

QUAND ON DÉCOUVRE QUE LES MÉCHANTS SONT DES MICROBES

Michel Morange

IHPST (Institut d'Histoire et de Philosophie des Sciences et des Techniques) Université Paris I, 13, rue du Four 75006 Paris

BACTÉRIE. Organisme microscopique composé d'une seule cellule. On en trouve partout dans la nature ; certaines peuvent provoquer des maladies, mais la plupart sont bénéfiques

VIRUS. Microorganisme qui doit infecter une cellule pour se reproduire. Les virus sont responsables de très nombreuses maladies animales et humaines, et l'arme la plus efficace contre eux est la vaccination.

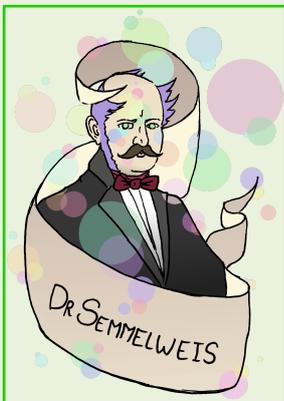
MICROBE. Terme introduit par le médecin français Charles Sédillot pour désigner ces êtres microscopiques dont certains sont responsables de maladies et découverts depuis peu, en particulier par Pasteur.

* Voir le glossaire en fin d'article

Nous sommes habitués aujourd'hui à attribuer à des organismes microscopiques (**bactéries** ou **virus** par exemple) l'origine de nombreuses maladies. Nous avons du mal à imaginer qu'il y a un siècle et demi tel n'était pas le cas. On ignorait la cause de ces maladies et le mot même de microbe n'existait pas. De nombreuses maladies comme la fièvre typhoïde*, la diphtérie* ou la poliomyélite*, ont depuis presque totalement disparu d'Europe mais pas de tous les continents, malheureusement ; elles tuaient de très nombreux enfants en bas âge. Rares étaient les familles qui n'avaient pas perdu un ou plusieurs enfants avant qu'ils n'atteignent l'âge adulte. Tout change en quelques années vers 1880. Les micro-organismes (rebaptisés **microbes**), responsables de ces maladies sont identifiés et des moyens de lutter contre eux sont mis au point (vaccins et sérums). C'est l'histoire de cette révolution médicale et de quelques-uns de ses principaux acteurs que je vais te conter.

En 1850, on pensait encore que les maladies étaient dues à des miasmes, sortes de vapeurs qui se dégageaient de lieux comme les marais, et étaient considérées depuis l'Antiquité comme mauvaises pour la santé. Il a fallu plus de deux siècles après leur première observation au microscope pour que les micro-organismes remplacent définitivement les miasmes comme causes de certaines maladies et des épidémies.

* Voir le glossaire en fin d'article



Et pourtant on s'était déjà rendu compte que les maladies pouvaient être transmises de personne à personne : les individus souffrant de la lèpre* étaient mis à l'écart des villes et des villages pour qu'ils ne propagent pas la maladie. On savait aussi que la peste*, qui décima l'Europe au XIV^e siècle, avait été apportée par les bateaux arrivant d'Orient, de pays dans lesquels de nombreuses personnes en étaient affectées. Les individus morts de cette maladie étaient enterrés à la va-vite pour se protéger contre... on ne savait trop quoi ! Des quarantaines (40 jours d'isolement) étaient imposées aux voyageurs revenant de pays où sévissaient des maladies contagieuses. Des mesures d'hygiène s'imposèrent également peu à peu : aération des pièces d'habitation et des hôpitaux, lavage des mains, évacuation des eaux sales et des ordures. On avait pourtant peu de preuves de leur efficacité, et encore moins de justifications pour leur utilisation.

En 1848, à l'hôpital central de Vienne en Autriche, de très nombreuses femmes qui viennent d'accoucher meurent quelques jours plus tard de ce qu'on appelle la fièvre puerpérale*. Un jeune médecin d'origine hongroise, Ignaz Semmelweis, observe que les médecins pratiquent les accouchements immédiatement après avoir pratiqué l'autopsie de femmes mortes de fièvre puerpérale, sans même s'être lavé les mains. La mortalité des accouchées chute brutalement dès qu'on impose aux médecins un lavage des mains avec un produit à base d'eau de javel après chaque autopsie. Pourtant, Semmelweis n'arrive pas à convaincre les médecins qui voient dans cette mesure une remise en cause de leurs pratiques. Nous interprétons aujourd'hui l'effet presque miraculeux du lavage des mains par l'interruption d'une chaîne de contamination par le microbe de la fièvre puerpérale, du cadavre aux mains du médecin puis des mains du médecin aux femmes en train d'accoucher. Semmelweis croyait, lui, que c'est la maladie elle-même que les médecins transportaient des cadavres aux femmes qui allaient accoucher. Nous sommes tellement habitués aujourd'hui à ce que les maladies infectieuses soient causées par des microbes que Semmelweis est souvent présenté comme le précurseur de la théorie microbienne des maladies. Mais c'est faux : pour lui et ses contemporains, une maladie peut se transmettre directement, et il n'y a pas besoin d'aller chercher d'autre cause d'une maladie que le contact avec une personne malade. Ce sera le mérite des microbiologistes de faire des microbes les causes des maladies infectieuses, mais aussi les cibles de nouvelles thérapeutiques.

Il arrive très souvent en science que les nouvelles idées sur un phénomène ne viennent pas du domaine où il a été observé mais d'autres recherches, apparemment sans lien avec les précédentes et relevant même d'autres disciplines. C'est le cas pour le rôle des micro-organismes dans la genèse des maladies. Déjà connu pour ses travaux sur des substances appelées tartrates et son hypothèse que deux formes de tartrate légèrement différentes pouvaient être l'image l'une de l'autre dans un miroir, le jeune chimiste Louis Pasteur, à un peu plus de 30 ans, est nommé à la tête de la nouvelle faculté des sciences de Lille. Il commence assez vite à travailler sur les fermentations, ces transformations spontanées décrites depuis des siècles et qui

permettent la préparation des boissons alcoolisées aussi bien que du pain et de certains gâteaux. À cette époque, les fermentations sont depuis peu utilisées par l'industrie, en particulier à Lille et dans le nord de la France, par exemple pour produire de l'alcool à partir du jus de betteraves.

C'est la complexité de ces transformations chimiques qui intéresse Pasteur. Après trois années d'observation des fermentations avec les outils de la chimie aussi bien que de la microscopie, il est convaincu qu'elles sont dues à des micro-organismes présents dans le milieu – des « globules » comme il les appelle d'abord. Il n'est pas le premier à les apercevoir, mais il fait d'eux la cause du phénomène : il y a fermentation parce que les micro-organismes trouvent dans ce milieu les aliments nécessaires à leur prolifération. Louis Pasteur montre que chaque type de fermentation est dû à un micro-organisme particulier, et que le pourrissement des matières organiques, ce qu'on appelle la putréfaction, est dû à d'autres micro-organismes. Il en déduit que ces micro-organismes, connus depuis l'invention du microscope deux siècles plus tôt, mais sans rôle apparent, remplissent dans la nature une fonction essentielle à la vie, le recyclage des composants du vivant.

Le lien entre les fermentations, la putréfaction, et certaines maladies n'est pas l'œuvre de Pasteur. Il avait été fait depuis longtemps. Une maladie comme la gangrène, qui se déclenchait souvent après une blessure et conduisait à la mort, ressemblait, tant par l'aspect des plaies que par l'odeur qui s'en dégageait, à une putréfaction.

Les observations sur la présence de micro-organismes chez les patients souffrant de différentes maladies s'accumulent alors, stimulées par les résultats de Pasteur sur les fermentations. Il reste cependant à démontrer que ces micro-organismes ne sont pas la conséquence des maladies, mais qu'ils en sont la cause.

Ce n'est pas Pasteur mais le médecin allemand Robert Koch qui apporte la preuve qu'une maladie affectant aussi bien les êtres humains que les animaux, moutons ou bovins, la maladie du charbon* aussi appelée anthrax, est due à un micro-organisme, une bactérie. Koch isole cette bactérie à partir d'un animal malade, la laisse se multiplier à l'intérieur des yeux de bœuf qu'il récupère chez son boucher, puis l'injecte à des animaux de différentes espèces chez lesquels il voit apparaître les symptômes du charbon. Il montre aussi que cette bactérie peut donner naissance à des formes particulières appelées **spores**, capables d'attendre plusieurs années avant de retrouver un milieu favorable à leur reconversion en bactéries et à leur multiplication. L'existence de telles spores explique pourquoi la maladie apparaît souvent dans des prés où elle a sévi quelques années plus tôt, appelés pour cette raison «prés maudits».

SPORE. Forme particulière d'une bactérie résistante à des conditions extrêmes de l'environnement comme la chaleur ou le dessèchement. Elles retrouvent la capacité de se multiplier quand les conditions redeviennent favorables.

FORME ATTÉNUÉE. Forme d'un agent infectieux dont on a réduit la capacité de nuire par un traitement physique ou chimique.

La démarche expérimentale qu'a suivie Robert Koch pouvait être utilisée pour n'importe quelle maladie dans laquelle on avait détecté la présence de micro-organismes pour démontrer que ces derniers en étaient la cause.

Pasteur, qui n'avait pas encore étudié les maladies humaines, suit rapidement le chemin ouvert par Koch. Mais il fait plus : il montre qu'on peut protéger de ces maladies en injectant une **forme atténuée** du micro-organisme, c'est la vaccination. La démonstration de son efficacité est d'abord faite pour une maladie des poules appelée choléra des poules, puis pour la maladie du charbon, et enfin pour la rage* qui, bien que peu fréquente, terrorise la population. Elle est provoquée par la morsure de chiens qui en sont atteints.

La vaccination était connue avant Pasteur. Le médecin anglais Edward Jenner avait observé que les vachères qui avaient attrapé une maladie bénigne des vaches appelée vaccine étaient protégées de la variole*, une maladie autrement plus grave. L'observation avait déjà été faite par d'autres, mais Jenner est le premier à en déduire une méthode pour protéger la population entière : il suffit de prélever le liquide contenu dans les pustules qui se forment sur les mains des vachères lorsqu'elles attrapent la vaccine, et de l'injecter à d'autres personnes qui développent à leur tour la maladie et des pustules. Le processus peut être répété autant de fois qu'on veut, créant ainsi des chaînes de vaccination. La méthode se répand dans toute l'Europe, et elle fait rapidement baisser le nombre de cas de variole. La vaccine était cependant un cas unique. Il n'existait pas d'autres maladies humaines pour lesquelles on disposait d'une forme atténuée chez l'animal. Pasteur, lui, va permettre le développement de la vaccination pour de nombreuses maladies dont on a identifié le microbe qui en est responsable. Ce microbe était à l'époque cultivé dans des ballons en verre. Les conditions dans lesquelles on faisait la culture, par exemple la température, étaient modifiées jusqu'à trouver le traitement qui, sans tuer le micro-organisme, le rendait inoffensif.

En 1885, le petit Joseph Meister, mordu par un chien enragé en Alsace, est vacciné contre la rage dès son arrivée à Paris dans le laboratoire de Pasteur, bien que ce dernier n'ait pas réussi à identifier le microbe responsable de la maladie ; sa guérison, suscite l'enthousiasme dans le monde entier. Pasteur est peu après appelé le bienfaiteur de l'humanité pour avoir mis au point une méthode qui permettait d'espérer faire disparaître à tout jamais les maladies infectieuses.

En 1889, deux disciples de Pasteur, Émile Roux et Alexandre Yersin, démontrent que la diphtérie est due à une substance toxique produite par une bactérie. Un an plus tard, Emil Behring et Shibasaburo Kitasato observent dans leur laboratoire de Berlin que le sérum (partie liquide du

ANTICORPS. Protéine produite par notre système qui reconnaît une cible spécifique (bactérie, virus, substance étrangère etc.), la neutralise et aide à son élimination.

MALADIE INFECTIEUSE. Maladie provoquée par un organisme pathogène, l'agent infectieux, comme une bactérie, un virus, un parasite...

sang) d'un animal auquel on a injecté la toxine diphtérique contient, quelques jours plus tard, des antitoxines, ce que nous appelons aujourd'hui des **anticorps** (Figure 1). Peu après, ils montrent que l'injection d'un sérum contenant ces antitoxines à des enfants atteints de diphtérie leur permet de survivre à cette maladie souvent mortelle. En 1894 Émile Roux et ses collaborateurs démontrent sur 500 enfants l'efficacité de ce qu'on appelle la sérothérapie antidiphtérique. La vaccination et la sérothérapie seront, avant les antibiotiques, découverts une cinquantaine d'années plus tard, les seules armes efficaces contre les **maladies infectieuses**.

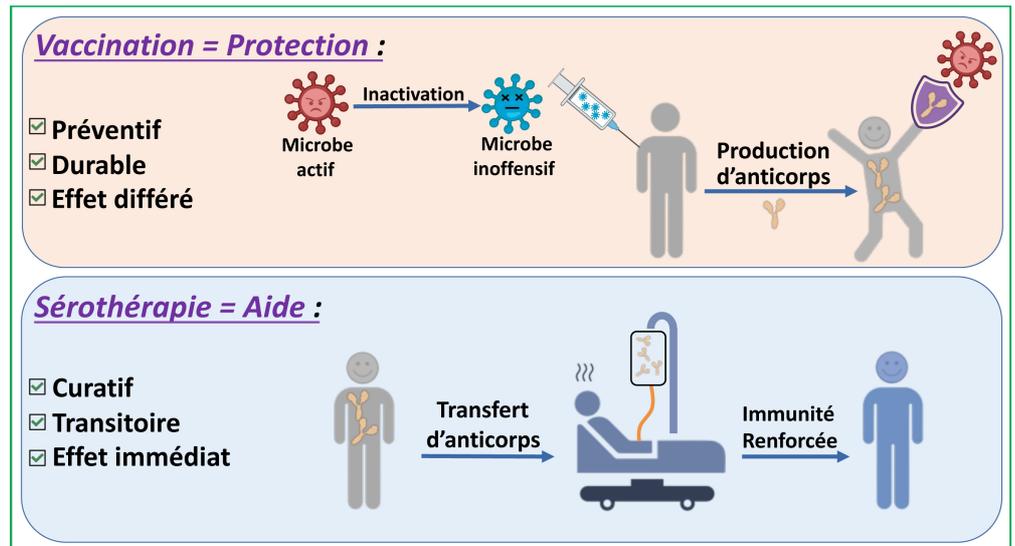


Figure 1. La vaccination et la sérothérapie : deux façons d'utiliser des anticorps pour combattre les microbes qui nous rendent malades. La vaccination protège contre une infection future. Au 19^{ème} siècle, la sérothérapie a permis de soigner des personnes déjà malades en leur transférant le sérum d'un animal immunisé contre le microbe responsable de cette maladie. Aujourd'hui, on utilise également des anticorps d'une autre personne – vaccinée ou guérie de la même maladie. Figure réalisée avec BioRender.com.

GLOSSAIRE DES MALADIES CITÉES DANS CET ARTICLE

FIÈVRE TYPHOÏDE. Maladie pouvant être mortelle, provoquée par une bactérie transmise par de l'eau ou des aliments contaminés.

DIPHTÉRIE. Maladie très grave de l'enfant, due à une toxine produite par une bactérie. Elle est aujourd'hui très bien contrôlée grâce à la vaccination.

POLIOMYÉLITE. Maladie très contagieuse provoquée par un virus qui envahit le système nerveux et peut entraîner en quelques heures des paralysies irréversibles

LÈPRE. Connue et redoutée depuis l'Antiquité, elle affecte d'abord l'extrémité des membres et le visage. Les personnes qui en présentaient les signes étaient chassées des villages. Il existe aujourd'hui des médicaments très efficaces contre elle.

PESTE. Maladie, venue d'Orient, qui a gagné l'Europe au XIV^e siècle où

elle a décimé plus d'un tiers de la population. Elle n'a disparu définitivement d'Europe qu'au XVIII^e siècle.

FIÈVRE PUERPÉRALE. Maladie mortelle qui affectait les femmes quelques jours après un accouchement. Elle était due à une contamination par un microbe, le streptocoque, lors de l'accouchement.

MALADIE DU CHARBON / ANTHRAX. Maladie mortelle des troupeaux due à une bactérie, elle peut aussi affecter les humains.

RAGE. Maladie contagieuse et mortelle, d'origine virale, qui attaque le système nerveux des mammifères.

VARIOLE. Maladie humaine souvent mortelle, laissant quand on en réchappait des marques importantes sur le visage. Elle a été aujourd'hui éradiquée partout dans le monde grâce à la vaccination.

RÉFÉRENCES

1. Andrew W. Artenstein (ed.), *Vaccines : A Biography*, Springer, 2010.
2. Annick Perrot et Maxime Schwartz, *Pasteur et Koch : un duel de géants dans le monde des microbes*, Odile Jacob, 2014.
3. Michel Morange, *Pasteur*, Gallimard, 2022.

REMERCIEMENTS

MM remercie Théo Paris et Sandrina Kinet pour les illustrations.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION FRANÇAISE)

ÉDITION : Ula Hibner et Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science.

MENTOR SCIENTIFIQUE : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science

CITATION: Morange M. 2024. Quand on découvre que les méchants sont des microbes. Jeunes Francophones et la Science 2024 <https://www.jeunesfrancophonesetlascience.fr/>

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊTS

L'auteur déclare que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

DROITS D'AUTEUR

Copyright © 2024 Morange

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux

pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNE EXAMINATRICE

CHARLIE, 15 ANS

Charlie est franco-américaine et vit en Virginie aux Etats-Unis. Elle adore la danse, les sciences, le piano et le violoncelle.

AUTEUR



Michel Morange est professeur émérite de biologie à l'École Normale Supérieure et à Sorbonne-Université, Paris, France. Il a mené un triple parcours de chercheur en biologie moléculaire du développement, d'historien et de philosophe de la biologie en s'intéressant à l'histoire et à l'épistémologie des sciences du vivant, de Pasteur à la biologie moléculaire. À ce titre, il a dirigé le Centre Cavallès d'Histoire et de Philosophie des sciences.