils prétendaient avoir obtenu des résultats contradictoires en répétant ces expériences sur les sommets de la *Maladetta* ; ils promirent même de s'avouer vaincus, si un seul des ballons de M. Pasteur restait inaltéré dans ces conditions. Alors M. Pasteur en appela au jugement de l'Académie, et une Commission fut nommée pour assister aux expériences et ordonner les prises d'air.

Mais les contradicteurs se dérochèrent, et M. Pasteur resta maître du terrain. C'était en 1864. Nous le répétons, jamais tournoi scientifique ne se termina d'une façon plus brillante et plus honorable pour le vainqueur.

L'Angleterre fut l'une des premières à reconnaître toute

la portée pratique des découvertes du savant français. Alors que ses travaux subissaient les plus vives contradictions sur le continent, Tyndall n'hésita pas à embrasser sa cause et à se déclarer son disciple. Lister, le grand chirurgien anglais, fit mieux encore : il appliqua immédiatement (1865) les doctrines de Pasteur sur la *panspermie* au traitement des plaies, en inventant un système de pansement antiseptique qui visait à empêcher la pénétration des germes de l'air dans les blessures. Ce pansement ouaté donna les résultats les plus brillants, et les divers perfectionnements qu'on y a apportés depuis lors, à mesure que les idées se précisaient sur la nature et l'évolution des microbes pathogènes, ont permis à la chirurgie de réaliser en peu d'années des progrès merveilleux et de tenter presque à coup sûr des opérations considérées jusqu'alors comme irréalisables. En 1870, dit M. P. Le Gallois, tous les blessés admis dans le service du d<sup>r</sup> Guerin à l'hôpital St-Louis mouraient d'infection purulente. Guerin eut l'idée de recouvrir de ouate les plaies de ses malades puisque M. Pasteur avait reconnu que les microbes ne traversaient pas la ouate. A partir de ce moment l'infection purulente disparut de ses salles. Lister, avec son pansement phéniqué obtenait des résultats analogues. C'est aussi grâce à la médication antiseptique que le chiffre de la mortalité des femmes en couches s'est considérablement abaissé dans les hôpitaux, parce que ce traitement constitue une entrave presque infaillible au développement du microbe qui produit la fièvre puerpérale.

Rappelons à ce propos que, dès 1863, M. Pasteur avait prouvé qu'à l'état de santé l'organisme animal est fermé à l'introduction des germes extérieurs, et que le sang et l'urine extraits du corps à l'abri de l'air ne s'altèrent point au contact de ce gaz pur. Ni un liquide, ni un tissu quelconque provenant d'un organe interne sain où

l'air n'a point d'accès, ne peut donner naissance à un microbe par les méthodes si variées de cultures de Pasteur ; ce qui, soit dit en passant, infirme complètement la doctrine des microzymas de Béchamps (1).

M. Pasteur a raconté depuis avec beaucoup d'humour devant l'Académie comment il parvint à réduire au silence un médecin anglais partisan systématique de la génération spontanée, M. Bastian.

« Tant que les écrits du docteur Bastian ont occupé les sociétés savantes de l'Angleterre, je n'ai pas cru devoir me distraire de mes études pour les réfuter. Mais un jour le docteur Bastian écrivit à l'Académie des sciences qu'il avait trouvé les conditions physico-chimiques nécessaires et suffisantes pour faire apparaître des organismes microscopiques dans de l'urine neutralisée par la potasse et portée à 50 degrés. Moi qui cherche depuis si longtemps la génération spontanée, je m'empressai de répéter l'expérience du docteur anglais ; mais je vis que le résultat était erroné, comme tant d'autres ayant le même objet ; je signalai les causes d'erreur de l'expérience et je montrai que celle-ci, rigoureusement faite, ne donnait jamais le résultat annoncé par le docteur Bastian.

« Il répliqua ; je répliquai de mon côté et, en fin de compte, j'agis comme avec M. Colin (2).

« Je demandai la nomination d'une commission soit à Londres, soit à Paris, qui déciderait entre M. Bastian et moi ; le docteur Bastian accepta loyalement le contrôle d'une commission prise dans le sein de l'Académie des sciences de Paris. Elle fut composée de MM. Dumas, Boussingault, Milne Edwards. Avec l'agrément préalable du docteur Bastian, mon laboratoire fut choisi pour le

(1) Voir *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, tome I.

(2) Professeur à Alfort, l'un des plus ardents contradicteurs de M. Pasteur à l'Académie.



théâtre des opérations ; mais lorsqu'on en vint à déterminer le programme qu'il fallait suivre, le docteur Bastian éleva la plus singulière des prétentions :

« Je ferai mon expérience, dit-il, M. Pasteur fera la sienne, et la commission rédigera son rapport. »

« On discuta longtemps sur cette étrange proposition.

« Le docteur Bastian persista dans sa manière de voir.

« Les membres de la commission se retirèrent. M. Bastian vint, pendant le restant de son séjour à Paris, passer, à diverses reprises, plusieurs heures dans mon laboratoire ; je le questionnai sur la manière dont il faisait son expérience ; de mon côté, je lui fis connaître les précautions que je prenais pour éviter toute cause d'erreur. Dans le cours de ces conversations longues et courtoises, je saisis facilement le point faible de son travail.

« Flambez-vous vos vases, lui dis-je, avant de vous en servir ? »

« Il me répondit qu'il ne l'avait jamais fait ; alors, après lui avoir montré le fourneau à gaz et à air chaud dans lequel nous pratiquons journellement ce flambage dans mon laboratoire : « Retournez à Londres, lui dis-je, mon cher confrère, et refaites votre expérience sous la dernière forme que vous lui avez donnée, sans autre changement que celui de flamber vos vases préalablement, et vous obtiendrez dix fois sur dix, cent fois sur cent, exactement le même résultat que j'obtiens moi-même. »

« Je n'ai pas entendu parler depuis du docteur Bastian, et je suis bien persuadé qu'il ne croit plus à la génération spontanée dans son expérience. »

Dans l'entretemps, M. Pasteur avait continué ses études sur les fermentations et réalisé plusieurs nouvelles découvertes, notamment celle des microbes qui président à la fermentation alcaline de l'urine ; il prouva que cette dernière fermentation ne peut se produire dans la vessie que

lorsque des germes de vibrions y pénètrent du dehors (1).

C'était le premier pas dans la voie des découvertes qui devaient ouvrir de si vastes horizons à la médecine et rendre de si éminents services à la thérapeutique.

Ses belles études sur la « fleur du vinaigre » portèrent le dernier coup à la doctrine de Liebig sur les fermentations. M. Pasteur fit voir que l'eau pure alcoolisée s'acidifie parfaitement, en l'absence de matières albuminoïdes, quand on y ajoute les sels minéraux nécessaires à la vie d'un ferment, qui est dans l'occurrence un petit champignon très avide d'oxygène.

Cette nouvelle découverte, en révélant la véritable cause du phénomène de l'acétification, contribua pour une large part au progrès de cette industrie, purement empirique jusqu'alors.

Ses recherches sur la production du vinaigre le conduisirent naturellement à s'occuper des diverses causes d'altération du vin, et ne tardèrent pas à fournir des résultats aussi féconds que les premières.

Les maladies des vins sont produites par des végétaux microscopiques, qui se développent dès qu'ils rencontrent les conditions favorables à leur végétation, comme tous les êtres vivants.

Ces végétaux altèrent la composition du milieu qui les nourrit et fabriquent de nouveaux produits en raison directe de leur multiplication. Paralysez ces ferments en entravant d'une façon quelconque leur évolution, et vous empêchez les altérations du vin, telles que la *piqûre*, l'*acidité*, l'*amertume*, la *graisse* ou le *filage*. M. Pasteur

(1) Il reconnut plus tard que cette fermentation ammoniacale est entravée par l'acide borique. Cette découverte a rendu de grands services à la chirurgie, notamment dans le traitement des catarrhes vésicaux et dans l'opération de la pierre, où le lavage de la vessie par l'acide borique (3 à 4 p. c.) prévient les accidents consécutifs à cette fermentation qui entraîne la précipitation des sels terreux dans cet organe.

reconnut que la chaleur constitue le meilleur moyen d'entraver l'évolution de ces maladies. Quand on élève pendant quelques minutes le vin à la température de 55° à 60°, on le met à l'abri des ferments sans altérer sensiblement son bouquet ; ce dernier fait fut reconnu par une commission de dégustation nommée par l'Académie.

Plus tard, après la guerre de 1870, M. Pasteur entreprit les mêmes recherches sur les maladies de la bière, et obtint des résultats non moins concluants par l'application des mêmes méthodes d'investigation et de traitement.

Pour rendre la bière inaltérable, il suffit de faire fermenter du mout de bière exempt de germes avec de la levure pure, à l'abri des poussières atmosphériques. La pureté de la levure peut se constater aisément au microscope.

On sait que le procédé de chauffage de la bière, appliqué aujourd'hui à toutes les bières d'exportation dans les deux mondes, porte depuis lors le nom de *pasteurisation*, en l'honneur de son illustre inventeur.

L'étude de la physiologie des levures conduisit M. Pasteur à admettre que ces cellules libres ne sont que des organes détachés d'un cryptogame plus complexe, d'une vulgaire moisissure, et que chaque levure prisé isolément donne à la bière une saveur spéciale. Ainsi les bières à goût vineux, comme le bock de Grüber et Reeb, sont produites par une levure mélangée de *Saccharomyus Pastorianus*, le ferment anaérobie du moût du raisin, dont la moisissure-souche se développe à l'air libre sur le fruit et sur le bois de la vigne.

Il n'y a pas bien longtemps qu'un savant anglais proclamait du haut de sa chaire que les seules recherches de Pasteur sur les maladies du vin et de la bière ont valu plus de milliards à la France que la guerre de 1870 ne lui en a fait perdre.

A ce titre exclusif, M. Pasteur pourrait donc être compté parmi les bienfaiteurs de l'humanité. Mais son fécond génie devait réaliser bientôt des conquêtes d'une tout autre portée. Il allait y être conduit à son insu par ses recherches sur les maladies des vers à soie.

## II

Les maladies des vers à soie. — Découverte de la théorie de l'évolution des germes. — La culture des bactéries du charbon des animaux domestiques ; étiologie et prophylaxie de cette maladie. — L'infection putride. — Aérobie et anaérobie. — La théorie cellulaire et l'unité de la vie dans les deux règnes. — Ferments solubles et ptomaines. — Le choléra des poules.

A peu près vers la même époque où la maladie des pommes de terre et le choléra s'abattirent sur l'Europe et décimaient les populations par la peste et la famine, une maladie singulière se déclara dans les magnaneries du midi de la France.

Les vers à soie devenaient stériles ou périssaient après les premières mues. Des taches noires apparaissaient sur les anneaux et les chenilles périssaient en grand nombre. Bientôt le mal s'étendit à l'Italie, à l'Espagne, à la Grèce, à la Turquie.

C'était le choléra des vers à soie.

Les œufs que l'on avait achetés à l'étranger ne tardèrent pas à donner à leur tour des produits infectés. C'est alors, en 1865, que le ministre de l'agriculture, sollicité par M. Dumas, invita M. Pasteur à se rendre dans le midi pour étudier le fléau sur place.

Le savant s'établit à Alais, et y revint pendant cinq ans, consacrant chaque année plusieurs mois à ses recherches. Non seulement il découvrit la cause de la maladie, mais il parvint à en conjurer les ravages, en imaginant les méthodes qui permettent d'entraver, en connaissance de cause,

l'évolution des cryptogames parasites, dont il avait étudié toutes les phases avec le plus grand soin. Son étude sur la pébrine et la flacherie constitue le jalon d'une des plus grandes étapes de l'histoire de la biologie, et restera comme un modèle d'application de la méthode expérimentale à la recherche des causes de la maladie (1). Mais cette nouvelle conquête coûta cher au savant victorieux. Il fut frappé d'hémiplégie et crut perdre la vue pour avoir abusé du travail au microscope (1868).

Suivant ses prévisions, la maladie des vers était causée par un germe de cryptogame qui pullule rapidement dans les organes de l'insecte et se répand dans l'air des magnaneries. Ce corpuscule, appelé *pébrine*, pénètre dans l'organisme par les voies digestives, avec les aliments ou par des écorchures de la peau, et passe dans les œufs des papillons avant la ponte, de sorte qu'il se propage avec la semence. Il peut subir une dessiccation prolongée sans périr, et la poussière qui en résulte, répandue sur la feuille du mûrier, fait fermenter celle-ci dans le canal intestinal où elle provoque la maladie.

Comme le fit observer très justement M. Toussaint, professeur de physiologie à l'école vétérinaire de Toulouse, qui, en 1879, fut chargé par le ministre de l'agriculture d'une mission dans la Beauce pour étudier l'étiologie du charbon, M. Pasteur, en montrant comment les vibrions de la pébrine et de la flacherie se reproduisent par scission et par noyaux intérieurs (2), a ouvert la voie à l'étude

(1) On n'avait pas distingué jusqu'alors ces maladies, dues toutes les deux à des ferments cryptogamiques. Deux heures d'examen suffisent maintenant pour les reconnaître et pour se mettre à l'abri de leurs atteintes. On examine au microscope la chrysalide et le papillon : la flacherie se découvre aisément sur les chrysalides et la pébrine sur le papillon. (PASTEUR, *Maladies des vers à soie*.)

(2) Les vibrions des vers à soie subissent une sorte de parthénogénèse. Ils se reproduisent d'abord par une sorte de division spontanée, puis on voit apparaître dans leur substance translucide et homogène des corpuscules plus réfringents que le reste du corps. Celui-ci se résorbe peu à peu autour de ces noyaux (PASTEUR.)

des modes divers de reproduction de ces êtres. Ses procédés de culture, avec quelques modifications, ont été appliqués par les Allemands à divers vibrions, et notamment par Koch aux bactériidies du charbon. Comme celles de M. Davaine, ces expériences de Koch ont été suscitées par les travaux de M. Pasteur.

C'est en 1850 que M. Davaine signala la présence de petits bâtonnets microscopiques dans le sang des moutons atteints du charbon (1). Il précédait ainsi de plusieurs années les allemands Pollenden et Braulle, qui revendiquent, vraisemblablement à tort, la propriété de cette découverte.

Mais la lumière ne se fit sur ce point, dans l'esprit de M. Davaine, que lorsque les observations de M. Pasteur sur la fermentation butyrique lui eurent fait concevoir une analogie possible de rôle entre le vibron de cette fermentation et le corpuscule filiforme du sang du mouton charbonneux. (H. Bouley. Rapport présenté à la *Société des agriculteurs de France*, 1881).

M. Davaine affirma donc que la bactérie charbonneuse, « qui n'offre point de mouvement spontané et dont la longueur est double de celle du globule sanguin », est la cause de la maladie ; il s'efforça de le démontrer en injectant du sang charbonneux dans les veines d'animaux sains. Il montra que le sang dilué au millionième ne perdait pas sa puissance virulente. Mais ce procédé permettait de douter si le sang inoculé n'introduisait pas dans l'organisme d'autres principes toxiques, par exemple des virus non organisés, produits de sécrétion ou de décomposition des cellules de l'organisme.

Par ses infailibles procédés de culture, M. Pasteur fournit la preuve désirée, en dépit des violentes et nom-

(1) Sang de rate.

breuses contradictions dont retentirent de nouveau les vouîtes de l'Académie et les échos de la presse des deux mondes.

Il fut aidé dans ses expériences par MM. Joubert, Roux et Chamberland, et présenta à l'Académie, dès le 30 avril 1877, un compte rendu très concluant de ses nouvelles recherches (1).

M. Teisserenc de Bort, ministre de l'agriculture, le chargea, en 1878, d'une mission dans le département d'Eure-et-Loir, pour étudier l'étiologie et la prophylaxie de la maladie charbonneuse.

Dans son rapport, daté d'Arbois (Jura), 17 septembre, M. Pasteur annonce que « le charbon se communique spontanément aux animaux par les aliments recouverts de germes de bactéries, mais seulement quand ces animaux ont des blessures ou se blessent en mangeant ». C'est donc par l'appareil digestif que le charbon pénètre ordinairement dans l'organisme des moutons, comme la pébrine, et, d'ordinaire, par l'intermédiaire des plantes épineuses ou ligneuses qui peuvent provoquer des blessures de la muqueuse de la bouche, de la langue, etc., telles que les luzernes, les chardons, les barbes d'épis de l'orge... Les moutons de la Beauce sont souvent frappés de sang de rate lorsqu'ils se gorgent d'épis après la moisson (Colin). Si les grandes chaleurs facilitent le développement de la maladie, c'est qu'elles provoquent le relâchement et la distension des muqueuses et les prédisposent

(1) Quoi qu'en ait pu dire M. Koch, peu de jours avant la communication de M. Pasteur à l'Académie on niait encore que le microbe fût la cause du charbon. « Je puis, disait Paul Bert, faire périr la bactériémie de la goutte de sang par l'oxygène comprimé, inoculer ce qui reste et reproduire la maladie et la mort, sans que la bactériémie se montre. Donc les bactériémies ne sont ni la cause ni l'effet nécessaire de la maladie charbonneuse. Celle-ci est due à un virus. » (*Société de Biologie de Paris*, 13 janvier 1877).

ainsi à recevoir des écorchures, véritables boutonnières qui servent de porte d'entrée aux bactéries.

Peu après, M. Pasteur reconnut que les germes de ces bactéries, enfouies dans le sol avec les cadavres des animaux charbonneux parfois à de grandes profondeurs, peuvent être ramenés à la surface, plusieurs années après, par l'intermédiaire des vers, notamment des lombrics, dont le tube digestif constitue dans ce cas véhicule du fléau.

Il cultiva les excréments des vers de terre et réussit à en faire sortir de belles cultures de bactéries, à l'état de pureté.

Ces corpuscules-germes résistent à une température de 95° et à l'immersion dans l'alcool, tandis qu'une faible élévation de température fait périr les bactéries dont elles proviennent. Aussi, conclut M. Pasteur, est-ce sous la forme de ces corpuscules que les diverses espèces de vibrions et de bactéries se trouvent disséminées dans les poussières à la surface des objets de toute nature, toujours prêtes pour la reproduction. C'est encore sous cette forme qu'on les rencontre dans les eaux communes, d'où l'on peut les extraire aisément en abandonnant ces eaux à une température constante pendant quelques jours. Elles se rassemblent alors au fond des vases en raison de leur poids spécifique. Les germes de cette espèce résistent à des températures de 120° à 130° — Ces étonnantes découvertes passionnèrent particulièrement les savants docteurs d'outre-Rhin, qui revendiquent aujourd'hui la meilleure part de ces conquêtes de l'esprit humain sur la nature. Cependant nous croyons que tous ceux que n'aveugle pas le chauvinisme germanique reconnaîtront avec nous qu'ici, comme ailleurs, le génie créateur, subtil et pénétrant de la race gauloise a ouvert la voie aux patientes recherches et aux fécondes découvertes des Allemands, aux travaux



desquels nous aurons bientôt l'occasion de rendre hommage (1).

Le docteur Koch constata que les corps filiformes, découverts par M. Davaine, peuvent passer à l'état de corpuscules ovoïdes brillants, après s'être reproduits par scission, pour se résorber ensuite, absolument comme les vibrions des vers à soie ; et que ces corpuscules peuvent régénérer dans le sérum les petites baguettes pleines. Il reconnut également que ces spores peuvent se conserver dans la terre et sur les plantes pour régénérer la maladie, et il institua une nouvelle méthode de culture sur la gélatine, qui permet de suivre l'évolution des bactéries de diverses espèces dans un simple tube de verre bouché par un tampon de ouate. Cette méthode, qui a supplanté dans la pratique la méthode plus compliquée de M. Pasteur, allait permettre à de nombreux observateurs d'étudier à peu de frais la nature des microbes pathogènes.

M. Pasteur attribue la coloration noire du sang charbonneux à son *asphyxie* : par suite de la *lutte pour l'existence* qui s'engage dans les vaisseaux entre la bactérie et les globules rouges, également avides d'oxygène, le sang artériel se transforme en sang veineux, l'oxygène nécessaire à l'hématose étant enlevé aux globules qui s'agglutinent et produisent des embolies. Ces obstacles à la

(1) La bactérie est cultivée une première fois à l'abri de l'air dans l'urine stérilisée, en prenant pour semence une trace microscopique de sang charbonneux ; puis on passe à une seconde culture, à une troisième, ... à une dixième, ... à une centième, en prenant toujours pour semence d'une culture une gouttelette de la culture précédente. Si vous supposez que la goutte de semence pour chaque culture est délayée dans cent fois son volume, ce qui est encore infiniment au-dessous de la vérité, la goutte de sang charbonneux de l'origine se trouvera à la fin diluée dans un nombre de gouttes d'urine représenté par le nombre 100 élevé à la centième puissance, c'est-à-dire par l'unité suivie de deux cents zéros. Ce serait une absurdité d'admettre que la dernière virulence emprunte son pouvoir, non à la bactériologie qui s'est multipliée dans chaque culture, mais à un agent virulent existant dans la goutte de sang originaire. (Cf. PASTEUR, *Lettre à M. H. Bouley en suite des critiques présentées à l'Académie par MM. Colijn et Toussaint*)

circulation entraînent souvent la déchirure des vaisseaux. Ce n'est pas tout.

La bactérie du charbon, étant aérobie, ne pourrait déterminer la putréfaction des animaux qu'elle a tués, si les vibrions anaérobies contenus dans le canal intestinal n'entraient immédiatement en scène. Mais la putréfaction qu'ils produisent ne détruit pas la virulence charbonneuse ; seulement, à mesure que le vibrion se développe, la bactérie disparaît en se résorbant pour produire les corpuscules-germes ; ce qui explique l'erreur de certains observateurs qui n'ont pu retrouver les bactéries charbonneuses dans les organes envahis par les vibrions de la putréfaction (1). Les spores ont besoin d'oxygène pour se former. C'est pourquoi il ne s'en produit pas dans les cadavres enterrés immédiatement. Alors les bactéries disparaissent en peu de jours.

Pour séparer le vibrion septique de la bactérie charbonneuse, M. Pasteur a cultivé le sang qui contient ces deux microbes dans le vide et au contact de l'air. Dans le premier cas, on recueille le vibrion septique pur ; dans le second, la bactériodie se multiplie seule, parce qu'elle est exclusivement aérobie.

(1) Il est fort curieux de relever aujourd'hui par ordre de date toutes les discussions auxquelles ces découvertes de Pasteur ont donné lieu dans les académies et les écoles vétérinaires, tandis que Koch et ses disciples critiquent avec la plus grande violence en Allemagne les vues du savant français. Certains professeurs de médecine ou d'écoles vétérinaires, partisans de la doctrine des virus, niaient carrément les résultats obtenus. A l'école vétérinaire de Turin, une commission de professeurs, voulant contrôler les expériences de Pasteur, employa du sang de mouton charbonneux mort depuis vingt-quatre heures. Pasteur affirma aussitôt que ce sang devait contenir des vibrions septiques, et offrit d'aller démontrer lui-même pourquoi l'expérience n'avait pas donné des résultats conformes à ceux qu'il obtenait invariablement. La commission n'insista pas. (REVUE SCIENTIFIQUE DE FRANCE, 21 juillet 1883. *L'épilogue de la bataille de Turin.*) C'est en recherchant les bactéries charbonneuses dans la terre végétale que Pasteur découvrit le vibrion septique, qui engendre également l'œdème malin et produit chez l'homme la septicémie gangreneuse. Cette septicémie mortelle peut être causée uniquement par la pénétration, dans les plaies, de la terre végétale ou du fumier contenant des microbes.

Cette expérience répond victorieusement aux attaques du docteur Koch, prétendant que Pasteur n'a jamais isolé le microbe de la septicémie infectieuse (*De l'atténuation des virus par Pasteur, Roux et Chamberland*, Congrès d'hygiène de Genève, Septembre 1882).

En somme, le feu seul, qui purifie tout, selon l'aphorisme des philosophes grecs, peut détruire à coup sûr ces redoutables germes, qui résistent au froid, à la pression et aux agents corrosifs de nos laboratoires. Heureusement toutes les espèces ne présentent pas une résistance aussi considérable aux agents de destruction, et l'on a reconnu depuis que bon nombre ne résistent pas à l'ébullition, voire même à la combustion lente qui se produit dans l'air, dans le sol et dans l'eau.

L'*infection putride*, produite par le vibrion de la putréfaction, est accompagnée d'un dégagement d'hydrogène, d'azote et d'acide carbonique, indépendamment des gaz putrides proprement dits. Ce dégagement cesse au contact de l'air. Alors le vibrion, qui jusque-là s'est multiplié par voie de division, se résorbe et se transforme en petits points brillants qui sont les corpuscules-germes. Lorsqu'on cultive ces points brillants dans les gaz inertes, ils prolifèrent de nouveau et meurent dès que l'air pénètre dans ce liquide.

Il nous paraît impossible de fournir une démonstration plus complète de l'antagonisme fonctionnel qui existe entre le vibrion de la putréfaction et la bactériodie du charbon. Toutefois, il faut se garder de généraliser cette observation et de conclure, à l'instar de certains auteurs, que cet antagonisme constitue la barrière qui sépare les vibrions des bactéries.

M. Pasteur a d'ailleurs reconnu lui-même avec d'autres observateurs que certaines espèces de microbes peuvent jouer tour à tour le rôle d'organismes aérobies, comme le charbon, et anaérobies, comme le vibrion septique ou

butyrique. Tel serait, par exemple, le cas du vibrion du pus qui produit l'infection purulente. Cultivé au contact de l'air, il respire et ne fermente pas ; au contraire, cultivé dans les gaz inertes et même dans le vide il fermente.

La levure de bière présente des phénomènes analogues : au contact de l'air, elle végète énergiquement, mais ne produit guère d'alcool, tandis qu'elle fermente et ne végète presque plus quand l'air lui fait défaut dans le liquide. Suivant M. Pasteur, elle respire alors en empruntant son oxygène aux corps composés de la solution nutritive, absolument comme un vibrion. L'alcool ne serait que le résidu de ce nouveau mode de nutrition, comme l'acide butyrique l'est dans l'évolution du vibrion. Ainsi les cellules des fruits placés sous une machine pneumatique pendant la maturation dégagent de l'acide carbonique dans un milieu aéré, et de l'alcool dans le vide ou dans les gaz inertes.

M. Pasteur, généralisant ces observations, en a conclu que la fermentation est un phénomène caractéristique de la vie des cellules privées d'air, qu'elles soient libres et isolées, comme les cellules de levure, les bactéries et les vibrions, ou qu'elles soient associées en colonies homogènes pour former les tissus des êtres vivants.

La fermentation s'opère généralement par l'intermédiaire d'un produit de sécrétion de la cellule, principe soluble azoté, qui transforme, par exemple, l'amidon en dextrine, la dextrine en sucre, l'albumine en peptonnes, etc., etc.

Or, il est démontré que les microbes sécrètent des produits de ce genre, tout comme les cellules de l'estomac et de l'intestin qui président à la digestion chez les animaux. Ainsi M. Pasteur a constaté que la levure de bière peut sécréter le même ferment soluble que les cellules de l'intestin.

Claude Bernard disait que les ferments contiennent le

secret de la vie : — nous avons discuté ailleurs (1) cette proposition par trop hasardée. Cependant on ne peut nier que ces recherches ne nous découvrent les plus intimes secrets de la nature procédant à l'élaboration de la matière vivante.

Les idées que nous avons acquises depuis sur la constitution de la cellule, grâce aux travaux des chimistes et des biologistes allemands, confirment, en définitive, les vues de Claude Bernard sur l'unité de la vie dans les deux règnes, qu'il a si magistralement développées pendant plusieurs années dans sa chaire du Collège de France, et les théories de Pasteur sur l'unité fonctionnelle de la cellule vivante, considérée comme source unique de la fermentation, qu'elle soit libre ou agrégée, microbe, ovule, ou partie intégrante des tissus d'une plante ou d'un animal.

Les champignons inférieurs, privés de la matière verte au moyen de laquelle les végétaux supérieurs décomposent l'acide carbonique de l'air pour fixer le carbone, se nourrissent aux dépens des milieux solides et liquides où leurs germes se répandent. Ils enlèvent aussi du carbone et même de l'azote aux milieux où ils végètent et déterminent ainsi, comme les cellules de notre propre chair, le retour direct ou indirect au règne minéral de la matière organisée. Une spore de levure ou de moisissure fermente et se régénère dans une simple solution de sels minéraux à base d'acide organique ou de glucose, absolument comme les cellules de nos tissus fermentent et se régénèrent dans le sang qui les baigne.

De part et d'autre, on trouve des éléments aérobies et anaérobies ; et, suivant leur nature, les cellules des êtres vivants, comme les vibrions et les bactéries, fabriquent

(1) ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, 1<sup>re</sup> année, 1876. *Le rôle des ferments dans les phénomènes vitaux.*

des produits de désassimilation, tels que l'alcool, l'acide lactique, butyrique, succinique, la leucine, la tyrosine, etc., bref, une foule de principes organiques solubles et cristallisables, qui constituent les divers échelons par lesquels la matière vivante fait retour à l'atmosphère et au sol (1).

Ces produits, d'où qu'ils viennent, peuvent, en s'accumulant dans le sang, déterminer les perturbations les plus variées.

Ils sont de deux natures : *normaux*, c'est-à-dire qu'ils se trouvent toujours dans l'organisme sain ; et alors les

(1) Dès 1863, M. Pasteur avait déterminé les conditions chimiques et physiologiques de l'altération putride au contact de l'air.

Dans une matière animale, comme le sang et l'urine, la putréfaction met un certain temps à se déclarer, temps variable suivant les circonstances de température, de neutralité, d'acidité ou d'alcalinité. Pendant la première période, un mouvement intestin s'effectue dans le liquide, mouvement dont l'effet est de soustraire entièrement l'oxygène de l'air qui est en dissolution et de le remplacer par du gaz acide carbonique ; c'est l'œuvre des bactéries qui voyagent dans toutes les directions, comme le *Bacterium termo* et le *Monas crepusculum*. Si le vase contenant le liquide putrescible est largement ouvert à l'air, les bactéries ne périssent dans la masse liquide qu'après la soustraction de l'oxygène, en continuant au contraire à se propager à l'infini à la surface, parce que celle-ci est en contact avec l'air. Elles y provoquent la formation d'une mince pellicule qui va en s'épaississant peu à peu, puis tombe au fond du vase pour se reformer, tomber encore, et ainsi de suite. Cette pullicule, à laquelle s'associent divers *Mucor* et des *Mucédinées*, empêche la dissolution du gaz oxygène dans le liquide et permet par conséquent le développement de *vibrions*. Pour ces derniers, le vase est comme fermé à l'introduction de l'air.

Le liquide putrescible devient alors le siège de deux genres d'actions chimiques fort distinctes, qui sont en rapport avec les fonctions physiologiques des deux sortes d'êtres qui s'y nourrissent : les vibrions d'une part, vivant par la coopération du gaz oxygène de l'air, déterminent dans l'intérieur du liquide des actes de fermentation, c'est-à-dire qu'ils transforment les matières azotées en produits plus simples, mais encore complexes ; les bactéries (ou les *mucor*), d'autre part, comburent ces mêmes produits et les ramènent à l'état des plus simples combinaisons ordinaires (l'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique).

Les composés qui résistent le plus longtemps à la combustion lente sont les acides gras fixes, formant l'*adipocire* des anciens chimistes, la cellulose ou ses dérivés de déshydratation (acides ulmiques, terreau, tourbe). L'acide oléique, au contraire, disparaît entièrement.

troubles qu'ils occasionnent ne sont dus qu'à leur production excessive ou à leur accumulation (sucre, bile, acide urique, urée).

*Anormaux*, c'est-à-dire d'une nature différente des produits ordinaires de la désassimilation ; tels sont, par exemple, *les ptomaines*, ces produits toxiques qui prennent naissance dans la putréfaction des cadavres sous l'action des vibrions, et ne le cèdent pas en violence aux alcaloïdes végétaux.

On sait que l'organisme animal, soumis à un jeûne absolu, consomme lentement sa substance et fabrique notamment de l'urée aux dépens de sa chair. Ainsi la levure de bière, plongée dans l'eau pure, se digère elle-même et excrète alors, outre l'alcool et l'acide carbonique, les mêmes produits azotés cristallisables que les animaux.

M. Pasteur en conclut que la levure est un véritable élément anatomique isolé, doué d'une vie propre, et que ce qui est démontré pour elle est rigoureusement applicable aux cellules qui forment la trame des tissus des plantes et des animaux.

« En résumé, dit M. Pasteur, la fermentation serait le phénomène caractéristique de la *nutrition*. Les cellules sont des ferments, et les ferments sont des cellules ou des produits de l'activité cellulaire. »

Mais cette conception grandiose de la vie fait immédiatement surgir une question qui ne laisse point que d'embarrasser singulièrement parfois les partisans des doctrines Pastoriennes, habitués à fournir la preuve expérimentale de tout ce qu'ils avancent.

S'il est vrai que les cellules qui constituent nos organes exercent des fonctions et fabriquent des produits analogues à ceux des cellules libres qu'on appelle des *microbes* (bactéries, vibrions, peu importe), pourquoi chercher au dehors la cause d'une infection qui peut être produite

par l'organisme lui-même ? Il suffit que, dans une région déterminée du corps, une altération spontanée d'un tissu se manifeste, pour qu'immédiatement il en résulte une altération correspondante dans la nature des produits de sécrétion ou d'excrétion de ces cellules. Ces produits charriés par le sang dans l'organisme peuvent évidemment engendrer des symptômes et des lésions correspondant à ceux que l'on signale dans les maladies épidémiques.

Ce raisonnement emprunte une force toute particulière aux dernières découvertes que nous avons signalées, en passant, sur l'origine et la nature des *ptomaines*, ces alcaloïdes d'origine animale comparables aux poisons végétaux les plus terribles, non seulement par leur composition chimique, mais par leur action physiologique.

Certains poissons des mers du sud contiennent des ptomaines qui foudroient ceux qui mangent de leur chair. On a vu des symptômes graves d'empoisonnement produits par la viande d'animaux domestiques surmenés ; dans ce cas, c'est que l'excès de la fatigue a développé des ptomaines dans les muscles. Enfin bon nombre de personnes ont éprouvé des symptômes analogues après avoir consommé du gibier faisandé, des crustacés ou des mollusques.

Et lors même qu'il serait démontré, comme pour le charbon, que les maladies sont dues à l'introduction d'un germe dans l'organisme, ne pourrait-on pas admettre que les ravages des microbes sont dus uniquement au virus qu'ils sécrètent à l'instar des animaux supérieurs ?

Par une série d'expériences ingénieuses, MM. Pasteur et Chauveau ont prouvé que, dans la plupart des maladies contagieuses étudiées par eux, c'est le microbe lui-même et non le virus qui produit l'infection. M. Pasteur imagina de filtrer le sang charbonneux dans le vide à travers une épaisse couche de plâtre ; de cette façon les germes et les



bactéries dont ils proviennent sont parfaitement isolés des produits solubles qu'ils sécrètent, et qui passent seuls à travers le filtre ; puis il injecta ce liquide filtré dans les veines de divers animaux et reconnut son innocuité (1).

Un professeur d'Alfort, M. Colin, ayant objecté que cette filtration peut altérer les ferments, Pasteur fit une contre-expérience plus concluante encore. Il transporta ses tubes de culture dans les caves de l'Observatoire, où la température ne varie pas, ce qui favorise le dépôt au fond du tube des moindres filaments de la bactérie. Or, le dépôt du fond seul engendra la maladie par inoculation. Cependant, en répétant ces expériences sur les bactéries d'une autre maladie, le choléra des poules, il vit que ces principes solubles ne sont pas toujours aussi inoffensifs : le produit de la filtration du sang infecté par ce microbe engendre, quand il est introduit dans la circulation du sang, des phénomènes de somnolence très marqués analogues à ceux que produisent certains alcaloïdes, comme la morphine (1).

Mais n'anticipons pas. Avant d'étudier le choléra des

(1) M. Klebs affirme qu'il avait obtenu les mêmes résultats par filtration sur des vases d'argile à l'Institut pathologique de Berne dès 1871.

M. Chauveau choisit deux virus, l'une fixe, celui de la vaccine, l'autre très diffusible, celui de la clavelée du mouton, comparable à celui de la variole humaine, et démontra qu'ils sont tous deux de nature corpusculaire ; il établit ensuite qu'ils ont l'un et l'autre la faculté d'infecter les sujets sains par les voies respiratoires et digestives, mais qu'ils diffèrent par le nombre des agents virulents, qui est faible dans la vaccine, prodigieux dans la clavelée. (Arloing, *La médecine expérimentale en France*.)

Cette distinction capitale permettrait de ramener, d'après M. Arloing, la contagion de toutes les maladies virulentes à une seule formule, et de nier qu'il existe des maladies à virus fixe et à virus volatil. M. Chauveau a démontré également que la *gangrène* est toujours causée par des microbes de source externe, même lorsqu'elle se produit à l'intérieur de l'organisme (*Nécrobiose* et *Grangène*).

(1) La culture du bacille de la fièvre typhoïde a donné récemment une ptomaine à action toxique. Bouchard a retiré également des urines provenant de personnes atteintes de maladies microbiennes des ptomaines qu'il considère comme des produits de sécrétion des bactéries. Les ptomaines de putréfaction proviennent vraisemblablement de la même source ; cependant les ptomaines de la plupart des bactéries pathogènes sont encore à trouver.

poules, Pasteur institua des expériences de culture de la bactérie charbonneuse dans leur sang et ne réussit pas à leur inoculer la maladie.

Le sang des oiseaux a une température moyenne de  $41^{\circ}$  à  $42^{\circ}$ , celui des mammifères varie des  $36$  à  $40$  degrés : c'était donc la température qui s'opposait vraisemblablement à la prolifération de la bactérie.

Pour vérifier cette hypothèse, M. Pasteur et ses aides eurent l'idée de refroidir le sang de la poule. Dans ce but, on plongea l'animal inoculé dans un bain froid qui abaissa la température à  $37$  degrés. L'expérience réussit : la poule mourut du charbon en deux jours. C'est alors que Pasteur imagina de reprendre les expériences en réchauffant l'animal avant que la bactérie eût exercé complètement ses ravages. Il inocula comme précédemment la maladie à une nouvelle série de sujets ; mais après avoir constaté que le microbe était en voie de prolifération dans l'organisme, il plongeait les poules dans une étuve jusqu'à ce que leur sang eût atteint sa température normale. Encore une fois, la résultat répondit à son attente : les poules guérirent et les bactéries disparurent sans laisser de traces.

Un peu plus tard, un autre expérimentateur, M. Gibier, imagina à son tour de réchauffer le sang d'animaux à sang froid, comme les lézards et les grenouilles, à  $30$  degrés environ : le microbe évolua et l'animal mourut du charbon.

Par ces nouvelles recherches, qui devaient fournir à la médecine des données si précieuses dans le traitement rationnel de certaines maladies contagieuses, comme la fièvre typhoïde, l'influence prédominante du milieu dans l'évolution des bactéries était établie d'une façon saisissante. Jusqu'alors M. Pasteur avait employé avec succès, pour cultiver les microbes, de l'eau de levure filtrée et stérilisée à  $110$  degrés. Cette décoction, si favorable à l'évolution de la plupart des bactéries, fut reconnue impropre

à la culture du microbe de la poule : preuve nouvelle de l'influence des milieux, qui explique pourquoi certaines maladies contagieuses ne s'attaquent qu'à certaines espèces ou à certaines races d'animaux.

Le microbe du choléra des poules fut décrit et figuré pour la première fois par M. Peroncito, médecin vétérinaire à Turin ; mais il était réservé à M. Pasteur de démontrer par la méthode des cultures qu'il est la véritable cause de la maladie. Pasteur essaya de le cultiver dans du bouillon de poule stérilisé par la chaleur et neutralisé par la potasse ; il vit apparaître alors en quelques heures des quantités innombrables de bactéries fort petites, immobiles, légèrement étranglées en leur milieu, qui se transforment en quelques jours en des points d'un volume si réduit qu'ils ne troublent plus le liquide.

Ces microbes furent classés dans un genre distinct des vibrions et des bactéries, celui des microcoques.

### III.

Classification des bactéries. — Nouvelles contradictions. — Le Dr Koch et le Dr Peter. — Découverte de la théorie des vaccins par M. Pasteur. — Démonstrations victorieuses. — La science des causes amène la découverte du remède. — Le vaccin du charbon. — Le rouget du porc. — Le microbe de la rage, du choléra et de la tuberculose.

- En réalité, vibrions, spirilles, microcoques, bacilles, ne sont que des formes diverses des cellules qui constituent les bactéries.

Les espèces du genre *coccus* ou *micrococcus* présentent la forme de sphères plus ou moins régulières. Les *bacilles* ont la forme de bâtonnets droits ou ovales de longueurs différentes, qui peuvent, en s'allongeant, devenir de véritables filaments dans certaines espèces.

Les *spirilles* (*spirillum*), comme leur nom l'indique,

constituent une spirale à tours plus ou moins nombreux, tandis que les *vibrions* présentent souvent la forme de virgules ou de filaments arqués.

La bactérie est essentiellement formée d'une masse de protoplasme entouré d'une membrane, c'est-à-dire qu'elle constitue, comme nous l'avons dit plus haut, une véritable cellule isolée. Grâce à la méthode de coloration des éléments anatomiques par des réactifs divers, notamment par l'aniline, on parvient aujourd'hui, non seulement à distinguer ces bactéries des tissus et des matières organiques au sein desquels elles vivent, mais on peut même, dans certains cas, reconnaître la composition chimique de leurs diverses parties.

C'est ainsi que l'on a reconnu, par exemple, que leur membrane externe n'est pas toujours formée de cellulose comme chez les végétaux, mais peut être constituée par des matières grasses ou azotées.

La résistance extraordinaire de leurs germes aux causes de destruction mécanique et chimique provient sans doute de ce qu'ils sont enveloppés d'une cuirasse de matière azotée, analogue à la corne ou à la chitine qui constitue l'armure des tuniciers et des insectes.

Certaines spores, comme celles du charbon symptomatique, ne résistent pas à une ébullition de deux minutes, mais il faut une ébullition de plusieurs heures pour les détruire quand elles ont été desséchées à 33°. Dans l'air sec on a vu des germes résister à une température de 145°

Certaines bactéries sécrètent des pigments colorants : ce sont les bactéries *chromogènes*, comme le bacille du lait bleu ou du pus bleu, et les microcoques de la neige et du pain, qui passent du rose au rouge sang. D'autres sécrètent de la gelée, comme les *nostocs* (*Zooglées*), et forment des amas de matière visqueuse analogue au frai de grenouille. Telle est la *gomme des sucreries*, si redoutée

des fabricants de sucre, produite par une bactérie qui dévore le sucre, en sécrétant d'abord, pour l'intervertir, un ferment analogue à celui de l'intestin ; telle est encore la bactérie qui produit le *kefyr*, boisson nationale du Caucase, fabriquée avec du lait.

Plusieurs espèces se développent à la surface des liquides et forment un véritable voile. Telle est la bactérie du vinaigre, étudiée par Pasteur, qui transforme l'alcool en acide acétique et engendre une véritable peau blanche, appelée *mère du vinaigre*.

D'autres bactéries envahissent toute la masse du liquide nutritif où elles végètent et se distinguent sous le champ du microscope soit par leur immobilité, soit par certains mouvements sur elles-mêmes, soit encore par des déplacements plus ou moins rapides à certaines périodes de leur évolution. Ainsi les cellules des Zoogléas, qui se meuvent rapidement quand elles sont isolées, deviennent immobiles lorsqu'elles s'associent. Presque toutes les espèces mobiles perdent le mouvement quand elles vont se reproduire par des spores.

Nous avons décrit plus haut les deux modes de reproduction caractéristiques des bactéries, si bien mis en lumière par les travaux de Pasteur sur la maladie des vers à soie, et qui correspondent aux deux modes de reproduction des végétaux par graines et par boutures.

Souvent les cellules sphériques restent associées deux à deux ou quatre à quatre, après leur division par étranglement.

Ces phénomènes, correspondant à diverses phases de développement, engendrent des figures variées qui ont donné lieu aux discussions les plus vives entre les observateurs, confondant parfois un état transitoire avec une forme caractéristique et définitive d'une bactérie.

C'est ce qui a donné lieu notamment aux critiques si

*virulentes* de l'école allemande : M. Koch reproche à Pasteur et à ses élèves d'avoir commis fréquemment des erreurs de cette nature, voire même d'avoir confondu certains éléments anatomiques du sang avec des formes bactériennes. La vérité, c'est que Koch et ses disciples procèdent plus directement dans leurs recherches de l'étude de la botanique et de l'histologie que de celle de la chimie. Ils sont peut-être plus compétents que l'école française en matière de cryptogamie et de bactériologie comparées ; mais il est exorbitant de prétendre taxer, comme ils l'ont fait, M. Pasteur d'ignorance.

« Les quelques erreurs dues à l'imperfection de la technique bactériologique ne peuvent pas diminuer sérieusement la gloire scientifique de Pasteur » affirmait récemment encore un savant américain peu suspect de partialité pour l'école française, M. Georges Sternberg directeur du laboratoire de Brooklyn.

Les médecins et les biologistes, contempteurs des travaux de l'école française, oublient qu'avant de se consacrer aux études de microbiologie, qui ont immortalisé son nom, M. Pasteur avait déjà réalisé des découvertes mémorables dans le domaine des sciences exactes, de la physique mathématique et de la chimie. C'est pourquoi nous avons cru devoir insister sur les premiers travaux où s'affirment la rigueur de son esprit et l'existence de son génie.

Certains médecins français, imbus des préjugés séculaires de leur corporation, ne manquèrent pas de se faire l'écho de ces aménités à l'Académie des sciences de Paris. Il y a quelques années à peine que M. Bouley, le savant vétérinaire qui présida si brillamment l'Académie des sciences et collabora si fructueusement aux travaux de M. Pasteur, eut à soutenir contre le savant docteur Peter une discussion des plus vives au sujet des découvertes de

son illustre maître. M. Peter se scandalisait de trouver chez un chimiste la prétention de renouveler par ses doctrines la pratique médicale. Que penserait-on de moi, disait-il, si j'allais, au nom de la physiologie, en remonter à M. Dumas ou à M. Wurtz ? « On vous applaudirait, lui répondit spirituellement M. Bouley, si vous aviez en votre faveur les prodigieuses découvertes, la pénétration, la logique, le génie de l'homme que vous méconnaissez. Je m'honore d'être parmi ses disciples et ses enthousiastes, et je crois faire acte de liberté et de justice en affirmant que la doctrine du maître n'est pas, comme vous le dites, un commencement, mais une splendide aurore (1). »

Ce sont les merveilleuses expériences de culture du microbe du choléra des poules qui ont conduit M. Pasteur à la découverte de la théorie des vaccins par l'atténuation des virus.

Une portion de goutte de ces liquides de culture injectée sous la peau détermine la mort de l'animal en 24 heures par le fait de la multiplication prodigieuse de ce microbe. On le retrouve en quantité considérable dans le sang, dans la lymphe, dans les muscles et dans les cellules de tous les organes, contrairement à beaucoup d'autres microbes qui ne se retrouvent que dans le sang ou dans les profondeurs des tissus, suivant qu'ils sont *aérobies* ou *anaérobies*. Ainsi la bactériidie du charbon symptomatique ne se rencontre que dans les tissus, tandis que la bactériidie charbonneuse se développe dans le sang et dans la lymphe de tous les organes.

Il faut laisser écouler un temps plus ou moins long entre deux cultures consécutives pour observer une diminution dans la virulence.

Tant que l'oxygène est employé à la vie, aux actes de

(1) Académie des sciences de Paris, séance du 4 avril 1885.

nutrition, dit M. Pasteur, son influence atténuante ne s'exerce pas d'une manière sensible sur le microbe. C'est ainsi que la virulence peut être aussi forte à la centième culture qu'à la première ; mais du moment qu'une culture est *achevée*, il semble que l'oxygène diminue la virulence.

A l'abri de l'air, en tube clos, la culture conserve sa virulence pendant plusieurs années.

La durée de la vie des bactéries cultivées est en raison inverse du numéro d'ordre de la culture. Ainsi, pour le choléra des poules, la culture *mère*, provenant directement du sang infecté, dure de six à quinze jours. La seconde, qui provient d'une goutte de celle-ci, durera moins longtemps ; la huitième vivra trois à quatre jours seulement, la douzième, trente heures, la vingt-cinquième, vingt-six heures, etc.

Naturellement, le moment où l'ensemencement de la culture produit le vaccin utilisable varie avec les espèces ou les races de microbes, et l'expérience seule, une expérience longue et scrupuleuse, peut éclairer l'opérateur sur ce point capital. Dans ce but, il faut qu'après avoir déterminé le milieu de culture le plus convenable, il injecte le liquide de chaque culture *achevée* à des animaux dont la réceptivité pour la maladie est dûment établie par des expériences antérieures. Cette réceptivité varie beaucoup avec les espèces d'animaux qui servent de sujets. Les souris, les lapins et les cochons d'Inde sont des espèces peu réfractaires et qui se prêtent admirablement aux expériences.

Les oiseaux sont réfractaires au charbon qui tue les grands animaux ; et le microbe non atténué du choléra des poules injecté aux cochons d'Inde ne produit guère que des abcès limités, tandis que les lapins succombent à la même injection. (1)

(1) On connaît les expériences couronnées de succès tentées depuis en France et



M. Pasteur essaya vainement de cultiver normalement la bactériologie charbonneuse dans un bouillon de culture de choléra des poules.

Cette observation le conduisit à formuler la *loi de l'antagonisme des bactéries*. En effet, il ne tarda pas à constater que l'on peut conférer l'immunité charbonneuse à des animaux en les vaccinant contre le choléra des poules (1880).

Depuis lors, divers auteurs allemands ont tenté d'expliquer le mécanisme de l'immunité acquise par cette lutte pour l'existence entre les bactéries et les microcoques.

Ainsi M. de Fréudenreich a constaté que le bacille de la fièvre typhoïde se développe très difficilement dans un bouillon où le microbe du choléra des poules a végété. Il en est de même pour une série d'autres microbes. Quelques uns ne végètent plus même dans le milieu où ils ont vécu. Ce qui permettrait d'expliquer l'action des vaccins et l'absence de récurrence du plus grand nombre des maladies contagieuses, si le charbon, qui ne récidive pas, ne végétait parfaitement dans un ancien bouillon de culture.

Les diverses espèces de microbes qui peuplent la bouche sont inoffensives à l'état de santé ; mais que les fonctions digestives s'altèrent et que le milieu se modifie, ces microbes sécréteront des ptomaïnes, des ferments ou des acides capables d'altérer l'émail des dents, d'engendrer des caries, des aphtes, voire même des pneumonies à la suite d'un refroidissement. Loeffler dit avoir observé le bacille de la diphtérie dans la bouche d'un enfant qui n'avait pas cette maladie, de même qu'on a trouvé le microbe de la pneumonie dans la salive des personnes saines (1). Survienn

en Australie pour la destruction des lapins sauvages par ce microbe. *Ann. de l'Inst. Pasteur* 1888.

(1) Ibid. Décembre 1888.

une maladie de la muqueuse et le microbe se développe, comme on l'observe souvent à la suite de la rougeole ou de la scarlatine, maladies causées par des microbes d'une autre espèce.

En résumé, c'est l'influence du milieu qui modifie les propriétés virulentes du microbe, permet de le transformer en bactérie vaccinale qui évolue dans le sang ou les tissus sans produire de graves désordres, et les préserve d'une récurrence de la maladie.

M. Toussaint, professeur de médecine vétérinaire à Alfort, a découvert l'atténuation du microbe charbonneux par la chaleur et s'est procuré ainsi des bactéries vaccinales.

Mais Pasteur soutient que ces bactéries ne gardent pas dans leur culture leur atténuation d'origine et redeviennent virulentes et mortelles, si l'action de l'oxygène ne se combine pas à celle du calorique.

En tout cas, l'action de l'oxygène est aussi efficace dans l'atténuation du microbe charbonneux que dans celle du choléra des poules.

Le docteur Buchner a soutenu que le bacille du charbon peut se transformer, par des cultures successives dans certains milieux, en ce microbe inoffensif, si commun dans les infusions, que l'on a appelé *Bacillus subtilis*.

M. Pasteur fit 130 cultures successives dans l'humeur aqueuse de l'œil sans obtenir cette transformation, mais il vit qu'à la longue le microbe se modifie lentement et ne produit plus de germes en conservant néanmoins quelque virulence, comme lorsqu'on le soumet à l'action d'une faible solution de bichromate de potasse. L'observation erronée du savant allemand était inspirée par une idée *à priori*, enfantée par les théories transformistes ou évolutionnistes à la mode. Beaucoup de microbiologistes, frappés de l'influence considérable des milieux sur l'atténua-

tion des virus des bactéries et le polymorphisme des champignons, qui se transforment en levure et revêtent les aspects les plus variés par la culture, ont versé depuis dans cette erreur. Toutefois, il y a lieu de croire que, lorsque les différentes phases d'évolution des bactéries dans les divers milieux de cultures seront mieux connues, un certain nombre de microbes, considérés aujourd'hui comme des espèces distinctes, seront rayés des listes actuelles. Dès aujourd'hui, il est permis de révoquer en doute la distinction de plusieurs espèces aérobies et anaérobies. L'observation et l'expérience prouvent que, chez les organismes inférieurs, la variation du milieu entraîne la variation de la fonction et de la forme d'autant plus aisément que leurs générations se succèdent plus rapidement (1).

Il faut un siècle pour faire quatre ou cinq générations humaines ; il suffit parfois d'une heure pour produire autant de générations de microbes (2).

En général, les acides s'opposent au développement des bactéries, qui préfèrent les milieux neutres ou alcalins. Nous verrons plus loin que cette donnée précieuse est utilisée en médecine. Depuis longtemps d'ailleurs l'empirisme en a tiré parti : les peuples des pays chauds mélangent fréquemment des acides à leurs boissons ou à leurs aliments.

(1) Nous avons vu que le microbe du choléra des poules, cultivé à l'air libre à la surface d'un liquide, se reproduit en perdant sa virulence et devient inoffensif au bout de quinze jours. Ce temps correspondrait, au point de vue de la succession des générations, à plus de mille générations humaines et à plus de 24.000 de nos années. Chacune de ces générations de microbes donne naissance à des races qui demeurent au point précis de virulence où étaient descendus leurs parents. Si bien, dit M. A. Bordier, qu'on peut ainsi former chaque jour de véritables espèces qui transmettront leurs propriétés acquises à leurs descendants. (*Les microbes et le transformisme*, REVUE SCIENTIFIQUE, 21 avril 1888.)

(2) Davaine a constaté que la bactérie charbonneuse peut donner naissance en 24 heures à plus de quatre mille individus, par génération asexuée et par scissiparité ; en trois jours ce nombre dépasse soixante milliards.

Pour faire apparaître des bactéries dans un liquide acide, il suffit souvent de l'alcaliniser en présence de l'air.

La propagation d'une épidémie peut être entravée par l'usage des acides et des antiseptiques. Ainsi le meilleur moyen d'arrêter la propagation du choléra des poules consiste, après avoir isolé les oiseaux, à laver les poulailers avec de l'eau acidulée d'acide sulfurique ou d'acide phénique à 2 gr. par litre.

Le fait de l'atténuation du virus du choléra des poules par l'injection de liquides contenant le microbe modifié par l'action du milieu, hantait comme une véritable obsession l'esprit toujours en éveil de M. Pasteur. Assisté dans ces nouvelles recherches par ses deux vaillants et savants collaborateurs, MM. Roux et Chamberland, il poursuivit longtemps dans le silence du laboratoire la solution du grand problème. Enfin, le 21 février 1881, il fut en mesure d'annoncer à l'Académie la découverte du vaccin du charbon, maladie aussi redoutable pour l'homme que pour les animaux domestiques. Naturellement sa communication souleva, comme toujours, les plus vives contradictions ; mais, comme d'habitude aussi, M. Pasteur en appela à l'expérience publique. Aussitôt soixante moutons et plusieurs vaches furent mis à sa disposition par la Société d'agriculture de Melun ; M. Pasteur affirma hardiment que seuls les animaux inoculés résisteraient à la maladie. L'expérience commença le 5 mai ; elle se termina le 2 juin, à Melun, devant un public choisi et compétent d'agronomes, de vétérinaires, etc.

Comme il l'avait annoncé, les moutons et les vaches non vaccinés étaient morts ou se mouraient ; tous les autres étaient intacts !

Cette fois les plus sceptiques furent bien forcés de se rendre à l'évidence, et la cause des inoculations préventives fut définitivement gagnée. On connaît les résultats

obtenus depuis lors dans le monde entier. Partout où la méthode est appliquée sur des animaux non contaminés, avec la rigueur et l'attention qu'exigent ces procédés délicats, les résultats sont infaillibles, et la diminution de la mortalité du bétail s'accroît immédiatement en raison directe des soins donnés. En Belgique, dans le pays de Herve, les maladies charbonneuses ont presque disparu, depuis que nos vétérinaires y appliquent rigoureusement la méthode des inoculations préventives (1).

Après avoir démontré d'une façon si concluante la possibilité de transformer une maladie maligne et mortelle en une affection bénigne, occasionnant des troubles fonctionnels à peine apparents, M. Pasteur se demanda si l'on ne pourrait pas renforcer le virus des microbes, comme on peut l'atténuer. Sa bonne étoile, ou plutôt son génie, lui révéla bientôt ce qu'il cherchait. En inoculant à des animaux affaiblis ou qui viennent de naître le microbe atténué du charbon et du choléra des poules, on lui rend toute sa virulence, après quelques passages successifs. On pourrait expliquer ainsi le double phénomène de l'apparition et de la disparition des épidémies. Les propriétés virulentes des microbes ne tardent pas à s'atténuer sous l'influence de l'air ; elles se renforceraient au contraire par leur passage à travers des organismes débilités, où le microbe trouve un terrain particulièrement favorable à son évolution.

L'essor était donné aux découvertes dans la voie féconde

(1) On a constaté que les engrais commerciaux d'origine animale, comme le sang desséché, les déchets de laine, de corne, peuvent servir de véhicule au fléau de déterminer l'apparition d'une épidémie dans des régions où le charbon était inconnu.

M. Tisserand, le savant directeur de l'agriculture en France, a constaté d'autre part que le charbon ne parvient pas à s'implanter dans les régions de la Champagne, où le calcaire est recouvert d'une mince couche de terre végétale, sans doute parce que les vers de terre ne peuvent vivre dans la craie. Les sols granitiques et schisteux paraissent également indemnes ; les foyers des épidémies sont des terres fortes argilo-calcaires.

ouverte par le génie. Des milliers de chercheurs s'y lancèrent, et plusieurs d'entre eux virent leurs efforts couronnés de succès. Tel fut, en première ligne, le savant docteur Koch qui, comme nous l'avons dit, simplifia et perfectionna les méthodes d'investigation en inventant les cultures sur milieux solides et sur plaques qui permettent d'isoler les colonies de microbes. C'est ainsi qu'il parvint à isoler le microbe de deux des plus redoutables maladies qui déciment l'humanité, la *tuberculose* et le *choléra* ; tandis que M. Pasteur, après avoir isolé un bacille dans la salive des animaux atteints de la rage, commençait cette nouvelle série de recherches qui devait aboutir à la création de l'institut qui porte son nom.

C'est surtout en collaboration avec M. Thuillier que M. Pasteur étudia les propriétés de ce nouveau microbe, inoffensif pour certaines espèces d'animaux comme les cobayes, et très virulent pour les lapins. Cependant sa virulence s'exalte peu à peu quand on l'inocule à de jeunes cochons d'Inde, et il finit de culture en culture par tuer des cobayes d'un âge plus avancé. Mais alors, fait inexplicable à première vue, il a perdu sa virulence pour les lapins, ou tout au moins il n'occasionne plus chez eux qu'une maladie spontanément guérissable.

Pasteur en conclut que, par l'accoutumance à vivre chez une espèce, le microbe, correspondant à une virulence déterminée, peut changer les propriétés de cette virulence vis-à-vis d'une autre espèce d'animal, la diminuer et faire qu'elle devienne pour celui-ci un véritable vaccin (1).

(1) Plusieurs cultures, modifiées par des agents chimiques ou physiques, perdent leur virulence pour une espèce d'animaux et non pour une autre. Ainsi les cultures de microbes ou bactéries charbonneuses qui ont perdu leur virulence pour les lapins l'ont conservée pour les moutons. Les moutons d'Algérie sont généralement réfractaires au charbon qui tue les moutons de France. M. Arloing, qui a distingué un second microbe dans les maladies charbonneuses, estime que lorsqu'on met un virus dans de mauvaises conditions de développement, on en fait son propre vaccin.

Cette découverte révélait le secret d'une nouvelle méthode de production de vaccin, qu'il devait appliquer immédiatement avec succès à l'atténuation du microbe qui produit le *rouget* du porc.

Ce microbe, d'une forme analogue à celui du choléra des poules, est sans action sur ces oiseaux, mais il tue les lapins et les moutons. Découvert par M. Thuillier dans le sang et les humeurs de notre porc domestique, il fut cultivé, à l'abri de l'air, dans du bouillon du veau, et après une série de cultures, reproduisit la maladie chez certaines races de porcs sains. Il pouvait donc dès lors être considéré comme la cause de cette maladie infectieuse. Mais si on inocule le microbe du rouget de lapin à lapin, il change peu à peu d'aspect, grossit, ne présente plus l'aspect filiforme et prend la forme d'un 8 ; alors, si on inocule le sang du lapin aux porcs, ces animaux sont vaccinés contre le rouget mortel.

Cependant la méthode d'atténuation du rouget par l'oxygène donne des résultats plus sûrs. C'est par cette méthode que Pasteur réussit à préserver les porcs dans le canton du Vaucluse, comme il avait (1882) préservé les moutons dans le département de Seine-et-Marne.

Le porc s'inocule ordinairement le rouget par les voies digestives en absorbant les aliments souillés par ces déjections des porcs malades. L'hygiène préventive est donc toute indiquée. La virulence du sang est faible comparativement à celle de la rate, des ganglions et de la moelle des os.

D'après M. Chauveau, c'est surtout par excès de chaleur, en l'absence d'oxygène, que les cultures s'atténuent ; l'oxygène n'agit sur eux comme débilitant que lorsque la chaleur fait défaut. Au surplus, les deux méthodes sont combinées dans la préparation des vaccins.

Bien que le microbe de la salive tue encore les lapins après une série de quatre-vingts cultures (Thuillier), il a été reconnu qu'il n'est pas la cause de la rage, puisqu'on le retrouve dans la salive d'animaux sains ou atteints d'autres maladies.

Toute salive, même celle de l'homme, est virulente à certains degrés. M. A. Gauthier a retiré de la salive des alcaloïdes dont l'extrait aqueux est venimeux ou narcotique pour les oiseaux, absolument comme le venin des serpents qui n'est vraisemblablement qu'une ptomaine secrétée par les glandes salivaires modifiées.

Le microbe de la rage reste encore à trouver, en dépit des affirmations de certains observateurs, qui prétendent l'avoir isolé de la moelle et du cerveau, mais n'ont jamais réussi à reproduire la maladie par l'injection de liquides de culture, expérience qui constitue le seul criterium indiscutable.

M. Pasteur n'avait pas attendu la découverte du microbe pour appliquer sa méthode de culture vaccinale et d'atténuation par l'oxygène au traitement de cette terrible maladie. Quoi qu'on en dise, le succès a répondu à son attente ; des statistiques indiscutables prouvent aujourd'hui l'efficacité de sa méthode. La preuve expérimentale de l'efficacité des inoculations rabiques est faite, car les expériences sur les animaux confirment les résultats des expériences tentées sur l'homme (1).

Pasteur est également le promoteur des belles recherches qui ont conduit à la découverte des divers bacilles du pus : c'est lui qui découvrit et cultiva le vibrion du pus des furoncles et de la fièvre puerpérale, dont la science est

(1) Les renseignements fournis par M. Dujardin-Beaumetz au conseil d'hygiène de la Seine confirment de plus en plus l'efficacité des méthodes pastoriennes. Ces renseignements concordent avec ceux du Dr Bordon, sur les divers laboratoires d'Italie. La mortalité s'est abaissée en moyenne par ce traitement de 15 à 16 p. 100 à 1 pour cent (Revue médicale, avril n° 4).



parvenue à conjurer les ravages par la méthode antiseptique (1). Il découvrit également le microbe de la fièvre typhoïde des chevaux. Ce microbe, qui diffère de celui de la fièvre typhoïde de l'homme, a la forme d'un 8, avec un étranglement allongé ; injecté aux lapins, il leur communique une véritable fièvre typhoïde qui les tue en 24 heures. Mais son atténuation par la culture dans un bouillon, au contact de l'air, est très difficile à saisir, parce que la période pendant laquelle elle se montre est presque immédiatement suivie de la mort du microbe.

Au début des expériences de M. Pasteur sur l'inoculation et l'atténuation du virus de la rage, M. Peter riait de ses tâtonnements, en constatant qu'il s'était trompé sur la nature du microbe, nonobstant les dénégations énergiques de M. Bouley. M. Peter ne rit plus aujourd'hui. Avant d'opérer sur l'homme, M. Pasteur avait rendu 50 chiens réfractaires à la rage par des inoculations successives, de plus en plus virulentes, de moelle de lapins enragés ; ces lapins avaient été inoculés eux-mêmes dans les méninges avec un fragment de moelle de chien enragé. La période d'incubation de la maladie, qui est de quinze jours pour les premiers sujets, va en diminuant et se réduit à sept jours, après vingt-cinq passages. Dans ces conditions, l'opérateur introduit chaque jour dans des vases aérés, contenant un flacon de potasse pour dessécher l'air, un bout de moelle de lapin, mort de la rage après sept jours.

Lorsqu'il s'agit d'inoculer un malade, on commence par lui injecter sous la peau, au moyen d'une seringue contenant du bouillon stérilisé, quelques parcelles de moelle conservée de la sorte. On emploie de jour en jour des moelles de plus en plus récentes, c'est-à-dire qui ont séjourné moins longtemps dans l'air sec. Lorsqu'on a ino-

(1) Notamment par les solutions de sublimé corrosif au millième, et d'acide borique à raison de 30 à 40 grammes par litre d'eau.

culé les dernières, qui n'ont séjourné qu'un jour, le sujet est devenu complètement réfractaire à la rage. A part la question de doses, c'est le triomphe du principe de la médecine homéopathique, du fameux *similia similibus*.

D'après M. Bouley, l'erreur de M. Peter tient à ce qu'il n'a pas la notion exacte du microbe. Cette notion nous découvre la nature de la virulence, qui n'est autre que la fonction d'une cellule. Le mystère de la contagion est ainsi dévoilé.

« Les expériences de M. Pasteur nous ont fait voir le microbe isolé et nous ont permis de suivre son évolution dans la transparence du bocal où s'opère sa culture ; cet agent terrible est saisi, transformé, dompté ; on le domestique, on le rend bienfaisant par l'atténuation de son virus transformé en vaccin.

« N'est-ce point là une découverte grande entre toutes ? » s'écriait avec raison M. Bouley devant l'Académie.

M. Pasteur nous a appris que, placé dans un milieu de culture, la bactérie charbonneuse se transforme en spores dans l'espace de quarante-huit heures, et que, sous cette forme, elle résiste presque indéfiniment (souvent plusieurs années) à l'influence de l'oxygène ou de l'air pur. M. Pasteur est parvenu, en produisant et maintenant des températures extrêmes dans le milieu de culture (chaud ou froid), à mettre la bactérie dans l'impossibilité de se transformer en spores ; il l'a forcée à rester à l'état de *mycelium* et à subir l'action affaiblissante de l'oxygène ; il a véritablement créé une race nouvelle de microbes, à caractères propres, et que l'expérimentateur pourra toujours reproduire. N'est-ce pas là le triomphe de la science ?

Dans une leçon d'ouverture à l'École de médecine de Paris, M. le docteur Peter a bien voulu dire pourquoi il s'obstine dans sa lutte contre les doctrines parasitaires, « qui tendent de plus en plus à se répandre à la façon des

parasites » : c'est qu'elles ont, d'après lui, le tort « de prendre l'effet pour la cause, un produit morbide pour un générateur de maladie, et l'analogie pour l'identique ». La doctrine parasitaire a méconnu, selon lui, le rôle des liquides dans la virulence ; son erreur éclate dans les recherches retentissantes sur le choléra et la rage.

Les quatre élèves de M. Pasteur en Égypte ne recherchaient que le microbe du choléra et les moyens de l'atténuer ; cette préoccupation exclusive les amena à confondre des plaquettes de sang avec les microbes, comme l'a démontré depuis le docteur Koch qui, « plus heureux, trouva, à Alexandrie d'abord, puis à Calcutta, son deuxième bacille, en virgule celui-là. Par de justes représailles, les savants français prouvèrent au berlinois que ce bacille en virgule pouvait ne pas exister dans les cas de choléra foudroyants, où l'on n'en trouve que deux ou trois par hasard ; on est donc conduit à cette absurde conclusion que, moins il y a de bacilles, plus le choléra est grave. Il serait plus logique d'admettre que, quand la mort arrive si vite, le bacille n'a pas eu le temps d'apparaître. »

M. Koch explique, il est vrai, cette anomalie par la sécrétion d'un virus élaboré par le bacille ; mais M. Peter fait observer avec raison qu'il doit y avoir bien peu de virus quand il y a si peu de bacilles. Il en conclut que, parti d'une théorie solidiste, le parasitisme aux abois est acculé à une théorie humorale.

En se basant sur la découverte de bacilles dans les crachats des tuberculeux, on est arrivé à confondre, toujours d'après M. Peter, la cause de la maladie avec une de ses nombreuses conséquences, et l'on ne doit point espérer guérir les tuberculeux en entravant la vie du parasite. Considérer la tuberculose comme parasitaire, ce serait admettre que tout phthisique a été contagionné et peut

contagionner d'autres hommes ; la conséquence logique de cette doctrine serait l'organisation de quarantaines barbares contre les tuberculeux.

M. Peter ne peut nier cependant que l'inoculation du bacille de la tuberculose n'engendre presque à coup sûr cette maladie chez des animaux sains, et que la cohabitation avec des tuberculeux n'ait engendré également chez l'homme l'apparition de cette terrible maladie. Nous doutons fort que les critiques du savant docteur Peter puissent entraver la création des cours de bactériologie qui se fondent dans toutes les écoles de médecine, en vue d'étudier à fond l'évolution de ces organismes qui jouent un si grand rôle dans les maladies infectieuses et dont la découverte a révolutionné la médecine.

La *Revue médicale de l'université de Louvain* a relevé une série d'observations faites à l'hôpital de cette ville sur des malades atteints de maladies de poitrine, et dont l'examen microscopique des crachats a confirmé singulièrement les idées de Pasteur et les découvertes de Koch. Chaque fois que l'on a constaté la présence des bacilles, même chez des sujets vigoureux en apparence et chez lesquels l'auscultation ne révélait aucune lésion, le dénouement fatal ne s'est pas longtemps fait attendre.

D'après Pasteur, la tuberculose serait constituée par un kyste analogue à celui de la trichine, dont le noyau intérieur recèle un amas de microbes qui désorganisent lentement les tissus des poumons ou des autres organes ; dont ils engendrent la dégénérescence. Les statistiques établissent qu'un septième au moins de la mortalité générale est due à la tuberculose, et on peut évaluer, sans exagération, à plus de trois millions le nombre annuel de ses victimes. Les diverses inflammations locales confondues sous le nom de diathèse scrophuleuse ne seraient autre chose que des manifestations particulières de la

tuberculose, ce que démontre la présence constante du bacille de Koch dans les abcès (1).

Jusqu'à nouvel ordre, il serait téméraire de tenter l'inoculation préventive de cette maladie, qui se communique non seulement d'homme à homme, mais des vaches laitières et des nourrices aux nourrissons. Les révélations du microscope ne laissent pas que d'être fort inquiétantes, d'autant plus que, si l'on connaît beaucoup de produits chimiques capables d'occire la bactérie sous le champ du microscope et de la rendre très apparente, on n'a pas encore découvert un seul antiseptique capable de la détruire dans le sang ou dans les tissus (2).

Heureusement, le microbe de la tuberculose semble rentrer dans la loi générale en ce qui concerne l'action des milieux, et l'observation clinique paraît démontrer qu'il faut un terrain préparé par la misère physiologique pour favoriser son éclosion et son évolution ; à tel point qu'il suffirait de nourrir surabondamment le malade pour entraver la marche de la maladie à son début (3).

Un médecin de Bruxelles, M. le D<sup>r</sup> Moeller, a publié dernièrement dans la *Revue générale* (juin 1888) une

(1) Nous sommes persuadé que ce chiffre est fort en dessous de la réalité, car seules les statistiques d'hôpital ont quelque valeur. Le respect du secret professionnel et l'insuffisance du diagnostic par l'examen microscopique empêchent la déclaration d'un très grand nombre de cas de tuberculose. Suivant une statistique officielle de la ville de Paris, sur une mortalité totale de 57 mille habitants environ on a compté en moyenne 15.000 tuberculeux.

(2) Depuis la publication de ce travail, le D<sup>r</sup> Weigert de Berlin a fait connaître sa nouvelle méthode de guérison de la phthisie basée sur ce fait que le microbe de la tuberculose ne résiste pas à une température de 50 degrés. Or le poumon peut supporter pendant un temps considérable le contact de l'air sec surchauffé jusque 180 degrés. Un tube inhalateur communiquant avec des cylindres de chauffe permet d'absorber aisément cet air qui ne tarde pas à faire disparaître les symptômes de l'inflammation pulmonaire.

(3) Voir D<sup>r</sup> Peter, *Leçons de clinique médicale*, 1879 ; D<sup>r</sup> De Bove, *Traitement de la phthisie pulmonaire par l'alimentation artificielle*, 1881 ; D<sup>r</sup> Quinquand, *L'alimentation artificielle*, 1882.

étude sur le traitement de la phtisie, avec cette épigraphe : « La phtisie est curable ». Pour le démontrer, il invoque les résultats tout à fait remarquables obtenus à Falkenstein par un simple traitement hygiénique basé sur les données précédentes.

En somme, ce traitement se résume à soumettre les malades à une alimentation et à une oxydation intensives, en évitant autant que possible les écarts brusques de température que peut occasionner la vie en plein air.

M. Moeller recommande en outre les frictions de la peau, presque aussi malade chez le tuberculeux que les poumons, et l'usage d'aliments carbonés respiratoires, qui sont encore facilement absorbés et assimilés quand la fièvre diminue la sécrétion des sucs gastriques.

Malheureusement, tout le monde ne partage pas cet optimisme si consolant au sujet de l'anéantissement ou de l'atténuation du microbe qui a mérité le nom de « minotaure des sociétés modernes ». Ainsi, dans la même Revue, un autre médecin non moins avantageusement connu à Bruxelles, M. le Dr Warlomont écrivait quelques mois après (décembre 1888) :

« Les personnes dites « atteintes de la poitrine » sont de deux sortes : les unes présentent l'ensemble des symptômes qu'à un examen sommaire on est convenu d'attribuer à la phtisie pulmonaire, mais l'examen rigoureux des matières expectorées par elles n'y révèle pas la présence du « bacille de Koch ».

« A l'autre catégorie appartient la « tuberculose bacillaire », que tout médecin initié à la science moderne doit pouvoir constater par une recherche bien dirigée à l'aide du microscope. Pour ceux-là, il n'y a pas de salut à espérer ; l'échéance peut-être plus ou moins éloignée, mais elle est fatale.

« Ce n'est pas que les moyens de traitement de la phtisie

pulmonaire, tant anciens que nouveaux, fassent défaut dans les villes du littoral. Si l'autorité y a l'œil fermé, les médecins l'ont largement ouvert. Un exemple : il y a quatre mois environ, un médecin haut placé, à Paris, s'y faisait le protagoniste — inconscient à notre avis — du traitement des poitrinaires par les inhalations de vapeurs d'acide fluorhydrique, qu'il faisait ainsi entrer d'emblée dans l'industrialisme médical.

« Nous ne savons ce que pense aujourd'hui le très honorable initiateur de la méthode, ni s'il ne regrette pas un peu d'avoir, sans s'en rendre assez compte, fait la courte échelle à de vulgaires entrepreneurs ; mais ce dont nous nous sommes assuré, c'est que l'acide fluorhydrique, à titre de moyen de guérison de la tuberculose pulmonaire confirmée, est un mythe. Un individu qui entre en traitement possédé de bacilles, garde ses bacilles, voilà la vérité. »

Quoi qu'en dise M. le Dr Warlomont, nous nous permettrons de ne point partager son pessimisme, quant à l'issue nécessairement fatale de la maladie. Avons-nous la preuve que ces bacilles sont indestructibles ? Combien n'y a-t-il pas dans nos grandes villes de tuberculeux qui s'ignorent, et qui arrivent à un âge relativement avancé, grâce à la richesse de leur alimentation, à l'exercice qu'ils se donnent et aux précautions d'hygiène qu'ils prennent ?

Cette forme de phthisie torpide paraît plutôt un brevet de longévité pour certains d'entr'eux.

Déconseiller l'hivernage dans les stations méridionales quand la fortune le permet, sous prétexte que le microbe y pullule dans les appartements, nous semble trop exclusif.

Combien de personnes délicates, tuberculeuses peut-être, qui passent depuis longtemps leurs hivers dans le midi et qui s'en trouvent admirablement bien, tandis qu'elles ne supportent pas les brusques et fréquents écarts de tem-

pérature de nos climats soi-disant tempérés ! Vivre à la campagne, été comme hiver, est un conseil à suivre sous des cieux plus cléments que les nôtres, mais non dans nos Pays-Bas, transformés trop souvent en grenouillères pendant plusieurs saisons consécutives, où le malade ne peut mettre un pied dehors et respire un air humide et glacé (1).

Dans une communication faite à l'academie de Médecine de Paris le 26 Novembre dernier, M. le D<sup>r</sup> Hardy soutient, comme nous, que la tuberculose ne se développe guères que sur des sujets débilités par des maladies ou des excès ou par une tare héréditaire (nourriture insuffisante, air confiné, intempérance, excès de travail, chagrin, rougeole, coqueluche, bronchite, diabète).

La contagion vraie serait assez rare ainsi que les cas de propagation par les aliments (viande, lait, etc.). Une hygiène bien entendue permettrait d'arrêter souvent les progrès de la maladie dont les germes se trouvent partout. L'air marin, surtout quand il n'est pas soumis à de trop brusques variations de température, exerce incontestablement une influence salutaire sur les tuberculeux. M. le D<sup>r</sup> Casse, directeur de l'hôpital maritime de Middelkerke ne craint pas d'affirmer d'une manière générale qu'il n'y a pas de tuberculose pulmonaire à la mer.

Les tuberculoses locales de nature scrophuleuse y sont traitées à l'air libre avec le plus grand succès, particulièrement chez les enfants (2).

(1) L'inhalation par les cochons d'Inde des poussières sèches renfermant des bacilles de la tuberculose ne donne que rarement la maladie à ces animaux; il n'en est pas de même lorsqu'on pulvérise de l'eau contenant ces bactéries. D'où l'on pourrait conclure que lorsque les organes respiratoires sont congestionnés par un air froid et saturé d'humidité, ils se trouvent dans des conditions particulièrement favorables à la pénétration et à l'évolution des bactéries tuberculeuses dans ces organes si délicats et si sensibles aux variations atmosphériques.

(2) Academie de Médecine de Belgique, janvier 1888.



M. le D<sup>r</sup> Warlomont reconnaît qu'il existe des procédés de désinfection radicale (?) des appartements par le sublimé corrosif. Nous croyons également que ce système, en dépit du danger que présente la manipulation d'un poison violent, doit être employé de préférence aux fumigations d'acide sulfureux.

La méthode préconisée par M. Warlomont est des plus faciles : « Un ouvrier tapissier ayant éventré matelas et sièges, étalé le tout, préservé les objets métalliques et calfeutré toutes les ouvertures, on met dans un récipient quelconque de 30 à 50 grammes de sublimé qu'on porte sur un réchaud bien allumé ; l'opérateur gagne alors rapidement la porte qu'il ferme hermétiquement ; après 3 ou 4 heures, on fait des fumigations de soufre, pour neutraliser ce qui pourrait rester de mercure. »

Il ne faut pas plus s'exagérer la puissance de la contagion par la voie atmosphérique que la puissance antiseptique de ces fumigations.

M. Chamberland, l'un des plus actifs collaborateurs de M. Pasteur, estime que l'air, *s'il joue un rôle*, ne joue qu'un rôle absolument secondaire dans la contagion.

« Ce que nous avons surtout à redouter, dit-il, c'est la contagion directe par les aliments et par l'eau.

« Toutes les maladies pour lesquelles on admet que l'air joue un grand rôle sont précisément celles dont l'étiologie est encore fort obscure, comme la variole, la scarlatine, la rougeole, les maladies éruptives en un mot. »

M. Chamberland invoque un rapport de M. Chautemps au conseil municipal de Paris, qui constate que les germes de la rougeole et de la scarlatine ne sont pas diffusibles au delà de quelques mètres, ce qui rend problématique leur transport par l'air. Il en serait de même de la diphtérie, qui frappe parfois exclusivement les personnes réunies dans un appartement, sans monter ni descendre d'un

étage. De plus, s'il est un fait bien établi par les travaux de Pasteur, c'est l'atténuation plus ou moins rapide des propriétés virulentes des microbes par l'oxygène de l'air. De sorte que, ajoute M. Chamberland, nos virus réduits en poussière et flottant dans l'air ont beaucoup de chance de perdre leur virulence. Sans cette influence compensatrice de l'air, de la lumière et de la température, il serait d'ailleurs impossible d'expliquer la disparition des épidémies.

De plus, nous savons que lorsqu'une dissolution ne renferme que quelques unités de microbes, ils ne produisent généralement aucun effet, parce que les cellules de notre corps les absorbent et les digèrent.

C'est le contagé direct, d'individu à individu, qui paraît le plus facile et le plus fréquent.

Puis, c'est la contagion par l'eau ou les boissons. Au dernier congrès international de Vienne, M. Brouardel, président du comité consultatif d'hygiène, déclarait que quatre-vingt-dix fois sur cent la fièvre typhoïde était transmise par les eaux d'alimentation (1). Il en serait de

(1) Depuis que l'on a substitué les eaux de source aux eaux du Danube et canalisé les égouts à Vienne, la mortalité par la fièvre typhoïde a diminué des trois quarts. En 1877, les sources étant gelées, on distribua l'eau du Danube dans quatre arrondissements. Bientôt éclata une épidémie de fièvre typhoïde qui emporta 25 p. c. des malades. — A Francfort, la mortalité par la fièvre typhoïde, qui dépassait le chiffre 100 pour 100 000 habitants, est tombée depuis la canalisation des égouts au-dessous de 10 p. c. (*L'hygiène à Francfort*. Malhan, Francfort, 1888).

M. Vaillant cité une caserne de Paris où les cas de fièvre typhoïde ont quintuplé à la suite de la substitution de l'eau de la Seine à l'eau de source.

Dans une conférence donnée à Paris, M. le Dr Brouardel a mis en lumière d'une façon saisissante la corrélation qui existe entre la qualité des eaux et la genèse ou l'extinction des épidémies.

Dès 1866, Snow observait que le quartier de Londres le plus éprouvé par le choléra correspondait à la distribution de l'eau de la pompe de Broad street, tandis qu'à Paris le Dr Michel constatait une coïncidence semblable pour la fièvre typhoïde à Chaumont; il mit fin à l'épidémie en supprimant un réservoir souillé par les eaux d'infiltration descendant des collines et en faisant capter une autre source. Mais lorsqu'en 1881 la municipalité de Chaumont voulut distribuer de nouveau l'eau de ce réservoir, la fièvre typhoïde reparut immédiatement.

même du choléra, dont le microbe a été découvert par le Dr Koch dans les eaux d'une source alimentaire de Calcutta.

Un débat a surgi entre l'école de Koch et celle de Pasteur au sujet de l'influence de la sécheresse et de l'humidité sur la propagation du microbe du choléra. Koch soutient que la dessiccation détruit les bacilles du choléra bien plus rapidement que les autres bactéries, et que ces bacilles ne se développent et ne se multiplient que dans des milieux alcalins (1). D'autre part, on constate que les années 1865-1866 et 1884-1885 ont été des années de sécheresse, ce qui ne concorde pas, à première vue, avec

A Gênes, l'un des trois aqueducs qui alimentent la ville ayant été souillé par un torrent où les femmes du peuple lavaient le linge de cholériques habitant la montagne, le choléra ne tarda pas à éclater dans le quartier alimenté par ces eaux. Le choléra cessa dès qu'on eut ordonné la fermeture de cet aqueduc.

De même, en Bretagne, M. le Dr Charrin a pu constater que la disposition des puits et du sol était la cause de l'épidémie qui sévit en 1885. Le sol, formé par une dune presque sans pente, reposant sur un roc imperméable, laissait filtrer les eaux du lavoir de la commune de Guilvinec et infectait les puits. La mortalité, qui était terrible, fut arrêtée net par la fermeture de ces puits, sur l'ordre du médecin ; mais elle éclata de nouveau après son départ. M. Charrin revint aussitôt et constata qu'on avait rouvert un puits en son absence. L'épidémie prit fin définitivement après la fermeture du puits.

Un village voisin, où des cholériques de Guilvinec étaient allés mourir, ne fut pas atteint de l'épidémie. M. Charrin constata qu'il n'avait pas de puits et que les habitants buvaient l'eau d'une source des environs. — M. le docteur Brouardel cite plusieurs autres exemples tout aussi concluants de la contagion causée par les eaux. Il rappelle qu'à Pierrefonds, qui est bâti dans une vallée et reçoit des collines environnantes de l'eau traversant une couche de sable grossier de 20 mètres environ, MM. Chantemesse et Widal ont constaté la présence des bacilles de la fièvre typhoïde dans les puits de certaines maisons où cette maladie s'était déclarée cinq fois de suite. Or, il fut prouvé que cette eau parfaitement claire avait été polluée sur les hauteurs par des fosses d'aisance, et que par conséquent les microbes avaient traversé la couche de sable, qui constitue cependant un filtre parfait pour les matières organiques.

(1) Une faible acidité, dit-il, qui n'entrave pas le développement d'autres bactéries, enraye sa multiplication (*Breslauer Zeit.* 1884).

L'hygiène de l'alimentation en temps d'épidémie cholérique serait donc tout indiquée ; il suffirait d'aciduler les aliments et les boissons pour se mettre à l'abri du fléau.

les données du savant professeur de Berlin. On constate encore que ce sont précisément les villes manquant d'eau et de canalisation d'égouts qui sont les plus éprouvées dans le midi. Enfin, nulle part on n'use plus d'acides dans l'alimentation que dans le midi de la France et en Italie, où le citron entre dans tous les mets.

Il est probable que les bacilles du choléra, qui se multiplient si rapidement dans les linges mouillés souillés par les cholériques, quand on a soin d'entretenir l'humidité, ne résistent pas plus à l'oxydation de l'eau courante et fraîche qu'ils ne résistent à l'oxydation dans un sol poreux et calcaire. La rareté de la transmission du choléra par les rapports immédiats avec les malades, ou même avec les matières qui en proviennent serait due, d'après Koch, à une destruction rapide par dessiccation. D'ailleurs, ces bacilles seraient détruits par le suc gastrique normal qui est acide.

Dans ces conditions, les personnes souffrant de dérangements de l'appareil digestif seraient seules exposées au fléau. Le bacille du choléra est incapable de vivre dans le sang et dans l'intérieur des organes ; mais il sécrète sur la muqueuse de l'intestin une ptomaïne dont l'effet est parfois aussi foudroyant que celui de la strychnine ou de l'acide prussique. Les bacilles du choléra et de la fièvre typhoïde ne résistent pas à l'action du sang défibriné auquel certains bacilles du pus résistent fort longtemps au contraire. Le pus résulterait de l'altération par ces bacilles des globules blancs, qui sont de véritables amibes paraissant favoriser plutôt le transport des microbes dans les tissus. M. Métchnikof croit avoir découvert dans les tissus des muqueuses inaltérées, des cellules spécialement chargées de la destruction des bactéries. L'activité de ces cellules est activement liée aux conditions des milieux. C'est ainsi qu'on s'expliquerait l'influence climatérique

et saisonnière si évidente dans la marche des épidémies. On compte, à Paris, d'après M. Besnier moitié moins de décès occasionnés par la fièvre typhoïde au printemps qu'en automne. La mortalité maximum est de Juillet à la fin d'Octobre. La fièvre typhoïde y cause en moyenne 1200 décès par an.

La théorie de M. Metchnikof, qui repose d'ailleurs sur des observations sérieuses, est très à la mode pour le moment. Quoiqu'il en soit, on peut considérer dès à présent comme démontrée l'action destructive qu'exerce le serum du sang sur certaines bactéries.

M. Miquel, directeur du laboratoire météorologique de Montsouris, constate que la plupart des bactéries de l'air sont des *Saprophytes* ou germes de la putréfaction ; il n'a jamais réussi à isoler de l'atmosphère des microbes véritablement pathogènes. On comprend donc la thèse de M. Chamberland, que pour éviter les contagions, il faut se préoccuper surtout de purifier les eaux potables, de détruire les déjections du malade par le feu et l'eau bouillante, et d'assainir les literies par la vapeur d'eau surchauffée.

La saturation de la couche *superficielle* du sol des lieux habités paraît contribuer aussi pour une large part au développement des épidémies. C'est pourquoi le docteur Koch recommande de drainer soigneusement ces couches, pour entraver la multiplication des microbes, dont la sécheresse paralyse la vitalité.

Il est hors de doute qu'on a déjà réussi à entraver sur plusieurs points la marche du choléra en employant ces procédés de désinfection radicale, décrits plus haut, notamment en Italie, dans le midi de la France et aux environs de Paris, où la dernière épidémie a peut-être été enrayée par la nouvelle hygiène préventive (1).

(1) M. Pasteur a présenté dernièrement à l'Académie un mémoire d'un de ses

M. Chamberland a inventé un filtre en porcelaine cuite à 1200 degrés qui donne une eau complètement exempte de germes, et une étuve à désinfection (autoclave Chamberland) qui désinfecte en quelques minutes les linges, matelas, etc., par la vapeur comprimée. — Aucun des microbes pathogènes découverts jusqu'à présent ne résiste à une immersion de 10 à 15 minutes dans l'eau bouillante, pas plus que les bactéries de l'air ne résistent à sa calcination. Si l'air n'est pas le véhicule des microbes du choléra, de la fièvre typhoïde, il serait cependant téméraire d'affirmer qu'il ne peut servir de véhicule à d'autres microbes pathogènes, notamment à ceux qui s'attaquent aux voies respiratoires ou qui engendrent les maladies éruptives, comme les bactéries de la pneumonie, de la coqueluche, et même de la tuberculose, de la rougeole, de la scarlatine, de la variole et de l'érysipèle.

Pendant la guerre de Crimée, la ventilation régulière des salles d'hôpital a diminué sensiblement la mortalité par contagion du typhus *exanthématique*, qui décima si cruellement l'armée française.

L'analyse de l'air des salles d'hôpital a permis d'y constater la présence des microcoques de l'érysipèle et de la pneumonie. On y a même trouvé des bacilles-virgules, fort semblables à ceux du choléra ou des entérites cholériformes. Les badigeonnages fréquents à la chaux paraissent contribuer énergiquement à la destruction des microbes, bien entendu quand la chaux n'est pas carbonatée. La chaux éteinte peut servir à préparer le lait de chaux (1).

disciples, qui en faisant passer le microbe cholérigène du cobaye sur le pigeon, a réussi à reproduire chez cet animal les symptômes mortels de la maladie et à préparer un vaccin produisant l'immunité. Nous attendons la confirmation de cette grande découverte.

(1) Voici d'après MM. Chantemesse et Richard le meilleur mode de préparation : on prend de la chaux de bonne qualité qu'on fait déliter en l'arrosant petit

## IV

L'étude des bactéries de l'air et de l'eau. — Le bacille de la fièvre typhoïde. — Les germes de vers parasites. — Maladies de l'homme et des animaux domestiques. — Curieuses transmigrations. — Les ténias, les nématodes, les doutes, etc. — L'éléphantiasis, la cachexie aqueuse, la fièvre jaune, la rougeole, la scarlatine, la variole et l'origine du vaccin. — Les fièvres intermittentes et les maladies diphthériques. — Pneumonies et pleuropneumonies contagieuses.

M. Miquel a constaté que le nombre des bactéries de l'air est beaucoup plus considérable en été qu'en hiver, et que ce nombre varie en raison directe de la pression atmosphérique et en raison inverse de l'état hygrométrique.

Les pluies purifient l'air des bactéries, qui s'y sont accumulées pendant les périodes de sécheresse, alors que le vent les enlève à la surface du sol et les dissémine dans l'atmosphère particulièrement à l'état de germes (1).

L'air des villes en contient souvent des quantités considérables, de même que l'air des habitations, surtout des salles publiques, des dortoirs, casernes, hôpitaux, etc. Cependant l'air expiré ne contient guère des bactéries, tandis que l'inspiration en amène un grand nombre dans les voies respiratoires, qui constituent un véritable filtre pour les poussières atmosphériques.

Dans les 10 mètres cubes d'air que nous inspirons en 24 heures, on a compté à la campagne environ 150 mille

à petit avec la moitié de son poids d'eau ; puis on met la poudre dans un récipient bien bouché et placé dans un lieu sec. Comme 1 kilo de chaux a absorbé 500 grammes d'eau pour se déliter et a acquis un volume de 2 litres, 200 il suffit de la délayer dans le double de son volume d'eau pour avoir un lait de chaux à 20 %.

(1) Après les ouragans des équinoxes (vents du sud-ouest), on a trouvé dans l'air de nombreuses traces d'infusoires originaires de l'Amérique ; les bactéries du nouveau monde nous parviennent par la même voie. La mer est le grand désinfectant du globe, elle absorbe constamment des légions de microbes qui lui sont apportés par les fleuves et par les vents. L'épidémie d'*Influenza* a coïncidé cette année avec l'absence de courants d'air marin.

germes de moisissures, algues, levures, conferves, etc., et plus d'un million dans l'intérieur des rues. Ces moisissures augmentent beaucoup en été et par les temps humides ; de 22 par litre en été, elles tombent à 6 en hiver.

Quant aux bactéries, M. Miquel en compte en moyenne 750 par mètre cube d'air, ou moins d'une bactérie par litre ; de 600 environ en hiver, elles passent à 400 en mai, à 800 en été, en 1000 en octobre, etc. Pour les spores, au contraire, le maximum se produit en juin, et leur nombre décroît lentement jusqu'en octobre.

Les appareils qui servent à recueillir ces germes ont subi des transformations et des perfectionnements nombreux. Au début, on se contentait de faire barboter l'air aspiré dans un ballon à deux tubulures rempli d'eau stérilisée ; les germes de l'air se déposaient au passage dans le liquide, qui servait ensuite à ensemercer un certain nombre de petits ballons contenant diverses substances nutritives également exemptes de germes. Pour cultiver les moisissures, c'est-à-dire les germes d'algues et de champignons, on emploie des milieux nutritifs *acidulés* à base d'hydrates de carbone ; au contraire, pour cultiver les bactéries, on a recours aux milieux neutres ou alcalins et à base de substance azotée ; de plus, on chauffe pendant plusieurs semaines les ballons à 35° ou 40° à l'étuve, afin de favoriser la végétation.

Les progrès de ce nouveau genre de *culture intensive* ont permis d'évaluer avec une précision relative le nombre de germes contenus dans l'air, que l'on mesure à sa sortie du ballon.

Depuis lors, on a perfectionné ces procédés par la méthode de Koch, méthode déjà connue d'ailleurs des botanistes mycologues, et qui consiste à disséminer les germes sur des plaques ou des papiers enduits de gélatine ou d'autres milieux solides ou mi-solides. — L'analyse des



eaux pluviales, et surtout celle des eaux de source et de rivière, a donné des résultats tout aussi remarquables ; plus remarquables même, au point de vue de l'étude des bactéries, car il a été établi, notamment, que les eaux les plus pures en apparence, peu riches en matières organiques ou en composés azotés, peuvent contenir beaucoup de microbes pathogènes, comme celui de la *fièvre typhoïde* par exemple. Ce bacille, ainsi que le microbe du choléra, prospère dans les eaux pures, exemptes d'autres bacilles. La bactériodie charbonneuse ne craint pas le voisinage d'autres microbes, tels que les bactéries de la putréfaction, qui décomposent les matières organiques en suspension dans l'eau, et qui tuent, paraît-il, le spirille du choléra.

Toutefois il faut reconnaître, qu'en dépit de la perfection des analyses bactériologiques et mycologiques des eaux de source, de puits ou de rivière, on n'a pu y découvrir jusqu'ici que deux ou trois bactériodies véritablement redoutables pour l'homme, notamment celles du choléra et de la fièvre typhoïde. Chose curieuse, la congélation ne paraît pas avoir grande influence sur les bactéries du typhus et du pus. Il est donc dangereux de faire usage de glace provenant de rivières ou d'étangs suspects de contamination. En général, le froid ne tue pas les *germes* des microbes, qui sont détruits par la chaleur.

M. Miquel compte en moyenne 35 bactéries par centimètre cube d'eau de pluie, tandis que, dans le même volume d'eau, on en compte 1400 en amont et 3200 en aval de la Seine à Paris, et 20000 dans l'eau d'égout des irrigations d'Asnières et de Clichy.

M. Prudden et M. Janowski ont étudié récemment les microbes de la neige et de la glace. Le premier de ces observateurs a constaté que la congélation, qui ne détruit pas les germes, tue un nombre considérable de microbes ; les gels et dégels successifs leur sont plus nuisibles que la

congélation continue. Chaque centimètre cube de glace provenant de trois sources qui alimentent New-York, contenait plus de 2000 bactéries vivantes : un verre de glace fondue en contiendrait un demi-million. La glace bulleuse ou neigeuse contient toujours beaucoup plus de microbes que la glace transparente ; celle-ci n'en contient parfois qu'une cinquantaine par centimètre cube, quand l'autre en contient de 10 à 50 000. L'espèce la plus commune est un bacille fluorescent, *aérobic*, toujours plus abondant à la surface de l'eau. M. Prudden a constaté que ce bacille se dirige vers les portions bulleuses de la glace, où il est ensuite emprisonné par la congélation. Le nombre des bactéries trouvées dans la neige est très inférieur à ceux de la glace ou de la pluie. Un bacille fluorescent y prédomine également. M. Schmelck l'a trouvé dans l'eau de fusion des glaciers de la Norvège, et se demande si ce bacille ne joue pas un grand rôle dans la production de la teinte verte de ces glaciers.

De toutes ces observations il résulte qu'il est très dangereux de boire d'une autre eau que l'eau de source, à moins de la filtrer ou de la faire bouillir.

Les habitants de la campagne s'exposent fréquemment à contracter eux-mêmes, ou à inoculer à leur bétail les germes d'une maladie infectieuse, en puisant l'eau potable à des ruisseaux éloignés de leurs sources. Ce ne sont pas seulement des germes de bactéries que l'on s'expose à absorber dans ces conditions ; la pureté de l'eau peut être altérée par différentes espèces d'animalcules appartenant à des groupes fort hétérogènes, comme des infusoires, des arachnides, des crustacés et des vers. Ces eaux charrient quelquefois en grande quantité des embryons de vers intestinaux (ténia, douves, bothriocéphales), ou des anguillules, analogues aux trichines, qui se fixent dans les tissus.

En Islande, le *Tœnia echinococcus* ou *T serrata* décime la population. Ces vers à l'état de larves (*hydatides*) provoquent la formation de kystes dans le foie, et perforent le ventre, les poumons, le cerveau. Ils sont transmis à l'homme par l'intermédiaire du chien, dont les excréments, entraînés par les eaux, contaminent les rivières.

En Suisse et en Russie, le bothriocéphale, ver parasite à ventouses sans crochets, pénètre également dans le corps par les boissons ; son embryon nage au moyen des cils vibratiles dont il est couvert.

Il paraît que depuis que les habitants de Genève ont cessé de boire l'eau du lac pour s'alimenter aux sources des montagnes, l'épidémie du ver solitaire y a complètement disparu. Cependant les expériences du docteur Max Braun ont prouvé que les larves de ce ver passent par un hôte intermédiaire qui n'est autre que le brochet : avis aux touristes.

On sait que les *Helminthes*, vers entozotaires, proviennent de larves appelées *cysticerques*, qui s'enkystent dans une poche séreuse formée aux dépens des organes où elles ont pénétré. Ces petits vers sont sortis des œufs qui, après avoir été disséminés sur le sol ou sur l'eau, ont été absorbés avec les aliments.

Le plus souvent la larve vit transitoirement dans le corps d'un animal qui sera dévoré par un autre, et c'est dans le corps de ce dernier que le parasite accomplit sa dernière évolution. La ladrerie du porc n'est autre chose qu'un phénomène de cet ordre ; le vers solitaire ordinaire de l'homme résulte de la transmigration et de la transformation de cette larve dans notre propre organisme, où elle pénètre avec la viande de porc contaminée. Le mouton, en avalant avec l'eau les œufs d'un ténia de chien (*T cénure*), contracte la maladie connue dans nos campa-

gnes sous le nom de *tournis* ; les vésicules de cénure pénètrent dans le cerveau et font tourner l'animal du côté où ils siègent.

Les cysticerques sont beaucoup plus redoutables que les helminthes ou ténias auxquels ils donnent naissance : ces derniers restent confinés dans le tube intestinal, tandis que les cysticerques pénètrent dans les organes clos, dans le cœur, le foie, le poumon, le cerveau.

M. Blanchard raconte que, lors du percement du Saint-Gothard, une épidémie meurtrière s'abattit sur les ouvriers, frappés d'anémie par centaines et succombant en grand nombre aux suites de la maladie. Le docteur Gaziadée, en disséquant l'intestin d'un ouvrier, reconnut la présence de centaines de petits vers de la famille des ancyslostomes. Ces vers ont la bouche armée de quatre crochets qui les fixent à la muqueuse de l'intestin et leur permettent de perforer les tissus.

Le professeur Peroncito de Turin reconnut bientôt l'identité de cette maladie avec l'anémie des mineurs et des ouvriers qui travaillent l'argile ou les rizières, dans les pays chauds. Or, c'est par l'eau, et par l'eau seule, dit M. Blanchard, que cet hôte redoutable nous envahit. Les eaux de pluie forment des flaques boueuses où se mêlent les déjections des ouvriers réunis en grand nombre ; on s'explique ainsi qu'un seul individu puisse contaminer toute une équipe, les ouvriers déposant à terre leurs instruments et vêtements, et s'asseyant sur le sol aux heures des repas.

Dans les mines de sel ou de pyrites, ces accidents ne se produisent jamais, parce que l'ancyslostome ne peut vivre dans l'eau salée ou imprégnée d'acide sulfureux ou sulfurique.

Dans les rizières de la Cochinchine, inondées périodiquement par les débordements du Mé-Kong, la première

expédition française fut cruellement décimée par la dysenterie.

Les médecins de l'expédition, ayant remarqué que les indigènes en étaient rarement atteints, prescrivirent aux soldats de s'abstenir d'eau fraîche et de ne boire que du thé. L'épidémie fut enrayée dans sa marche. Il fut reconnu plus tard que cette maladie est due également à des vers, comme les anguillostomes et les anguillules. Mais ces parasites sont, paraît-il, toujours associés à plusieurs autres, notamment à des *trichocéphales*, des *oxyures*, des *linguatulés* et plusieurs *acarés*, de la famille des Arachnides.

On sait que la gale est produite par un *acaré* qui chemine sous la peau. Or, les accidents qu'il entraîne sont suspendus pendant le cours de certaines maladies microbiennes, telles que la fièvre typhoïde, l'érysipèle, la variole. C'est un curieux cas de lutte pour l'existence entre les parasites.

Certaines eaux douces, notamment les eaux stagnantes, contiennent de petites sangsues presque invisibles qui causent des hémorragies violentes dans l'arrière-bouche et le larynx de l'homme et des animaux domestiques. Les soldats qui suivirent Napoléon I<sup>er</sup> à travers les déserts de l'Égypte furent plus d'une fois victimes de ces parasites.

Le cheval avale fréquemment, en buvant l'eau des mares, le germe d'un ver appelé le *Sclérostome armé*. En sortant de l'œuf, ce ver circule dans les vaisseaux sanguins, où il peut produire des anévrismes et des embolies mortels ; puis il pénètre dans l'intestin où il vit à l'état adulte.

Les vers qui tourmentent les enfants sont de deux espèces. Les *oxyures*, qui mesurent quelques millimètres de longueur, vivent dans la partie terminale de l'intestin, qu'ils perforent parfois pour pénétrer jusque dans les organes

génito-urinaires. Ces vers déterminent alors chez les enfants des habitudes vicieuses par les démangeaisons qu'ils engendrent. On s'en débarrasse par les lavements répétés d'eau froide et acidulée. Les *ascarides lombricoïdes*, qui ressemblent à des vers de terre, habitent de préférence l'intestin grêle, mais remontent parfois dans l'estomac d'où ils sont chassés par des vomissements. D'ordinaire ce ver pond ses œufs dans l'intestin, d'où ils sont expulsés au dehors avec les excréments. Répandus sur le sol, ces œufs, munis d'une coque très résistante, sont bientôt emportés par le vent ou balayés par les pluies jusque dans les rivières et les flaques d'eau. Ce parasite, encore très commun à la campagne, a disparu des quartiers des villes où l'on fait usage d'eau filtrée.

Les enfants lymphatiques ou scrofuleux offrent un terrain particulièrement favorable au développement de ces vers, qui passent probablement par un hôte intermédiaire avant d'évoluer dans le corps humain. — On débarrasse les enfants des ascarides au moyen de la santonine.

Divers animaux domestiques, comme les chevaux, les bœufs, les chiens et les chats, sont sujets aux attaques des ascarides et des oxyures.

Plusieurs espèces de vers filiformes habitent également le tube digestif de l'homme et des animaux domestiques ; ils pénètrent dans les voies digestives avec l'eau potable. Tels sont les *trichocéphales*, les *strongles*, les *sclérostomes* et les *filaires* ou *dragonneaux*. Ces derniers, qui peuvent atteindre deux mètres de longueur, produisent de graves abcès sous la peau, dans les viscères et jusque dans les yeux (1).

(1) La filaire de l'œil se loge chez les nègres entre la conjonctive et la sclérotique ; une autre espèce se fixe dans le cristallin.

La filaire du cheval vit dans la poitrine, celle du chien dans le cœur. La *filaire lacrymale* vit dans les conduits lacrymaux du cheval et du bœuf.

Les œufs qui sortent des abcès sous-cutanés de la filaire de Médine donnent naissance à des embryons qui sont entraînés par les pluies dans les rivières ou les mares, où ils s'accrochent aux pattes de très petits crustacés, appelés *cyclopes*, pour pénétrer ensuite dans leur abdomen à travers les anneaux. Ces cyclopes, qui abondent dans certaines eaux pendant les grandes chaleurs, pénètrent à leur tour dans l'estomac de l'homme, où ils sont tués par le suc gastrique, tandis que les larves de la filaire accomplissent leur dernière métamorphose à l'abri de leur coque chitineuse.

Un médecin résidant en Chine, M. le Dr Patrick Mauson, a prouvé récemment que l'éléphantiasis des Arabes et l'hématochylurie des pays chauds sont déterminées par la même cause, qui n'est autre qu'une filaire du sang introduite également par l'eau dans l'organisme, mais dans des conditions tellement extraordinaires que l'on a traité de fable l'histoire de cette évolution, dont les différentes phases sont d'ailleurs parfaitement établies.

On trouve le ver à l'état de larve dans l'eau, qui lui sert de véhicule pour pénétrer dans le corps humain. Or, cette larve y a été déposée par un moustique qui a sucé le sang d'un homme atteint d'*éléphantiasis* ou hématurie tropicale.

L'examen microscopique d'une goutte de sang d'un malade y révèle la présence d'une infinité de vermisseaux qui s'agitent et nagent au milieu des globules sanguins à la façon des vibrions. Le moustique, qui a percé la peau

La strongle filaire habite les trachées et les bronches du mouton et de la chèvre, où elle détermine des broncho-pneumonies parfois mortelles.

D'autres espèces se fixent sur la trachée et les bronches des chevaux, des ânes et des bœufs, et entraînent leur dépérissement ; dans les voies respiratoires du porc et du sanglier, dans l'intestin grêle ou le poumon des ruminants, voire même dans la trachée des dindons et des faisans, chez lesquels elles produisent des épidémies mortelles.

de l'homme pour sucer le sang, aspire au moyen de sa trompe, comme pourrait le faire un chirurgien avec une seringue de Pravaz, plusieurs embryons qui se fixent et se développent dans son tube digestif aux dépens du sang absorbé. On a trouvé plus de cent larves de ce genre dans l'estomac d'un seul moustique.

C'est absolument par le même procédé que les mouches charbonneuses absorbent les bactéries qu'elles vont inoculer ensuite aux animaux. Il est probable que le poison des mouches qui rendent certaines régions de l'Amérique du Sud et de l'Afrique australe inhabitables aux chevaux ou aux bœufs n'a point d'autre origine.

Finalement la femelle du moustique va confier aux eaux d'une mare, d'un lac ou d'un ruisseau ses propres œufs et se noie après la ponte. Les embryons de la filiaire sortent alors de son cadavre et vivent au sein des eaux jusqu'au jour où ils pénètrent dans le corps d'un animal ou de l'homme. Grâce à leur petitesse extrême, ces embryons passent dans tous les liquides de l'organisme, notamment dans l'urine et dans les excréments ; et c'est en perforant les vaisseaux sanguins et lymphatiques des reins qu'ils produisent la chylurie et l'hématurie. — A l'état adulte, ces vers peuvent atteindre dans le sang et dans les vaisseaux lymphatiques une longueur de dix centimètres.

Si les vaisseaux lymphatiques s'engorgent sous l'épiderme, la peau s'indure, se gonfle démesurément, et prend des proportions monstrueuses ; de là vient le nom d'*éléphantiasis*, donné à cette maladie par les Arabes.

La cachexie aqueuse des moutons est produite par un ver plat, en forme de feuille, appelé la *douve* du foie. Elle vit à l'état de larve ciliée dans les mollusques d'eau douce, tels que la lymnée des étangs, ou dans les colimaçons, qui abondent sur les prairies humides. Dans le corps de ces mollusques, l'embryon cilié se métamorphose, ou plutôt



donne naissance à de petites larves appelées *rédiés* ; chacune de ces larves engendre une larve épineuse appelée *cercaire*, qui se fixe sur les plantes aquatiques en s'entourant d'une coque blanche ; c'est sous cette forme que les moutons l'avalent en broutant. La douve vit dans les canaux biliaires des moutons, des bœufs et même de l'homme.

La trichinose est transmise à l'homme par la viande du porc ; mais l'hôte naturel de ce ver est le rat, qui se transmet les trichines de génération en génération. Les femelles de ces vers sont vivipares et produisent chacune un millier d'embryons huit jours après leur entrée dans le tube digestif. Ces embryons percent les parois du tube et pénètrent dans les muscles, où ils se métamorphosent dans une capsule transparente en forme de citron fabriquée aux dépens de la fibre musculaire.

L'eau n'est pas le véhicule qui introduit ce parasite dans l'estomac du porc, comme plusieurs observateurs l'avaient supposé d'abord.

Certains auteurs ont soutenu que les microbes pathogènes ne peuvent vivre longtemps dans l'eau comme le font la plupart des vers parasites. C'est une erreur. MM. J. Straus et A. Dubarry viennent d'établir, par une longue série de recherches, qu'indépendamment du microbe de la fièvre typhoïde et du choléra, plusieurs bacilles pathogènes peuvent subsister même dans l'eau stérilisée. Le spirille du choléra y vit encore après 7 mois ; le bacille de la fièvre typhoïde y a été trouvé vivant après 80 jours ; le bacille de la tuberculose, après 175 jours ; le bacille de la morve, après 57 jours ; ceux du choléra des poules, du rouget du porc et du pus, après un nombre de jours variant entre une semaine et un mois. Les microbes pathogènes vivraient aussi longtemps dans les eaux les plus pures que dans les eaux chargées de matières orga-

niques ou inorganiques, et leur séjour prolongé dans ces eaux n'entraînerait pas pour la plupart d'entre eux, le microbe de la tuberculose excepté, une modification considérable de la virulence.

MM. Straus et Dubarry concluent qu'il n'y a pas de distinction radicale à établir entre les microbes pathogènes et les microbes communs de l'eau, quant à la faculté de vivre et de se multiplier dans ce milieu.

Le dégagement d'hydrogène sulfuré qui se produit dans les eaux d'égout est dû à une bactérie découverte par M. Miquel ; cette bactérie décompose les matières albuminoïdes, dont elle dégage le soufre à l'état d'acide sulfhydrique ; elle dégage aussi de l'hydrogène et de l'acide carbonique quand on la cultive à l'abri de l'air dans un milieu privé de soufre. Cultivée dans l'urine, elle donne le sulfhydrate d'ammoniaque ; or l'hydrogène sulfuré, contrairement à ce qu'on avait cru longtemps, est un antiseptique très puissant, qui entrave l'évolution de plusieurs bactéries pathogènes, notamment celle de la tuberculose, ce qui explique l'action bienfaisante des eaux minérales sulfureuses sur un grand nombre de poitrinaires.

On soupçonne encore les eaux de boisson de transmettre le germe de la fièvre rémittente. Cette fièvre est causée par un spirille qui est très abondant dans le sang des malades, mais n'apparaît point dans les sécrétions ; il disparaît après les accès ; ses longs filaments en spirale sont animés de mouvements ondulatoires très rapides. Jusqu'à présent on n'a réussi à inoculer ce microbe avec succès qu'à des singes. La maladie ne se reproduit point chez d'autres animaux, ce qui témoigne d'une adaptation très spéciale. De même le bacille de la lèpre, qui est très bien connu, a résisté jusqu'ici à toutes les tentatives de culture chez les animaux.

L'histoire nous apprend que les fièvres paludéennes

ont sévi avec une grande intensité dans les marais pontins après chaque invasion de barbares, qui déterminait l'abandon de la culture.

Le miasme de l'impaludisme est causé par un microbe d'un genre particulier qui paraît voisin des protozoaires, organisme très primitif : c'est une masse gélatineuse, qui émet des filaments transparents doués de mouvements rapides et qui peuvent se détacher pour se mouvoir dans le sang ; l'inoculation du sang infecté de ces êtres microscopiques détermine des accès de fièvre intermittente. On avait cru d'abord que cette maladie était causée par un bacille, puis par une algue microscopique de la famille des oscillaires ; ce protozoaire, si bien décrit par M. Denys dans la Revue médicale (1) se développe essentiellement aux dépens du globule rouge du sang qu'il détruit. La diminution numérique des globules rouges peut aller, paraît-il, jusqu'à un million pendant le premier accès. Le pigment colorant du globule forme alors un résidu granuleux, qui est absorbé par les globules blancs dont il développe le volume d'une façon tout à fait anormale.

On sait aujourd'hui que ce parasite commence une évolution nouvelle après les accès de fièvre et que c'est alors qu'il est le plus vulnérable, à tel point qu'une dose unique de quinquina peut le tuer, tandis que lorsqu'il se présente à l'état de corps semilunaires, correspondant aux spores des bactéries, il est invulnérable. C'est le cas ordinaire dans les cachexies paludéennes.

D'après les médecins américains Format, Curtis et Sattershwait, le microbe du croup et des maladies diphthéritiques est un microcoque qui pénètre dans les globules blancs ou leucocytes du sang et les fait éclater ; ce qui expliquerait pourquoi ces maladies frappent de préférence

(1) Mai 1889, huitième année, Peeters édit. Louvain. (Voir la planche I).

les enfants lymphatiques, dans le sang desquels les globules blancs prédominent.

Il est facile de constater la présence de ces microcoques dans les fausses membranes engendrées par la maladie, mais on n'a pu jusqu'à présent rendre un animal diphtéritique par inoculation de ce microbe. Löffler a isolé des membranes diphtéritiques une bactérie qu'il a cultivée, et qui jouerait, d'après lui, un rôle plus important que le microcoque dans la genèse de la maladie.

Dans une récente communication faite à l'Académie de médecine de Paris, MM. Roux et Yersin ont confirmé complètement la découverte de Löffler ; ils ont réussi à reproduire les fausses membranes de la diphtérie par l'inoculation de ce bacille, un peu plus épais que celui de la tuberculose, et qui demande comme celui-ci un terrain préparé pour évoluer ; ce qui explique pourquoi la diphtérie est surtout fréquente à la suite de la rougeole et de la scarlatine. MM. Roux et Yersin annoncent un prochain mémoire sur le vaccin de la diphtérie qui pourrait bien être une *ptomaine*. Ils constatent en effet que ces microbes secrètent une substance alcaloïde analogue à celle que secrètent les bacilles du choléra (1).

On a prétendu que les pigeons voyageurs donnent naissance à des épidémies diphtéritiques en colportant ce microbe ; cette affirmation, qui repose sur plusieurs observations dignes d'attention, demande confirmation. MM. Emmerich et Chauveau pensent que la volaille peut produire l'ensemencement des germes diphtéritiques dans les fumiers. D'autre part, M. Longuet a constaté que les foyers d'épidémie diphtérique les plus actifs dans

(1) Le soufre et le sulfure de calcium, administrés à temps jouiraient de la propriété d'entraver l'évolution de ce parasite du sang. Certains médecins préconisent aussi l'iodure et le Bromure de potassium (Académie de médecine de Belgique, séance du 27 avril 1889).

l'armée française sont voisins des fumiers ou des écuries de chevaux, ce qui confirme du reste les observations de Klebs, Ferrand et Tessier.

D'après certains médecins, le microbe du croup serait distinct de celui de la diphthérie ; suivant d'autres la diphthérie caractérisée par l'infection totale du sang ne serait que l'intoxication virulente du croup.

*La pépie*, qui dépeuple nos basses-cours, est caractérisée par la présence d'un bacille dans les fausses membranes ; chez les pigeons, ce bacille est plus court et paraît constituer une autre espèce.

Le D<sup>r</sup> Domingo Freire prétend avoir découvert le microcoque de la fièvre jaune, particulier à cette terrible maladie des pays chauds. Ce microcoque pourrait être également transmis à l'homme par les oiseaux. Dernièrement plusieurs personnes, en France, ont été atteintes de la fièvre jaune, qui leur aurait été communiquée par des perroquets récemment arrivés du Brésil.

D'après le D<sup>r</sup> Jourdanet, l'assainissement du sol par le déboisement et le dessèchement des marais, qui a fait disparaître la fièvre intermittente de certaines villes du littoral du Mexique, n'aurait aucune action sur le microbe de la fièvre jaune ; au contraire, l'apparition de ce fléau paraît avoir coïncidé quelquefois avec la disparition des fièvres paludéennes (1).

Les côtes aujourd'hui les plus meurtrières pour les Européens étaient à l'abri de la fièvre jaune il y a un siècle et demi, alors que la colonisation espagnole avait déjà pris un grand développement au Mexique.

La fièvre jaune ne règne pas sur les bords du golfe du Mexique pendant la saison du *norte*, le mistral du Mexique,

(1) Jourdanet, *Le Mexique et l'Amérique tropicale*. D<sup>r</sup> Domingo orvañanos : *Ensayo de Geografía medica y climatología de la Republica Mexicana*. Mexico 1889.

tandis qu'elle sévit en permanence avec les *fièvres intermittentes* sous le climat humide et chaud de la Cordoba, région éloignée de la mer, située à 800 mètres d'altitude. Ces maladies disparaissent sur les hauts plateaux du Mexique, ce qui démontre une fois de plus l'influence prédominante des milieux (pression, température, humidité) sur l'évolution des bactéries, des microcoques ou des amibes pathogènes.

La rougeole et la scarlatine seraient également causées par des microcoques, s'il faut en croire les expériences des D<sup>rs</sup> Coze; Feltz et Klein. D'après d'autres, le soi-disant microcoque de la scarlatine serait identique à celui qui engendre le pus, ou proviendrait d'une maladie éruptive de la vache. Selon Edington, le véritable agent de la maladie serait un bacille qu'on voit se développer lorsqu'on institue des cultures avec des fragments de la peau du malade, qui se détache à partir du 25<sup>e</sup> jour.

La nature du microbe de la petite vérole et la présence de ce microbe atténué dans le vaccin ont donné lieu à de nombreuses recherches qui n'ont guère abouti jusqu'à présent à des résultats concluants. Cependant on trouve toujours dans la variole et dans le vaccin des microcoques, et même de plusieurs sortes ; mais les cultures instituées en vue de reproduire artificiellement la maladie n'ont pas encore réussi.

Toutefois, dès 1868, M. Chauveau, en filtrant du vaccin sur porcelaine, a prouvé que la virulence ne réside pas dans le liquide, mais dans les granulations qui restent sur le filtre. M. Lafosse, professeur à l'école vétérinaire de Toulouse, a fait voir que le vaccin, dont Jenner a découvert par hasard les propriétés si remarquables, n'est autre chose que *Horse pox*, ou pustule caractéristique d'une fièvre éruptive du cheval inoculée à la vache (voir REVUE D'HYGIÈNE, juillet 1888 : *Cow pox et Horse pox*, par LAYET,

N'est-ce pas là encore un curieux exemple de la transformation des propriétés virulentes d'un microbe par les changements de milieu ? M. Bouley a démontré que la vaccination animale naturelle est assez fréquente dans la race chevaline tandis qu'elle est très rare dans l'espèce bovine. Le vétérinaire sait donc où trouver aujourd'hui ce germe de la vaccine naturelle. Certaines écoles discutent encore aujourd'hui l'efficacité de la vaccination, et prétendent même qu'elle peut inoculer à l'homme sain le germe de graves maladies constitutionnelles : ce sont là des hypothèses qui n'ont jamais été démontrées ; tandis qu'il est prouvé aujourd'hui que la vaccination, pratiquée avec discernement, peut faire disparaître la variole : ainsi, dans l'armée allemande, où cette pratique est obligatoire, la variole a disparu (1). Quoi qu'en disent donc ses détracteurs, le nom de Jenner ne doit pas être rayé de la liste des bienfaiteurs de l'humanité. — M. le Dr Landouzy a signalé le rapport qui existe entre la variolation et la tuberculisation. Sur 300 personnes marquées de la petite vérole, à Paris, *moins* de 4 pour cent ont été *absolument* indemnes de tuberculose.

La pneumonie fibrineuse est causée par un microcoque dont la nature a été parfaitement déterminée par M. Friedlandes. Ces microcoques sont ovales et souvent réunis par paires dans une capsule gélatineuse et transparente qui se retrouve dans les crachats. Le pneumocoque a conservé sa virulence pendant plusieurs semaines à l'état sec. Il en est de même du bacille tuberculeux.

Tout porte à croire que la pleuropneumonie contagieuse du bétail est causée par un organisme analogue. On sait que la méthode d'inoculation préventive de cette

(1) Pendant la guerre de 1870, les allemands ne perdirent que 300 hommes par la variole et les français 25 mille ! Depuis lors, une loi décrétant la vaccination obligatoire et la revaccination à l'école et à l'armée a été votée à Berlin.

maladie a été découverte et appliquée avec succès en Belgique par M. le Dr Willems, aidé de M. le professeur Van Kempen, de Louvain (Voir les rapports présentés à l'Académie de médecine Belgique en 1880-81, par MM. Willems, Bruylants et Verriest).

D'après M. S. Arloing, on rencontre ordinairement quatre microbes dans les lésions de la peripneumonie du bœuf, mais la pathogénie de la maladie ne serait liée qu'à l'évolution d'un seul qu'il appelle le *pneuma bacille* et dont les cultures suivies d'injections intraveineuses déterminent des affections pneumoniques (Acad. des Sc. de Paris) 8 septembre 89.

## V

Les microbes du sol. — Influence de la nature du sol sur le développement des bactéries. — Microbes nitrifiant et dénitrifiant. — Restitution naturelle de l'azote. — Nouvelle théorie des assolements. — Le vibrion butyrique. — Le tétanos. — Microbes et eaux d'égout. — Charbon bactérien et bactérien. — Bactérie de la morve. — Transformation du lait et du fromage par les bactéries. — Réforme de l'enseignement médical et vétérinaire. — Nouveaux principes d'hygiène. — Conclusion.

La terre, qui reçoit toutes les déjections de l'homme et des animaux, constitue le réceptacle par excellence des microbes. C'est un véritable filtre qui retient dans ses mailles tout ce qui vit. Suivant sa constitution chimique et physique et les variations climatiques, elle favorisera la conservation, le développement et l'apparition de telle ou telle espèce de microbe pathogène ; comme dans l'eau, les milieux acides développeront de préférence les germes de moisissures, algues ou champignons, les milieux neutres ou alcalins favoriseront l'évolution des bactéries aérobies ou anaérobies, suivant la profondeur.

Ainsi, nous avons vu que certaines terres (argilo-calcaires) favorisent l'évolution de la bactérie charbon-



neuse, qui ne vit pas dans les sols crayeux. Les sols sablonneux conservent ou laissent passer les germes suivant la densité de leur grain et la quantité de matières organiques qu'ils renferment. L'argile happe les microbes comme les sels minéraux et les retient énergiquement au point de les immobiliser. M. Petenkoffer enseigne que certains microbes pathogènes, ceux du choléra et du typhus par exemple, se développent de préférence dans les sols poreux à sous-sol imperméable, comme les terrains d'alluvion argileux et calcaires, tandis que les sables à couches profondes, les sols granitiques ou schisteux, c'est-à-dire les terrains primaires, jouiraient d'une immunité plus ou moins complète.

Dans ces conditions, les microbes fixés dans les terrains de la première catégorie formeraient des foyers d'épidémie chaque fois que les nappes d'eaux souterraines se retirent après avoir été surélevées par les pluies. L'abondance des pluies et l'accroissement de la chaleur favoriseraient le dégagement du miasme tellurique. A Munich, quand le niveau de la nappe d'eau souterraine s'abaisse ou s'élève, la fièvre typhoïde augmente ou diminue.

Cette théorie, combattue par plusieurs hygiénistes, repose cependant sur de nombreuses observations relevées en France et en Allemagne. Le drainage du sol constitue, dans bien des cas, une mesure d'hygiène curative et préventive des plus efficaces. La statistique a prouvé, par exemple, que dans certaines villes anglaises, comme Leicester et Salisbury, les ravages de la mortalité par la phtisie ont diminué d'un tiers ou de la moitié après le drainage du sous-sol. Il a été constaté à Gennevilliers que le relèvement du plan de la nappe d'eau souterraine suffit pour engendrer la fièvre intermittente.

Cette fièvre paludéenne n'a pas été causée par les eaux d'égoûts, puisqu'on n'a guère constaté son apparition sur

les terrains irrigués soumis à un drainage continu, où des cultures suivies et intensives entraînent des labours fréquents. D'après les travaux les plus récents, les microbes pathogènes, en général, ne vivent pas longtemps dans les cadavres : plus la putréfaction est active plus leur disparition est rapide. De la chair infectée de microbes de la fièvre typhoïde, par exemple, n'en contient plus après trois jours de putréfaction à l'air libre (Esmarch).

MM. Muntz et Schoesing ont découvert dans la terre arable un microcoque qui joue un rôle considérable dans la fertilisation de tous les sols cultivés. C'est le microcoque nitrifiant, qui transforme l'azote insoluble et inassimilable par les plantes en acide nitrique ou plutôt en nitrates, qui sont absorbés directement. Cet organisme aérobie ne commence à fonctionner qu'au-dessus de 5 degrés ; l'intensité de son action s'élève au maximum à 37 degrés ; il cesse d'agir entre 50 et 55 degrés, et meurt à une température de 100 degrés maintenue pendant quelques minutes.

Lorsque le microcoque de l'urine a transformé l'urée du fumier en carbonate d'ammoniaque, le microcoque nitrifiant transforme, à son tour, l'ammoniaque en acide nitrique ou en acide nitreux, si son action vitale est affaiblie par le défaut d'air ou de chaleur.

L'action du microbe nitrifiant est particulièrement énergique dans l'irrigation par les eaux d'égouts. A Genevilliers, toutes les matières azotées de ces eaux sont transformées en quelques heures en nitrates, en passant à travers une épaisseur de 4 à 5 mètres de sable calcaireux.

M. Duclaux a mis en lumière le rôle considérable des bactéries dans la végétation. Il a montré que les plantes que l'on cultive dans un sol dépourvu de microbes végètent aussi misérablement que dans l'eau.

M. Gayon a découvert depuis lors, à la station agrono-

mique de Bordeaux, un microbe aux fonctions opposées, c'est-à-dire *anaérobie*, qui produit la réduction des nitrates dans le sol et favorise le dégagement de l'azote libre ; ce ferment, qui pourrait bien être le vibrion butyrique de Pasteur, est, comme le précédent, paralysé par l'action du chloroforme, l'élévation ou l'abaissement de la température. Cependant, d'après les dernières recherches de M. Th. Schloësing sur l'atmosphère confinée dans le sol, l'oxygène se trouverait aussi dans le sous sol en quantité telle qu'il faudrait renoncer à parler de son atmosphère réductrice (acad. des sciences) 14-21 octobre 1889.

Il existe une catégorie de plantes cultivées, de la famille des légumineuses, que les cultivateurs ont qualifiée depuis longtemps du nom de plantes améliorantes, parce que la culture de ces plantes, intercalée dans l'assolement, paraît enrichir le sol en matière fertilisante au lieu de l'appauvrir.

Il y a une trentaine d'années déjà que M. George Ville instituait au muséum de Paris des expériences de laboratoire concluant à la fixation directe de l'azote de l'air par les plantes de cette famille. Cette doctrine fut vivement discutée par les chimistes, notamment par Boussingault. Mais, dans ces derniers temps, un savant allemand, reprenant les expériences de culture dans le sable calciné, avec des engrais minéraux sans azote, vint confirmer les idées du savant français, en ce qui concerne la fixation de l'azote libre de l'air par les végétaux de cette famille. Seulement, au lieu d'admettre que l'azote est fixé par les cellules des feuilles et de la tige, il soutint que cette fixation s'opère par l'intermédiaire des racines, chargées, chez les légumineuses de bulbilles contenant des bactéries. D'autre part, suivant M. Berthelot, il suffit de laisser reposer le sol arable pour fixer l'azote de l'atmosphère par l'inter-

médiaire des microbes de l'argile, ce qui justifierait l'ancienne pratique de la *jachère nue* (1).

Ces microbes seraient, dans cette hypothèse, les agents naturels de la restitution de l'azote, qui constitue l'élément fertilisant par excellence de la terre arable. *A priori*, il peut paraître difficile d'admettre que les bactéries, qui sont essentiellement des agents de désorganisation, puissent déployer la quantité d'énergie considérable qu'exige la fixation des molécules de l'azote libre sur des molécules hydrocarbonées. On sait, en effet, que l'azote est un corps indifférent, très rébelle aux combinaisons dans nos laboratoires. Il est vrai que certaines bactéries anaérobies, comme le vibrion butyrique, dégagent de l'hydrogène naissant qui peut déterminer la synthèse de l'ammoniaque, en l'absence de l'oxygène. Ainsi le fer qui s'oxyde à l'air humide décompose l'eau et fixe l'azote de l'air sur l'hydrogène naissant, qui résulte de cette décomposition. La fonction spéciale que les légumineuses exercent par l'intermédiaire des bactéries constituerait un nouvel exemple de ce phénomène curieux baptisé par les botanistes du nom de *symbiose* ; c'est ainsi que certaines moisissures que l'on remarque autour des racines des arbres favoriseraient l'assimilation des principes fertilisants par une décomposition préalable et que l'association intime d'une algue et d'un champignon donne naissance aux lichens. Dans ces derniers temps, un biologiste Russe a constaté la présence constante d'une espèce de bactérie dans le tissu cellulaire des pucerons.

Ces bactéries vivant dans les tissus sains et normaux qu'il a baptisés du nom de *biophytes* pour les distinguer

(1) D'après M. Dehérain, professeur au Muséum, un champ cultivé avec un mélange de graminées et de légumineuses fixe plus de 200 kilogr. d'azote par an et par hectare. Suivant M. Joulie, le sarrasin et le trèfle hybride fixeraient jusque 432 kilogr. (Voir la note à la fin.)

des saprophytes et des pathogènes, contribuent vraisemblablement à la nutrition ou à la dénutrition des tissus. Elles se rencontrent chez tous les représentants de l'espèce même chez les embryons.

Toutes ces découvertes tendent à confirmer la doctrine physiologique qui considère les organismes comme des associations d'individualités cellulaires libres ou agrégées en tissus, véritables républiques de microbes hétérogènes. Elles établissent la haute portée de l'enseignement de la biologie cellulaire et justifient la création d'une chaire spéciale dans les facultés médicales.

On trouve dans la terre diverses espèces de ferments butyriques, confondus jusqu'ici avec le vibrion butyrique de Pasteur ou le bacille *Amylobacter*, décrit par Trécul et Van Tieghem, qui dissout la cellulose et contribue pour une si large part, avec le ferment nitrique, à la décomposition des matières organiques du sol.

La cellulose est dissoute par un ferment diastasique sécrété par le bacille ; il se forme de la dextrine et du glucose, absolument comme dans l'orge germée. Ces produits se transforment ensuite en acide butyrique. — Le rouissage du lin et du chanvre est l'œuvre d'un vibrion butyrique plus ou moins anaérobie.

Ce microbe, qui se développe abondamment dans la panse des ruminants, contribue aussi pour une large part à la digestion de la cellulose de leurs aliments. Cependant il n'attaque pas la fécule, se bornant à digérer la cellulose des membranes qui entourent les grains d'amidon. Il contribue également à la digestion des matières azotées et à la transformation des aliments en matière fécale. On a découvert dans son bacille ou bâtonnet la présence de grains d'amidon qui disparaissent au moment de la formation du germe. Celui-ci ne résiste pas à une ébullition de quelques minutes.

Le vibrion septique, isolé du bacille charbonneux par la méthode de Pasteur, se trouve aussi très abondamment dans le sol, où sa présence occasionne de fréquents accidents dont la cause était absolument inconnue jusqu'à nos jours. De la terre, mise en contact avec une plaie, peut occasionner la gangrène, en introduisant les spores de ce microbe dans le torrent circulatoire. Un certain nombre d'animaux domestiques succombent chaque année à ce genre de septicémie gangreneuse ou gazeuse, qui se produirait plus fréquemment si le microbe n'était exclusivement anaérobie.

L'an dernier, M. le D<sup>r</sup> Verneuil a soumis à l'Académie de médecine un important mémoire établissant l'existence dans le sol du microbe spécifique du *tétanos*. Ce microbe, qui se colore facilement par l'aniline, est un véritable bacille.

Il est possible de remonter de l'homme tétanique au cheval malade ou sain. La transmission (cela résulte des observations) est directe ou médiate ; elle s'opère par le contact, par l'approche, *par le sol, par le fumier, par les bestiaux*, par les charrettes, par les harnais, par les divers objets que le cheval malade a contaminés. La persistance des propriétés virulentes du germe est telle, qu'on a vu une écharde de bois, extraite d'une plaie, produire le tétanos après deux ans et demi. Les palefreniers, les propriétaires de chevaux, les vétérinaires, les cochers sont les plus exposés à contracter la maladie. La morsure d'un cheval furieux, mais non tétanique, peut déterminer le tétanos.

M. Verneuil cite une série de faits cliniques montrant la transmission du tétanos à l'homme par le cheval, le *mulet*, l'âne, le mouton. L'origine équine paraît dominer ; elle semble avoir le redoutable privilège de déterminer les épizooties tétaniques ; on n'a pas le droit de nier, de prime abord, cette origine, lorsqu'on ne découvre pas le point

de départ du mal. Il ne faut pas oublier qu'un médecin peut servir de véhicule à l'infection puerpérale, qu'il n'a pas cependant contractée ; de même aussi un cheval non tétanique, un animal sain, peut transmettre le germe du tétanos à un animal qui en meurt. Enfin, l'homme à son tour peut propager le germe sans avoir le mal : sans être tétanisé, il peut être tétanifère.

Tout le mobilier d'écurie est susceptible de propager l'affection : les blessures à l'œil produites par la mèche d'un fouet contaminé sont particulièrement dangereuses. Un de ces empiriques qui circulent dans les campagnes, et qu'on nomme hongreurs, ayant osé pratiquer une opération sur un homme, lui donna le tétanos. Un cultivateur, piquant des betteraves dans un champ qui avait reçu du fumier provenant d'une écurie infestée, se fait une légère blessure au doigt avec son piquet, et au bout de quelques jours meurt tétanique.

La contagion par les harnais et les charrettes ne saurait être révoquée en doute ; elle est si manifeste, qu'il a été question de la combattre par des règlements de police sanitaires. Des soldats recueillis sur le champ de bataille, pendant le siège de Paris, ont pris le tétanos dans les voitures contaminées des cultivateurs, qui avaient servi pour le transport à l'ambulance.

Un jardinier conduisant un tombereau a le doigt pris entre le timon et la corde qui sert de trait. La plaie devient rapidement infectueuse et le tétanos se déclare, etc., etc.

Selon M. Duclaux, qui s'est attaché à dénombrer les microbes du sol et à déterminer leurs fonctions respectives par la méthode des cultures, le nombre des microbes serait proportionné à la quantité de matière organique contenue dans le sol : ce qui revient à dire qu'un sol normal est saturé de microbes, contrairement à ce qui arrive pour

l'air et pour l'eau. M. Maggiora constate que le nombre des germes dans les sols déserts et forestiers est beaucoup plus faible, à égalité des autres conditions, que dans les terrains cultivés ; et dans ceux-ci, il est inférieur à celui des lieux habités. D'après M. Rietsch, le sol à sa superficie renferme de 400 à 900 mille bactéries par gramme (1) ; les microcoques y sont beaucoup moins nombreux que les bacilles (Koch). Ce nombre varie évidemment avec la compacité et le degré d'aération. Plus un terrain est ancien et plus son altitude est grande, plus il est pauvre en germes, toutes choses égales d'ailleurs. Plus le sol est compact et imperméable à l'air, moins il renferme de germes aérobies capables de se développer sur la gélatine ; les sables sont plus pauvres en germes que les terrains riches en argile et en humus.

Quant aux terrains cultivés, le nombre des germes y augmente avec l'activité de la culture et la puissance de la fumure. L'arrosage par le purin favorise spécialement le développement des microcoques. Enfin, dans les sols habités, le nombre des germes superficiels est naturellement très grand ; dans les couches inférieures, il va d'ordinaire en diminuant rapidement, comme d'ailleurs dans tous les autres terrains.

Le nombre des maladies infectieuses produites par la terre, dit M. Flügge, serait beaucoup plus varié si la répartition du vibrion septique et du bacille du tétanos ne masquait les autres agents infectieux, en provoquant la mort des animaux qu'on inocule avant que les autres bactéries, qui se multiplient moins vite, aient pu exercer leur action.

D'après M. Fraenkel, la bactériidie charbonneuse ne se développe guère au delà d'un mètre et demi de profon-

(1) On a calculé qu'il faut en moyenne six à sept cent millions de bactéries pour atteindre le poids d'un milligramme.



deur, faute d'oxygène ; le bacille du choléra se développe à 3 mètres, du mois d'août au mois d'octobre et à 1 m. 50 seulement, d'avril à juin. Le bacille typhique supporte le mieux les variations de température du sol. Il végète vigoureusement jusqu'à 3 mètres de profondeur, à partir du mois de juin. En général les microbes pathogènes exigent un milieu nutritif riche et déterminé, contrairement aux microbes saprophytes qui se multiplient partout. Ces dernières espèces de bactéries, très nombreuses dans le sol, vivent aux dépens des matières organiques mortes d'origine animale ou végétale, les digèrent au moyen des ferments diastatiques qu'elles sécrètent et les ramènent au règne minéral.

M. Galippe a institué une série de recherches expérimentales pour s'assurer si les microbes du sol ne pouvaient pas pénétrer dans les tissus végétaux, surtout lorsqu'ils se développent en excès, comme c'est le cas dans les terrains irrigués par les eaux d'égouts. Il a découvert ainsi des microbes variés et nombreux dans la plupart des légumes cultivés à Gennevilliers, sauf dans l'ail, dont l'empirisme utilise depuis longtemps les propriétés antiseptiques dans l'alimentation. En résumé, le nombre des microbes contenus dans les végétaux paraît proportionnel au nombre des microbes des fumures et du sol.

Les expériences de M. Granger ne concordent pourtant pas avec celles de M. Galippe. En arrosant des graines et des légumes avec de l'eau stérilisée chargée de bacilles de la fièvre typhoïde, ce dernier n'a jamais retrouvé de traces du microbe dans la pulpe de ces végétaux (radis et salades). — M. Fernbach dit avoir repris les expériences de Galippe, en se plaçant dans les mêmes conditions et avoir obtenu des résultats opposés. Il conclut que les tissus *normaux* des végétaux constituent un filtre parfait pour les microbes (*Annales de l'Institut Pasteur*,

octobre 1888). Cependant les germes pathogènes peuvent adhérer aux racines et aux tiges. Ainsi on a donné le tétanos à des animaux en leur inoculant de la terre qui adhéraît à des pommes de terre ou à d'autres légumes.

Les champs de pommes de terre constituent un terrain de culture particulièrement favorable à l'évolution des bactéries. Koch et ses disciples, ont démontré qu'un bon nombre de microbes pathogènes forment des colonies prospères lorsqu'on les cultive sur pommes de terre.

Ces observations ont soulevé à nouveau la question de savoir si le système du « tout à l'égout » et de l'épuration par l'irrigation pure et simple ne favoriseraient pas la diffusion des épidémies, notamment de la fièvre typhoïde, dont le microbe peut traverser des couches épaisses de terrain, sans perdre ses propriétés redoutables. C'est ainsi qu'il peut infecter les puits en temps d'inondation. Généralement cependant les eaux de drainage renferment très peu de germes, même à une faible profondeur, comme à Gennevilliers (2 mètres).

Au dernier Congrès d'hygiène et de médecine publique de Francfort, la question du traitement des eaux d'égout et de leur canalisation a été discutée à fond, en tenant compte des résultats obtenus jusqu'ici par les divers essais tentés par les municipalités. M. Koch, directeur du bureau d'hygiène de l'Empire, affirme que l'épuration doit en tout cas précéder l'irrigation, et que la chaux suffit à certaines doses pour débarrasser les eaux des matières infectieuses et les empêcher d'entrer en putréfaction. Il reste à découvrir, dit-il, la proportion exacte de lait de chaux à mélanger aux eaux d'égout. La question des germes pathogènes au sol a été reprise au congrès d'hygiène de Paris (août 89) par MM. Granger et Richard.

La dessiccation du sol détruit beaucoup de microbes notamment celui du choléra et tous les microcoques. Les

deux causes de destruction les plus puissantes sont la lumière solaire et la concurrence des bactéries saprophytes qui leur disputent l'espace et la nourriture. Cette concurrence vitale est telle que l'on n'obtient guère le développement des bactéries pathogènes *dans le fumier et dans le sol non stérilisé*. D'où l'on peut conclure que l'irrigation des champs fréquemment labourés par les eaux d'égout ne présente guère de dangers et que « *les sols où se pratique la culture intensive sont de vastes ateliers de désinfection* » ; mais si l'ameublissement périodique est recommandable, il n'en est pas de même du bouleversement des terrains non remués depuis longtemps. On voit alors les germes pulluler et les épidémies apparaître dans bien des cas.

Nous avons vu comment M. Pasteur a démontré la diffusion des maladies charbonneuses par l'intermédiaire du sol et des vers de terre. Divers insectes, qui vivent dans le sol à l'état larvaire, ou qui, à l'état parfait, recherchent les cadavres, contribuent également à transmettre par inoculation la maladie à l'homme et aux animaux.

Sous nos climats tempérés, ce sont particulièrement les mouches qui tourmentent les chevaux et les bœufs pendant la période des chaleurs, telles que les *taons* et les *asiles*, qui produisent l'affection charbonneuse appelée *pustule maligne* également redoutable pour l'homme. M. Meguin signale également les *simulies*, espèce de moustiques, qui pénètrent dans les oreilles des bestiaux, et dont les larves pullulent dans les ruisseaux dès le premier printemps ; et la *mouche piquante* (*Stomoxys calcitrans*), ressemblant extérieurement beaucoup à la mouche commune, mais dont la trompe est plus forte. Les limaces peuvent contribuer aussi à la dissémination des microbes pathogènes (Karlinski).

La pustule maligne, contrairement aux croyances popu-

lares, n'est guère à redouter que dans les régions où sévissent les maladies charbonneuses. Mais les mouches peuvent inoculer dans le sang d'autres microbes capables d'engendrer des accidents, tels que les germes du vibrion septique et les microcoques de la suppuration, que Pasteur a isolés de l'eau de la Seine.

Il ne faut pas confondre avec la maladie charbonneuse proprement dite le charbon symptomatique, qui se rapproche beaucoup plus de la septicémie que de la fièvre charbonneuse ; il n'a pas encore été observé chez l'homme. Le charbon symptomatique, qui s'attaque surtout aux bœufs et aux moutons, jamais aux chevaux, aux porcs ni aux oiseaux, provoque des tumeurs noirâtres qui peuvent atteindre des développements énormes ; il est presque toujours mortel. Mais le sang et les viscères sont peu modifiés à l'autopsie.

M. Chauveau a réussi à produire le vaccin de cette maladie en atténuant le virus par l'action de la chaleur.

On distingue aujourd'hui le microbe du charbon symptomatique, sous le nom de *charbon bactérien*, de celui du charbon véritable, appelé *charbon bactéridien*. Les bacilles de ce dernier sont immobiles, tandis que ceux du premier présentent des mouvements très vifs et sont franchement anaérobies, sans développer, comme la bactériodie charbonneuse, de longs filaments qui obstruent les vaisseaux. La privation d'air tue rapidement les cellules du charbon bactéridien, et favorise au contraire le développement du charbon bactérien.

Si les microbes charbonneux se diffusent surtout par la terre, le sol peut également servir d'intermédiaire à la diffusion du virus de la morve du cheval, qui d'ordinaire se communique à l'homme par contagion directe. Cette maladie, presque toujours mortelle, est produite par un bacille que l'on avait confondu d'abord avec celui de la

tuberculose, et qui se trouve abondamment dans le *jetage*, dans le sang et dans le pus, répandus sur les litières par les animaux malades. Le jetage morveux garde sa virulence dans l'eau pendant plusieurs semaines, mais il est rapidement détruit par l'ébullition ou par la dessiccation à l'air libre. La viande des chevaux morveux, qu'il n'est pas toujours facile de distinguer de la viande saine, doit être écartée de la consommation.

Un vétérinaire, M. Nocard, a découvert et décrit depuis un nouveau microbe aérobie en forme de broussaille, qui serait cause du farcin du bœuf. Cette maladie qui n'atteint que les bovidées est caractérisée par l'inflammation des vaisseaux et des ganglions lymphatiques et détermine des espèces de tubercules dans le poumon, le foie et la rate. M. Nocard a décrit également le microbe de la *mammite chronique* chez la vache, qui entraîne une altération profonde dans la qualité du lait, rempli de microbes pathogènes juxtaposés en forme de chapelets ou de chainettes : Ainsi que le microbe de la mammite gangréneuse des brebis qui entraîne rapidement la mort. Cet organisme, à la fois aérobie et anaérobie, appartient aussi au groupe des microcoques.

Pour terminer cette revue des microbes les mieux étudiés jusqu'ici au point de vue du rôle qu'ils jouent dans l'économie de la nature, il nous reste à exposer les remarquables et fécondes recherches entreprises par M. Duclaux, disciple de M. Pasteur, au laboratoire de la Sorbonne, sur les microbes qui président à la transformation du lait et du fromage.

Nous avons signalé en passant le rôle que jouent les bactéries dans la formation du koumis et du kefir, ces boissons alcooliques de saveur aigrelette fabriquées avec du lait de jument, de vache ou de brebis, et qui devien-

ment mousseuses par la fermentation. Deux microbes, des bactéries et des levures dominent la scène dans la série des phénomènes physiques et chimiques qui produisent ces transformations.

Le lait devient d'abord acide par le fait de la prolifération du ferment lactique de Pasteur. Cependant la caséine ne se précipite pas, car elle est dissoute par un ferment produit par d'autres bactéries contenues dans le kefyr, tandis que le sucre de lait est interverti par un second ferment sécrété par une levure.

Le ferment qui dissout le fromage est une espèce de suc gastrique analogue à celui que sécrètent les glandes digestives des animaux supérieurs et de l'homme ; ce ferment a été appelé *caséase*.

Une autre bactérie fabrique également un ferment analogue à la diastase de l'orge germée ou à celui de la présure provenant de l'estomac du veau, qui précipite la caséine dans le lait et la fait passer à l'état solide dans nos fromageries.

Les fromages fabriqués avec du lait écrémé ne contiennent plus guère de matières grasses ; mais les bactéries ne tardent pas à décomposer la caséine quand le fromage est abandonné à lui-même dans des conditions de milieu favorables à leur évolution et à régénérer la graisse en digérant la caséine au moyen des ferments qu'elles sécrètent.

La pâte devient alcaline par suite de la formation des produits de dédoublement et d'hydratation de la matière albuminoïde ; alors les corps gras sont saponifiés et donnent naissance à des acides gras volatils qui communiquent au fromage une odeur caractéristique.

Plusieurs moisissures ou champignons se mettent de la partie : ce sont des *penicillium* et *oidium*, qui s'attaquent à la surface du fromage, jusqu'à ce qu'ils soient supplan-

tés dans la lutte pour l'existence par les bactéries, qui finissent par rester maîtresses de la place. Ces bactéries, suivant M. Duclaux, se divisent en deux grandes séries : aérobies ou anaérobies, suivant qu'elles vivent à la surface où à l'intérieur du fromage. Les aérobies sécrètent de la présure et de la caséase ; les anaérobies fabriquent des acides gras, en dégageant de l'acide carbonique et de l'hydrogène qui fait gonfler la pâte. Parfois ces bactéries, en se développant à l'excès dans certaines conditions, fabriquent des ptomaines, c'est-à-dire de véritables poisons, et produisent les diverses maladies des fromages. Dans le fromage de Cantal seul, M. Duclaux a isolé dix espèces de bactéries, dont 7 aérobies et 3 anaérobies.

Suivant la température à laquelle le fromage est soumis, l'humidité des caves, les substances qu'on mélange à la pâte (comme le pain moisi dans le Roquefort), on peut favoriser à volonté le développement de certaines espèces de moisissures ou de bactéries, qui ne tardent pas à former une couche glaireuse à la surface.

Cette couche empêche l'accès de l'air et par conséquent l'action des *aérobies* à l'intérieur de la pâte.

En décomposant la caséine en matières grasses et en produits de désassimilation salins ou gazeux, les bactéries transforment en réalité un fromage *maigre* en fromage *gras*. Aujourd'hui que le perfectionnement de la mécanique agricole permet de séparer complètement le beurre de la caséine contenue dans le lait, l'étude des propriétés des bactéries et leur culture, visant à déterminer leurs fonctions spécifiques, présentent un véritable intérêt économique dont l'importance n'échappera pas aux agronomes.

Les recherches de M. Duclaux ont été poursuivies en Suisse par M. Adametz de l'École de laiterie de Sornthal sur le fromage d'Emmenthal et sur un fromage mou. Il a isolé 19 espèces de microbes et trois levures. Il a trouvé

de 90 à 140 mille bactéries par gramme dans l'Emmenthal frais. Ce nombre s'accroît avec le temps et atteint deux millions dans un fromage de 45 jours. M. Adametz a démontré que les bactéries sont les véritables agents de la maturation, en entravant à volonté ce phénomène par des antiseptiques,

En mélangeant aux fromages diverses moisissures ou bactéries *de la putréfaction*, il a obtenu une maturation identique !

Comme la bière et le vin, le lait est sujet à plusieurs maladies causées par des microbes, telles que la maladie du *lait bleu*, du *lait visqueux*.

M. Duclaux a cultivé la plupart de ces bacilles au laboratoire de la Sorbonne. Le bacille du lait bleu a été isolé par Fuschs, Mielsen et Hüppe. Ces derniers l'ont cultivé sur plaque de gélatine, sur pommes de terre et dans divers autres milieux ; ils ont décrit toutes ses phases d'évolution et reconnu que la coloration qu'il communique au lait est due à un pigment. Il suffit, pour empêcher son développement, de laver à l'eau bouillante les récipients où l'on conserve le lait. Ce microbe ne se développe que dans certaines espèces de lait : de même que la bactériodie charbonneuse ne s'attaque pas aux moutons barbares d'Algérie, de même le microbe du lait bleu n'évolue point dans le lait de certaines vaches.

Parvenus au terme de cette revue, trop aride peut-être, des découvertes réalisées jusqu'à ce jour dans le domaine des infiniment petits, cherchons maintenant à nous rendre un compte exact de la portée de ces observations et de ces expériences si délicates et si ardemment discutées.

Une donnée générale de la plus haute importance se dégage tout d'abord des recherches de Pasteur et de ses disciples : c'est la découverte des causes d'une série de



maladies presque innombrables, qui déciment l'humanité depuis son origine, sans qu'elle ait réussi jusqu'à ce jour à se rendre compte de la nature de ces agents morbides.

Contrairement aux idées reçues dans le monde médical, l'école de Pasteur a démontré que la maladie est souvent de cause externe et qu'elle ne se produit pas spontanément dans l'organisme.

« La maladie est en nous, par nous et procède de nous, » disait en pleine tribune académique le célèbre docteur Pidoux.

« Non », répond aujourd'hui le docteur Straus, au nom de M. Pasteur, « c'est du dehors que la maladie nous vient, nous envahit ; tantôt d'une façon soudaine et turbulente, comme dans les fièvres, tantôt sourdement, lentement et pour ainsi dire morceau par morceau, comme dans les affections diathésiques, dans la lèpre, dans la tuberculose.

« La maladie ne naît pas sous l'influence d'une simple modification, d'une déviation de l'état physiologique ; dans la plupart des cas, elle est évoquée en nous par des agents extérieurs ; et ainsi, par un étrange retour, nous sommes ramenés à la vieille définition de la maladie : *morborum causa externa, morbus corporis reactio.* »

M. le docteur Straus (1) constate que dès à présent il faut faire rentrer dans le cadre des maladies parasitaires, non seulement le groupe entier des pyrexies proprement dites, mais encore la plupart des maladies aiguës que l'on considérait autrefois comme des phlegmasies franches, dues aux seules causes banales : les suppurations, les pneumonies, le rhumatisme articulaire aigu.

« La plupart des grandes maladies chroniques qui, naguère encore, formaient le groupe obscur des affections

(1) Leçon d'ouverture du cours de pathologie expérimentale et comparée de la Faculté de médecine de Paris.

dites diathésiques, rentrent aujourd'hui dans la même catégorie. M. Hansen a trouvé le bacille de la lèpre ; à M. Koch appartient la grande découverte du bacille de la tuberculose ; simultanément MM. Bouchard, Capitan et Charrin, MM. Lœffler et Schütz ont isolé le bacille de la morve. On n'a pas encore réussi à mettre en évidence le microbe de la syphilis ; nous en parlons cependant avec pleine foi en son existence, et M. le professeur Fournier, dans ses écrits et ses leçons, proclame sans cesse que nulle hypothèse n'est plus nécessaire et plus légitime. Le cancer lui-même, cette autre maladie diathésique, paraît relever aussi, tout permet de le présumer, d'une cause parasitaire. »

Cette manière de voir est peut-être un peu trop exclusive ; car si certaines diathèses, comme la tuberculose, la scrophulose, le cancer, la syphilis, peuvent être ramenées à l'évolution d'un microbe qui a fait effraction dans l'organisme et s'est transmis avec le sang de génération en génération, on ne peut en dire autant d'autres diathèses, comme la goutte, l'arthritisme ou le diabète, qui résultent du surmenage du système nerveux, de l'accumulation et de la rétention, dans le sang ou dans les tissus, des produits de désassimilation agissant comme de véritables poisons ; ou bien encore de la plupart des maladies organiques de l'appareil de la circulation et du système nerveux.

Sous ces réserves, nous n'hésitons pas à souscrire aux vues émises par le savant professeur de Paris, quand il affirme « que l'édifice entier de la médecine est remanié jusque dans ses fondations et que LA BACTÉRIOLOGIE DOIT ÊTRE LA BASE DE L'ENSEIGNEMENT ACTUEL DE LA PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. » Nous ajouterons cependant qu'il est indispensable de compléter cet enseignement par celui de la chimie biologique, qui permet seule au médecin de se

rendre un compte exact de la composition du sang et des produits de désassimilation de l'organisme et des bactéries.

Liebig avait raison de dire que les urines sont les cendres du sang, et que l'analyse de ces résidus permet seule de se rendre un compte exact de l'intensité de la combustion vitale et des troubles de la nutrition.

M. le docteur Straus constate que les fièvres traumatiques, les infections purulentes et putrides, la pourriture d'hôpital, ont disparu aujourd'hui des services où opèrent des chirurgiens vraiment dignes de ce nom ; ce sont, dit-il, des maladies éteintes.

« La chirurgie, jadis si meurtrière, est devenue d'une audace et d'une sécurité presque sans bornes. Le moindre furoncle touché par le bistouri pouvait autrefois entraîner la mort ; aujourd'hui les chirurgiens entreprennent couramment et avec la certitude du succès des opérations qu'ils n'auraient pu proposer autrefois sans être taxés de coupable folie. » « Supprimées, l'infection purulente et l'infection puerpérale qui n'en est peut-être qu'une variété dit le Dr Gallois.

Supprimées, la septicémie, l'érésypèle chirurgical, la gangrène, la pourriture d'hôpital : supprimées les suppurations, les fusées purulentes, les ostéites, les phlébites, adénites, etc., etc. Consultez les statistiques mortuaires des services de chirurgie d'autrefois vous y trouverez toutes ces maladies. Consultez-les aujourd'hui vous ne les retrouverez plus. »

Il y a trente ans, la mortalité des femmes en couches était de 10 pour cent à la Maternité de Paris. En 1884, grâce à l'emploi rigoureux de la méthode antiseptique, M. Tarnier constate que, sur près de 1000 femmes entrées à la Maternité, il n'y a eu qu'un seul décès.

Enfin, la révolution apportée dans l'hygiène par ces découvertes est plus radicale encore ; le lecteur a pu

apprécier, dans le cours de ce travail, l'immense portée des révélations de la bactériologie tant au point de vue de l'hygiène publique que de l'hygiène privée.

Nous savons maintenant comment naissent ces maladies qui déciment l'enfance, portent le désespoir dans les familles et pénètrent sous notre toit, soit avec les aliments ou les boissons, comme le lait et l'eau potable, soit avec les personnes qui ont séjourné dans les chambres de malades atteints d'affections contagieuses, soit avec des animaux domestiques que les enfants caressent sans défiance.

Nous savons comment nous pouvons souvent remédier à ces éventualités redoutables par des mesures préventives, telles que l'ébullition ou la filtration des liquides, la cuisson suffisante des aliments, l'enlèvement des poussières avec un linge mouillé, le flamage, le lavage des instruments au moyen d'une solution au millième de sublimé corosif ou du phénol dilué, etc., etc.

Nous savons qu'il est imprudent de changer d'habitation ou de s'installer dans des appartements sans s'enquérir au préalable de la qualité des eaux et de la santé des locataires sortants : une chambre où un poitrinaire a passé les derniers mois de sa vie, remplissant l'air, les tentures et les tapis du redoutable bacille, doit être désinfectée avec le plus grand soin. Il en est de même des appartements habités par des malades atteints de fièvres éruptives, comme la variole et la scarlatine, ou de maladies diphtéritiques, voire même du cancer et de la pneumonie.

Nous savons qu'il faut détruire autant que possible par le feu les déjections des malades, et traiter les literies par l'eau bouillante ou par la vapeur d'eau surchauffée ; que l'infiltration des égouts ou des fosses d'aisance dans les puits est une cause des plus redoutables de contamination.

Enfin nous avons vu à quel point l'agronomie, l'irriga-

tion et le drainage, l'hippologie, l'élevé du bétail, les industries laitière et fromagère, la fabrication des engrais commerciaux relèvent de cette science, qui n'était qu'une lettre morte avant les découvertes de M. Pasteur et des vétérinaires ou des chimistes, qui l'ont si vaillamment secondé dans ses arides recherches.

Le débat mémorable qui surgit à l'Académie de Paris entre un vétérinaire, M. Bouley, et un médecin, M. Peter, a personnifié en quelque sorte la lutte entre les traditions de la science médicale et les idées modernes. Les médecins vétérinaires furent incontestablement les premiers à contrôler directement les expériences d'inoculation de Pasteur sur les animaux et à prêter au savant chimiste le concours précieux de leurs connaissances professionnelles et de leur indépendance d'esprit.

La science vétérinaire s'est élevée d'emblée, par les belles découvertes de ses représentants, notamment de MM. Chauveau, Arloing, Cornevin, Nocard, Schütze, Peroncito et Toussaint, à la hauteur de la science médicale. C'est ce que M. le Dr Verneuil se plaisait à constater dans le récent Congrès de la tuberculose, qui s'est tenu à Paris. La barrière élevée au siècle dernier, par un étroit esprit de corps, entre ces deux corporations, qui comptent aujourd'hui dans leur sein des savants de premier ordre, initiés aux méthodes exactes et au maniement des instruments de précision de la physique et de la chimie, peut être considérée comme entièrement détruite.

Nous n'en voulons d'autre preuve que la transformation du régime des écoles vétérinaires dans toute l'Europe, leur annexion aux universités, et l'accès des académies ouvert de toutes parts aux membres du corps enseignant de ces écoles.

Lorsque, il y a une vingtaine d'années, nous eûmes l'honneur de donner à Bruxelles, devant un auditoire

choisi, notre première conférence sur les applications de la biologie à l'hygiène et à l'agriculture, nous inspirant particulièrement des idées de Claude Bernard et de Pasteur, il nous souvient que nous rencontrâmes parmi nos auditeurs des médecins qui révoquaient véhémentement en doute la portée des expériences des illustres professeurs du Collège de France et de l'École normale.

Dans le monde médical d'alors, comme dans le monde philosophique, c'était encore la mode de rire ou tout au moins de sourire des prétentions exorbitantes de ces chercheurs de petites bêtes, qui ne rêvaient à rien moins qu'à révolutionner la médecine et l'hygiène, sans avoir passé par les fourches caudines de la docte faculté. Songez donc : un simple chimiste ou un physicien, absolument étranger au Parnasse hippocratique, qui peut-être ne savait pas même le latin, et qui se permettait d'ouvrir aux yeux fascinés du public des horizons sublimes, et d'émettre des vues dont la réalisation devait bouleverser de fond en comble l'édifice si laborieusement échafaudé, pendant des siècles, par les grands-prêtres de l'empirisme.

Les aréopages s'insurgèrent avec un remarquable ensemble contre les prétentions exorbitantes de ces profanes, oubliant que toutes les découvertes modernes de l'hygiène et de la médecine, comme de l'industrie et de l'agriculture, procèdent en droite ligne de ces sciences du règne inorganique, trop longtemps dédaignées ou négligées dans les écoles de médecine.

Qu'était, en effet, la physiologie, c'est-à-dire la science de la vie, avant les découvertes des Galilée, des Torricelli, des Lavoisier ? Une série de suppositions plus ou moins fantaisistes, plus ou moins invraisemblables, et reposant beaucoup moins sur une observation minutieuse des faits que sur les déductions de doctrines philosophiques *à priori*.

Il n'y a pas si longtemps qu'on résolvait, dans les écoles philosophiques, des problèmes de biologie par les distinctions classiques des *substances* et des *accidents*, des *qualités réelles* et des *formes substantielles* ; qu'on affirmait, par exemple, qu'une boisson ne peut guérir la fièvre, parce qu'un liquide est une substance et la fièvre un accident ; ou bien encore que la fertilité du sol s'épuise parce qu'il a perdu sa force végétative, principe analogue à la fameuse force curative des médicaments (*vis medicatrix*) (1).

Il faut lire ces élucubrations mystico-scientifiques des écoles médicales de la Renaissance, pour se faire une juste idée de l'aberration de l'esprit humain aux prises avec la nature sans être armé du talisman de la méthode expérimentale.

N'oublions pas les tracasseries que les initiateurs de cette méthode, comme Descartes, Galilée, Harvey, Vésale, subirent de la part des sages de leur temps. Une ode de Boileau a immortalisé le souvenir de ce fameux arrêt du Parlement de Paris, édictant la peine de mort contre quiconque oserait enseigner des doctrines contraires à celle d'Aristote.

Descartes était coupable d'avoir enseigné la véritable théorie de la circulation du sang, récemment découverte par Harvey, et d'avoir culbuté, par sa physique, l'échafaudage des métaphysiciens qui personnifiaient sous des noms barbares les forces incomprises de la nature. En réduisant les *formes substantielles* à des propriétés de la matière, *figures, situations, grandeurs et mouvements*, l'illustre géomètre dissipa d'un seul coup tous ces fantômes de l'imagination des anciens et créa la physique moderne.

Il formula l'idée mère de la *thermodynamique*, la trans-

(1) César Cantu : *Histoire universelle*, t. V, onzième époque.

formation des forces physiques considérées comme de simples propriétés de la matière, qui a jeté de si vives lumières sur la physique, la mécanique, la chimie et la physiologie modernes. Il fut, avec Newton, le révélateur des principes de l'optique, dont les applications engendrèrent des découvertes merveilleuses, telles que le microscope et le spectroscope. Ces découvertes devaient permettre aux médecins du XIX<sup>e</sup> siècle de rendre la vue à des aveugles-nés par des opérations d'une délicatesse admirable, reposant sur la science approfondie et raisonnée de la structure et du jeu de cet organe que l'on a appelé le miroir de l'âme, l'œil humain.

Les seules découvertes du thermomètre et du baromètre, des lois de la pression atmosphérique et du calorique, dans l'école de Galilée et de Newton, devaient apporter en médecine et en hygiène une révolution aussi considérable que celle de la découverte de l'oxygène et de la composition de l'air, dans l'école de Lavoisier.

L'idée que la vie matérielle n'est qu'une combustion lente des aliments dissous dans le sang par des ferments, qui engendre la chaleur et le mouvement, comme le charbon dans la machine à vapeur, fit sourire les médecins du temps de Lavoisier, absolument comme, il y a quarante ans, les idées de Raspail et de M. Pasteur sur le rôle des infiniment petits dans la nature.

N'était-ce pas un simple chimiste, après tout, que ce Lavoisier, ancien fermier-général du roi Louis XVI, qui passait dans ses fermes tous les loisirs que lui laissait son enseignement ?

Le *principe vital*, ce grand mot vide de sens, dispensait les philosophes de son temps de toute recherche et donnait soi-disant la clef de tous les phénomènes biologiques, comme la *force végétative* et la *force curative* servaient à expliquer les propriétés du sol arable et des médicaments.



Lorsque les rhéteurs sanguinaires et les politiciens ignares de la Convention condamnèrent Lavoisier à mourir sur l'échafaud, en déclarant « que la République n'avait pas besoin de savants », il ne se trouva dans toute l'Académie de Paris qu'un huissier pour le cacher et un médecin pour le défendre. L'illustre chimiste, confiant dans le prestige de son génie et la noblesse de sa cause, dédaigna de plaider son procès ; il mourut victime de son désintéressement, de l'indifférence de ses collègues, de l'ignorance et du fanatisme des politiciens.

Il n'y a pas si longtemps qu'un autre chimiste, non moins illustre, fut traité avec le même dédain, sinon avec la même brutalité, par des conseillers municipaux de la ville de Paris qui se targuaient également de républicanisme. Cet homme s'appelait M. Pasteur ; il avait rendu à son pays et à l'humanité, de l'aveu même de l'étranger, plus de services que les plus illustres conquérants de la France.

« *Les vraies conquêtes, les seules qui ne laissent après elles aucun regret, sont celles que l'on fait sur l'ignorance.* » Qui le croirait ? cette belle pensée, si bien applicable aux conquêtes de M. Pasteur, est de Napoléon.

Napoléon a couvert l'Europe de sang et de ruines. Ses conquêtes ont entraîné la mort de plusieurs millions d'hommes ;... M. Pasteur, au contraire, a conquis sur la mort un nombre incalculable de vies humaines.

La théorie des germes peut se résumer en deux mots : L'air, la terre et l'eau sont remplis de semences de végétaux et d'animaux inférieurs, dont beaucoup d'espèces sont parasistes de l'homme et des animaux supérieurs, et produisent en pénétrant dans les organes la plupart des maladies.

L'hygiène préventive et curative doit reposer désormais

sur l'histoire naturelle de ces infiniment petits, sur la science des moyens de les éviter, de les détruire ou d'en atténuer les ravages.

Les microbes proprement dits ne sont en somme que des moisissures d'un genre particulier qui végètent de préférence dans les tissus d'organes divers, affaiblis par des vices de nutrition.

Tout excès met l'individu en état d'imminence morbide, c'est-à-dire ouvre la porte à ces agents de mort invisibles qui l'entourent et dont le rôle consiste essentiellement, dans l'économie de la nature, à ramener la matière organisée au règne minéral, à transformer les matériaux de la cellule en gaz ou en cristaux.

En d'autres termes, le microbe rompt l'équilibre instable de la vie et régénère des édifices atomiques en équilibre stable, aux affinités satisfaites.

D'après les données qui précèdent, il est facile de se faire une idée des divers processus suivant lesquels les bactéries évoluent dans l'organisme.

Ou bien le microbe qui pénètre dans le torrent circulatoire met littéralement le feu à la maison ; il produit une véritable infection putride du sang, suivie de décomposition des tissus, par ses produits de sécrétion : *ptomaïnes, ammoniacques composées, acides, ferments solubles, etc., etc.*

C'est une épine qui pénètre dans la chair, mais une épine empoisonnée, terriblement prolifique qui infecte tous les organes.

Tels sont, par exemple, les microbes générateurs des fièvres éruptives, scarlatine, variole, de la diphtérie, de la fièvre jaune, de la peste à bubons, du choléra, de l'infection purulente.

C'est la décomposition sur le vif par la gangrène des tissus et trop souvent le malade a conscience de ce hideux travail de mort.

Le microbe se glisse partout :

Il frappe successivement ou simultanément les muqueuses, les séreuses, les glandes ouvertes ou closes, les viscères, les ganglions, les os, le derme et l'épiderme qu'il ulcère et qu'il perfore.

Il amène des troubles ou des lésions plus ou moins graves — suivant son espèce et le tempérament de l'individu — des systèmes nerveux musculaires, osseux, et des appareils digestifs, circulatoires, respiratoires, etc. Parfois on le retrouve jusque dans la moëlle des os (fièvres typhoïdes).

On voit apparaître alors l'épouvantable cortège de maux constituant les symptômes caractéristiques de ces diverses maladies, dans les diverses régions du corps : fièvres, diarrhées, vomissements, bronchite, laryngite, pneumonie, méningite, péritonite, péricardite, néphrite, albuminurie, hydropisie, abcès internes et externes, ulcérations de la peau et des muqueuses, suppuration, gangrène, etc.

On dirait que l'organisme est envahi et perforé en tous sens par des millions d'aiguilles microscopiques qui provoquent successivement la congestion, l'inflammation, la suppuration et la décomposition des tissus.

Le frisson et la fièvre sont presque toujours les symptômes prémonitoires de ces invasions meurtrières, le lever du rideau de ces drames horribles qui se terminent trop souvent par la mort de l'individu ou qui entraînent à leur suite des lésions organiques et des infirmités incurables comme la paralysie, la démence, la cécité, la surdité, l'inflammation et la dégénérescence du cœur et de ses enveloppes, etc.

D'autres fois, le microbe se localise dans un organe qu'il enflamme sans que l'incendie paraisse étendre plus loin ses ravages.

Parfois même il paraît n'atteindre qu'un seul tissu, par

exemple dans la rage où le poison se localise dans le bulbe et entraîne la mort par la lésion du système nerveux.

Dans la fièvre typhoïde, il s'attaque à des glandes spéciales de l'intestin qu'il perfore en y produisant l'hémorragie et la gangrène, après avoir provoqué la défibrination du sang.

Dans la petite vérole, il produit souvent l'asphyxie, en supprimant les fonctions de la peau profondément ulcérée, *variole confluyente* ou *hémorrhagique*; il détermine la gangrène de la gorge, de la bouche et même du globe de l'œil. C'est pourquoi, avant la découverte du vaccin et la généralisation de son usage, on rencontrait tant de malheureux grêlés, devenus aveugles à la suite de cette maladie cruelle.

Le *modus vivendi* de la plupart des microbes dans l'organisme est encore un mystère pour les biologistes. Ainsi, tandis que l'on constate que le sang est un milieu mortel pour toute une série de microbes, on les voit se propager quelquefois dans l'organisme avec une rapidité extraordinaire.

Le microbe de la tuberculose, par exemple, peut se localiser dans les ganglions lymphatiques ou dans les membranes séreuses des articulations (tumeurs blanches) sans pénétrer dans les poumons, dans le péritoine ou dans les méninges. Et cependant il peut aussi se répandre dans tous ces organes à la fois (tuberculose miliaire).

De même, les deux microcoques de la pneumonie ne se localisent pas toujours dans les poumons, mais pénètrent dans la circulation générale. Ils produisent alors ces inflammations des séreuses du cœur, des poumons et du cerveau que l'on nomme *péricardites*, *pleurésies* et *méningites*. On conçoit difficilement comment les divers tissus qui tous respirent et éliminent les produits de la respiration puissent favoriser l'évolution de microbes *anaérobies*.

Le sang oxygéné qu'ils reçoivent par le canal des capillaires devrait entraver, semble-t-il, la prolifération de ces microbes.

Le vibrion septique anaérobie injecté dans les veines est inoffensif et tue quand on l'introduit sous la peau.

La mort se produit souvent en 24 heures par suite de la pullulation dans l'organisme de la bactérie, qui produit la gangrène et dont les spores, charriées par le sang, ne germent qu'en l'absence de l'oxygène.

Mais dans la plupart des cas de mort rapide ou foudroyante, l'empoisonnement du sang doit être attribué plutôt à des ptomaines sécrétées par le microbe et dont l'action toxique est comparable à celle des alcaloïdes végétaux.

Le réseau lymphatique, les ganglions et les glandes qui en dépendent, comme la rate, paraissent constituer un milieu d'élection pour un grand nombre de bactéries pathogènes qui s'y propagent avec rapidité, soit qu'elles aient pénétré dans l'organisme par la voie du canal digestif ou par la peau ; ce qui s'explique aisément quand on se rappelle que ce réseau prend ses principales sources dans le derme, dans les séreuses et dans les muqueuses intestinales.

En résumé, si *l'histoire des ravages d'un microbe à travers l'organisme* attend toujours son historien, les données expérimentales résultant des découvertes de la science moderne, suffisent pour fonder une hygiène nouvelle, l'hygiène préventive et rationnelle des maladies contagieuses.

L'ancienne classification des miasmes en trois catégories : *miasmes humains* (1), *miasmes telluriques* (2) et *miasmes animaux* (3) est une division arbitraire qui n'a plus guère de raison d'être.

(1) Fièvres éruptives, typhoides, puerpérales.

(2) Choléra, fièvre jaune, peste, dyssenteries, fièvres intermittentes, diphtérie.

(3) Rage, charbon, morve.

## NOTE.

Indépendamment des nombreuses communications qu'il a faites à l'académie des sciences de Paris, M. Berthelot vient de publier dans les *Annales de physique et de chimie* de nouveaux travaux qui font suite à ses expériences sur la fixation de l'azote libre par la terre et les végétaux. Soixante-quatre expériences méthodiques, exécutées pendant l'année 1888, confirment absolument les conclusions que nous avons tirées de nos propres expériences dans le sable lavé et calciné, instituées au Jardin botanique de Louvain, de 1884 à 1888 ; à savoir, que, comme l'affirme depuis trente ans M. G. Ville, il existe des plantes *améliorantes*, c'est-à-dire des plantes dont la culture permet d'emprunter directement ou indirectement à l'atmosphère, — peu importe au point de vue pratique, — l'élément le plus coûteux de l'engrais, c'est-à-dire l'AZOTE. Cette doctrine a rencontré jusqu'ici la plus vive opposition de la part de certains agronomes qui préfèrent s'en tenir au *magister dixit* que de s'en rapporter au témoignage de l'expérience personnelle et des agriculteurs pratiques.

Nous n'avons cessé d'insister depuis quinze ans sur l'immense portée de cette découverte de biologie végétale au point de vue de l'Économie rurale.

S'il existe des sols ou plantes jouissant de la faculté d'emprunter l'azote à l'atmosphère par l'intermédiaire des bactéries, toute la théorie des assolements doit reposer dorénavant sur les cultures *améliorantes* qui permettent de remettre en valeur les plus mauvaises terres. Depuis lors, plusieurs praticiens belges, convaincus par les démonstrations expérimentales que nous avons fournies, ont appliqué en grand, avec succès, les principes que nous avons enseignés, au milieu des plus vives contradictions (1). Car, si nous avions souscrit d'abord aux idées de M. G. Ville, en ce qui concerne l'affirmation du principe de la *sidération*, l'expérience nous a amené, dans la suite, à discuter ses théories et ses calculs dans ce qu'ils ont de trop absolu. Ainsi nous ne pouvons admettre, comme l'affirme le célèbre professeur du Muséum, que le trèfle emprunte tout son azote à l'air. Nous avons signalé, sous ce rapport, de singulières variations, non seulement dans la famille des légumineuses, mais aussi des graminées, dont certaines espèces rustiques et vivaces contribuent énergiquement à la fixation de l'azote (*L'analyse du sol par la plante*, REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES 1887. *Le progrès agricole en Belgique*, REVUE GÉNÉRALE, Novembre 1889). Or les expériences de M. Berthelot, Bréal, de Helriegel et de plusieurs autres savants étrangers, confirment aujourd'hui nos conclusions en ce qui concerne les plantes d'une même famille, comme les légumineuses silicoles et calcicoles, et certains végétaux de familles différentes.

On ne saurait assez appeler l'attention des cultivateurs sur cette donnée capitale de la science agricole, confirmée par la microbiologie, qui doit apporter à brève échéance dans leur industrie une révolution aussi radicale et aussi féconde que celles que nous venons de signaler dans le domaine de l'hygiène et de la médecine.

---

(1) Voir notre *Traité pratique de chimie agricole et de physiologie animale et végétale appliquée à l'agriculture*. — Louvain, A. Peeters-Ruelens, éditeur, 1885.

# TABLE DES MATIÈRES.

---

## CHAPITRE I

Les précurseurs de la théorie des germes. — Raspail, Schwann et Schröder. — Premières recherches de M. Pasteur. — La nutrition minérale des ferments. — L'acide tartrique droit et l'acide tartrique gauche. — Dissymétrie moléculaire. — La cause de la fermentation. — Les ferments lactique et butyrique. — Aérobie et anaérobie. — Les générations spontanées. — Etudes sur le panspermisme. — Un tournoi scientifique. — La fleur du vinaigre et les maladies du vin et de la bière

p. 7

## CHAPITRE II

Les maladies des vers à soie. — Découverte de la théorie de l'évolution des germes. — La culture des bactéries du charbon des animaux domestiques ; étiologie et prophylaxie de cette maladie. — L'infection putride. — Aérobie et anaérobie. — La théorie cellulaire et l'unité de la vie dans les deux règnes. — Ferments solubles et ptomaines. — Le choléra des poules

p. 22

## CHAPITRE III

Classification des bactéries. — Nouvelles contradictions. — Le Dr Koch et le Dr Peter. — Découverte de la théorie des vaccins par M. Pasteur. — Démonstrations victorieuses. — La science des causes amène la découverte du remède. — Le vaccin du charbon. — Le rouget du porc. — Le microbe de la rage, du choléra et de la tuberculose

p. 37

## CHAPITRE IV

L'étude des bactéries de l'air et de l'eau. — Le bacille de la fièvre typhoïde. — Les germes de vers parasites. — Maladies de l'homme et des animaux domestiques. — Curieuses transmigrations. — Les ténias, les nématodes, les douves, etc. — L'éléphantiasis, la cachexie aqueuse, la fièvre jaune, la rougeole, la scarlatine, la variole et l'origine du vaccin. — Les fièvres intermittentes et les maladies diphtéritiques. — Pneumonies et pleuropneumonies contagieuses

p. 65

## CHAPITRE V

Les microbes du sol. — Influence de la nature du sol sur le développement des bactéries. — Microbes nitrifiant et dénitrifiant. — Restitution naturelle de l'azote. — Nouvelle théorie des assolements. — La symbiose. — Le vibron butyrique. — Le tétanos. — Microbes et eaux d'égout. — Le sewage et la culture maraîchère. — Charbon bactérien et bactériidien. — Bactérie de la morve. — Transformation du lait et du fromage par les bactéries. — Réforme de l'enseignement médical et vétérinaire. — Nouveaux principes d'hygiène. — Conclusion.

p. 82

---

## Morphologie des microbes.

### Grossissements divers.

#### Fièvre intermittente

*d'après Golgi et Councilman.*

Figures 1 à 10. Évolution et division dans le globule rouge de l'hématozoaire de la fièvre tierce.

Figures 11 à 19. Évolution de l'hématozoaire de la fièvre quarte.

Figures 20 à 24. Parasite libre observé par Councilman dans les formes pernicieuses de la fièvre intermittente.

Figures 25, 26 et 27. Corps semi-lunaires observés dans la cachexie paludéenne.

Figure 28. Coupe à travers le cerveau ; Capillaires remplies d'hématozoaires au stade de la segmentation. Les globules rouges sont déformés ou détruits.

---

#### FIG. 1.

- A. Bacille parasite des larves d'abeilles (*B. Alvei*). Les spores se forment après la mort de l'insecte.
- B. Spirille du choléra.
- C. Bacille du foin (*B. subtilis*) dont les spores abondent dans l'air, dans le sol, sur les plantes et dans l'estomac et les excréments des herbivores. (Mode de formation des spores dans la chaîne de bâtonnets). Aérobie.
- D. Bacille de fièvre typhoïde (en sporulation et en culture).

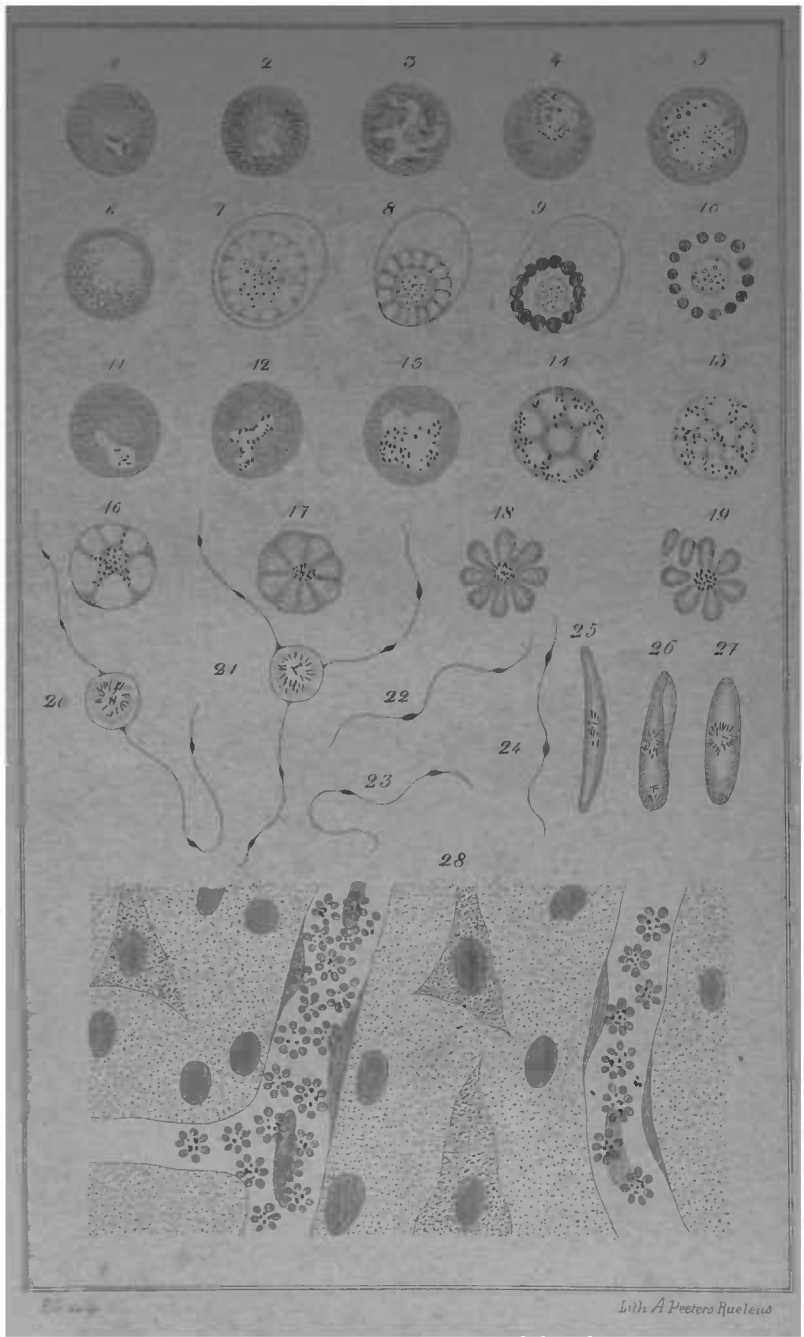
---

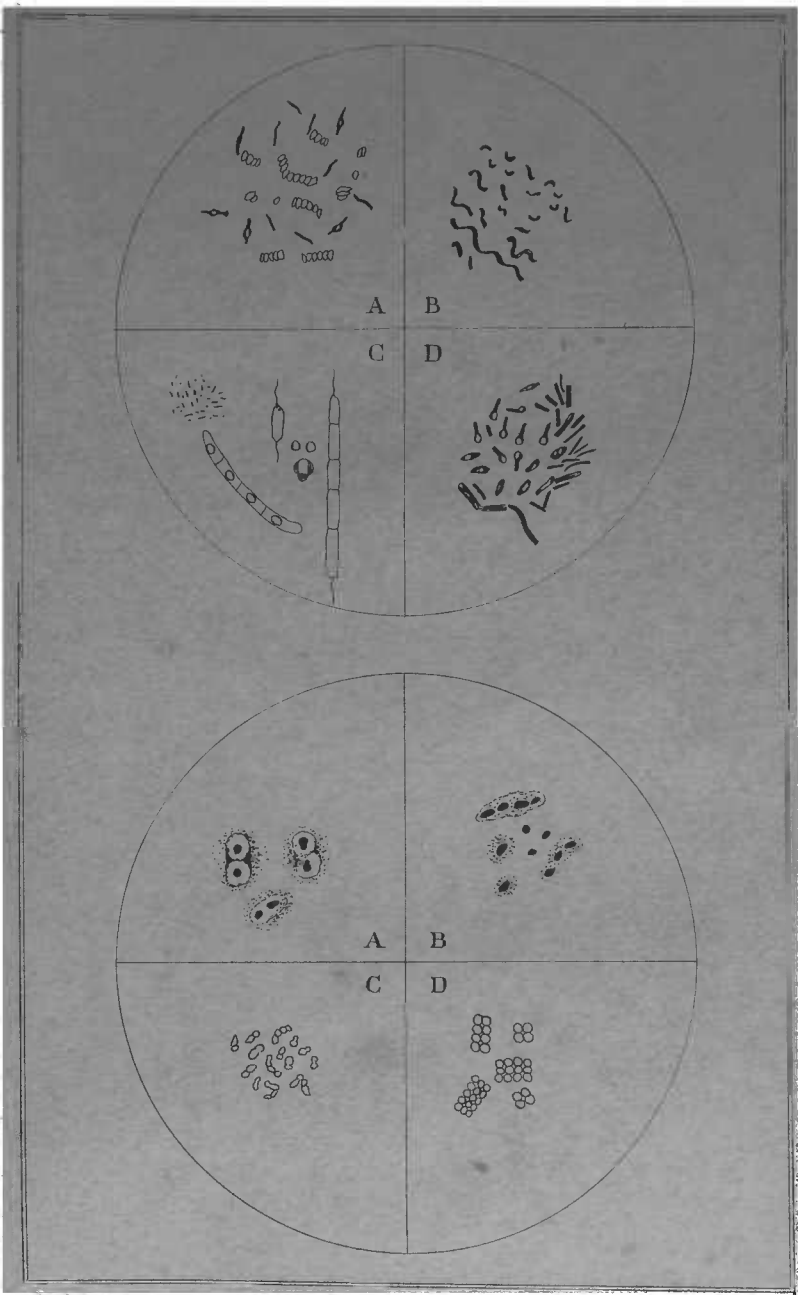
#### FIG. 2.

- A. B. Pneumocoques ou microbes de la pneumonie.
  - C. Vibrion butyrique.
  - D. Sarcines de l'estomac (tétrades) se multiplient parfois dans cet organe au point d'obstruer le pylore. Une espèce voisine évolue dans les poumons. Le développement se fait toujours en multiple de quatre.
-





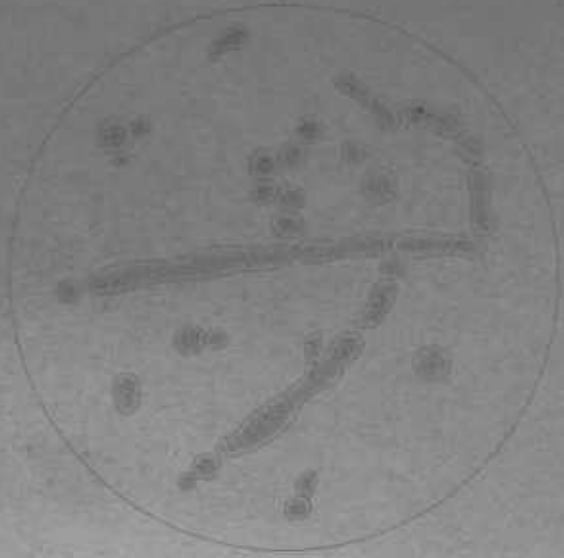




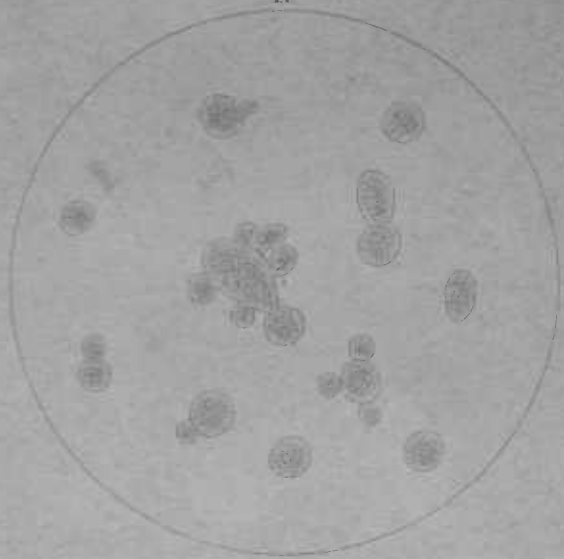




I



II



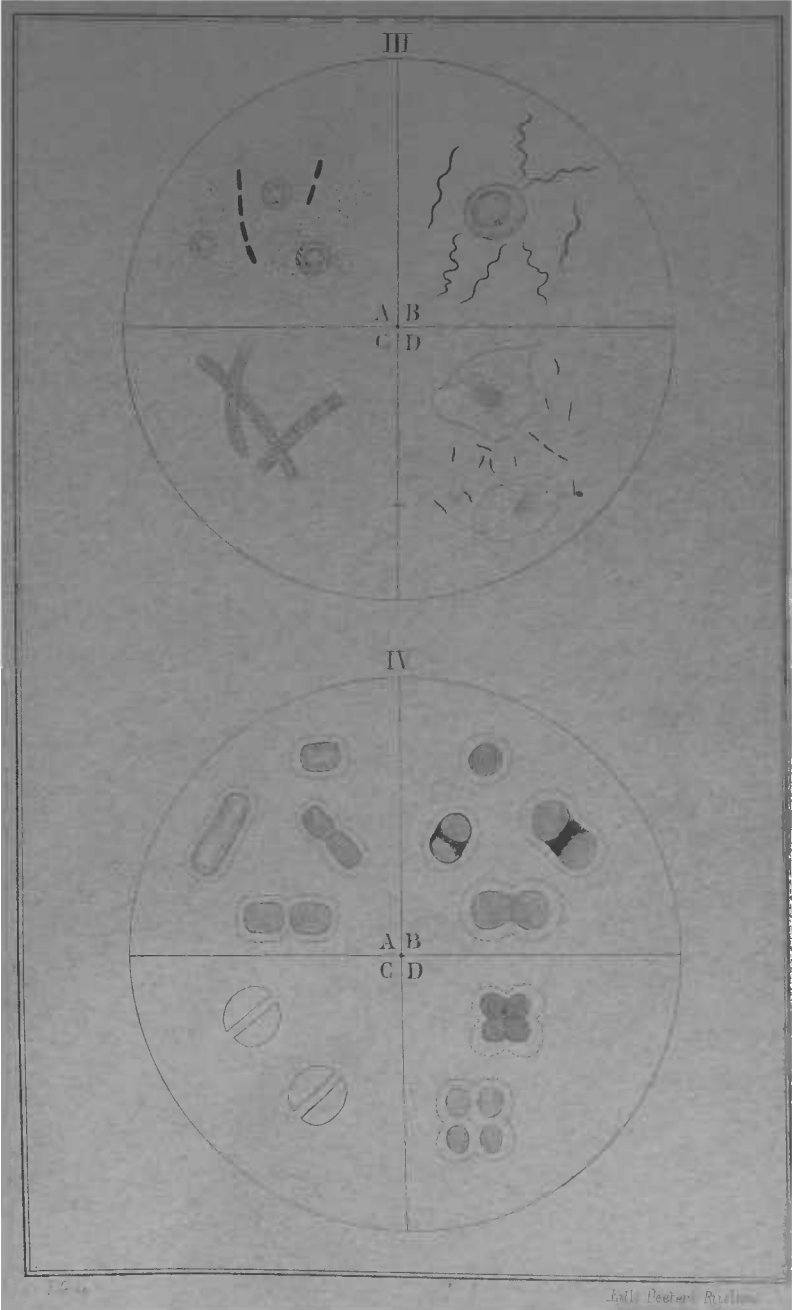






PLANCHE 2°

**Influence des milieux sur la forme des organismes inférieurs.**

I.

Mucor végétant avec insuffisance d'air.

II.

Mucor (forme levûre) complètement privé d'air (*D'après Pasteur*).

III.

- A. Bactéridie charbonneuse évoluant dans le sang parmi les globules rouges.
- B. Spirille de la fièvre récurrente (*S. Obermeieri*). Ces spirilles disparaissent après les accès.
- C. Sporulation de la bactéridie charbonneuse.
- D. Microbe de la Tuberculose. Crachat de phtysique : Cellule pavimenteuse de l'épithélium buccal et bâcilles de Koch.

IV.

- A. B. Division des bâcilles et des microcoques (figures schématiques), d'après Malpert Neuville.
- C. Diplocoques. D. Tétrades.

*végétale et*  
5 fr.  
3 fr.

*ne : Dar-*  
*Virchow,*

*ectriue de*

*Etats-Unis,*

*vre.*

1 fr.  
pages in-8°  
1 fr 25

1 fr. 50  
au Brésil. —  
blanche, les  
rés et avenir  
, in-12, 154  
1 fr.  
0,25

*de dans la*  
*écine de*  
4 fr.  
1,50  
1,00

*Het doelma-*  
*ter Kempen.*  
0,40  
0,50  
. 22 bladz.  
0,40

*de l'emploi*  
1,25  
*es prairies et*  
0,60

*uberculose, sa*  
-8°.

*decerné une*















## ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

**1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais.** Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

**2. Atribuição.** Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

**3. Direitos do autor.** No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente ([dtsibi@usp.br](mailto:dtsibi@usp.br)).