



Jean-Jacques Pernelle

LES BACTÉRIES

RESSEMBLENT-ELLES
à DES SAUCISSES
COCKTAIL



80 clés
pour comprendre
le monde bactérien

éditions
Quæ

**Les bactéries ressemblent-elles
à des saucisses cocktail ?**

Collection *Clés pour comprendre*

Faut-il sentir bon pour séduire ?

120 clés pour comprendre les odeurs

R. Salessse, 2019, 180 p.

Les animaux et le sexe

60 clés pour comprendre

M. Keller, 2018, 112 p.

Les poissons

60 clés pour comprendre

R. Billard, M. Giron, S. Kaushik, 2018, 96 p.

Les amphibiens à la loupe

60 clés pour comprendre

A. Morand, 2018, 152 p.

Les mammifères de tout poil

90 clés pour comprendre

P. Haffner, A. Savouré-Soubelet, 2018, 168 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

www.quae.com

© Éditions Quæ, 2019

ISBN (papier) : 978-2-7592-2961-1

ISBN (PDF) : 978-2-7592-2962-8

ISBN (e-pub) : 978-2-7592-2963-5

ISSN : 2261-3188

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Jean-Jacques Pernelle

Les bactéries ressemblent-elles à des saucisses cocktail ?

**80 clés pour comprendre
le monde bactérien**

Quæ

Remerciements

Je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements à Marielle Bouix, Olivier Chapleur, Philippe Duchène, Ahlem Filali, Anne Goubet, Lauriane Juzan, Muriel Mauriac (conservatrice de la grotte de Lascaux), Cécile Rouillon, Évelyne Talès et Véronique Véto, qui ont apporté leur éclairage technique sur certaines parties de cet ouvrage. Je remercie également Catherine Tailleux qui m'a fait bénéficier de sa passion pour l'image et Mickaël Legrand pour sa rigueur de relecteur.

J'exprime ma plus profonde gratitude à Christian Duquennoy, Armel Guyonvarch et Mathieu Torre qui m'ont fait l'amitié de me faire profiter de leurs remarques avisées, souvent teintées d'humour décalé, au cours de leurs relectures exhaustives autant qu'attentives.

*À Chantal qui rend les jours plus lumineux.
À Marion et Benjamin.
À Saint-Perdoux, où l'on sait cultiver l'art
de vivre et la biodiversité.*

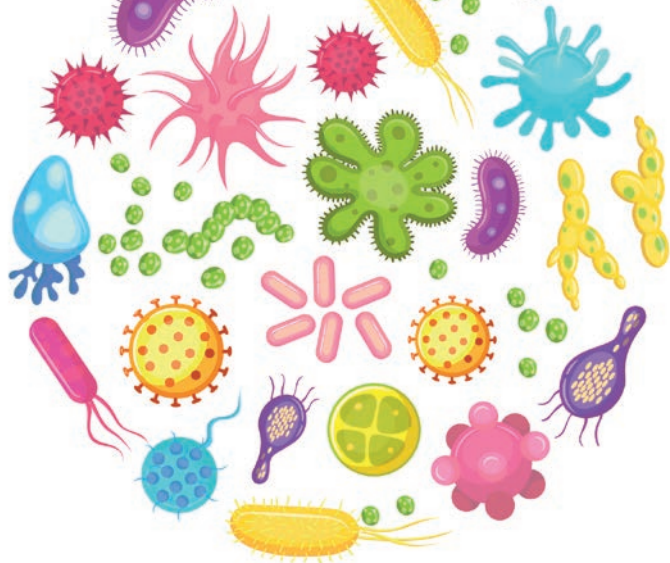
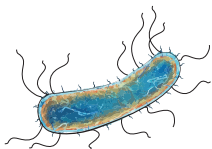


Comme pour ce petit personnage sculpté au XII^e siècle sur l'archivolte de l'abbatiale de Conques, c'est la curiosité qui a guidé la rédaction de ce livre et qui, nous l'espérons, accompagnera le lecteur.

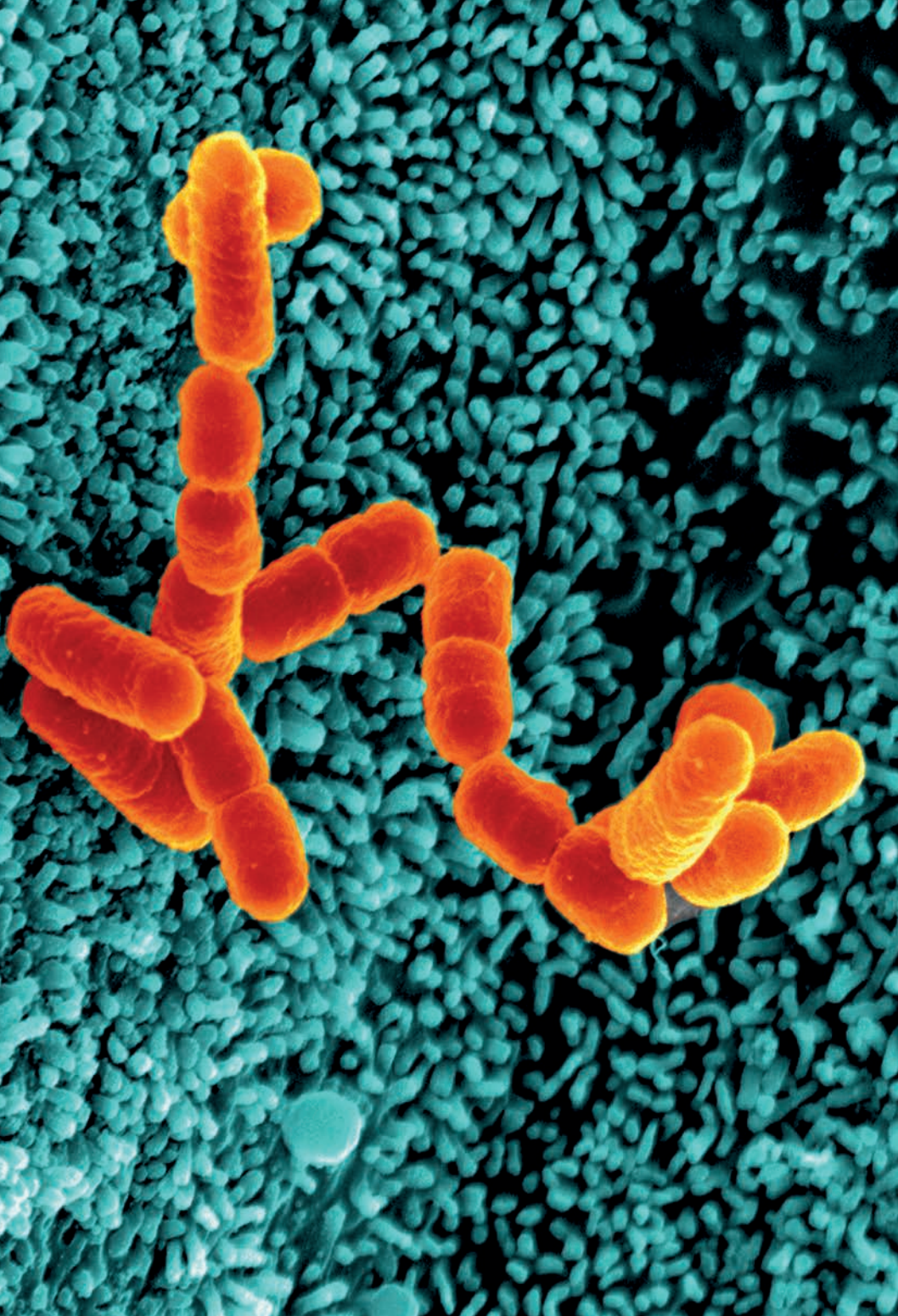
*Il vaut mieux ne pas savoir
où l'on se trouve et en être conscient,
que de se croire avec confiance
là où l'on ne se trouve pas.*

Cassini

Table des matières



Introduction	9
La vie privée des bactéries	11
L'origine du monde bactérien	29
Les bactéries à la conquête du monde	44
La diversité bactérienne	63
Les bactéries de l'environnement	78
Les bactéries pathogènes	102
Les bactéries domestiquées	126
80 clés pour comprendre le monde bactérien	147
Crédits photographiques	150



Introduction

Elles sont apparues sur Terre peu après les premiers balbutiements de la vie et ont bien vite colonisé le vaste monde. À part la Lune, partout où l'homme a posé le pied pour la première fois, elles y étaient déjà depuis bien longtemps.

Et pourtant, nous n'avons pris conscience de l'existence de ce monde de l'invisible que très récemment. Il a fallu qu'au XVII^e siècle un drapier de Delft bricole de bric et de broc le premier microscope, pour que sous son œil étonné une goutte de l'eau d'une mare ou d'un vase de fleurs révèle tout un monde peuplé d'animalcules gigotant frénétiquement. Parmi eux, d'infimes points s'agitaient avec la même fébrilité. Bien plus tard, des scientifiques tels que Pasteur et Koch montrèrent que ces points n'étaient autres que des bactéries et que si certaines étaient la cause de maladies parfois mortelles, d'autres au contraire élaboraient pour nous les bases de notre alimentation ou nettoyaient notre planète. Ces bactéries se sont adaptées à tous les environnements, même les plus inhospitaliers. Elles ont fait de la Terre un monde accueillant où il est possible de vivre et de respirer. Elles sont partout, des nuages d'altitude aux plus profondes fosses abyssales. Elles vivent en colocation dans nos intestins, dialoguent avec notre organisme et sont les garantes de notre santé. Nous vivons dans un monde microbien.

Les bactéries, peuplant la Terre depuis des milliards d'années, seront sans doute les derniers organismes vivants sur notre planète bien après la disparition de nos civilisations.



La vie privée des bactéries

1 Les visiteurs du soir sont-ils les maîtres du monde ?

L'homme a tendance à se considérer comme étant le centre du monde, trônant au sommet de la pyramide de l'évolution. Il a étendu son empire sur les plantes et les animaux, qu'il a domestiqués il y a plus de 10 000 ans, et entend en disposer à sa guise. Or ces formes de vie ne constituent que l'infime partie émergée de l'iceberg. Ainsi il y a à peine quelques centaines d'années, l'humanité a pris conscience de l'existence d'une vie microscopique foisonnante et omniprésente, même si les micro-organismes sont encore perçus par beaucoup comme au mieux entités négligeables, au pire comme dangereux. À l'instar de la Terre qui a été déçue de sa position centrale dans l'Univers depuis Copernic, l'homme a vu sa prééminence sur le vivant remise en question. Le Soleil, les planètes et les étoiles tournent aussi peu autour de la Terre, que l'homme n'est le centre du monde. Sa place dans l'écosystème terrestre doit être considérée sous un autre éclairage.

L'histoire de la Terre et de la vie qu'elle héberge s'étale sur des durées tellement gigantesques et sans commune mesure avec celle d'une vie humaine qu'il est difficile de se la représenter. Pour en faciliter la perception, il est donc commode de



Les bactéries ressemblent-elles à des saucisses cocktail ?

ramener les 4,6 milliards d'années de son histoire à un espace de temps qui nous est plus familier : celui d'une journée. Au début de celle-ci, la Terre, boule de lave incandescente, s'est formée à 0 h 00. Il faut attendre que refroidisse le soufflé magmatique pour qu'une croûte solide puisse se former. Les pluies diluviennes qui l'arrosent sans discontinuer s'évaporent immédiatement à son contact brûlant. Puis, la température décroissant, l'eau peut enfin ruisseler sous forme liquide et les premières formes de vie apparaître. Il est près de 4 h du matin. Ce ne sont que de minuscules organismes microbiens, mais ils vont dominer le monde sans partage toute la matinée de cette journée. Les cellules ayant inventé le noyau apparaissent vers 13 h. Ce n'est que bien plus tard qu'elles s'associeront entre elles pour former les premiers organismes pluricellulaires. Les plantes primitives, apparues à 21 h 00, ne commencent à quitter les océans pour coloniser les terres émergées qu'à partir de 21 h 31. Les animaux ne hasardent une nageoire hors de l'eau qu'à 21 h 46. Les plus anciens dinosaures poussent leurs premiers grognements à 22 h 46. Les mammifères apparaissent quelque trois minutes plus tard, se faisant le plus discret possible pour éviter les canines acérées des terribles lézards carnivores. Et ce n'est qu'à 23 heures 59 minutes et 30 secondes que l'homme fait son entrée dans le vaste monde.

Avec les plantes et les animaux qui nous sont familiers, nous ne sommes donc que des « visiteurs du soir ». Nous nous sommes invités très tardivement dans un monde dominé avant tout par les organismes microbiens. Ils vivent sur notre planète depuis les derniers 83 % de son histoire, alors que l'homme n'y a marché debout que pendant les derniers 0,07 %. Les microbes ont colonisé chaque recoin du monde, même les plus inhospitaliers. Ils ont rendu la Terre habitable. Ceux qui colonisent nos intestins sont maintenant considérés comme un organe à part entière. Nous leur devons d'être ce que nous sommes, et jusqu'à notre pain, notre vin ou notre fromage. Parce que ces organismes sont microscopiques, nous les avons ignorés jusqu'à



À l'Archéen, où la vie apparut sur Terre, des cyanobactéries formèrent dans les milieux aquatiques peu profonds des sortes de coussins minéralisés : les stromatolithes.



l'invention du microscope, bien qu'ils soient des milliers de fois plus nombreux que toutes les cellules animales et végétales réunies.

Comme tout visiteur, nous ne sommes que de passage. L'homme aura peut-être disparu de la surface de la Terre dans quelques millions d'années, mais les micro-organismes continueront encore longtemps d'y vivre et seront très probablement les derniers à l'habiter.

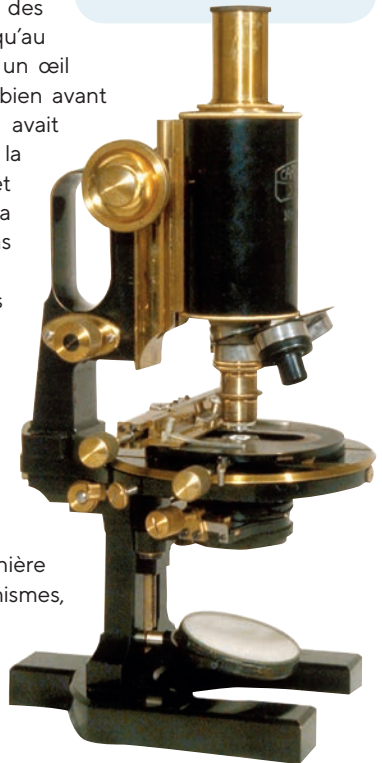
2 Tous les microbes sont-ils des bactéries ?

« Microbe » est formé de l'association de deux mots issus du grec ancien : *mikrós*, pour petit, et *bios*, se référant au vivant. Ce terme désigne tout organisme vivant de très petite taille, invisible à l'œil nu. Il a été introduit par le chirurgien français Charles Sédillot, en 1878, un précurseur de l'asepsie des opérations chirurgicales. Les scientifiques utilisent plutôt le terme micro-organismes pour les désigner. La science qui les étudie est la microbiologie. Parmi eux, les virus, qui ne sont pas considérés comme vivants par tous les biologistes, relèvent d'une discipline particulière : la virologie.

L'homme, qui côtoie les micro-organismes depuis des millénaires, ne s'aperçut de leur présence qu'au xvii^e siècle, lorsque la curiosité le poussa à rincer un œil inquisiteur dans les premiers microscopes. Mais bien avant de les découvrir, l'humanité, sans le savoir, les avait utilisés ou subis. Certains sont responsables de la conservation et de la transformation des aliments, et d'autres d'effroyables épidémies. Cependant, la grande majorité des micro-organismes n'entrent pas en interaction avec l'homme.

Les micro-organismes sont la plupart du temps unicellulaires. Ils constituent une communauté très diversifiée en taille, morphologie et activité. On en distingue tout d'abord deux grandes catégories : les organismes dont l'ADN est isolé dans un noyau et ceux dont l'ADN ne l'est pas. Les premiers sont appelés eucaryotes, ou organismes à noyau véritable, les seconds, procaryotes ou organismes précédant l'apparition du noyau, c'est-à-dire sans noyau. Les bactéries appartiennent à cette dernière catégorie. Un grand nombre de micro-organismes, comme les levures, les amibes ou les paramécies, sont des eucaryotes et n'appartiennent donc pas au monde des bactéries. La notion de procaryote se concrétisa dans les années 1950, lorsque la microscopie électronique naissante révéla leur

C'est avec l'avènement du microscope au xvii^e siècle que naquit la microbiologie. En voici un illustre, ayant appartenu à Félix d'Hérelle, le découvreur des virus bactériophages.



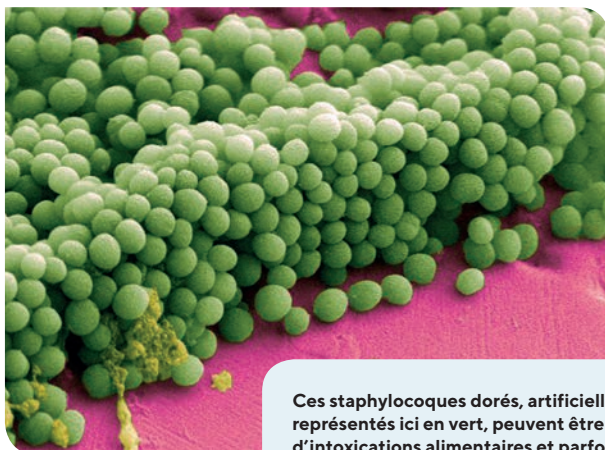


absence de noyau. Ils sont eux-mêmes divisés en deux grands domaines : les bactéries et les archées. Cette distinction émergea dans les années 1970, lorsque le microbiologiste américain Carl Woese montra que ces deux groupes homogènes étaient génétiquement très éloignés l'un de l'autre. Les bactéries ne constituent donc qu'une fraction du monde microbien.

3 Qu'est-ce qu'une bactérie ?

La bactérie est la forme de vie la plus simple qui soit. Sa cellule est constituée *a minima* d'une enveloppe d'acides gras, l'isolant du milieu extérieur et assurant les échanges avec son environnement, d'une information génétique, d'une machinerie cellulaire complexe permettant la réplication et la réparation du chromosome, la production d'énergie et son fonctionnement métabolique.

Les bactéries sont des organismes microscopiques, appartenant au groupe des procaryotes ou organismes dépourvus de noyau. Elles doivent leur nom à Christian Gottfried Ehrenberg, microbiologiste allemand, qui les dénomma ainsi en 1828, car les premières qu'il observât avaient une forme de bâtonnet, *bakterion* en grec. Elles constituent l'un des trois domaines du vivant aux côtés des archées et des eucaryotes. Dans une cellule eucaryote, la production d'énergie, le branchement de chaînes de sucres sur les protéines ou la production de sucres à partir de la lumière et du gaz carbonique au cours de la photosynthèse que pratiquent les cellules végétales, s'opèrent à l'intérieur de petites structures enveloppées d'une membrane, spécialisées dans ces différentes fonctions et que l'on désigne sous le terme générique d'organites. Chez les bactéries, qui en sont généralement dépourvues, ces différentes activités nécessaires à la bonne marche de l'organisme ont lieu dans la « soupe » de molécules emplissant la cellule que l'on appelle le cytoplasme. Toutefois, l'image de la bactérie, résumée à une simple enveloppe abritant pèle-



Ces staphylocoques dorés, artificiellement représentés ici en vert, peuvent être la cause d'intoxications alimentaires et parfois d'infections.



mêle l'ensemble de ses réactions métaboliques, est quelque peu réductrice. Des échafaudages de filaments, formant un squelette interne, cantonnent différents métabolismes dans des régions spécifiques du cytoplasme.

L'information génétique d'une bactérie est inscrite sur un long ruban d'ADN formant un chromosome circulaire unique. La plupart des bactéries possèdent également un ou plusieurs petits ADN circulaires, en plus du chromosome. Ces structures appelées plasmides portent des gènes facilement échangeables d'une bactérie à l'autre. Dans le cytoplasme, se trouve également toute la machinerie cellulaire propre à assurer la fabrication des protéines, ainsi que celle des substances de réserve. Les protéines sont les matériaux de prédilection du vivant tout comme l'acier l'est devenu pour les navires, leurs éléments de structure et leurs éléments fonctionnels tels que le générateur fournissant l'énergie, le moteur et l'arbre d'hélice assurant la propulsion, ainsi que pour les outils utilisés pour leur entretien et leur réparation. Ce que l'acier est aux navires, les protéines le sont à la cellule. Elles constituent des éléments de structure lorsqu'elles sont incorporées dans le squelette cellulaire ou dans la membrane, conférant ainsi des propriétés mécaniques à la cellule. Elles font également office d'outils, mobilisés au service du métabolisme. Elles constituent les molécules qui produisent l'énergie, qui la transforment ou encore qui participent à l'entretien de la cellule, à son bon fonctionnement et à sa reproduction.

Les bactéries sont de plus pourvues de tout un attirail hautement spécialisé à leur surface tel que les flagelles, l'équivalent microbien de l'hélice, qui leur permettent de se déplacer, les *fimbriae*, sorte de filaments faisant office de ventouse, facilitant leur adhésion aux supports ou à ce qui leur sert de nourriture, et des *pili* sexuels, permettant l'échange d'informations génétiques entre bactéries compatibles.

Par leur abondance, les bactéries dominent de très loin la vie sur Terre. On estime que leur masse cumulée est équivalente à celle de tous les végétaux terrestres réunis. Malgré cela, la grande majorité d'entre elles reste inconnue à ce jour. De grands projets inventoriant la diversité microbienne ont été lancés pour répondre à ce défi. En dépit de leur apparente simplicité, les bactéries sont parfaitement adaptées à leurs différents environnements, dont certains pourraient paraître peu propices à accueillir la vie.

4 En quoi les archées se distinguent-elles des bactéries ?

On a longtemps pensé que les procaryotes, ces organismes sans noyau, étaient tous des bactéries. Ces micro-organismes étaient classés selon leur morphologie, la composition de leur membrane, ou les caractéristiques métaboliques qui leur permettent de se multiplier sur différents milieux. Il est toutefois apparu que ces spécificités ne permettaient pas de classer tous les procaryotes.

Les années 1960 virent l'émergence de nouvelles méthodes de classification dans lesquelles on prenait en compte certains gènes de référence, dont on comparait les séquences. On s'est alors aperçu, au regard de l'un de ces gènes, que les procaryotes se subdivisaient en deux grands groupes homogènes. De nombreux micro-organismes rencontrés dans des milieux extrêmes, fortement salés ou de



Les bactéries ressemblent-elles à des saucisses cocktail ?

température élevée, partageaient des traits communs à ce nouveau groupe. En 1977, Carl Woese, qui révéla l'existence de ce groupe distinct, pour souligner leur caractère archaïque supposé, désigna par archées les micro-organismes le constituant. On les pensait à l'époque dériver d'organismes ancestraux ayant colonisé la Terre bien avant l'apparition des bactéries. Il proposa une classification générale du vivant s'appuyant sur trois domaines distincts : les archées, les bactéries et les eucaryotes. Les archées ressemblent par leur morphologie, leur absence de noyau et leurs dimensions aux bactéries avec qui elles ont de nombreux gènes en commun. Certains de leurs gènes et de leurs voies métaboliques sont cependant plus proches de ceux des eucaryotes, en particulier ceux impliqués dans la réplication de l'ADN et dans la synthèse des protéines.

Dans l'arbre généalogique du vivant, appelé arbre phylogénétique, le rameau des eucaryotes s'insère entre celui des bactéries et celui des archées. L'ensemble des procaryotes ainsi scindé en deux domaines distincts, perd sa signification évolutive pour ne plus représenter qu'un caractère morphologique.

5 En quoi les eucaryotes diffèrent-ils des bactéries ?

Les eucaryotes sont apparus longtemps après les bactéries, il y a 2,68 milliards d'années, durant le Précambrien. Dans leurs cellules, leurs chromosomes sont empaquetés dans un noyau entouré d'une double membrane. L'espace intérieur de leurs cellules, ou cytoplasme, ne ressemble pas au grand loft à l'apparence anarchique et bohème des bactéries dans lequel tous les métabolismes ont lieu pêle-mêle. Il est compartimenté en petites structures vacuolaires dans lesquelles sont confinées des réactions de synthèse, de dégradation ou encore la production d'énergie. Celle-ci est réalisée dans des espaces dédiés, les mitochondries, qui sont des sortes de piles à combustible. Les protéines, destinées à s'imbriquer dans la



Les paramécies sont des organismes unicellulaires à noyau (eucaryotes). Ici, *Paramecium bursaria* a établi une symbiose avec des algues vertes, hébergées dans son cytoplasme.



membrane cellulaire ou à être excrétées, sont synthétisées dans un réseau tubulaire de membranes, appelé réticulum endoplasmique. Ces protéines sont ensuite modifiées à l'intérieur de disques empilés comme des bérets basques à la devanture d'un chapelier, que les scientifiques appellent appareil de Golgi. Les vacuoles, ou vésicules, assurent le stockage de substances de réserve. Certaines d'entre elles, nommées lysosomes, renferment des enzymes assurant la dégradation des organites cellulaires à renouveler ou des micro-organismes hostiles à détruire. La cellule doit donc se protéger de ses propres enzymes en les isolant pour ne pas être elle-même digérée.

Le patrimoine génétique des eucaryotes, inscrit dans l'ADN, est réparti sur plusieurs chromosomes, contrairement à celui des bactéries, généralement porté sur un unique chromosome circulaire. Leur nombre n'est pas en rapport avec la complexité de l'espèce. On en compte par exemple 2 paires chez le champignon qui produit la pénicilline, 16 chez la levure et le crocodile du Nil, 19 chez le raton laveur, 23 chez l'homme et le gecko, 40 chez le pigeon et jusqu'à 720 chez certaines espèces de fougère.

Le fait que les plantes et les animaux macroscopiques fassent partie des eucaryotes a conduit à surestimer, de manière subjective, leur représentativité dans le monde du vivant. Ils se répartissent en quatre règnes : les animaux, les plantes, les champignons et les protistes. Mais si on connaît actuellement plus d'espèces d'eucaryotes que de procaryotes, on estime que 99 % de ces derniers sont encore inconnus alors que seulement 10 % des vertébrés restent à découvrir.

Certains organismes eucaryotes présentent aussi une taille microscopique et sont par conséquent des micro-organismes à part entière, à l'instar des levures, des champignons unicellulaires, des protozoaires et des métazoaires. Certains d'entre eux nous sont très utiles comme la levure de boulangerie ou les *Penicillium*, responsables de la production d'antibiotiques ou de l'affinage de fromages. D'autres sont des parasites dommageables à la santé, comme *Candida albicans*, levure responsable de candidoses, ou les *Plasmodium*, protozoaires causant le paludisme.

6 Quelle taille ont les bactéries ?

Les bactéries figurent parmi les plus petits organismes vivants. À quelques rares exceptions près, elles sont invisibles à l'œil nu. Leur taille moyenne est de l'ordre du micromètre (μm), soit un millième de millimètre. Elle est généralement comprise entre 0,5 et 3 μm .

Cette faible taille leur permet d'accéder plus facilement aux sources de nourriture diffuses. On rencontre cependant quelques exceptions dans la nature. *Epulopiscium fishelsoni*, découverte en 1985, a été considérée un temps comme la plus grosse, avec ses 200 à 600 μm de long pour un diamètre moyen de 80 μm . Son embonpoint la rend visible à l'œil nu. À titre de comparaison, elle a à peu près le même diamètre qu'un cheveu. Cette bactérie vit en symbiose dans l'intestin du poisson chirurgien des massifs coralliens de la mer Rouge. Son nom signifie « invitée au banquet du poisson ». La richesse de son environnement nutritif lui a permis d'atteindre cette taille considérable, qui lui a même valu d'être initialement classée, à tort, parmi les



eucaryotes monocellulaires. Cette bactérie « *king size* » présente en outre un mode de reproduction très particulier. Entre une et sept cellules filles vont se former à l'intérieur de la cellule mère, dont la paroi cellulaire éclatera pour les libérer.

Epulopiscium a été détrônée par une bactérie sumo, *Thiomargarita namibiensis*, découverte en 1999 dans les sédiments côtiers, au large de la Namibie. Cette bactérie sphérique, gonflée comme une outre, possède des inclusions de soufre d'aspect opalescent, d'où son nom, qui signifie « perle de soufre de Namibie ». Elle a une taille moyenne comprise entre 100 et 300 μm , soit environ 100 fois la taille moyenne d'une bactérie, et peut même, dans certains cas, atteindre 750 μm . Elle tire son énergie de l'oxydation du sulfure d'hydrogène des sédiments marins. En absence d'oxygène, elle est capable de respirer les nitrates qu'elle a stockés en grande quantité dans une large vacuole, occupant jusqu'à 80 % de son volume cellulaire.

À l'inverse, les plus petites bactéries ont une taille comprise entre 0,1 et 0,3 μm , comme les *Chlamydia*, de taille intermédiaire entre les virus et les bactéries ou les mycoplasmes caractérisés par leur absence de paroi rigide. Ces bactéries ont acquis leur petite taille au cours de l'évolution, par la réduction du nombre de leurs gènes. Elles ont ainsi perdu de nombreuses fonctions biologiques et sont devenues dépendantes d'une cellule hôte qu'elles doivent parasiter pour survivre. Certaines sont pathogènes pour l'humain comme *Mycoplasma genitalium*. Cette dernière possède l'un des plus petits génomes bactériens connus. Il ne compte que 580 000 paires de bases alors qu'un génome bactérien moyen en possède plusieurs millions. Des chercheurs s'en sont inspirés pour fabriquer une bactérie de synthèse en laboratoire. La plus petite bactérie connue à ce jour est *Candidatus Carsonella ruddii*. Son génome d'environ 160 000 paires de bases ne code que 182 protéines. Les virus géants en possèdent cinq fois plus.

Décrites pour la première fois en 1990, les nanobactéries sont enveloppées d'une coque calcifiée et mesurent moins de 0,1 μm . Elles ont un temps prétendu au titre de plus petits organismes vivants, bien que leur volume cellulaire soit trop petit pour pouvoir héberger toute la machinerie nécessaire à la vie. Elles sont maintenant considérées comme des précipités de minéraux et de protéines, dont la forme évoque celle de bactéries. Celles trouvées en 1996, dans une météorite martienne, ont défrayé la chronique. On y avait vu, à tort, la première forme de vie extraterrestre.

7 À quoi ressemble une bactérie ?

Il est aisé de distinguer les animaux en observant leur morphologie. On a peu de chance de confondre un phacochère et une girafe. Cela est plus difficile dans le monde bactérien. La simple observation des bactéries au microscope ne suffit généralement pas à les identifier, mais permet dans une première approche de les classer selon leur taille, leur morphologie et leurs éventuelles associations.

La morphologie des bactéries leur est donnée en partie par leur paroi cellulaire rigide. Celle-ci est présente, plus ou moins développée, chez toutes les bactéries, à l'exception des mycoplasmes qui montrent, de ce fait, une très grande diversité de formes. Malgré l'étymologie du mot bactérie, se référant aux bâtonnets, ces micro-organismes présentent également d'autres formes. Les deux morphologies les plus