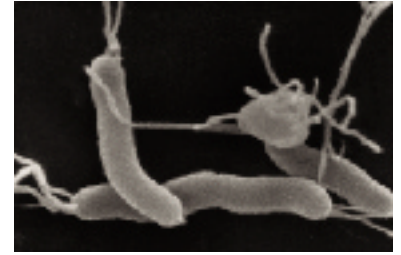


Le temps de génération très court des bactéries est la clé de leur immense pouvoir d'adaptation à l'environnement



Le pouvoir des bactéries

Les bactéries sont la première forme de vie apparue sur la Terre. Aujourd'hui, elles représentent près de 80% de la quantité totale de cellules constituant la biomasse. Une bactérie est une cellule unique, qui présente des différences importantes avec les cellules végétales et les cellules animales. Ce sont des procaryotes, c'est-à-dire qu'elles ne contiennent pas de noyau. Le génome bactérien, constitué d'un seul chromosome, n'est

peut atteindre plusieurs centaines de degrés. A de telles profondeurs, les pressions sont très élevées et la lumière n'y entre pas. Ces cellules vivent donc dans un environnement minéral apparemment totalement hostile, et sans source d'énergie solaire. Leur métabolisme est très différent de celui des bactéries de surface.

Certaines bactéries sont adaptées aux êtres vivants, qu'ils soient animaux ou végétaux. On distingue alors deux grands types bactériens : d'une part les bactéries commensales, en général inoffensives, et d'autre part, les bactéries agressives, donc pathogènes. Chez l'homme par exemple, les premières colonisent la peau et les muqueuses. Dans l'intestin, elles se nourrissent des mêmes aliments que leur hôte. Certaines des bactéries commensales sont même indispensables. On en trouve dans les intestins où elles fabriquent de nombreux nutriments (tels que la vitamine K), que l'organisme humain ne sait pas synthétiser lui-même. Les bactéries présentes dans la panse des ruminants digèrent la cellulose de l'herbe à la place de l'animal. Ce sont des symbiotes : elles sont indispensables à la vie de l'hôte, et l'hôte est indispensable à leur vie. A l'inverse des commensales, certaines bactéries, au cours de leur évolution et de leur adaptation à l'environnement vivant, ont acquis des propriétés qui les ont rendues agressives. Elles sont devenues pathogènes. C'est le cas de souches ayant la capacité de coloniser l'intérieur des tissus, soit en passant à travers les muqueuses (comme les salmonelles, responsables de diarrhées ou de la typhoïde), soit en s'introduisant par une blessure (comme les staphylocoques, qui sont des bactéries normales lorsqu'elles sont sur la peau mais pathogènes lorsqu'elles colonisent l'intérieur des tissus). Enfin, des

*Ci-dessus, des bactéries responsables de gastrites et d'ulcères de l'estomac (Helicobacter pylori).
Ci-contre, Jean-Louis Fauchère.*



donc pas séparé du reste de la cellule par une membrane nucléaire. La cellule bactérienne est entourée d'une paroi. Cette structure a un rôle de protection vis-à-vis du milieu extérieur, permettant en particulier aux bactéries de vivre dans des conditions extrêmes dans lesquelles une cellule eucaryote éclaterait. Les bactéries sont capables de coloniser tous les environnements connus : avec ou sans eau, avec ou sans air, inertes ou vivants. Des chercheurs ont par exemple pu déceler leur présence dans les grands fonds marins, en particulier à proximité de cheminées volcaniques, où la tempé-

● Laetitia Becq-Giraudon
Photo Sébastien Laval

bactéries sont pathogènes car elles ont acquis, au cours de leur adaptation, la capacité de synthétiser des toxines, responsables de toxoinfections. C'est le cas de *Vibrio cholerae* et de *Clostridium tetani* les germes respectivement responsables du choléra et du tétanos.

«Les bactéries ont un très grand pouvoir d'évolution», note Jean-Louis Fauchère, professeur de bactériologie et de virologie au CHU de Poitiers. C'est ce pouvoir qui leur donne une telle faculté d'adaptation à l'environnement vivant. Contrairement à la grande majorité des êtres eucaryotes, dont le temps de génération est très élevé (20 à 30 ans chez l'homme par exemple), les cellules procaryotes évoluent très rapidement. Pour les bactéries, le temps de génération est de l'ordre de 20 à 30 minutes. Ce temps très court, nécessaire pour créer une nouvelle génération, est la clé du pouvoir d'adaptation des bactéries.» En effet, comme tous les êtres vivants, les bactéries évoluent en modifiant leur patrimoine génétique.

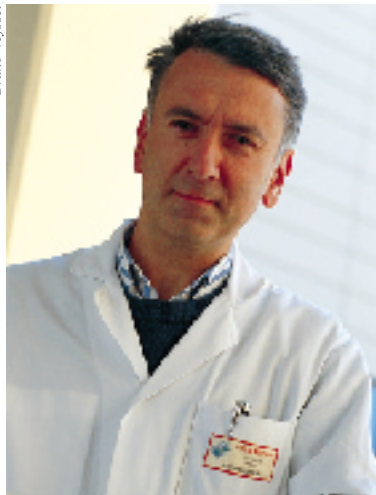
Résistance aux antibiotiques

Une des conséquences de cette évolution est l'acquisition de la résistance aux substances antibiotiques. Les bactéries apprennent à résister soit en synthétisant des substances qui détruisent les antibiotiques, soit en modifiant leur métabolisme. «On assiste en fait à un double mécanisme de variation-sélection. Chaque cellule peut potentiellement présenter un génome nouveau toutes les 20 à 30 minutes. Parmi les nouvelles bactéries, 80% ne sont pas viables. Les 20% restants sont plus ou moins adaptés à l'environnement et il suffit qu'une seule bactérie ait acquis spontanément la résistance à un antibiotique pour développer rapidement une nouvelle colonie sensible.»

L'utilisation répétée d'une famille d'antibiotiques peut créer une pression de sélection et induire la résistance d'une population de bactéries. Dans ce cadre, sont apparues de nouvelles maladies infectieuses, dites difficilement curables, car engendrées par des germes souvent peu dangereux mais hautement résistants aux antibiotiques classiques.

Bien que ce phénomène de sélection des souches résistantes soit réversible (on peut réduire le nombre d'infections en réalisant une antibiothérapie contrôlée), les recherches s'orientent vers de nouvelles voies thérapeutiques dans lesquelles les antibiotiques devraient être remplacés par des produits ou des méthodes anti-infectieux totalement différents. ■

Bruno Veisset



La guerre des virus

Contrairement aux bactéries, qui peuvent créer des symbioses et être ainsi nécessaires à la vie de leur hôte, il n'existe pas de "bon" virus. Lorsqu'il infecte un organisme, un virus est, au mieux, toléré par les cellules.

«Un virus n'est pas une cellule. C'est un parasite absolu et obligatoire des cellules», note Gérard Agius, professeur à la faculté de médecine et de pharmacie de l'Université de Poitiers. En effet, sans cellule, il n'y a pas de virus, car un virus a besoin d'une cellule hôte pour se reproduire et exister. On peut, en quelque sorte, l'assimiler à une molécule d'information génétique pratiquement pure.

Les virus sont constitués d'un seul type d'acide nucléique et de protéines. Certains sont aussi dotés d'une enveloppe, dont la structure se rapproche de celle de la membrane plasmique des cellules eucaryotes. L'acide nucléique peut être soit de l'ADN (c'est le cas d'*Herpes simplex*, le virus de l'herpès), soit de l'ARN (c'est le cas des rétrovirus), mais jamais les deux. Les protéines le constituant sont agencées dans l'espace de façon très géométrique pour former la capsid, qui entoure l'acide nucléique. Un virus ne se reproduit qu'à partir de son seul acide nucléique. N'ayant ni système enzymatique ni système énergétique propres, il est donc doué d'un parasitisme intracellulaire absolu : il détourne à ses propres fins tous les systèmes de son hôte

nécessaires à sa multiplication. Il existe quatre grands types d'interaction entre un virus et sa cellule hôte ; dans tous les cas l'objectif du virus est d'assurer sa pérennité. Dans un premier type d'infection, il entre dans la cellule grâce à un récepteur membranaire plus ou moins spécifique. Après la dénaturation de la capsid, on assiste à une réplication de son acide nucléique et à une synthèse des protéines nécessaires à son assemblage. Il se multiplie alors tant, que la cellule éclate, libérant les virions dans l'organisme. C'est ce que l'on appelle un cycle lytique, comme par exemple celui du virus de la poliomyélite. On peut aussi avoir un cycle abortif. Ici, le virus pénètre dans la cellule mais ne s'y multiplie pas. Dans le cas de l'infection persistante, la cellule vit en hébergeant le virus – de la simple latence à l'infection chronique. Il s'agit par exemple du virus de l'herpès, mais aussi du VIH, qui intègre son génome à celui de la cellule hôte. Quatrième type : le virus, en intégrant son génome à celui de la cellule, va induire une transformation génétique, et donner naissance à de nouvelles propriétés correspondant à celles d'une cellule néoplasique. On a le développement d'un cancer. Les virus peuvent atteindre tous les organismes vivants. Chez l'homme, beaucoup d'infections, par exemple celles par le virus de la grippe ou de la méningite virale, sont rythmées par les saisons. Elles donnent souvent lieu à des épidémies. Les virus peuvent pénétrer dans l'organisme par toutes les voies existantes : ORL, digestive, respiratoire, entérique, sexuelle... Et ils peuvent infecter n'importe quel tissu. Mais ils ont des cibles privilégiées. Par exemple, le virus de l'hépatite B va atteindre le foie plus particulièrement. Les virus peuvent être éliminés par tous les fluides biologiques. D'un point de vue thérapeutique, l'administration d'antibiotiques n'a aucun effet sur l'infection par le virus lui-même. C'est une mesure de protection, visant à éviter une surinfection bactérienne. Les antiviraux réels sont encore très peu nombreux. Ce sont des molécules chimiques de synthèse. Enfin, les vaccins, lorsqu'ils existent, sont administrés à titre préventif et représentent le moyen le plus efficace pour éviter l'infection par le virus.