

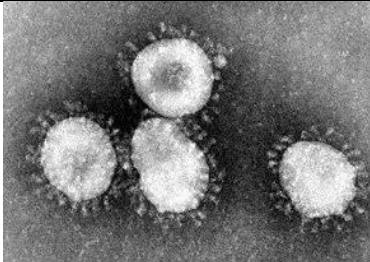
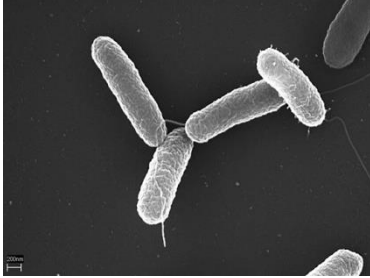
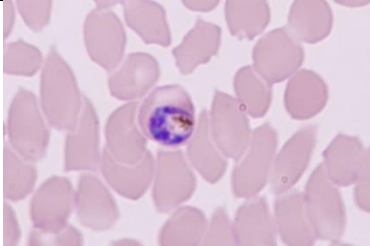
Chapitre M : microorganismes et santé

Pb : le monde microbien... pour le meilleur ou pour le pire ?

1. La diversité du monde microbien

1.1. Il existe 3 grandes familles de microbes

Activité : à la découverte d'une maladie infectieuse

Groupes et exemples	Maladies	Illustrations
VIRUS comme le HIV et le SARS-Cov2. Les virus sont à la frontière du vivant, car seuls ils sont incapables de vivre et de se multiplier ; taille de l'ordre du nm.	Le VIH est responsable de la maladie SIDA caractérisée par une diminution des défenses immunitaires. Le SARS-Cov2 est responsable de la maladie la Covid caractérisée par une insuffisance respiratoire aigue	 Coronavirus (sans échelle)
BACTERIES comme le Staphylocoque et la Salmonelle. Les bactéries sont en moyenne 1000 fois plus grandes que les virus (de l'ordre du μm), aussi est-il possible de les observer au microscope optique. L'organisation cellulaire les distingue des eucaryotes car elles ne possèdent pas de noyau.	Le staphylocoque est responsable d'abcès à pus souvent orange fluorescent pouvant conduire à une septicémie (infection générale). La salmonelle est responsable d'intoxication alimentaire grave.	 Salmonelle (sans échelle)
PROTOZOAIRE comme le <i>Plasmodium</i> . Dans ce cas, il s'agit d'une cellule eucaryote visible au microscope optique.	Le <i>Plasmodium</i> , pénètre dans les globules rouges pour s'y multiplier et les détruire.	 Plasmodium dans un globule rouge (pas d'échelle)

1.2. Modes de transmission assez variés

Il ne faut pas confondre l'agent pathogène avec la maladie qu'il provoque et qui est caractérisée par l'ensemble des symptômes qui permettent à un médecin d'établir son diagnostic. D'une manière générale, ces microbes vont se multiplier sans l'organisme en détournant ses éléments nutritifs ce qui peut conduire à la mort de l'hôte : c'est une forme de parasitisme. Ces maladies sont dites infectieuses car elles « s'attrapent » contrairement aux maladies génétiques ou chromosomiques.

Le biologiste distingue 2 modes de contamination :

- Directe entre être humain, comme pour la COVID lors d'éternuement
- Indirecte = vectorielle par le biais d'animaux, comme pour le cas du paludisme où c'est un insecte le moustique anophèle qui pique un humain en transmettant l'agent du paludisme.

2. Le monde passionnant des bactéries

2.1. Caractéristiques cytologiques des bactéries

Les **bactéries** appartiennent au règne des êtres vivants qui sont, en outre, capables de se reproduire pour assurer leur descendance. Comme les autres cellules, les bactéries possèdent une structure cellulaire caractéristique mais qui n'est pas celle des eucaryotes étudiés en début d'année.

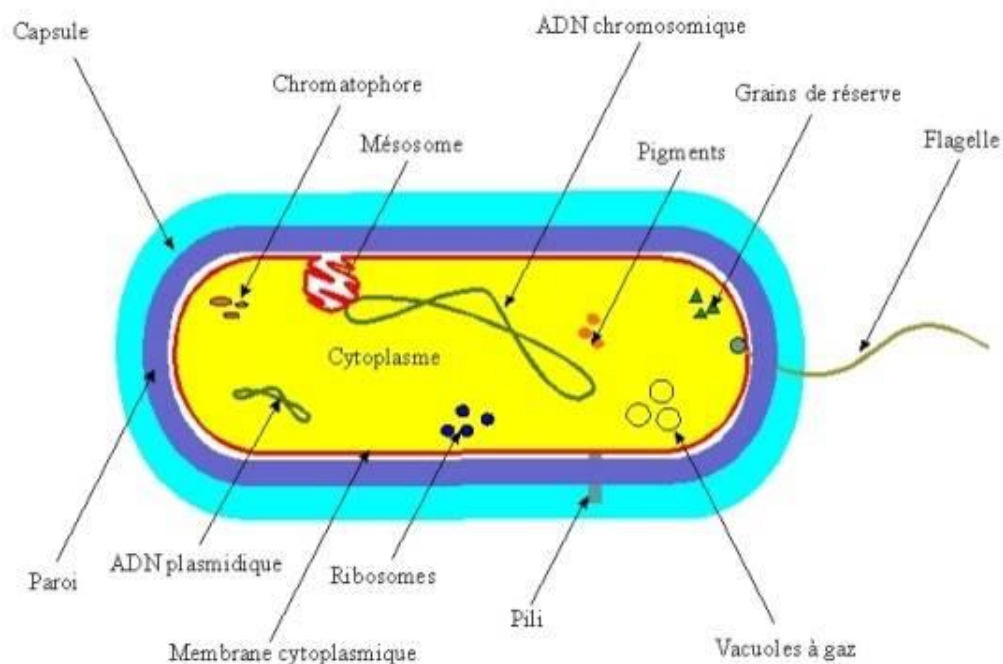


Schéma théorique d'une bactérie

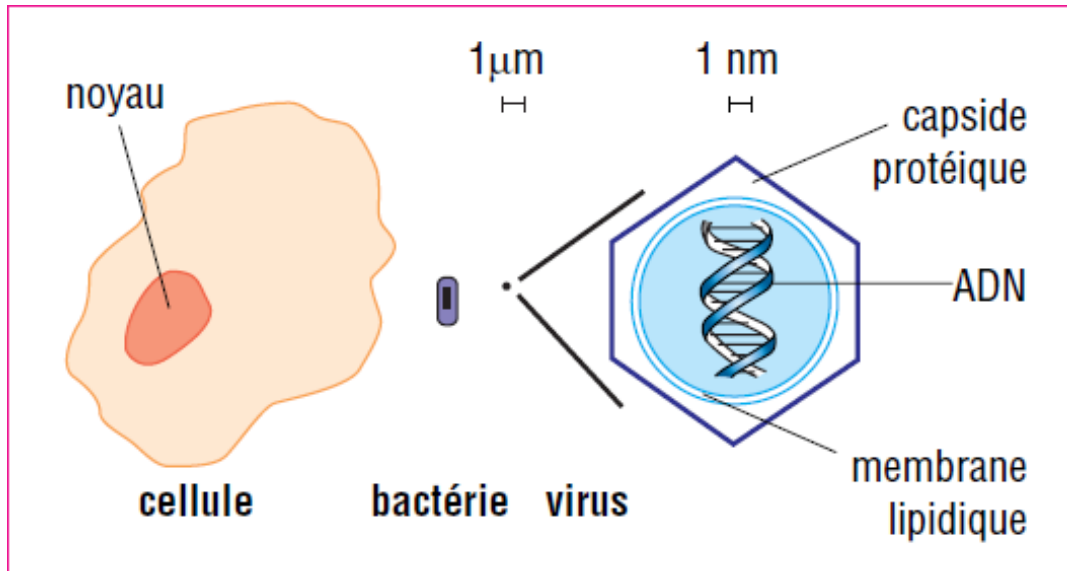
- Membrane plasmique** qui délimite le contour de la cellule
- Cytoplasme** à l'intérieur de la cellule
- Matériel génétique sous la forme d'un **ADN** chromosomique [=Acide Désoxyribo Nucléique] codant pour le programme génétique
- Présence dans le cytoplasme de **ribosomes** indispensables pour synthétiser les protéines

Particularités des bactéries :

- pas de compartiments dans la cellule et donc, à ce titre, pas de noyau pour enfermer les chromosomes. Conclusion les bactéries ne sont pas de **eucaryotes**.
- présence d'une **paroi** à l'extérieur en plus de la membrane plasmique
- présence facultative d'une **capsule** en plus de la paroi
- Présence facultative d'ADN sous forme de **plasmides** que s'échangent les bactéries en particulier pour acquérir une résistance aux antibiotiques
- Présence de **pilis** impliqués dans la fixation aux muqueuses ou la reproduction bactérienne
- présence facultative de **flagelles** pour assurer le déplacement

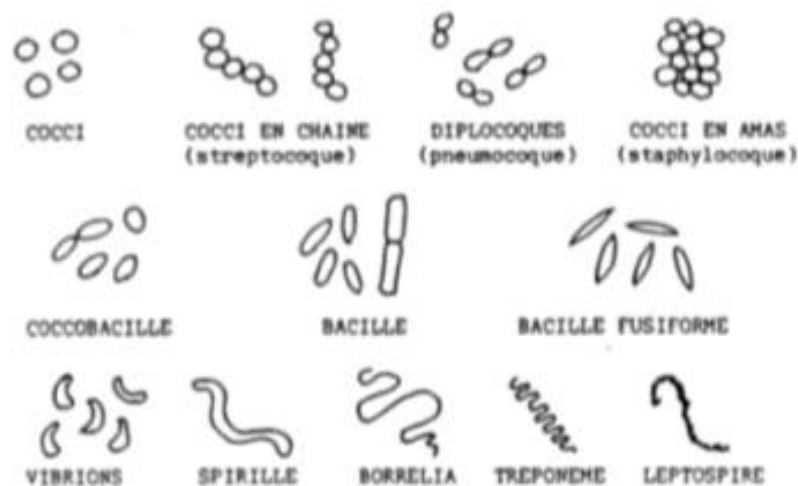
2.2. Des bactéries observables au microscope

Les bactéries sont des **unicellulaires**, c'est-à-dire constituées d'une seule cellule. Leur taille varie de 1 à une dizaine de micron (10^{-6} m). Elles sont donc 1000 fois plus grandes que les **virus** mais légèrement plus petites que les cellules **eucaryotes** (= avec noyaux) animales et végétales.



Comparaison de la taille d'un virus, bactérie, eucaryote

La forme de la cellule est un critère qui permet d'identifier le genre et l'espèce de la bactérie. C'est la présence de la **paroi** bactérienne qui définit la forme de la bactérie, c'est en quelque sorte son exosquelette.



Cocci et bacille sont les 2 formes majoritaires des bactéries

2.3. Bactérie n'est pas synonyme de maladies

2.3.1. Bactéries et microbiote

Activité : le microbiote et ses promesses

<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/les-roles-du-microbiote-sur-la-sante-232.html>

De nombreuses bactéries sont normalement présentes sur la peau et les muqueuses des sujets en bonne santé. Ainsi notre microbiote digestif est constitué de 10^{12} à 10^{14} microorganismes dont les bactéries soit 10 fois plus que de cellules qui composent un individu ! Parmi les rôles de ce microbiote on peut citer :

- Rôle digestif : synthétise de la vitamine K, aide à la digestion des aliments ;
- Rôle protecteur : en occupant la peau et le tube digestif, ces bactéries bloquent le développement des autres bactéries pathogènes ;
- Rôle sur le développement : certains comportements peuvent s'expliquer par un déséquilibre du microbiote (autisme ?)

2.3.2. Bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes sont des bactéries responsables d'une maladie infectieuse même chez un sujet en bonne santé (ex typhoïde, choléra, tuberculose, méningite). Cas particulier des bactéries opportunistes : les opportunistes ne donnent habituellement pas de maladie chez les sujets sains. En revanche, elles peuvent devenir pathogènes chez les sujets aux défenses immunitaires altérées (ex : personnes âgées, malnutries, atteinte du SIDA). Ces bactéries sont souvent des bactéries commensales qui vivent à la surface de la peau et des muqueuses de l'homme. Chez le sujet normal, elles ne donnent pas d'infections, mais à la faveur d'une immunodépression ou d'une antibiothérapie, elles vont être contre-sélectionnées et proliférer leur donnant ainsi un avantage sélectif.

3. Les bactéries et leur étude au laboratoire

3.1. La coloration de base en bactériologie : Gram

Activité : coloration de Gram pour caractériser les bactéries

La composition chimique de la paroi bactérienne a permis de classer les bactéries en deux grands groupes qui se distinguent par la **coloration de Gram** :

- Les bactéries colorées en violet après la coloration de Gram, dites **Gram positives** ; C'est en effet la paroi riche en peptidoglycane qui bloque l'extraction du violet de gentiane et de l'iode par la décoloration à l'alcool alors qu'elle ne bloque pas cette extraction chez les bactéries à Gram négatif.
- Les bactéries colorées en rose après la coloration de Gram, dites **Gram négatives**

□ **Paroi bactérienne**

- bactéries est la paroi cellulaire.
- différence de la structure et de la composition chimique de la paroi cellulaire mise en évidence grâce à la coloration de Gram.

▪ **Gram positif**

- 90% peptidoglycane

▪ **Gram négatif**

- 5 à 20 % peptidoglycane
- Lipoprotéines
- Membrane externe (LPS)

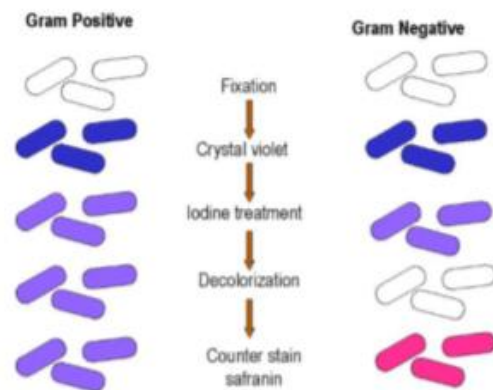
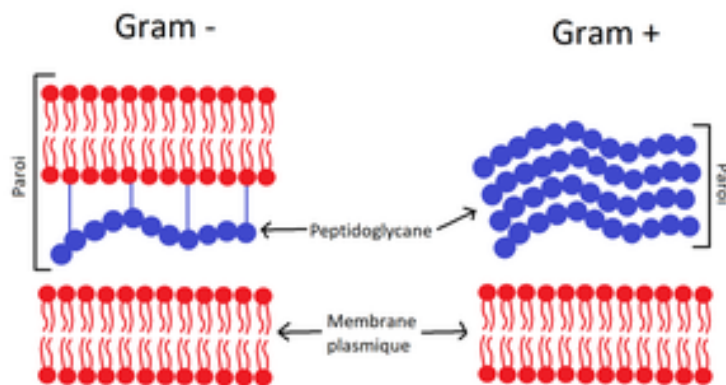
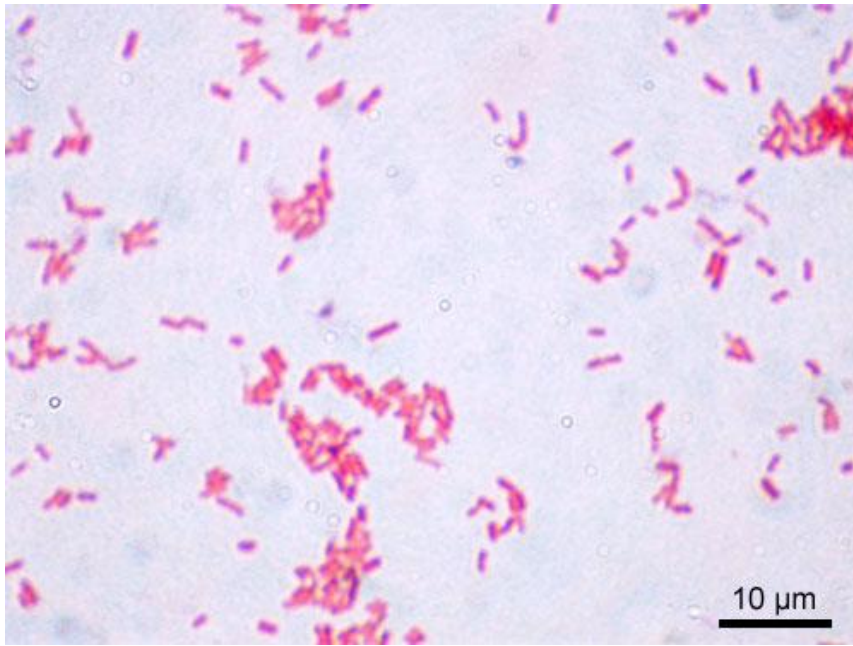


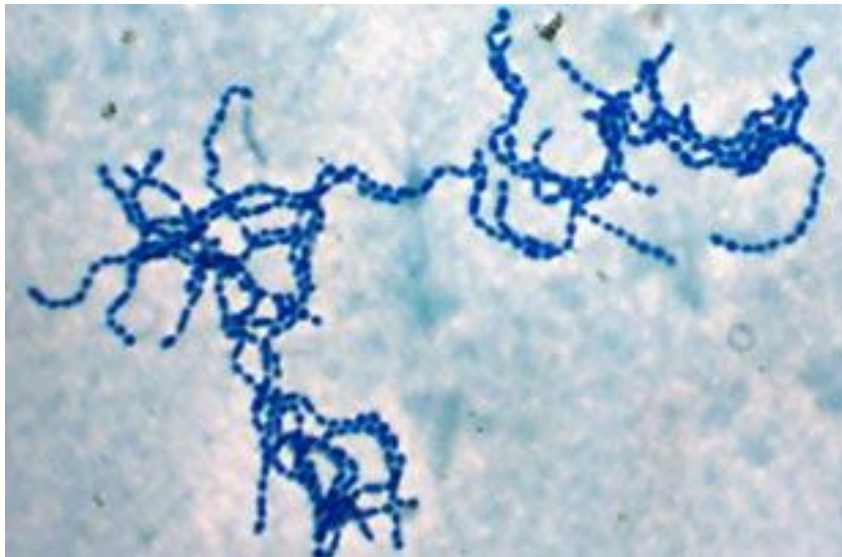
Schéma de la coloration de Gram



Composition de la paroi des bactérie Gram + ou -



Photographie d'un frottis, coloration Gram avec bacille Gram négatif



Photographie d'un frottis, coloration Gram avec cocci Gram positif

3.2. Les bactéries, comme nous, sont hétérotrophes : il faut bien les nourrir ☺

Activité : mise en culture des bactéries

Les bactéries ne sont pas des **autotrophes** comme les cellules végétales. Elles doivent donc prélever dans le milieu tous les éléments nutritifs : elles sont **hétérotrophes**. Pour les cultiver en boîte de Pétri, il convient donc d'ajouter à la **gélose d'agar agar** différents éléments :

- Une source d'énergie sous la forme de sucres comme le glucose ou l'amidon
- Une source d'acides aminés pour fabriquer des protéines
- Une source de vitamines sous forme d'extraits de levures
- Une source de minéraux avec entre autre du NaCl



Photographie détaillée de colonies bactériennes sur boîte de Pétri

La culture se fait dans des boîtes de Pétri stériles remplies du milieu de culture, dans laquelle il faut déposer en stries les bactéries. Elles vont alors se diviser en se coupant en deux toutes les 20 minutes. La croissance est donc très rapide et selon un mode exponentielle. En quelques heures plusieurs millions de bactéries sont formées. Mais comme elles restent groupées après la division, elles forment un amas caractéristique nommé une **colonie**. Chaque colonie est donc un **clone** issu d'une bactérie initiale. Chaque espèce forme des colonies dont l'aspect est caractéristique.

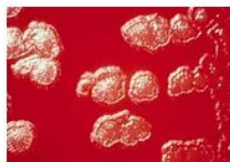
I La forme

Le premier caractère important dans la description des colonies est sa forme générale... De nombreuses espèces bactériennes forment des colonies rondes. Cependant d'autres donnent des colonies aux formes plus ou moins variées...

Les quatre types de colonies que vous allez rencontrer en général, sont :



RONDE



IRREGULIERE



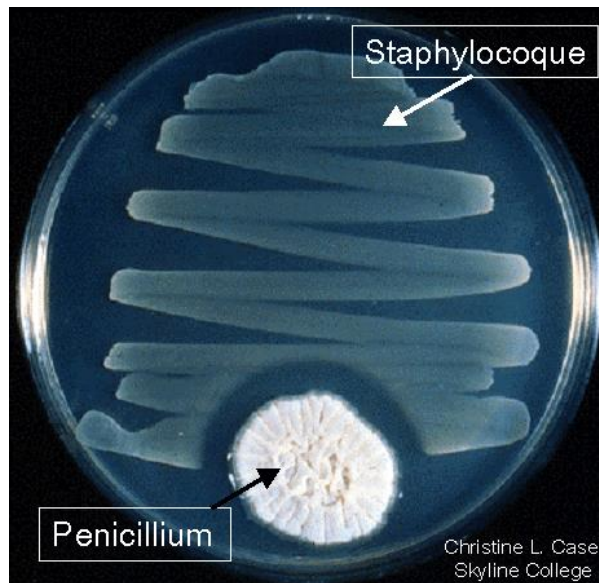
EN ETOILE



ENVAHISSANTE

3.3. L'action des antibiotiques (= ATB) sur les bactéries

3.3.1. Une découverte fortuite : la pénicilline

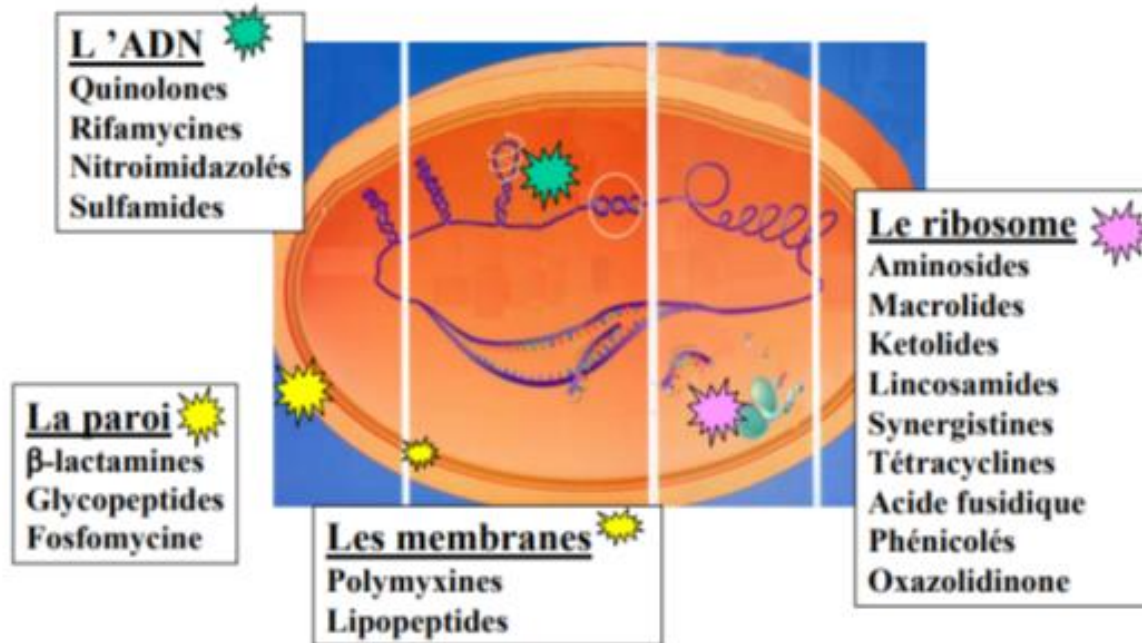


Culture bactérienne contaminé par un champignon

La découverte du premier antibiotique est comme bien souvent en sciences une histoire d'une expérience qui loupe. « *Alexander Fleming, un biologiste britannique, part en vacances et laisse une boîte de pétri dans son laboratoire en espérant que les staphylocoques qu'il cultive, se multiplient. A son retour, il constate qu'une souche de champignons (celle que cultivait son voisin de paille) a contaminé la boîte et empêché la croissance des staphylocoques. Il tente alors, en vain, d'isoler et de purifier la molécule responsable, la célèbre pénicilline. En 1939, Florey et Chain reprennent ses travaux et parviennent à produire la pénicilline à grande échelle. Elle sera utilisée à partir de 1943 dans les armées alliées pour combattre les pneumonies, les méningites et la syphilis. Bien d'autres molécules seront alors découvertes chez les bactéries ou les champignons et largement utilisées contre les maladies infectieuses bactériennes* » - source : @passeportsanté

3.3.2. Mode d'action des ATB

Les antibiotiques agissent uniquement sur les bactéries mais jamais sur les **virus** et jamais sur les cellules **eucaryotes**. Ces molécules actives agissent à différents niveaux sur la physiologie des bactéries comme l'indique le schéma ci-dessous.



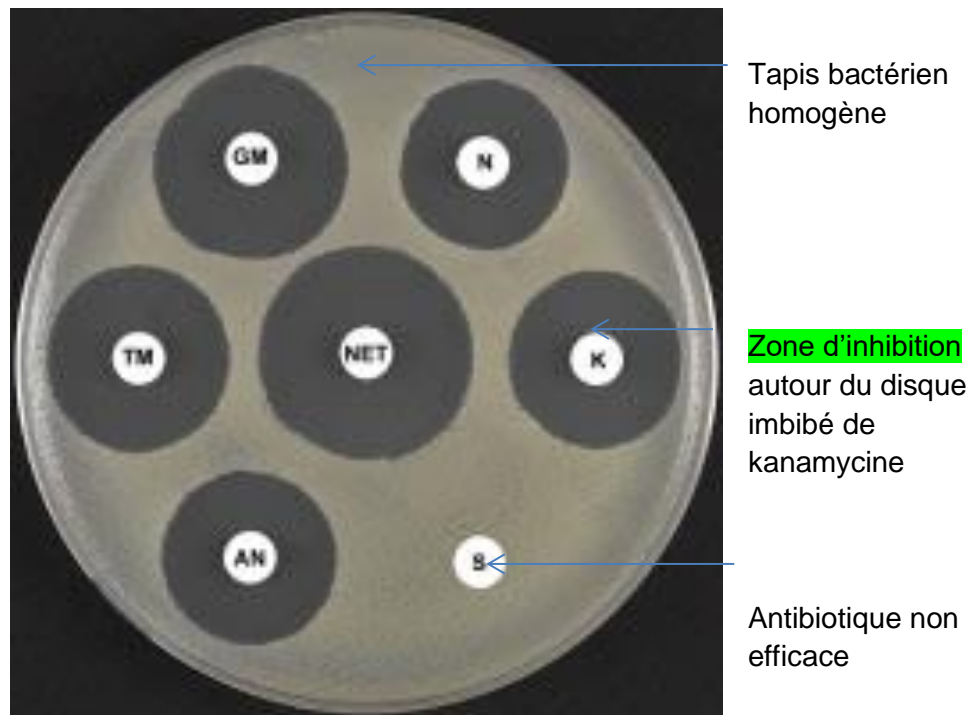
Mode d'action des antibiotiques au niveau moléculaire

3.3.3. Rechercher le « bon » ATB pour tuer la bactérie et guérir d'une infection bactérienne

Activité : réalisation d'un antibiogramme

Afin de tester si un ATB est efficace sur une souche bactérienne, il faut réaliser au laboratoire un **antibiogramme**. Le principe est simple puisqu'il faut étaler sur une boîte de Pétri une culture bactérienne suffisamment chargée pour couvrir la totalité de la surface de la boîte puis y déposer des disques imbibés de l'antibiotique. Deux possibilités alors :

- Si l'ATB n'est pas actif contre la souche bactérienne alors elle se développe même au contact du disque : la souche est dite **résistante**.
- Si l'ATB est actif contre la souche bactérienne alors il y a une zone sous la forme d'une auréole autour du disque : la souche est dite **sensible**. Ainsi, l'ATB a diffusé tout autour du disque dans la gélose et tant que la concentration de l'ATB est suffisamment élevée elle empêche la multiplication des bactéries et donc la formation des colonies.



Photographie d'un antibiogramme (K = kanamycine ; S = Streptomycine ; etc

3.4. Les bactéries font de la résistance

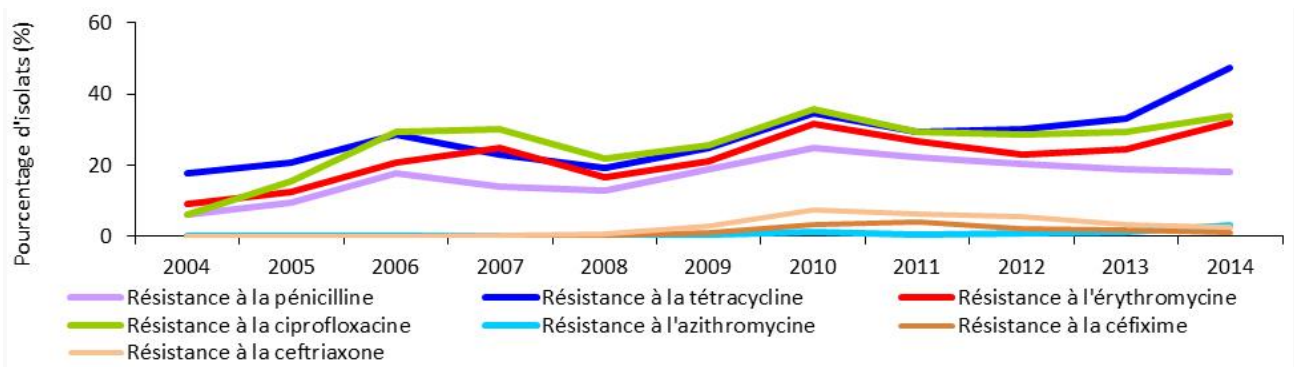
Activité : une course aux armements, les bactéries défient les antibiotiques

<https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/antibiorésistance-la-résistance-sorganise>

C'est l'utilisation massive d'antibiotiques dans l'élevage intensif ainsi qu'en médecine clinique et de ville, qui sélectionne les bactéries résistantes à un antibiotique. En présence de l'ATB, la bactérie résistante n'est pas détruite, elle va donc continuer à se multiplier activement et donc se répandre dans la population (illustration du phénomène de **sélection naturelle**).



Antibiorésistance – futur fléau de santé publique



Pourcentage d'infection génitales à *Neisseria gonorrhoeae* résistants aux antibiotiques, de 2004 à 2014¹

L'hôpital à ce titre est un endroit qui héberge de nombreuses souches bactériennes multi résistantes. Toutes les mesures prophylactiques sont donc mises en œuvre afin de limiter les infections nosocomiales, c'est-à-dire contractées à l'hôpital.

48^h

DÉLAI MINIMAL ENTRE UNE HOSPITALISATION ET LA SURVENUE D'UNE INFECTION NOSOCOMIALE

1 patient hospitalisé sur **20** EST CONCERNÉ

3 PRINCIPALES BACTÉRIES

STAPHYLOCOCCUS AUREUS
ESCHERICHIA COLI
PSEUDOMONAS AERUGINOSAS

Jean-Christophe Lucet, Unité d'hygiène et de lutte contre l'infection nosocomiale, groupe hospitalier Bichat-Claude Bernard, Paris

¹ <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/medicaments-et-produits-sante/systeme-canadien-surveillance-resistance-antimicrobiens-rapport-2016.html>