

BACTÉRIOLOGIE

STRUCTURE, CLASSIFICATION ET IDENTIFICATION



Le Monde Bactérien : Généralités



Origines Anciennes

3,5 milliards d'années d'existence.



Adaptabilité "Tout Terrain"

Plasticité génomique, diversité
(milliers d'espèces), omniprésence.



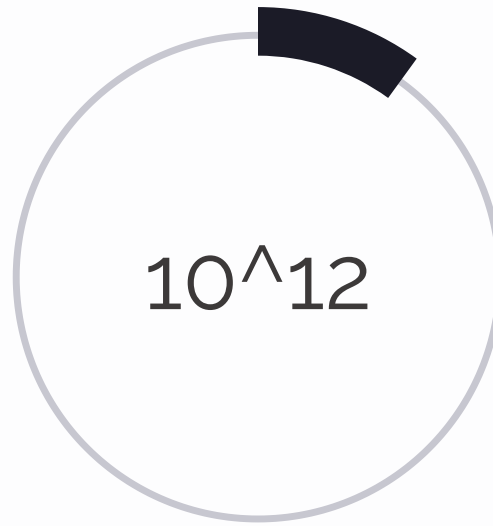
3 Types de bactéries

Saprophytes, Commensales,
Pathogènes.

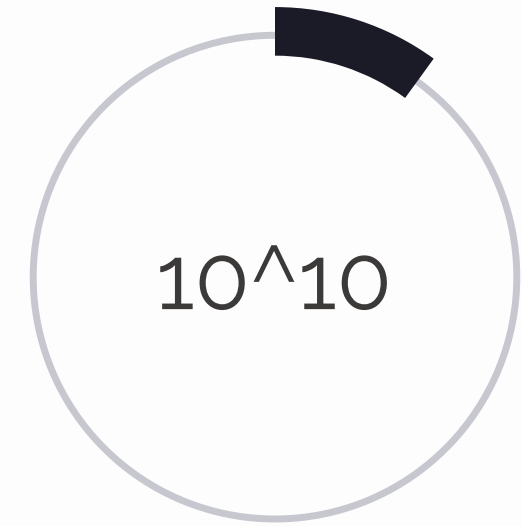
Microbiote Humain : Un Monde en Nous



Bactéries dans le Côlon
Un écosystème dense et vital.



Bactéries sur la Peau
Protection et équilibre cutané.



Bactéries Bouche/Pharynx
Première ligne de défense.



Rôles et Conséquences du Microbiote

Rôle Symbiotique

- Stimule le système immunitaire
- Effet barrière (inhibe bactéries exogènes, dégrade toxines)
- Aide à la digestion

Conséquences Bactériologiques

- Asepsie rigoureuse pour prélèvements stériles
- Réservoir de gènes de résistance aux antibiotiques
- Stratégies pour rechercher pathogènes dans le microbiote

⚠ Les bactéries échangent gènes et outils génétiques pour s'adapter (ex : gènes de résistances, de virulence).

Structure Bactérienne Simple

Paroi Cellulaire

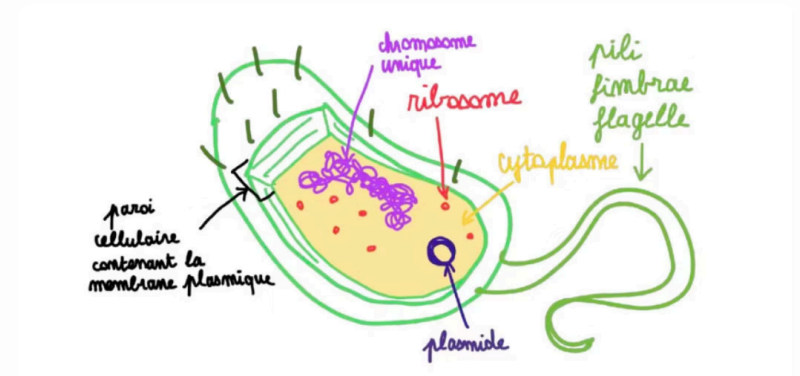
- Définit la forme (coccus, bacille, spiralée) → Permet l'orientation
- Protège de la lyse osmotique (peptidoglycane)

Membrane Plasmique

- Barrière perméable sélective
- Transport nutriments/déchets, processus métaboliques

ADN

- Chromosomique (dans le cytoplasme)
- Extra-chromosomique (plasmides circulaires)



Voies et Mécanismes d'Infection

1

Par son Microbiote

Déplacement de bactéries commensales (ex: E. coli dans la vessie).

2

Par l'Environnement

Ingestion, aérosols, contact direct, insectes.

1

Mécanisme Suppuratif

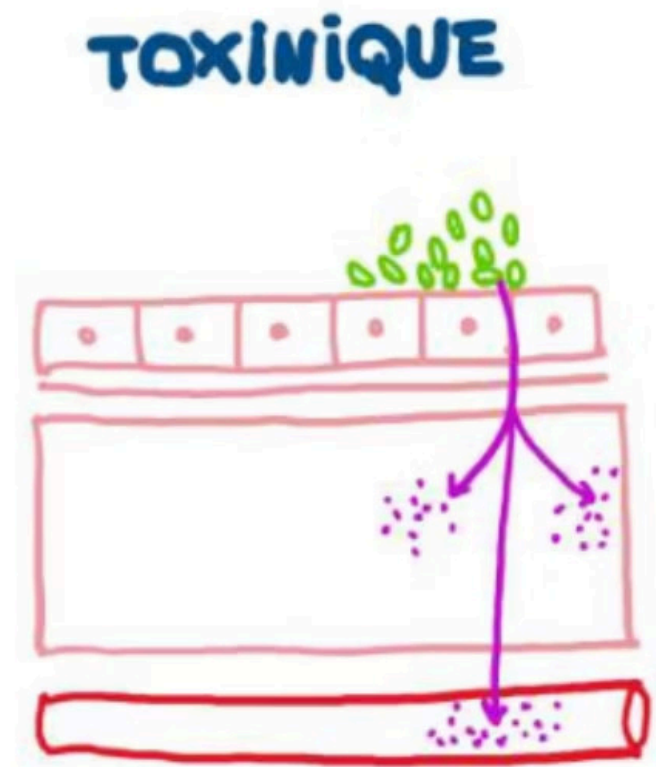
Multiplication, migration, invasion des tissus et vaisseaux sanguins.



2

Mécanisme Toxinique

Adhésion à l'épithélium, libération de toxines.



Certaines bactéries peuvent combiner les deux mécanismes d'infection.

Démarche Diagnostique en Bactériologie

01

J0 : Examen Direct

Prélèvement, coloration de GRAM (orientation), mise en culture.

02

J1 : Identification MALDI-TOF

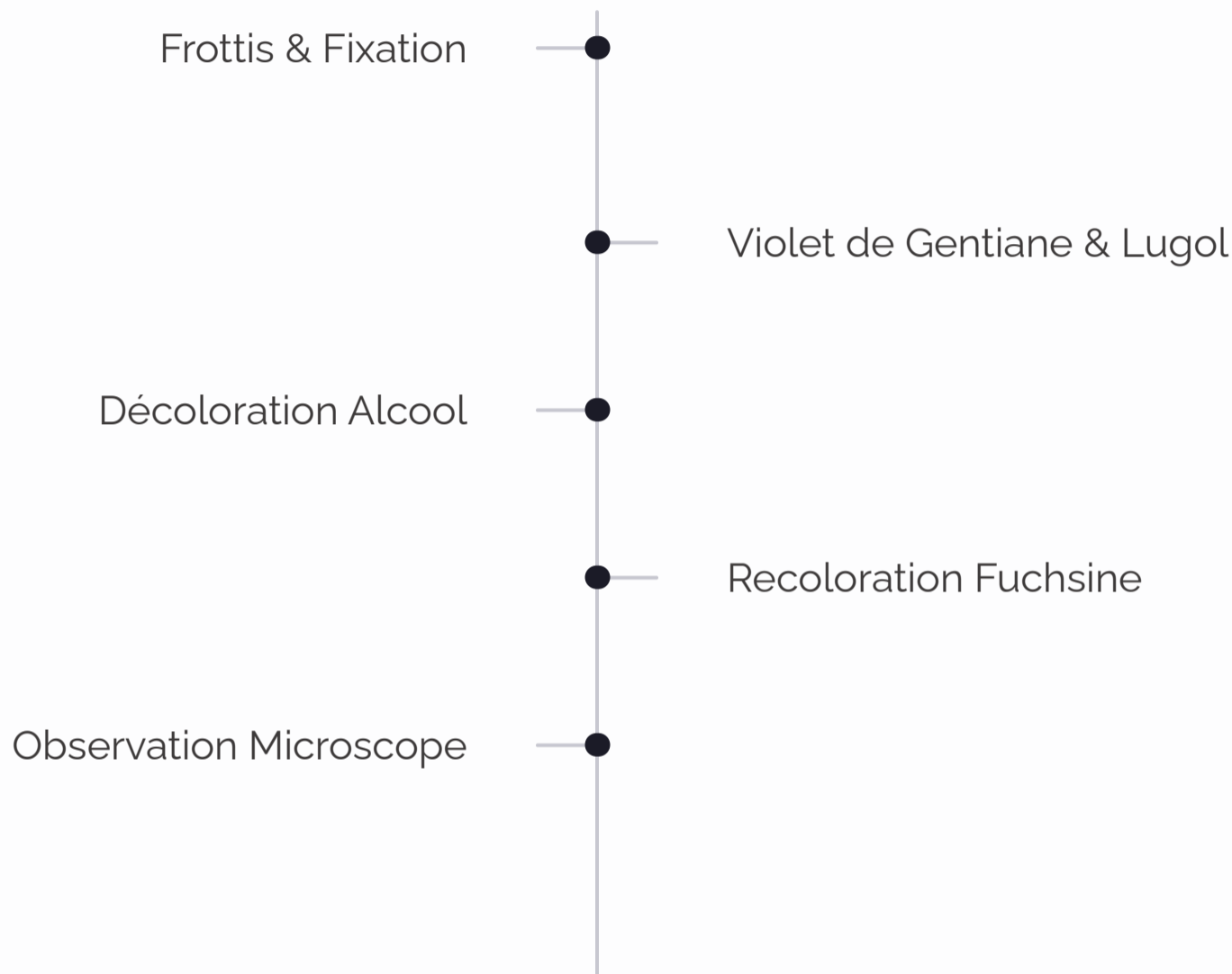
Spectrométrie de masse (identification), préparation antibiogramme.

03

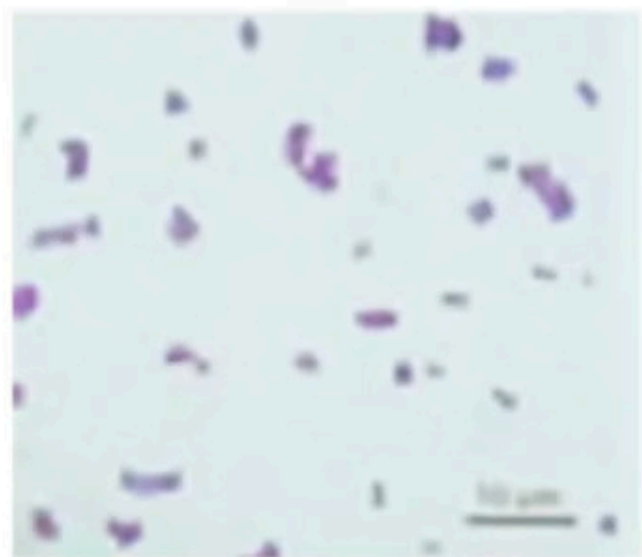
J2 : Lecture Antibiogramme

Lecture antibiogramme, identification phénotypique (exceptions).

Coloration de GRAM : Étapes Clés

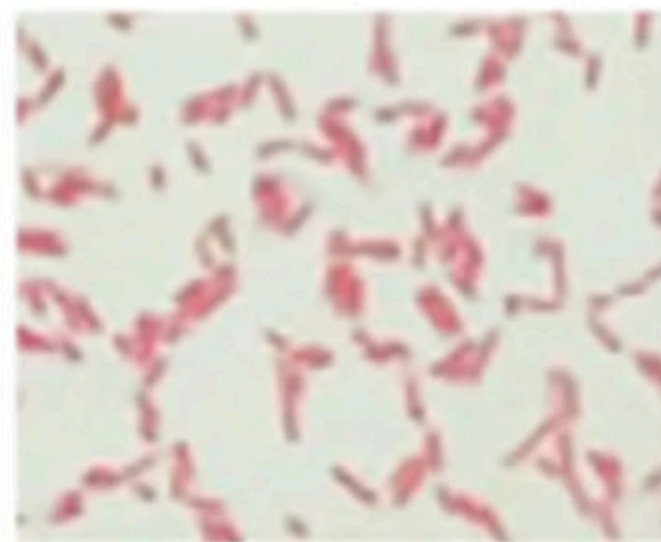


GRAM+



Coloration violette

GRAM-



Coloration rose

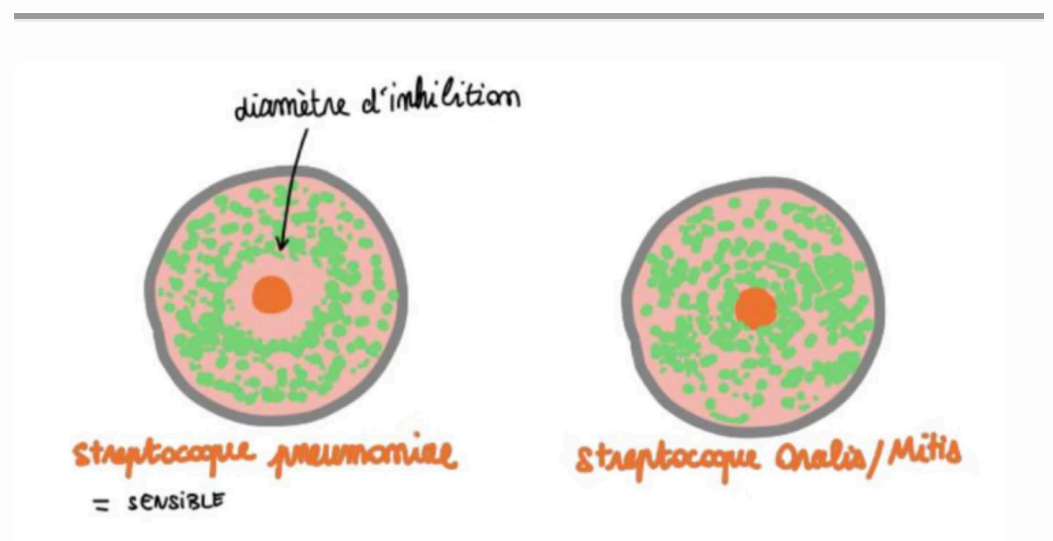
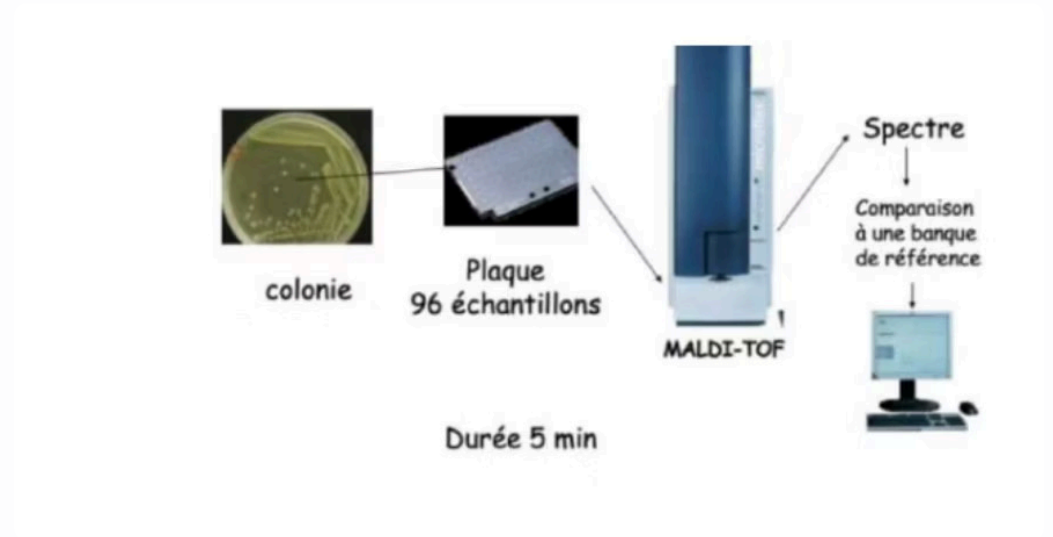
Identification Avancée : MALDI-TOF

Spectrométrie de Masse

- Analyse des cultures par MALDI-TOF.
- Génère un spectre protéique comparé à une base de données.
- Rapide (quelques minutes), universel, coût modeste.

Limites

- Nécessite 10*5 cellules (pas de prélèvement direct).
- Base de données riche requise.
- Coût d'équipement élevé.
- Difficulté à différencier espèces proches
 - **Streptococcus pneumoniae** et **oralis** ou **mitis**
 - → Disque optochine = streptococcus pneumoniae
 - **E. coli** et **Shigella sp**
 - → galerie d'identification phénotypique.



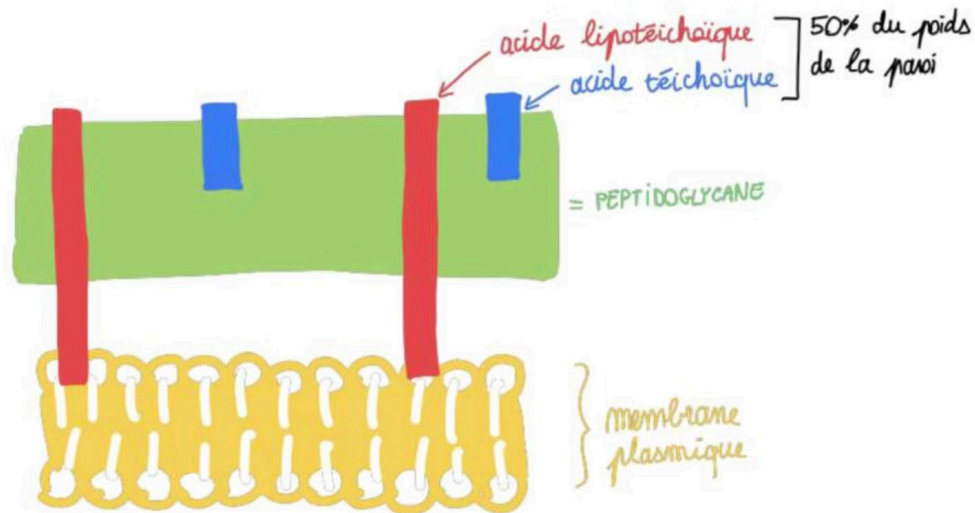
Lecture antibiogramme

On va faire la lecture de l'antibiogramme avec le résultat de la sensibilité de la bactérie face aux antibiotiques testés (*disque d'inhibition*).

Différences GRAM+ et GRAM-

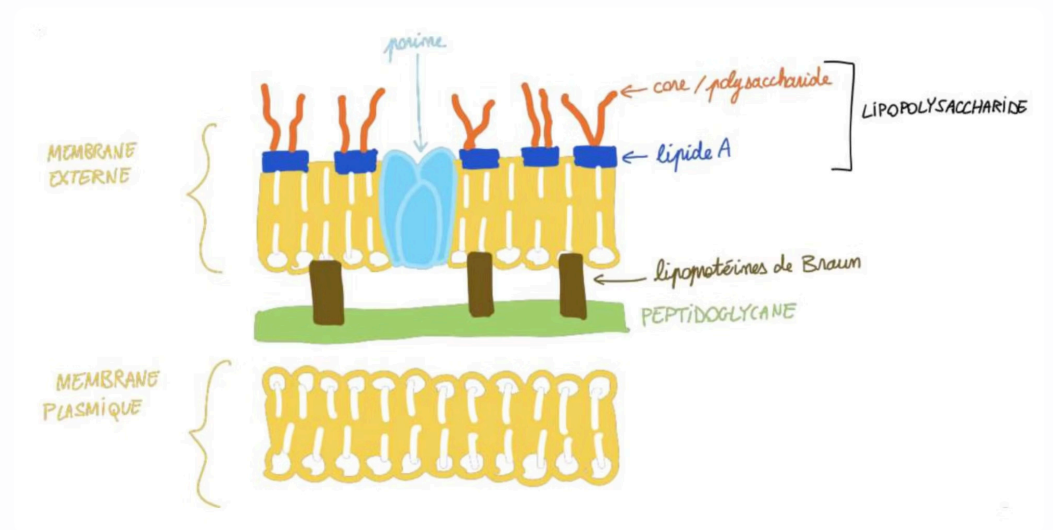
GRAM+ : Structure

- Paroi peptidoglycane très épaisse.
- Contient des acides téichoïques et lipotéichoïques.
- Membrane plasmique (phospholipides + protéines).



GRAM- : Structure

- Membrane plasmique (bicouche phospholipidique).
- Paroi peptidoglycane plus fine, ancrée à la membrane externe.
- Membrane externe (porines, lipoprotéine de Braun, LPS).



⚠ Peptidoglycane : Cible des Antibiotiques

FOSFOMYCINES, GLYCOPEPTIDES, BÉTA-LACTAMINES inhibent sa synthèse.

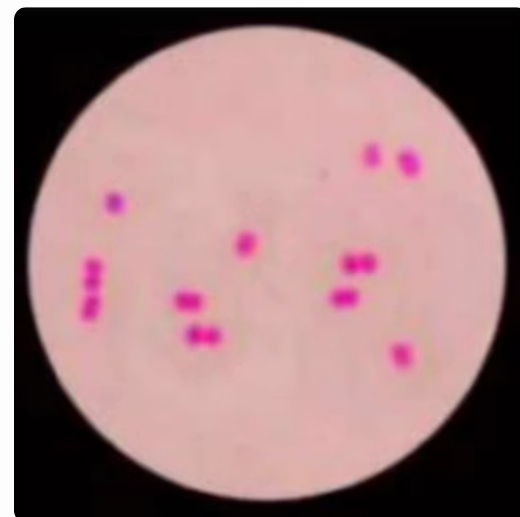
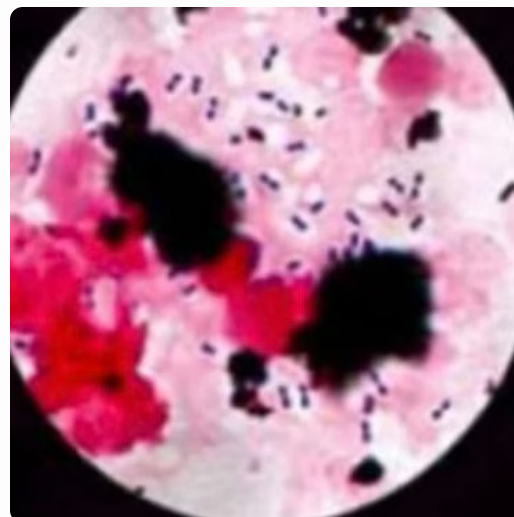
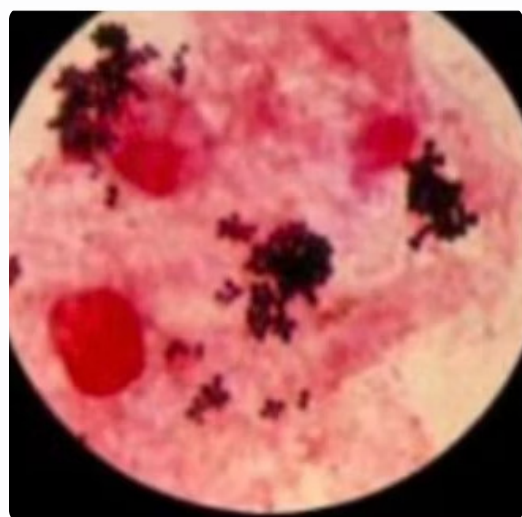
Tableau de la mort 🤪 : GRAM+ et GRAM-

Bactéries GRAM+ : Cocci

Staphylococcus aureus	<i>Cocci en amas</i>	Staphylocoque Doré	Ubiquitaire (peau, muqueuses)	Suppuratif (furoncles), Toxique
Staphylococcus epidermidis	<i>Cocci en amas</i>	Staphylocoque Blanc	Ubiquitaire (peau, muqueuses)	Très rare, infections sur matériaux
Streptococcus pyogenes	<i>Cocci en chainettes</i>	Groupe A	Pharynx	Angines, complications cutanées
Streptococcus agalactiae	<i>Cocci en chainettes</i>	Groupe B	Muqueuses digestives/génitales	Infections maternofoetales, endocardite
Streptococcus spp	<i>Cocci en chainettes</i>	Groupe ACG / Alpha-hémolytique	Pharyngée/digestives	Rares infections
Streptococcus pneumoniae	<i>Cocci en diplocoques à courte chainettes</i>	x	Voies respiratoires	Otites, pneumonies, méningites

Bactéries GRAM- : Cocci & Bacilles

Neisseria meningitidis	<i>Cocci en diplocoques grain de café</i>	Méningocoque	Pharynx	Méningites, méningo-encéphalites
Neisseria gonorrhoeae	<i>Cocci en diplocoques grain de café</i>	Gonocoque	Muqueuses génitales, pharynx	Urétrites, IST
Neisseria spp.	<i>Cocci en diplocoques grain de café</i>	x	Voies aériennes sup (VAS)	NON pathogène
Enterobacteriaceae (E. Coli, Salmonella, Shigella...)	<i>Bacilles</i>	Colibacille (pour E. coli)	Intestins	Infections digestives, urinaires, méningées, fièvre typhoïde, dysenterie



Le Peptidoglycane : Un Bouclier Essentiel

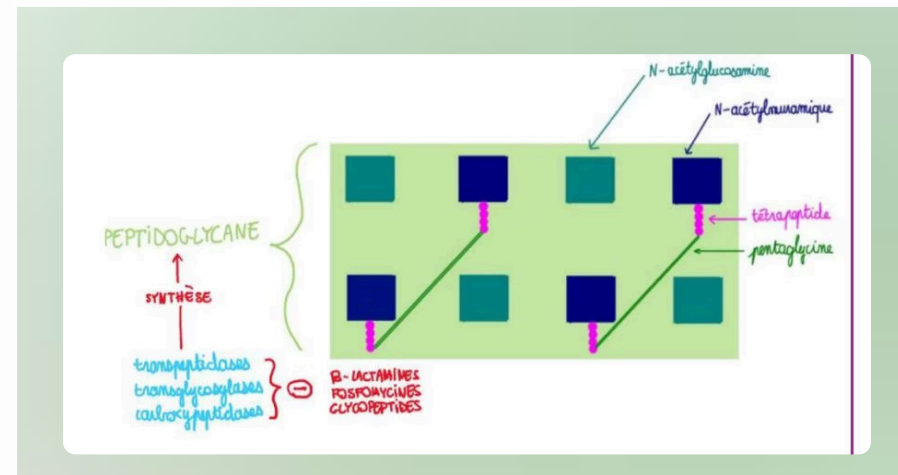
Structure Complexe

Polymère de **N-acétyl glucosamine** et d'**acide N-acétyl muramique** (NAM), formant un réseau de sucres et d'acides aminés.

Liées entre elles au niveau des NAM par des **tétrapeptides**.

⚠ Cible des Antibiotiques

Sa biosynthèse est une cible majeure pour de nombreux antibiotiques, essentiels dans la lutte contre les infections bactériennes.



Mécanismes d'Action des Antibiotiques



Fosfomycines

Inhibent la pyruvyl transférase, agissant sur les précurseurs du peptidoglycane.



Glycopeptides

Bloquent l'élongation des chaînes de peptidoglycane.



Bêta-Lactamines

Inhibent les transpeptidases, transglycosylases et carboxypeptidases, enzymes clés de la synthèse.

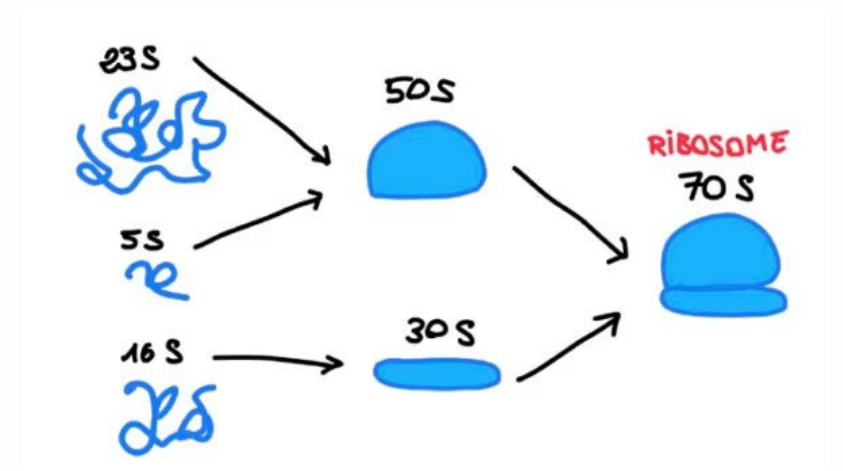
Ces antibiotiques perturbent la formation de la paroi bactérienne en s'attaquant aux enzymes responsables de la formation du peptidoglycane (*transpeptidases, transglycosylase et carboxypeptidase*), entraînant la mort de la bactérie.

L'ARN Ribosomal : Moteur de la Synthèse Protéique

Les ribosomes bactériens, essentiels à la synthèse des protéines, sont composés de trois ARNr : 23S, 5S et 16S.

- 23S + 5S = sous-unité 50S
- 16S = sous-unité 30S
- L'association des deux forme le ribosome 70S.

Le "S" (Svedberg) mesure le coefficient de sédimentation.



L'ARNr 16S : Une Clé pour l'Identification



Universalité

L'ARNr 16S est **universel** chez les procaryotes, permettant de retracer les liens de parenté entre espèces.



Séquences Variées

Composé de séquences conservées, variables et hypervariables, il permet d'identifier l'espèce bactérienne.



Banque de Données

La plus grande banque de séquences communes, avec plus de 200 000 séquences, facilite l'identification moléculaire.

Identification Moléculaire par Séquençage ARNr 16S

01

Extraction ADN

À partir d'une colonie ou d'un prélèvement.

03

Séquençage

Lecture de la séquence obtenue.

02

PCR Universelle

Amplification avec des amorces conservées 16S universelles.

04

Analyse & Identification

Comparaison avec la base de données pour identifier la bactérie.

Plasticité du Génome Bactérien

Mutations Aléatoires

Fréquence de 10^6 à 10^7 mutations non corrigées lors de la réplication, pouvant conférer une résistance aux antibiotiques.

Acquisition Génétique

Acquisition d'ADN externe ou transfert de gènes plasmidiques/chromosomiques via transformation, transduction, ou conjugaison.



Mécanismes de Transfert Génétique



Transformation

Passage d'ADN du milieu extérieur vers la bactérie, démontré par l'expérience de Griffith.



Transduction

Transmission d'ADN via un bactériophage (virus bactérien).



Conjugaison

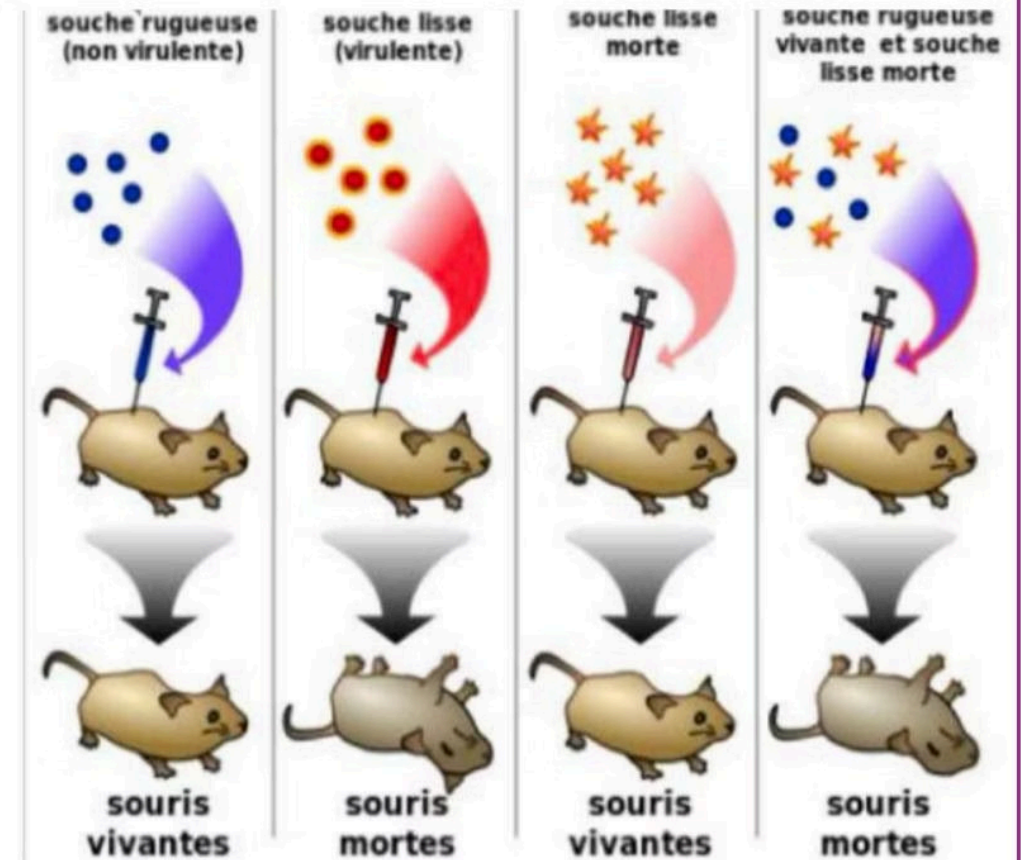
Échange d'ADN entre bactéries mâle et femelle via un pilus sexuel.

L'Expérience de Griffith : La Transformation Révélée

Frederick Griffith a démontré la transformation bactérienne en 1928 avec des souches de *Streptococcus Pneumoniae*.

- Souche rugueuse non virulente → Souris vivante
- Souche lisse virulente → Souris morte
- Souche lisse tuée par chaleur → Souris vivante
- Souche rugueuse + souche lisse tuée par chaleur → Souris morte

Conclusion : un "principe transformant" transfère la virulence.



REPENSE AU TABLEAU

Classification et Nomenclature Bactérienne

1

Espèce et Souche

L'espèce est l'unité fondamentale, la souche une sous-division. Un clone descend d'une même souche.

2

Critères d'Appartenance

Anciennement : critères phénotypiques et génotypiques (hybridation ADN/ADN $\geq 70\%$).

3

Approche Moderne

Aujourd'hui : comparaisons de séquences génomiques complètes (identité moyenne $\geq 95\%$) et séquençage de l'ARNr 16S.

4

Nomenclature Universelle

Nom de genre (majuscule) + nom d'espèce (minuscule), ex: *Staphylococcus aureus*.

Domaine Ex.: *Bacteria*
Règne *Prokaryotae*
Phylum
Classe *Schizomycetes*
Ordre *Micrococcales*
Famille *Micrococcaceae*
Genre *Staphylococcus*
Espèce *S. aureus*



QCM TIME



À propos de la structure des bactéries, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :

A. Les bactéries sont des organismes pluricellulaires dénués d'organites.

B. La paroi cellulaire définit la forme de la bactérie et la protège contre la lyse par pression osmotique.

C. Le chromosome bactérien baigne directement dans le cytoplasme car il n'est pas limité par une membrane.

D. L'insertion du peptidoglycane dans la paroi est rendue possible grâce deux enzymes seulement, la transpeptidase et la carboxypeptidase.

E. Les propositions A, B, C et D sont fausses.

À propos de la démarche diagnostique et de la coloration de Gram, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A. L'examen direct (J0) après coloration de Gram permet une identification certaine de l'espèce bactérienne.**
- B. Lors de la coloration de Gram, l'étape de décoloration à l'alcool rend les bactéries à Gram négatif incolores.**
- C. Les bactéries à Gram positif apparaissent violettes à la fin du processus car elles possèdent une paroi épaisse.**
- D. Streptococcus pneumoniae est une bactérie à coloration violette (Gram-).**
- E. Les propositions A, B, C et D sont fausses.**