

UE – MALADIES INFECTIEUSES - MICROBIOLOGIE



FGSM3 – FASM1

Responsables : Sophie Jarraud (FGSM3) – Florence Ader (FASM1)

sophie.jarraud@chu-lyon.fr

florence.ader@chu-lyon.fr

FGSM3 - Objectifs pédagogiques

- Acquérir les pré-requis pour l'enseignement des maladies infectieuses
- Maîtriser les outils diagnostiques et thérapeutiques
- Aspects de la microbiologie
 - Présentation des agents infectieux
 - Pathogénie : Agent infectieux -> infection ?
 - Conduite diagnostic : investigation ? Interprétation ?
 - Thérapeutique : comment utiliser les molécules anti-infectieuses ?
 - Epidémiologie ? dissémination, prévention

UE MIM – FGSM3 (50h)

- **Microbiologie**

- Parasitologie - mycologie (9h)
- Bactériologie – Virologie (28,5h)

- **Maladie Infectieuse – Microbiologie** Items ECN

- Sémiologie médicale (2,5h)
- Cours décroisonnés 1er et 2d cycle
- Duo : infectiologue / microbiologiste
 - Item n° 164 infections à Herpes virus du sujet immunocompétent
 - Item n°173 Zoonose
 - Item n° 147 & 157 Fièvre aiguë chez l'adulte Septicémie/Bactériémie/Fongémie de l'adulte
 - Item n° 154 et 166 Infections broncho-pulmonaires communautaires de l'adulte

Non refait en FASM1



UE MIM – FGSM3

- **CM** : doc pédagogiques disponibles sur MOODLE avant les cours
 - en duo le plus souvent
 - différents formats : Classique / cours inversés / cas cliniques – quiz interactifs
- **ED : 3x2h**
 - Application pratique clinique de l'enseignement
 - Cas cliniques : préparation en sous-groupe puis restitution
 - 1 ED de quiz interactifs (en distanciel)
- **TP : 2x2h**
 - Escape Game – resolution de cas clinique
 - Attention pour des raisons d'organisation changement de groupe **impossible** à la dernière minute !!

Bactériologie



F. Vandenesch
PUPH



S. Jarraud
PUPH



A. Tristan
MCUPH



C. Bouchiat-Sarabi
MCUPH



C. Dupieux-Chabert
MCUPH



C. Kolenda
PHU

Sybile Etievant
AHU



Anne Lise Maucotel
AHU

Virologie



V. Escuret
MCUPH



L. Josset
MCUPH



JS. Casalagno
MCUPH

M. Deleume
AHU



Maladies Infectieuses



F. Ader
PUPH

S. Soueges, CCA
A. Conrad, MCUPH

Généralités sur les Microbes et en particulier sur les Bactéries...



Sophie Jarraud

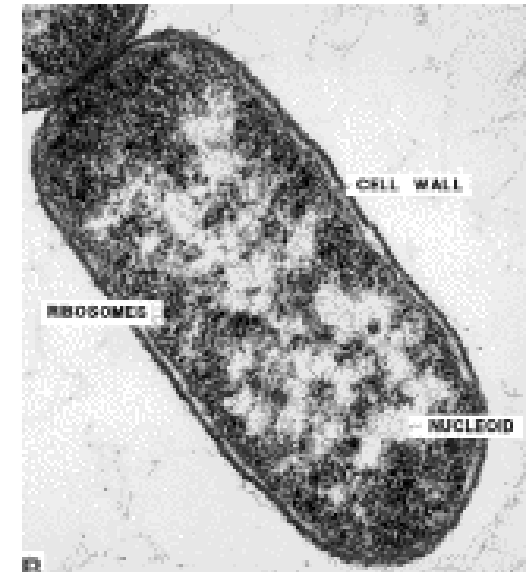
Maladies Infectieuses - Microbiologie
Année 2025-2026



PLAN

Bactériologie générale

- Introduction
- Structure Bactérienne
- Croissance et Métabolisme
- Résistance aux antibiotiques
- Flore résidente/Pathogène – Microbiotes
- Interactions bactéries - hôte



La bactériolo... quoi?

- **Microbiologie** : *micro bios logos* (petit, vivant, étude) = étude des **micro-organismes** et des relations avec leur environnement

La bactériolo... quoi?

- **Microbiologie** : *micro bios logos* (petit, vivant, étude) = étude des **micro-organismes** et des relations avec leur environnement

↑
Terme plus actuel que **microbe**
mais aussi imprécis

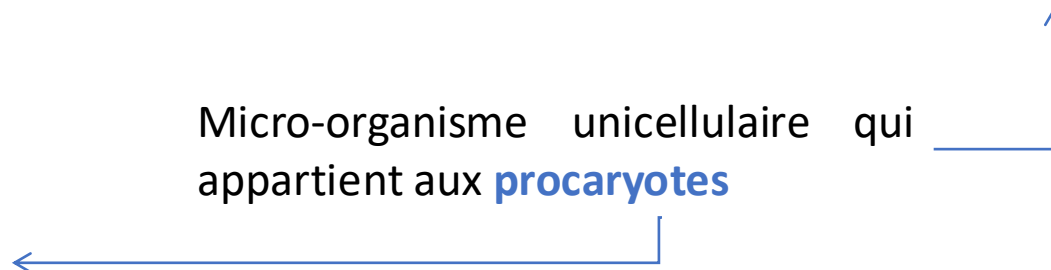


CE Sédillot (1804-1883)

←
Terme désignant des organismes
microscopiques sans distinction de leur
origine: animaux, végétaux, **bactéries**...

Être unicellulaire autonome,
sans noyau, d'organisation
«simple» comprenant les
eubactéries et les Archaea (par
opposition aux **eucaryotes**)

Micro-organisme unicellulaire qui
appartient aux **procaryotes**



Cellules

Procaryotes

Organismes unicellulaires

Eubactéries

Archées

Bactéries

d'intérêt médical



Eucaryotes

Unicellulaire ou pluricellulaire

Virus

Pas une cellule

Capside (protéines virales)
entourant le génome viral
(ADN ou ARN)

+/- enveloppe

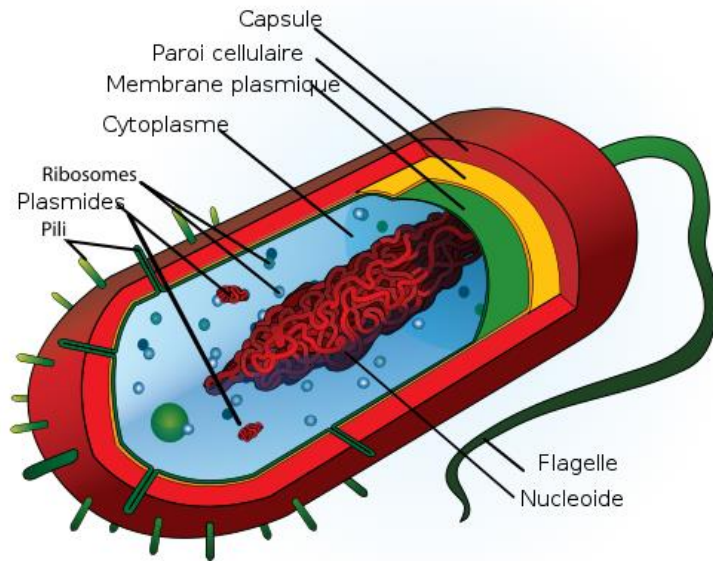
Cellules

Procaryotes

Organismes unicellulaires

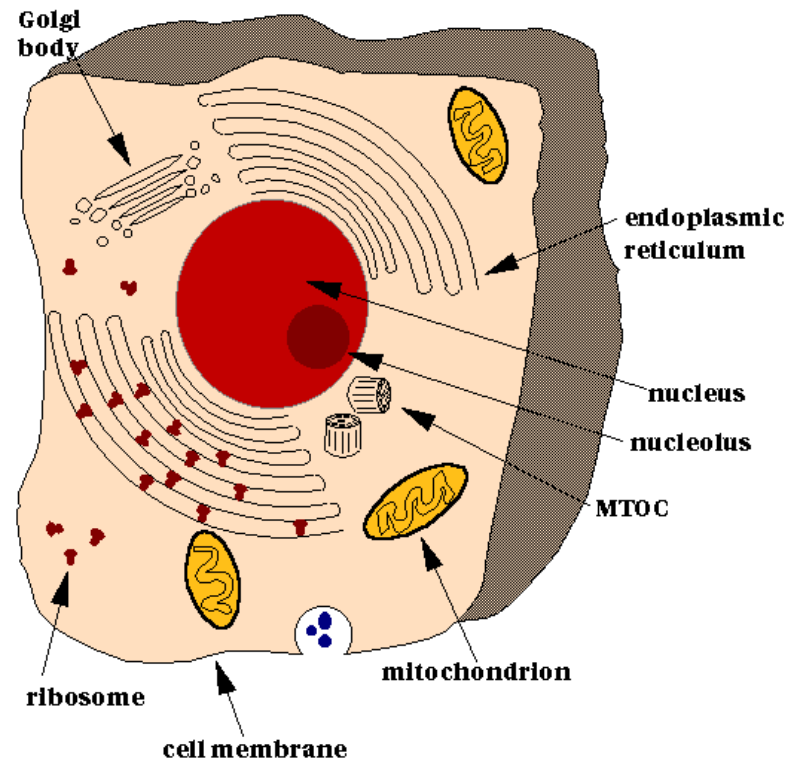
Eubactéries

Archées



Eucaryotes

Unicellaire ou pluricellulaire



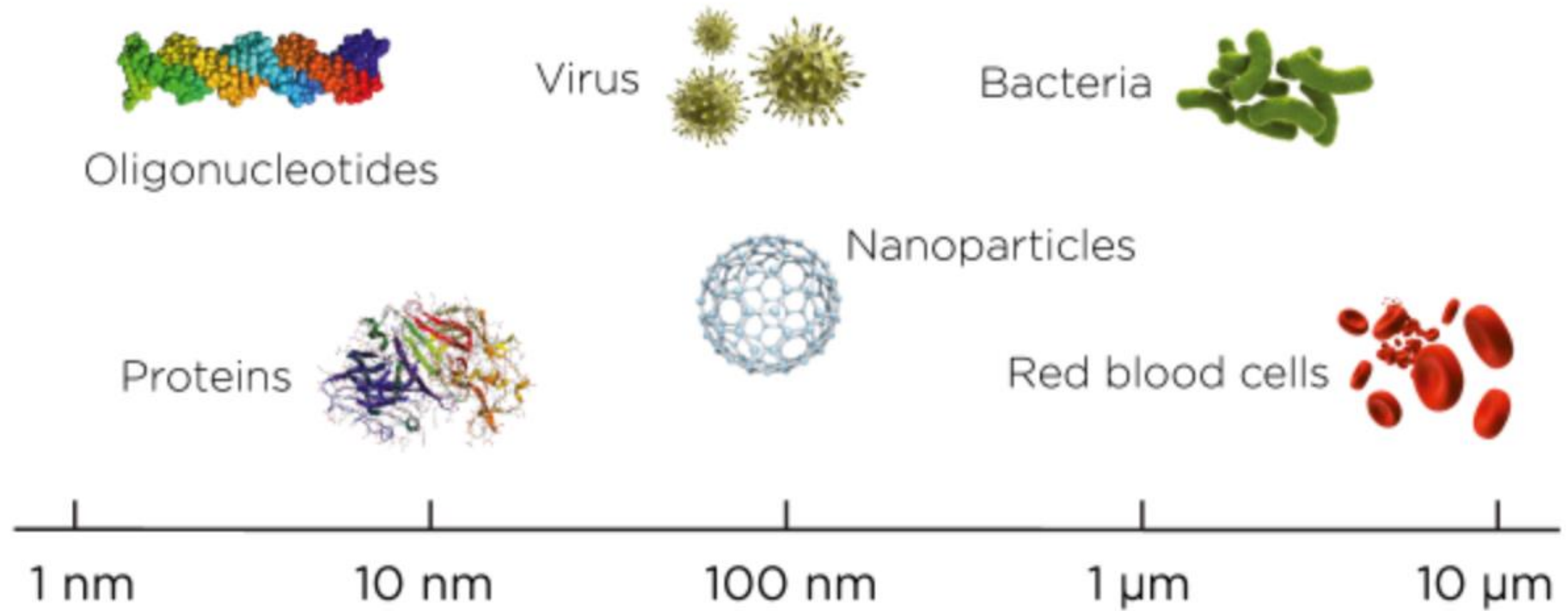
Virus

Pas une cellule

Capside (protéines virales)
entourant le génome viral
(ADN ou ARN)
+/- enveloppe

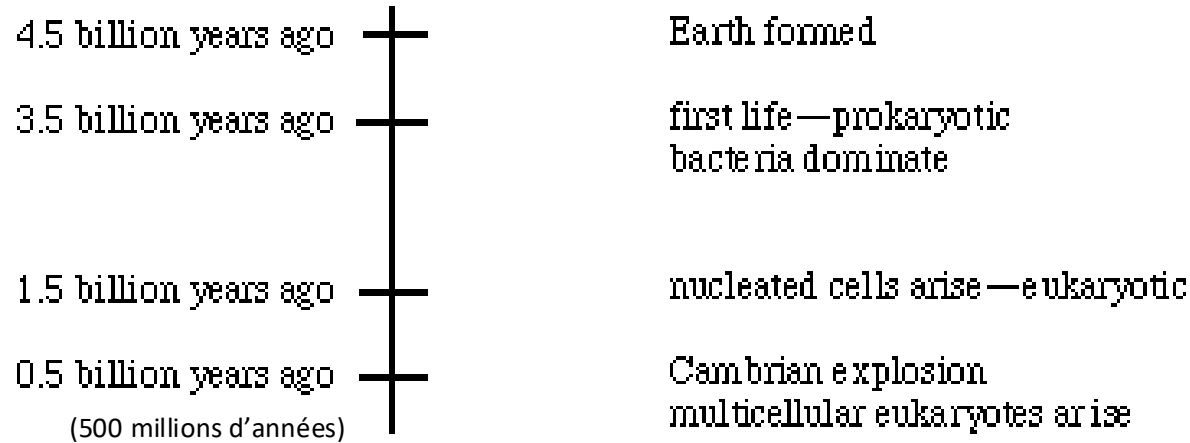
Eucaryotes vs Procaryotes

	EUCARYOTES	PROCARYOTES
NOYAU	Présence d'une membrane nucléaire Plusieurs chromosomes	Absence de membrane nucléaire Un seul chromosome
PAROI	Absence de paroi rigide	Présence de paroi rigide
MITOCHONDRIES	Présentes Phosphorylation oxydative	Absentes Phosphorylation dans la membrane



Notions de base en bactériologie

A Brief History of Life on Earth



Les bactéries sont vieilles ...

Les bactéries sont nombreuses ...

Bactéries = **50% de la biomasse**

Bactéries de l'intestin : plus nombreuses que les cellules de l'homme

10^{13} cel eucaryotes / être humain

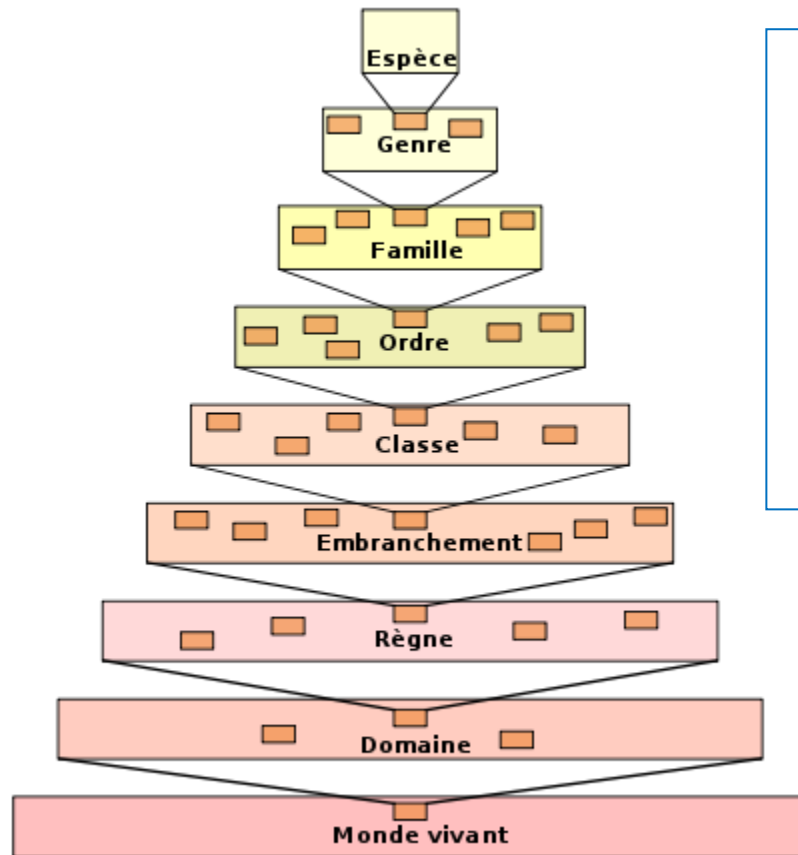
10^{14} bactéries chez l'homme (1kg dans TD)

bactéries pathogènes = une infime fraction du monde bactérien

Désignation des microorganismes

- Tout être vivant est désigné par deux noms :
 - Nom de genre, ex : *Staphylococcus*
 - Nom d'espèce, ex : *aureus*
 - *Staphylococcus aureus*
- Nom latin ou grecque, en italique ou souligné
- La première lettre du genre en capitale pouvant être en abréviation : *S. aureus*
- Parfois désignation commun «staphylocoque doré»
- Changement de nom en fonction des progrès taxonomiques

Classification et nomenclature bactérienne



Règne : Procaryotes

Embranchement (Phylum) : *Proteobacteria*

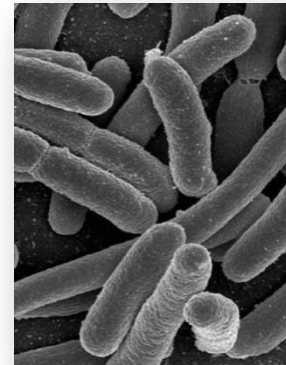
Classe : *γ proteobacteria*

Ordre: *Enterobacteriales*

Famille : *Enterobacteriaceae*

Genre : *Escherichia*

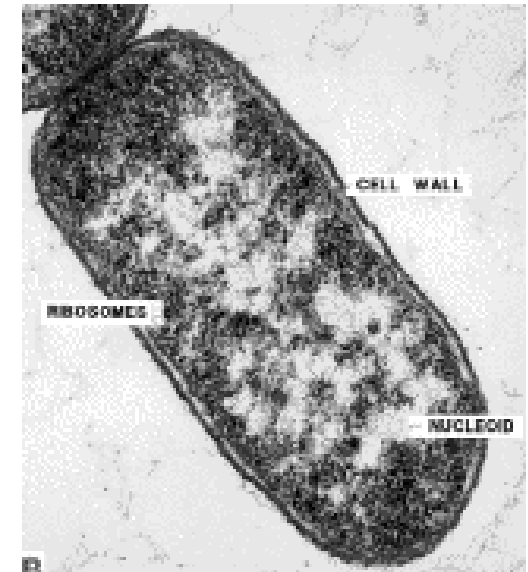
Espèce : *Escherichia coli* (*E. coli*)



PLAN

Bactériologie générale

- Introduction
- Structure Bactérienne
- Croissance et Métabolisme
- Flore résidente/Pathogène – Microbiote
- Interactions bactéries - hôte

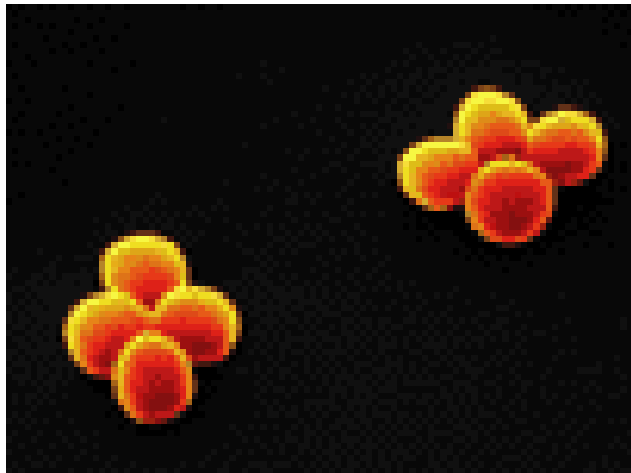
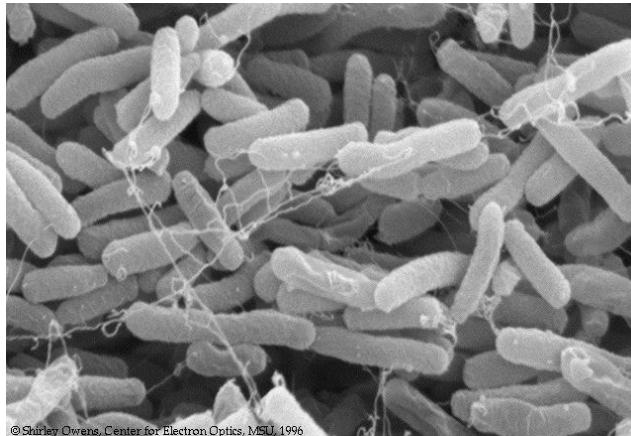


Objectifs pédagogiques :

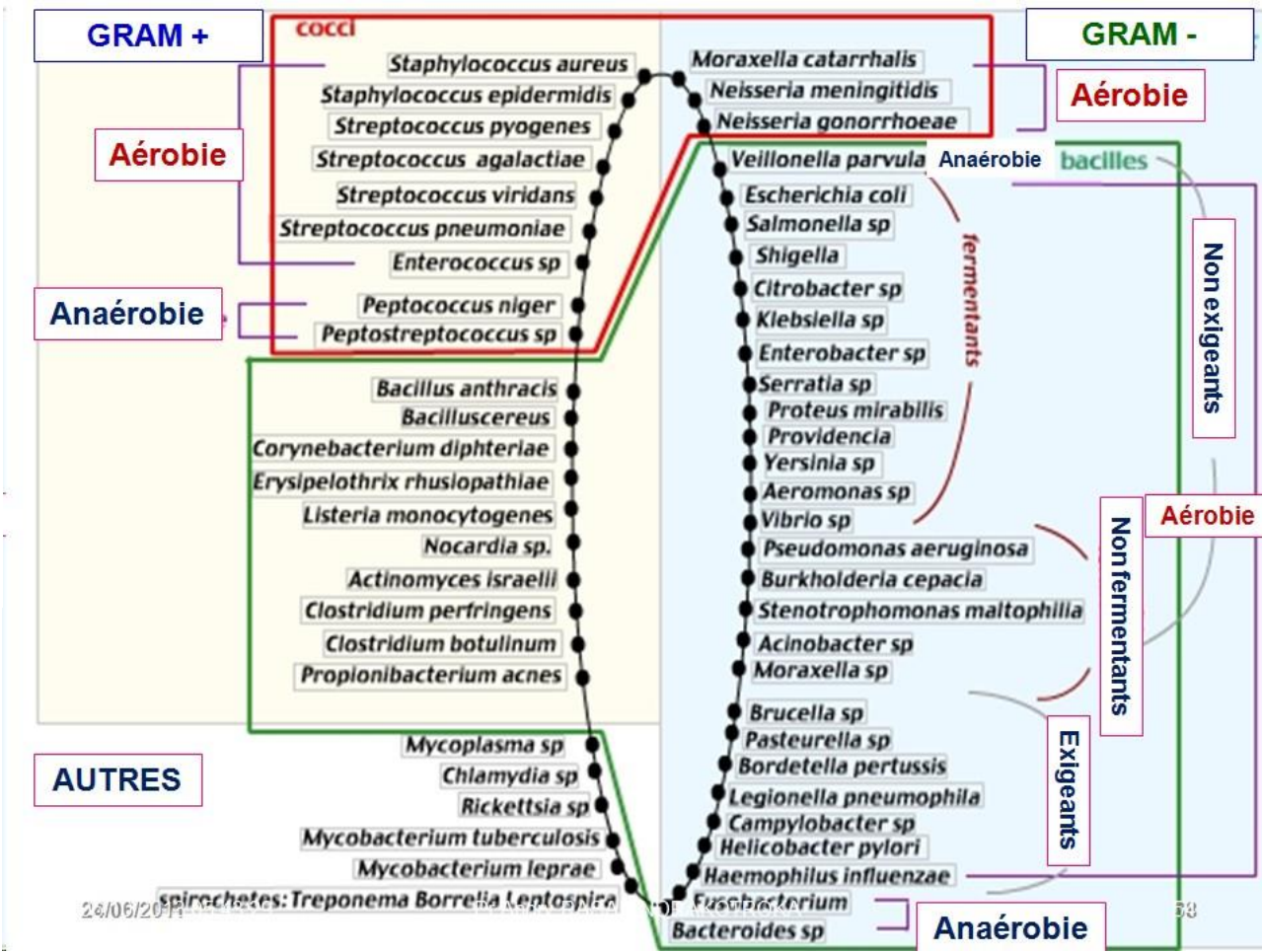
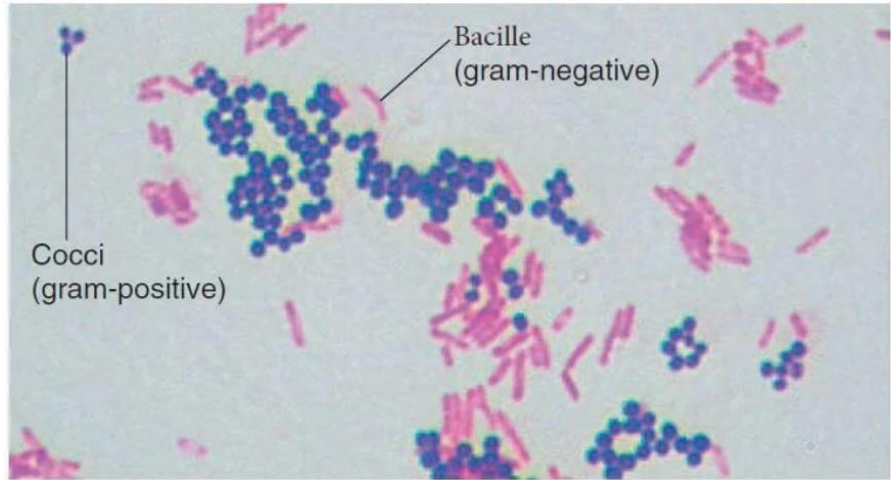
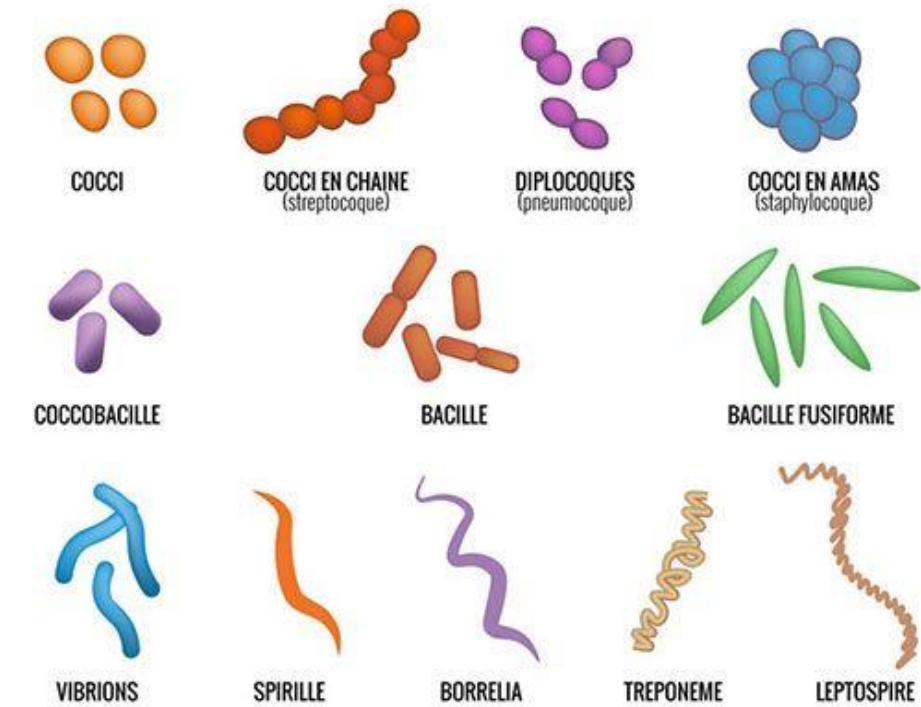
- Comprendre les éléments structuraux servant à l'identification bactérienne
- Connaître les éléments structuraux qui ont un impact médical

Structure des bactéries

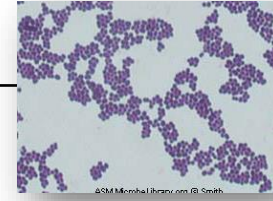
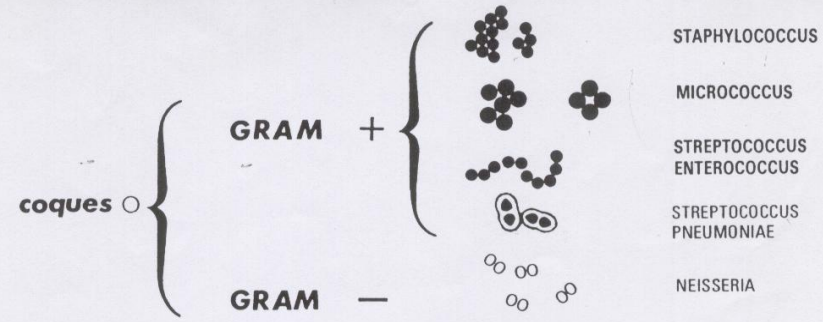
- Forme
 - sphériques = cocci
 - cylindriques (bâtonnets) = bacilles
 - hélicoïdales = spirochètes
- Arrangement : dépend du plan de division
 - chaînettes (streptocoques)
 - amas (staphylocoques)
 - diplocoques (pneumocoques)
 - palissades (corynébactéries)
- Coloration de Gram : Gram + et Gram -



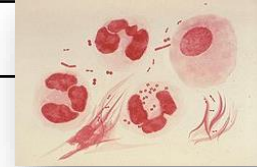
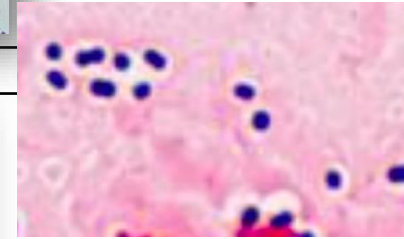
Notions de base en bactériologie



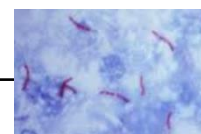
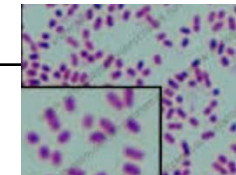
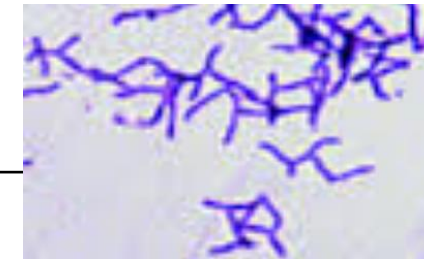
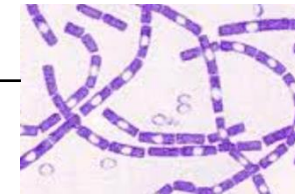
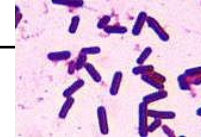
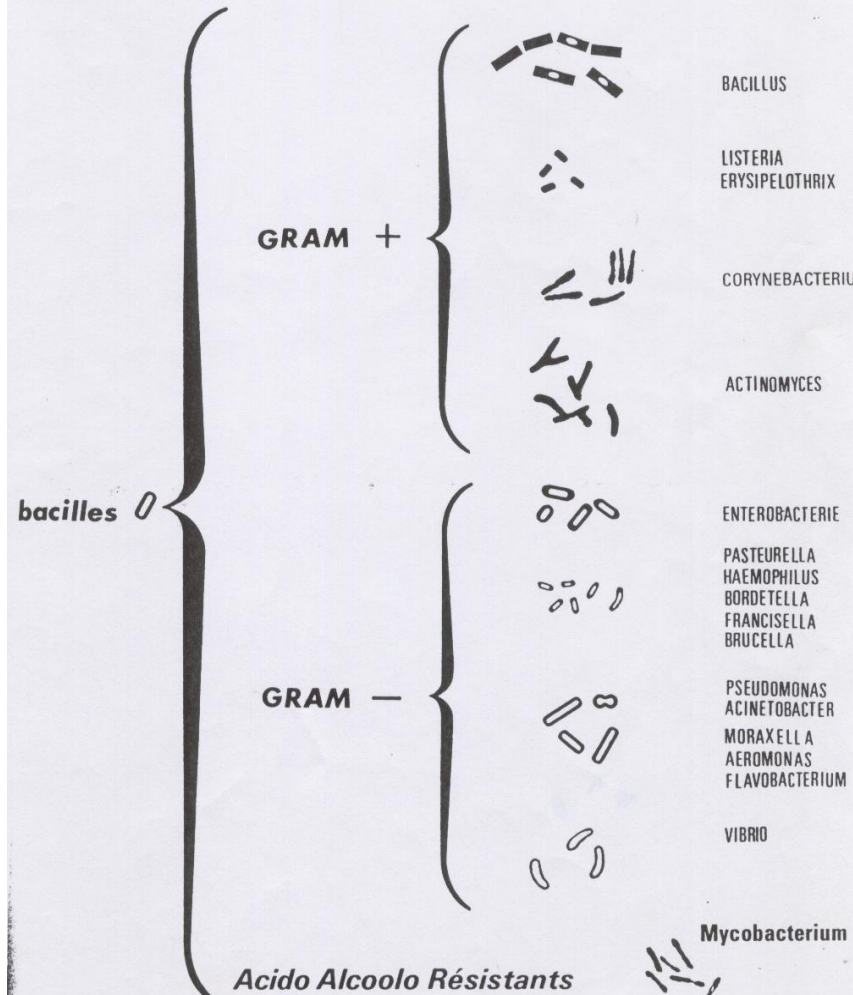
BACTÉRIES EN FORME DE COQUES



Combinatoire Morphologie / Gram

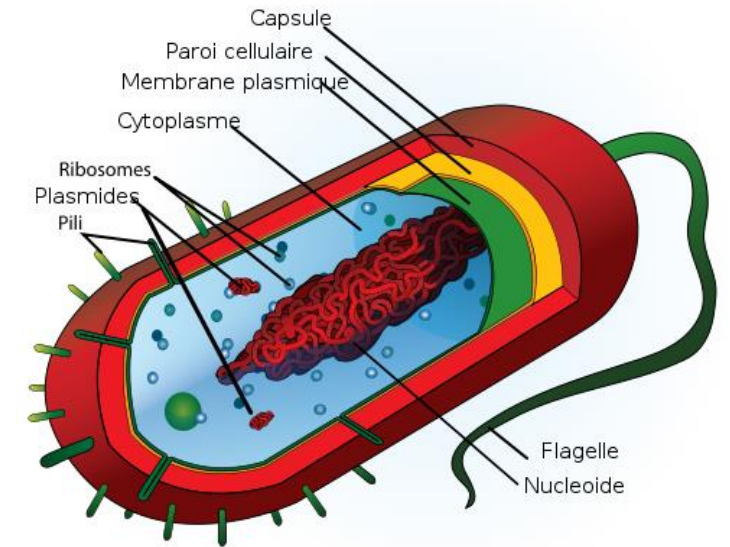


BACTÉRIES EN FORME DE BACILLES

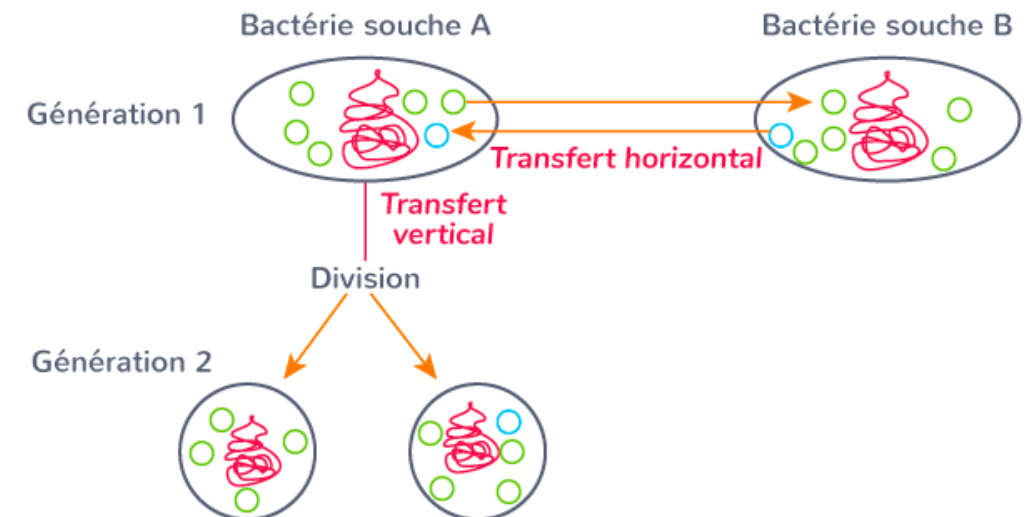


Procaryotes : points clés

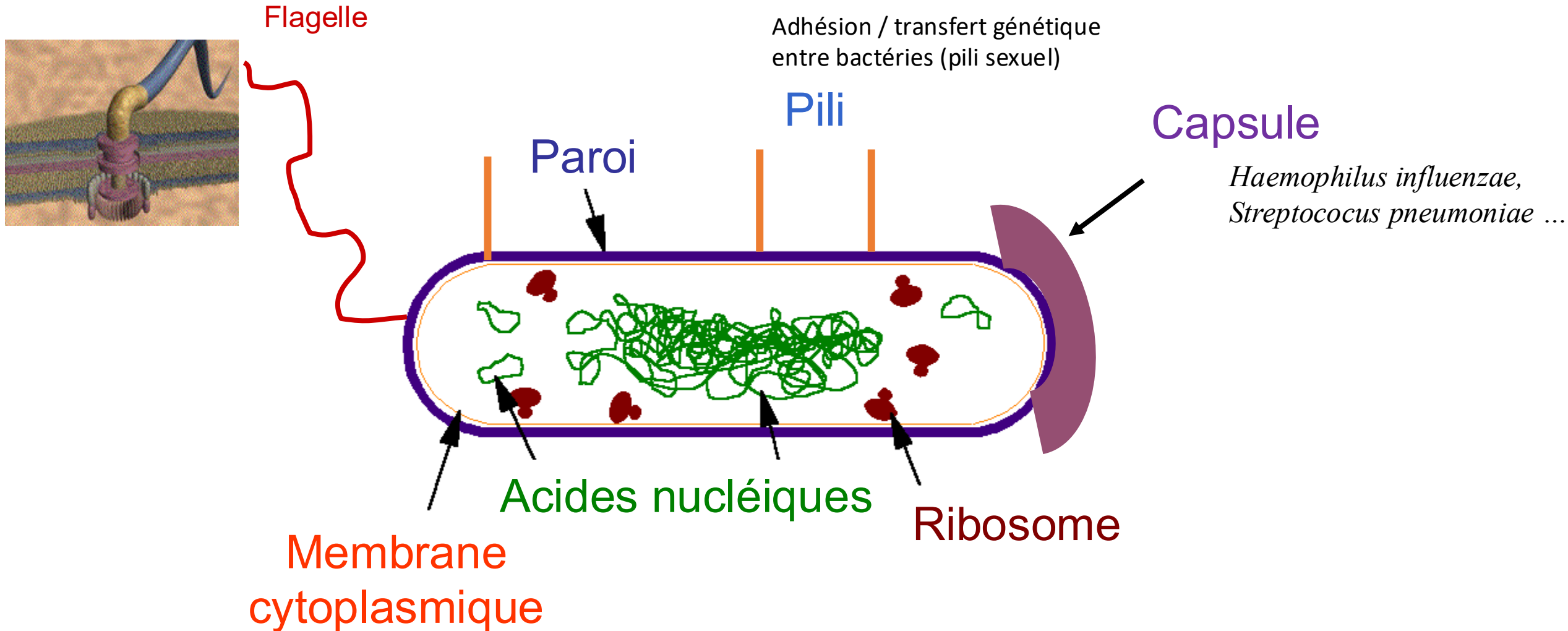
- Absence de noyau organisé : couplage transcription-traduction
- Paroi
- Capsule anti-phagocytaire (inconstante)
- Pili et flagelles (inconstant)
- Formes de résistances : spores (inconstants)



- Matériel génétique
 - ✓ Génome haploïde, transmission verticale
 - ✓ ADN extra-chromosomique: plasmides de résistance/virulence (inconstants), transmission verticale + horizontale

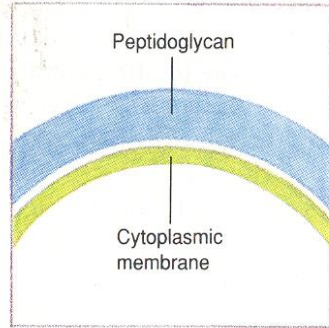


Une bactérie - schématiquement

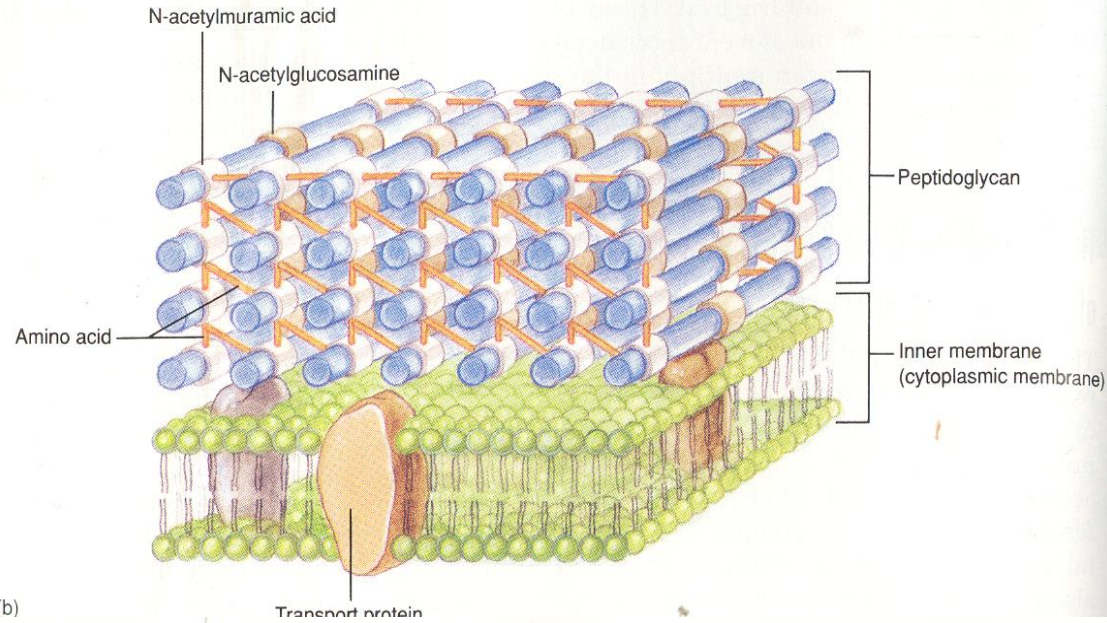


STRUCTURE DE LA PAROI BACTERIENNE

Gram positif

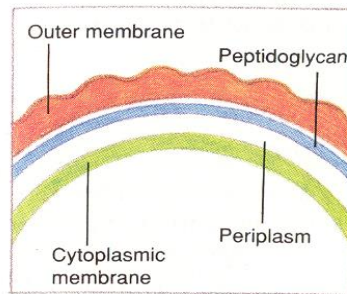


Gram-positive
(a)

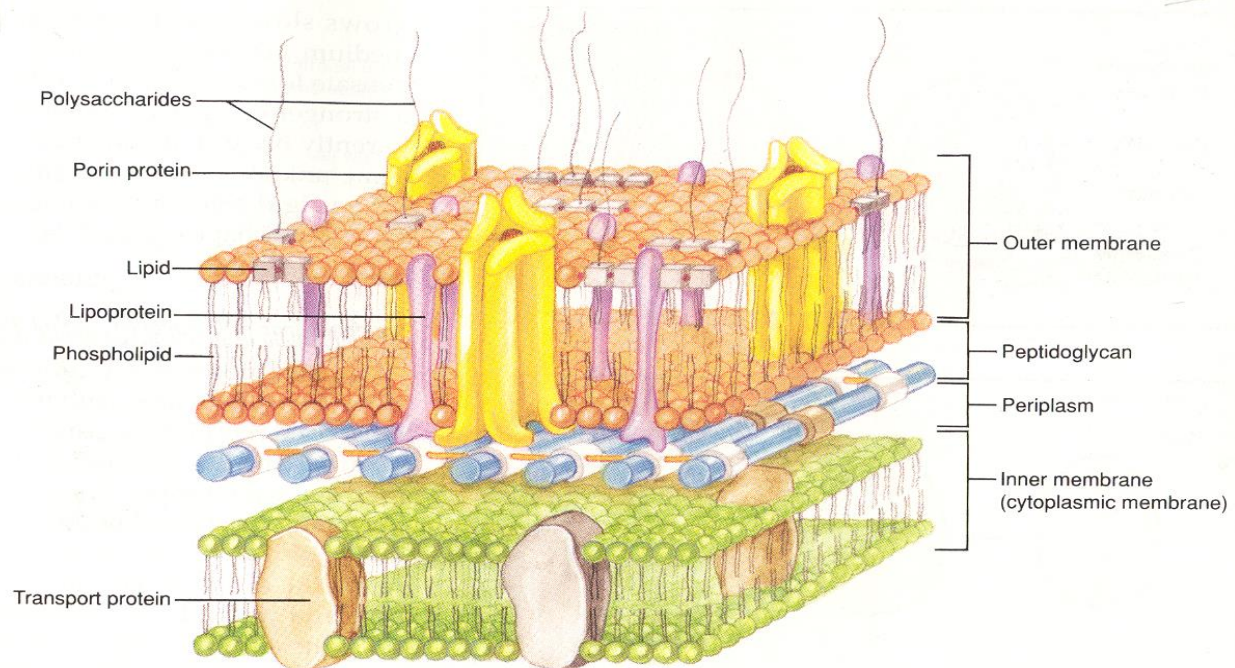


(b)

Gram négatif



Gram-negative
(a)

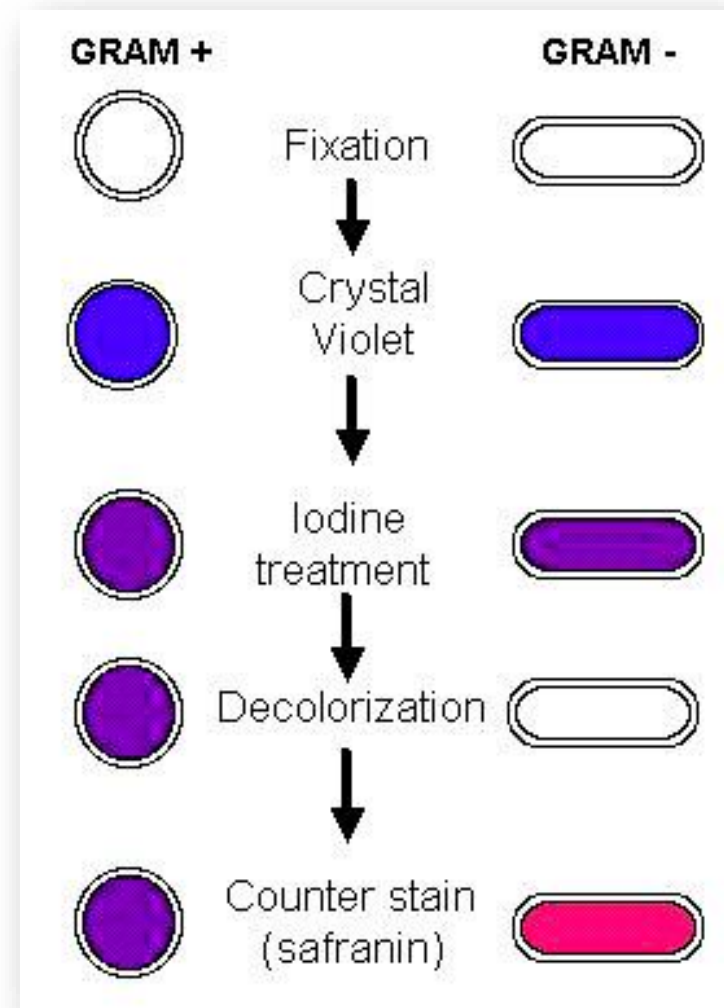


(b)

- La coloration de GRAM



(Hans Christian Gram)



→ Cas particulier des **Mycobactéries**
- BAAR
- Coloration de Ziehl-Neelsen

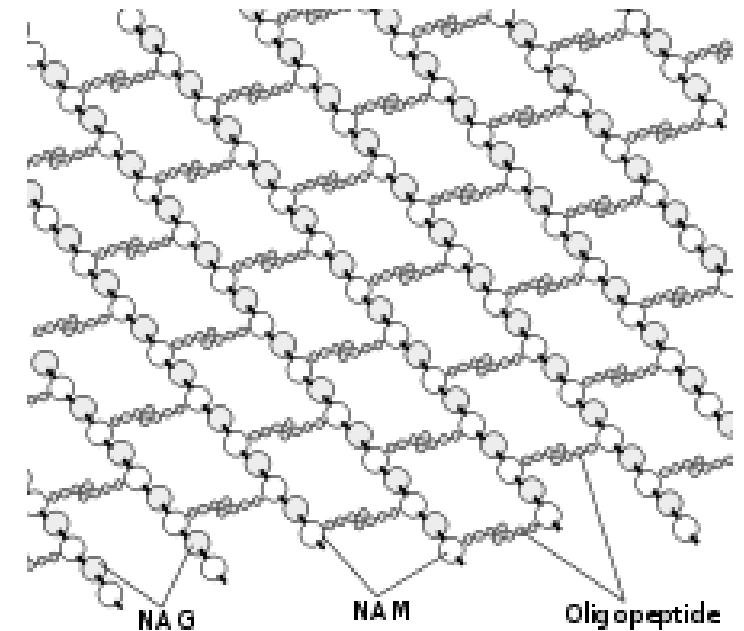
La Paroi bactérienne

- exosquelette : détermine la forme de la bactérie
- protection contre la pression osmotique interne
- division cellulaire
- échanges / transports
- cible d'ATB
- caractérisation des bactéries :
 - groupage
 - coloration de Gram
- chez toutes les bactéries sauf *Mycoplasma*

La Paroi bactérienne

- exosquelette : détermine la forme de la bactérie
- protection contre la pression osmotique interne
- division cellulaire
- échanges / transports
- cible d'ATB
- caractérisation des bactéries :
 - groupage
 - coloration de Gram

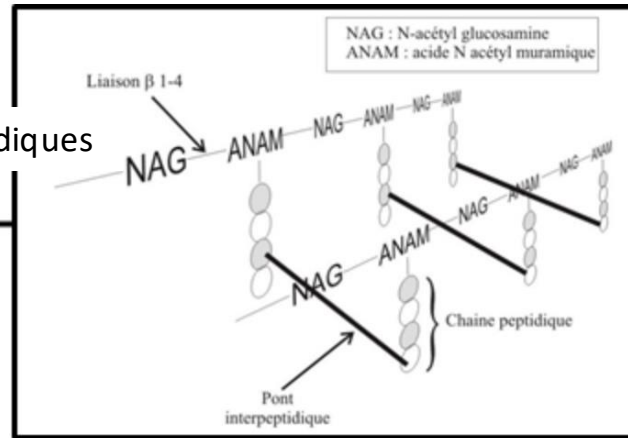
-> Le peptidoglycane = élément clé de la paroi bactérienne



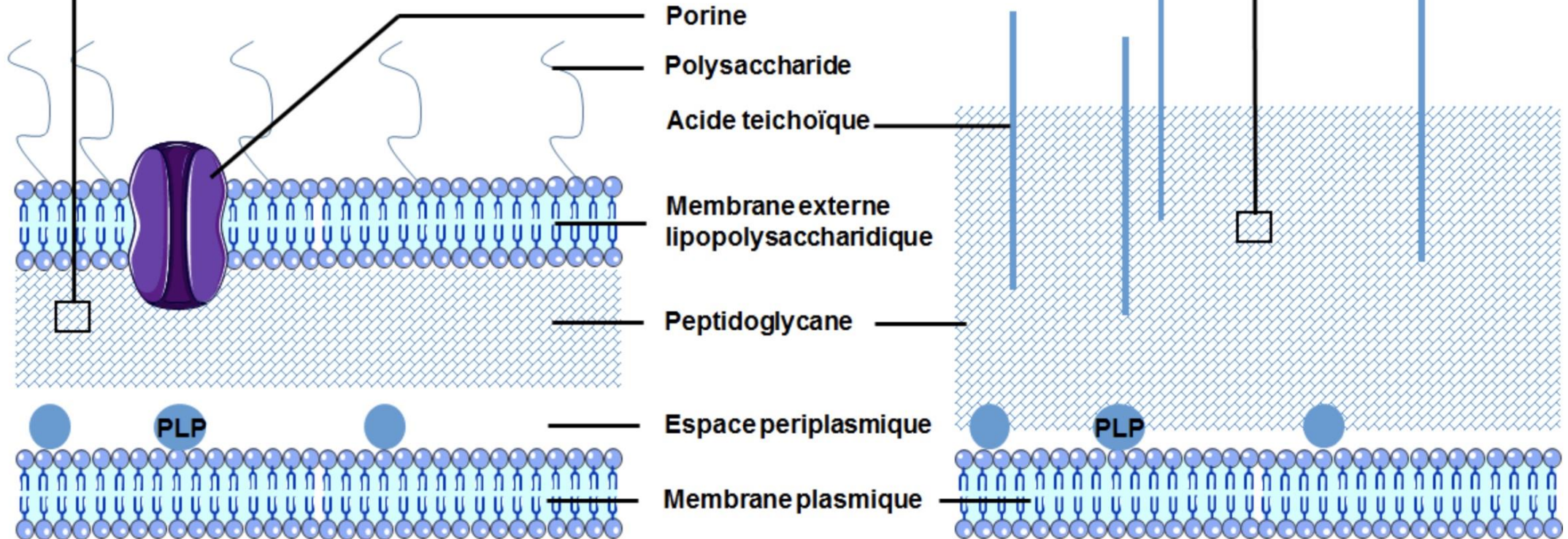
Peptidoglycane

ANAM : acide N-Acétyl Muramique
NAG : N-Acétyl Glucosamine-Acide

Chaines glucidiques



Structure réticulée



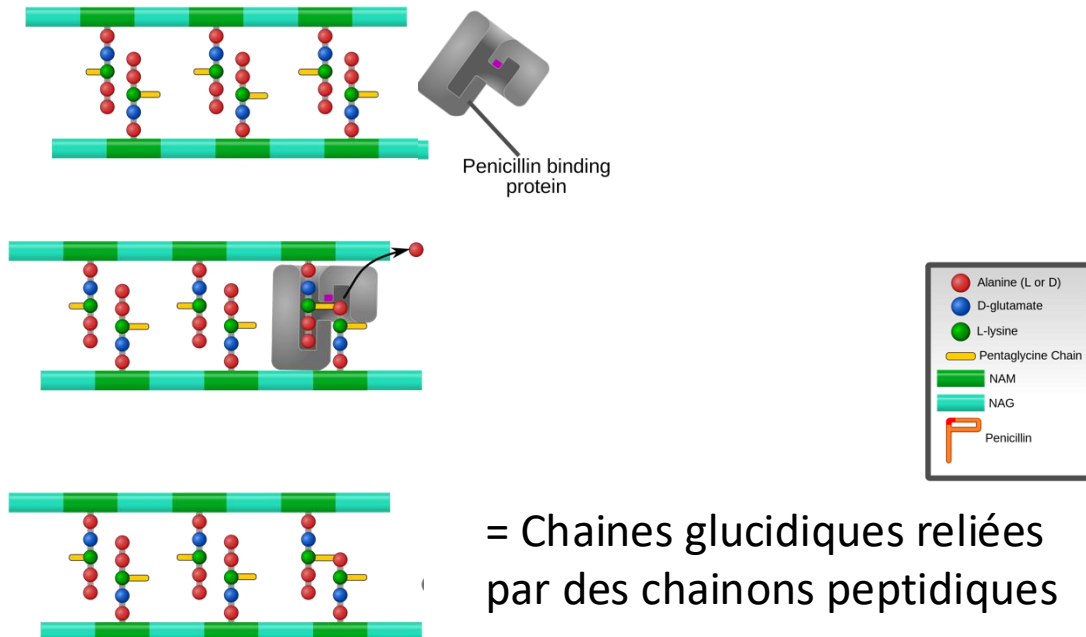
Gram négative

Gram positive

Le peptidoglycane = cible des Béta-lactamines

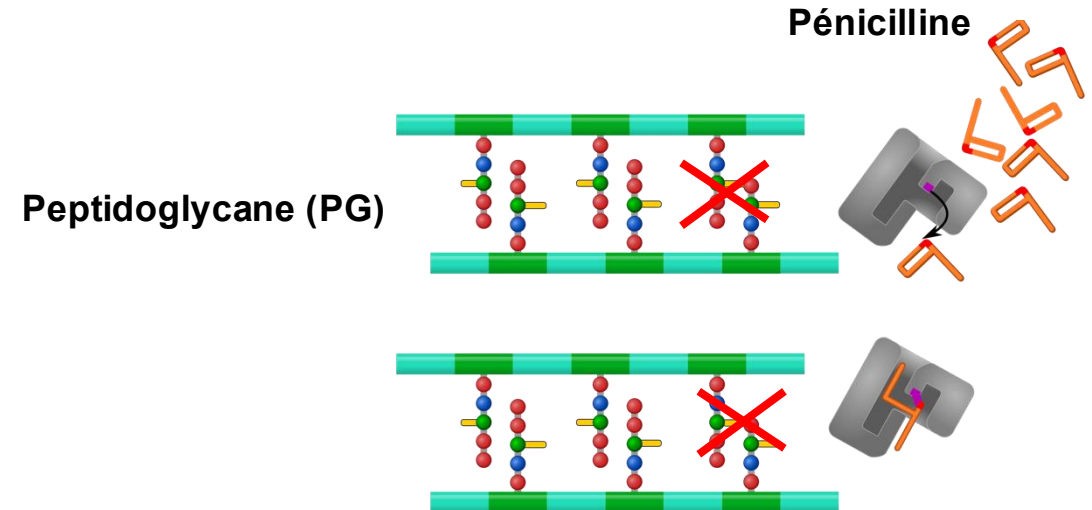
Synthèse du peptidoglycane

- dans cytoplasme : assemblage des disaccharide pentapeptides
- Translocation face externe mb cyto: assemblage chaines glycaniques
- PLP : formation des ponts peptidiques
→ structure réticulée



Béta-lactamines

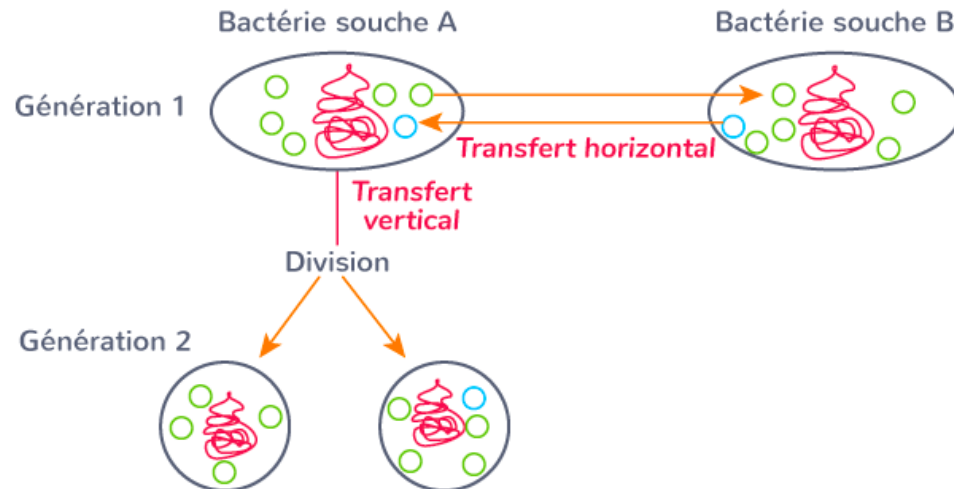
- Analogie structurale avec substrat des PLP
- Liaison covalente PLP
- Inhibition de la synthèse du PG
- Lyse secondaire
→ Activité bactéricide



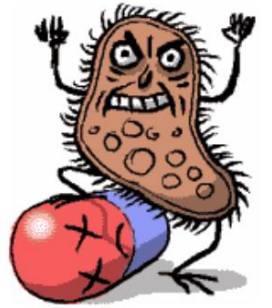
Antibiotiques

= substance capables ...

- d'inhiber la croissance (« bactériostase »)
- ou de détruire (« bactéricidie ») certaines espèces bactériennes



Résistance des bactéries aux antibiotiques

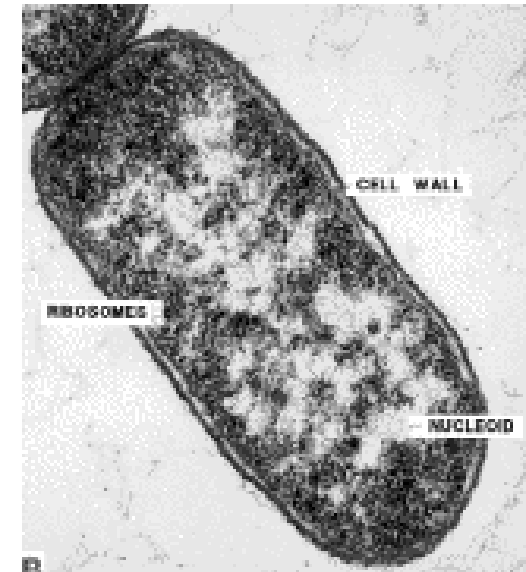


- **Naturelle** (caractéristique de l'espèce)
 - Ex : *Gram négatifs* et *vancomycine*
- ou **Acquise**
 - Ex : *staphylocoques* et *pénicilline*
- **Mécanismes**
 - Production d'enzyme hydrolysant les atb
 - Imperméabilité
 - Modification de la cible
 - Efflux
- **Support**
 - Génome : transmission verticale
 - Elts génétiques mobiles : transmission horizontale

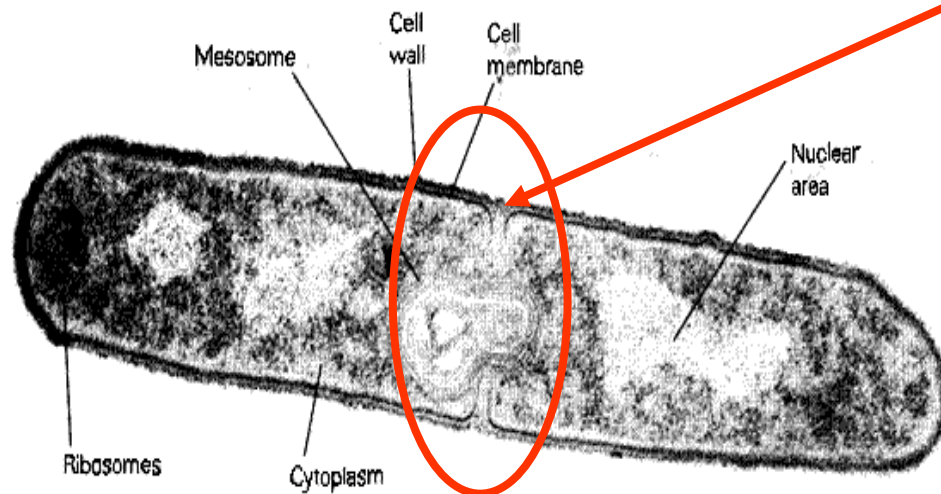
PLAN

Bactériologie générale

- Introduction
- Structure Bactérienne
- Croissance et Métabolisme
- Flore résidente/Pathogène – Microbiote
- Interactions bactéries - hôte

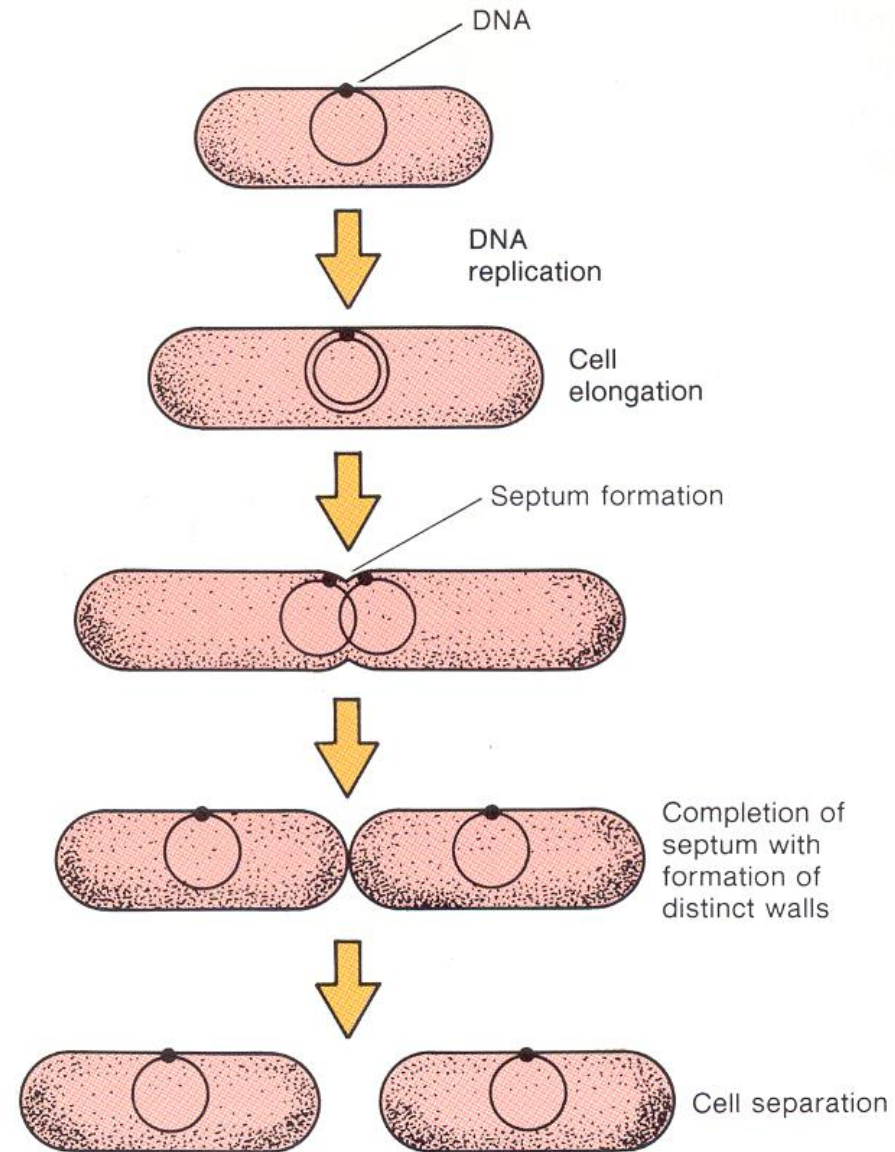


Peptidoglycane indispensable à la division de la bactérie

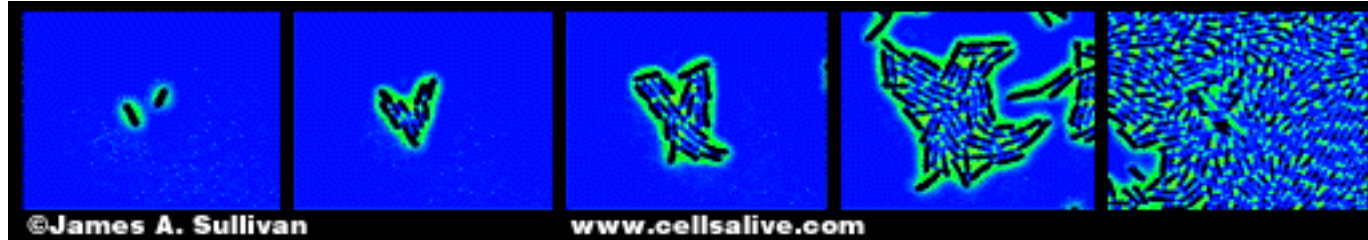


Septation



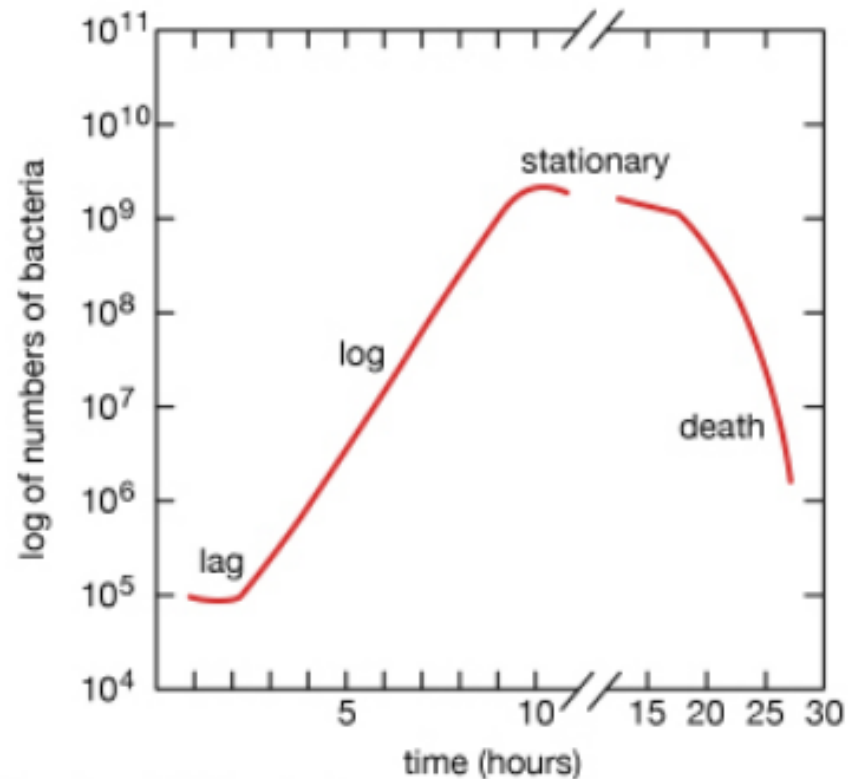
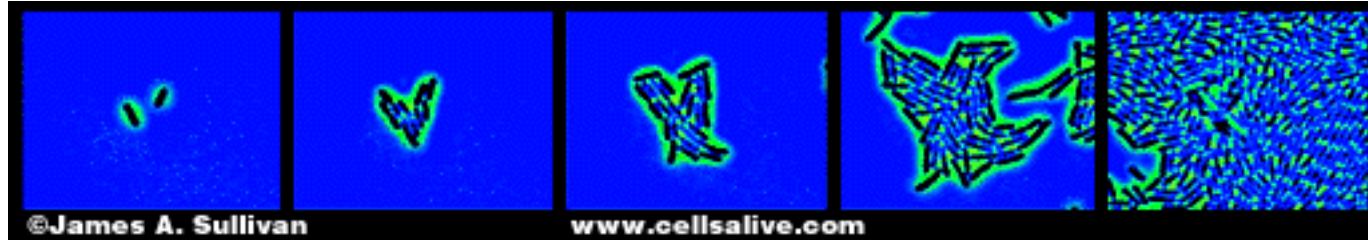


Croissance et Métabolisme



<http://www.youtube.com/watch?v=gEwzDydcIWc&feature=related>

Croissance et Métabolisme



- Croissance et division

Temps de génération (TG) de quelques espèces bactériennes

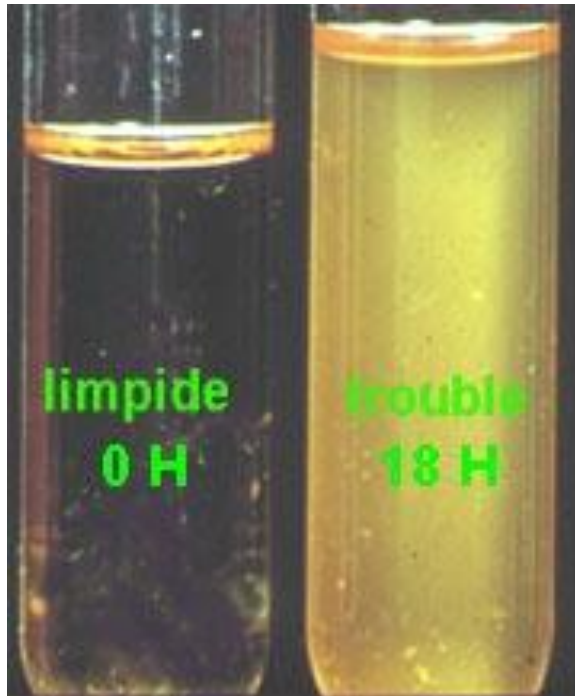
Bactérie	<i>In vitro</i> (min)	<i>In vivo</i> (h)
<i>Escherichia coli</i>	20-40	5
<i>Salmonella Typhimurium</i>	20-40	3-5
<i>Staphylococcus aureus</i>	40	3-5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	40	4
<i>Vibrio cholerae</i>	20	2-5
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	120-240	24-48

Microbes.edu

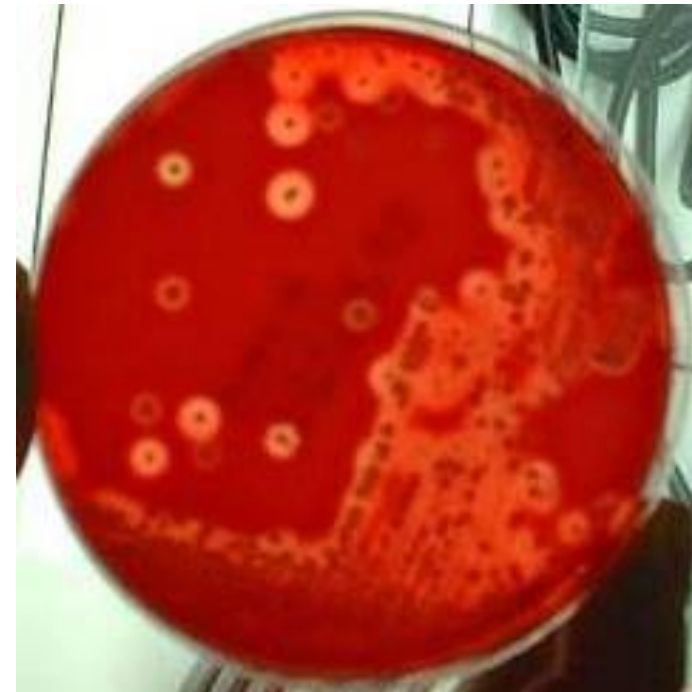
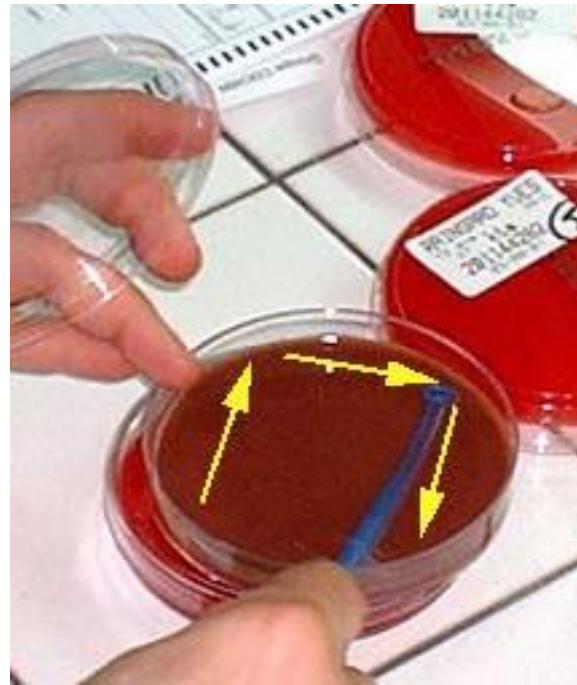
-> Conséquence diagnostique :
délai d'obtention du résultat

Types de milieux de cultures

Milieu liquide
Broth medium



Milieu gélosé *Agar plate*



Croissance et Métabolisme

- **Nutriments** : exigences variées
 - Faible : glucose et sels : *E.coli*, *S.aureus*
 - Forte : milieux complexes : *Bordetella*, *Legionella*
- > Conséquences : Milieu simples vs complexe (recherche spécifique)
- **Température**
 - Psychrophile < 20°C (flore d'altération)
 - Mésophile 25 à 40°C (bactéries médicales)
 - Thermophile 55 à 80°C
- > Conséquences : incubation habituelle des prélèvements : 35°C

Croissance et Métabolisme

- Métabolisme

- aérobie : nécessite oxygène (dégradation glucide / lipides puis prot. . Haut rendement énergétique)
- anaérobie : accepteur final = molécule organique (ex. acide pyruvique). Fermentation. Faible rendement énergétique.

- > 3 catégories

- aérobies strictes ex *Pseudomonas*
- anaérobies
 - strictes : *Bacteroides*, *Clostridium*
 - aérotolérantes: streptocoques
- aéro-anaérobies facultatives:
 - ex. entérobactéries, staphylocoques

- > Conséquences :

- conditions spécifiques pour la recherche de bactéries anaérobies
- Certains ATB actifs que chez anaérobies (imidazolés), d'autres seulement chez aérobies (aminosides)

En résumé

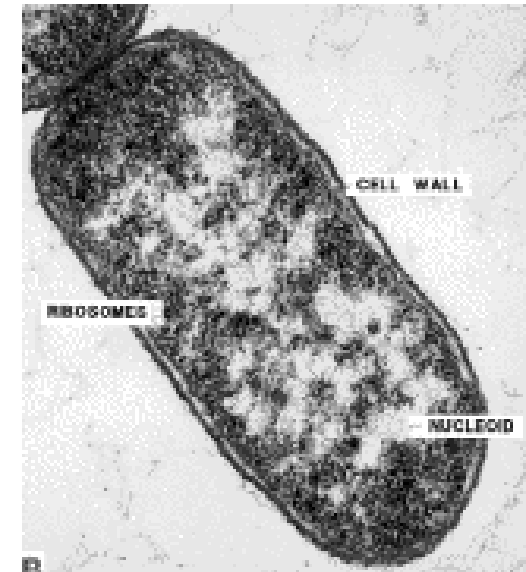
Croissance et Métabolisme : Conséquences pratiques

- Vitesse de croissance ?
 - -> délai du diagnostic
- exigences nutritives ?
 - -> milieux spécifiques pour certaines bactéries
 - -> demande spécifique par le clinicien
- Métabolisme aérobie/anaérobie ?
 - -> conditions particulières de prélèvement
 - -> antibiotiques actifs que chez anaérobies (imidazolés), d'autres que chez aérobies (aminosides)

PLAN

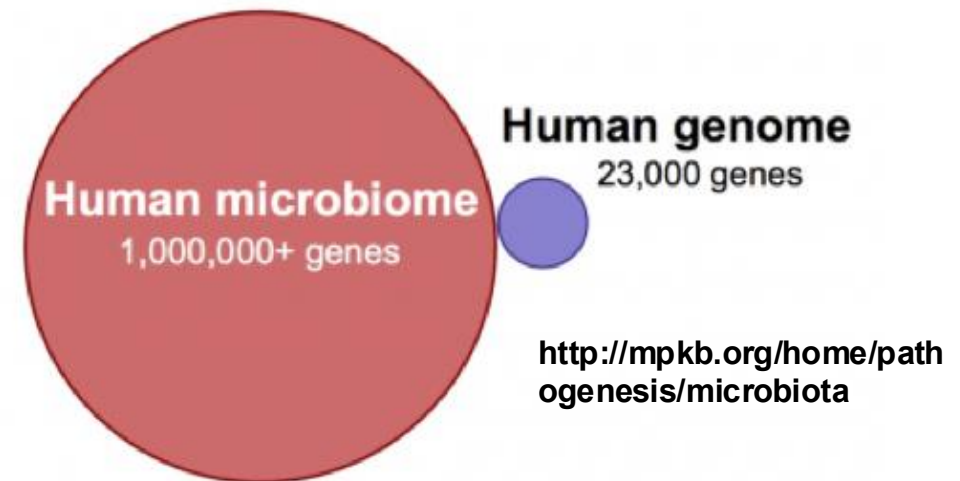
Bactériologie générale

- Introduction
- Structure Bactérienne
- Croissance et Métabolisme
- Flore résidente/Pathogène – Microbiote
- Interactions bactéries - hôte





People are not just people
They are an awful lot of
microbes, too



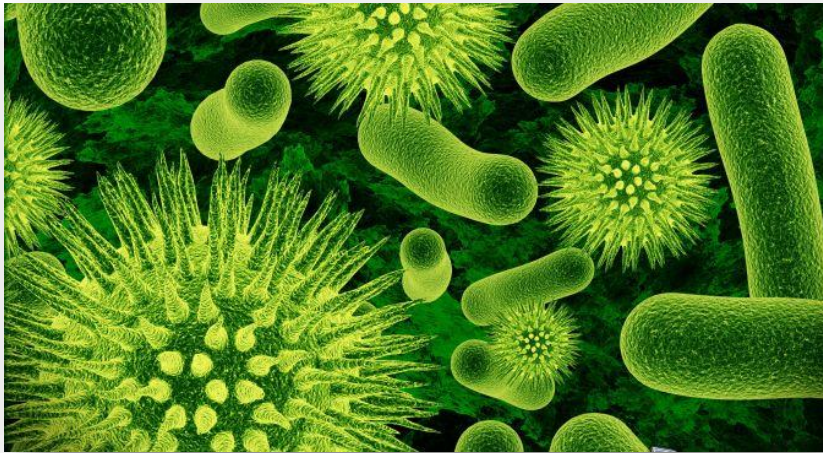
We're Only 10% Human
<http://welladjusted.co/blog/2013/08/07/>

Qu'est –ce qu'un microbiote/me?

Communauté de micro-organismes (bactéries, virus, *fungi*) associée à un environnement particulier (**microbiome**)

Ecosystème **complexe** / **structuré**
(interactions entre individus)

Ecosystème **dynamique**
(temps/espace)

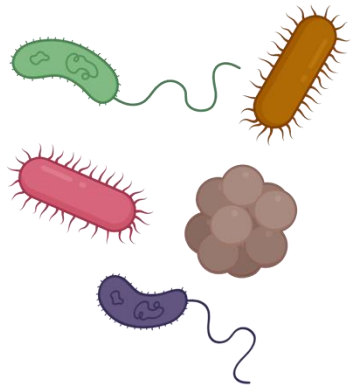


➡ Microbiote = réseau social

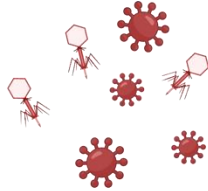


Le microbiote humain = Ensemble des micro-organismes vivant au sein d'un individu

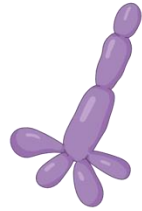
Bactéries/ Archées



Virus



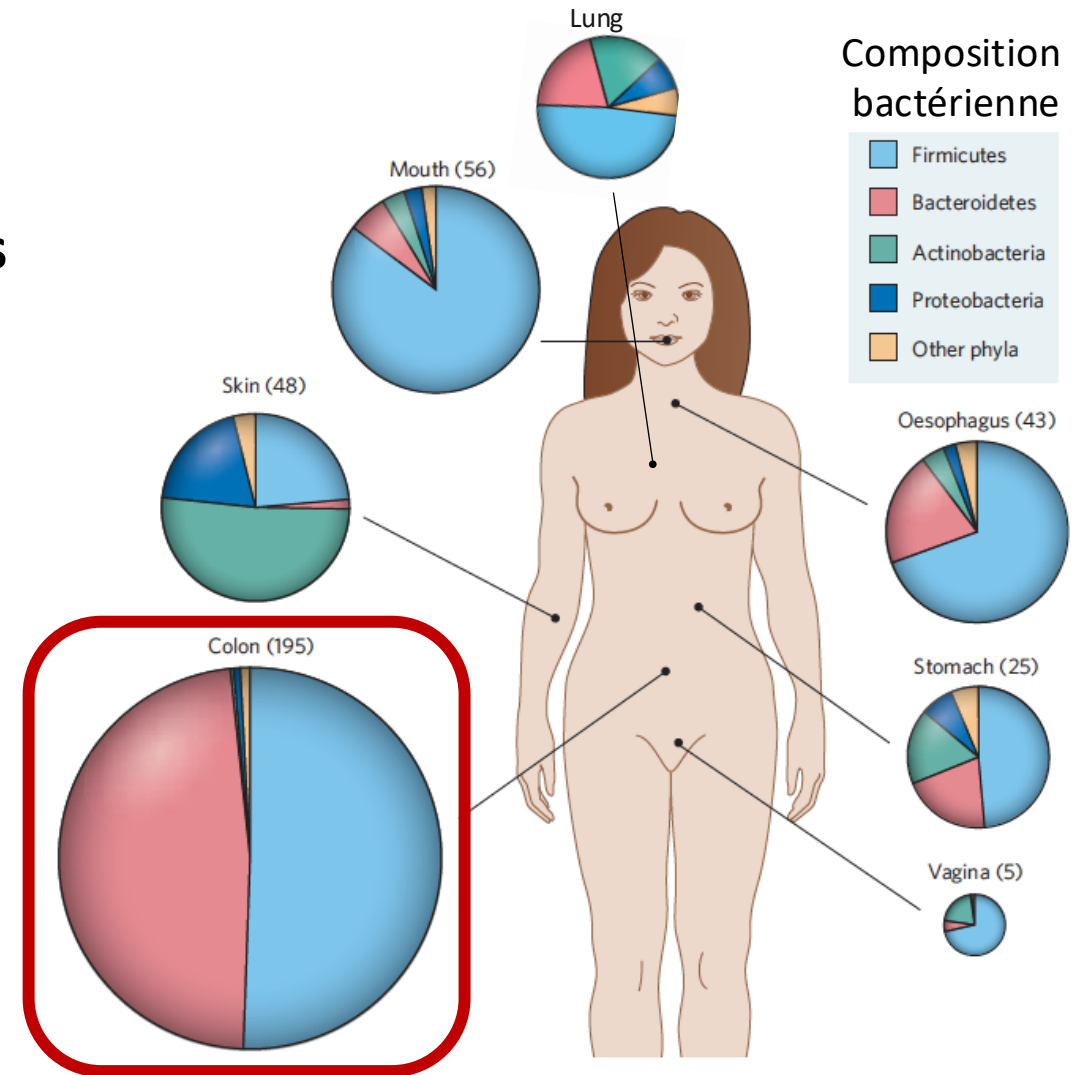
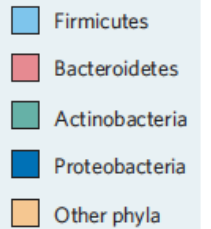
Champignons

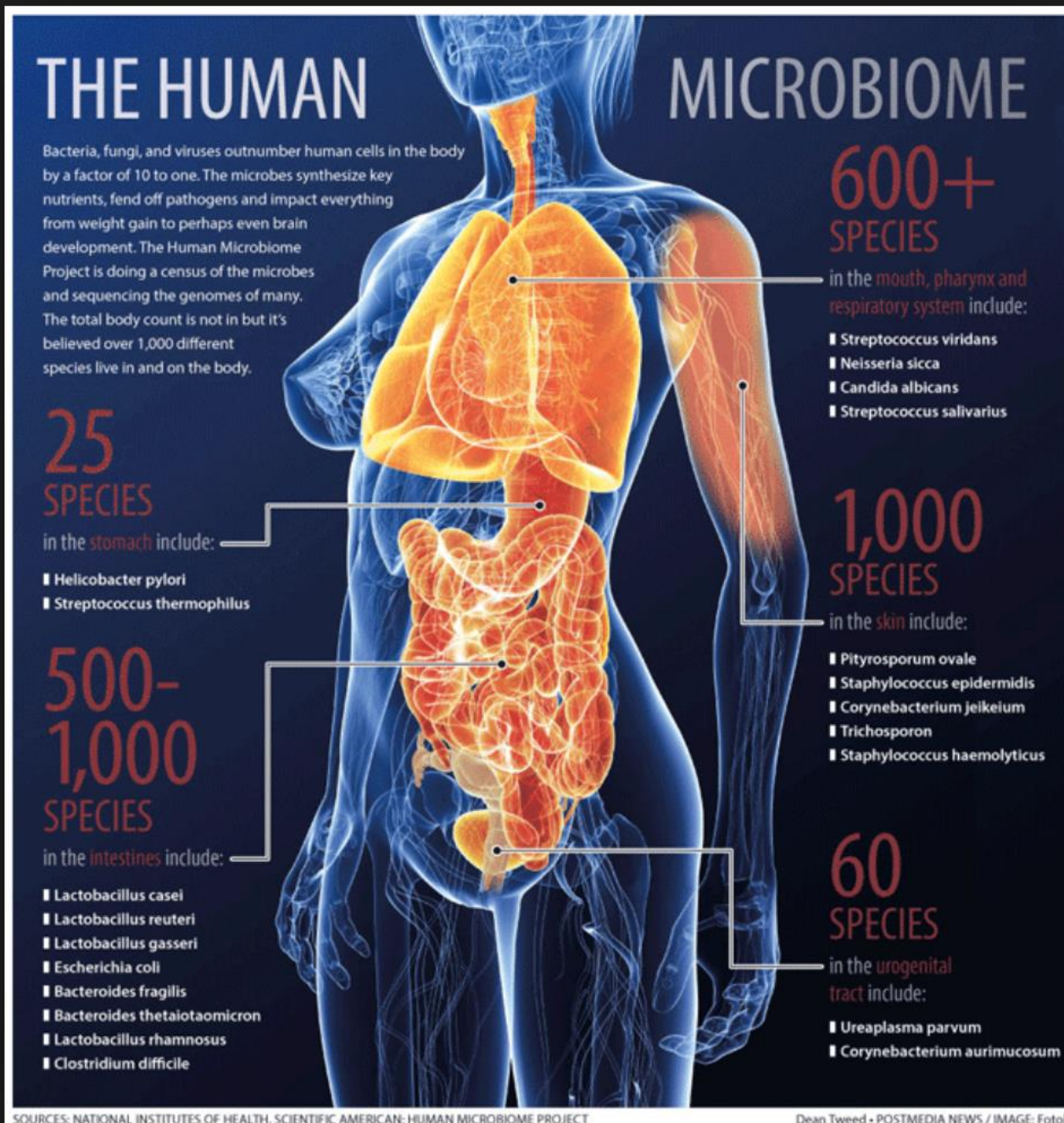


Parasites



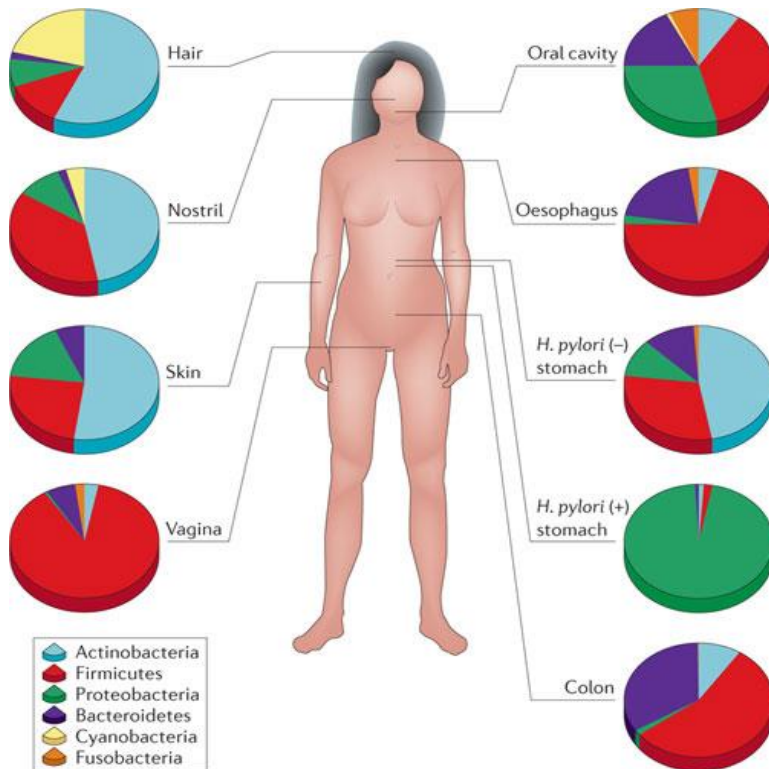
**Composition
bactérienne**



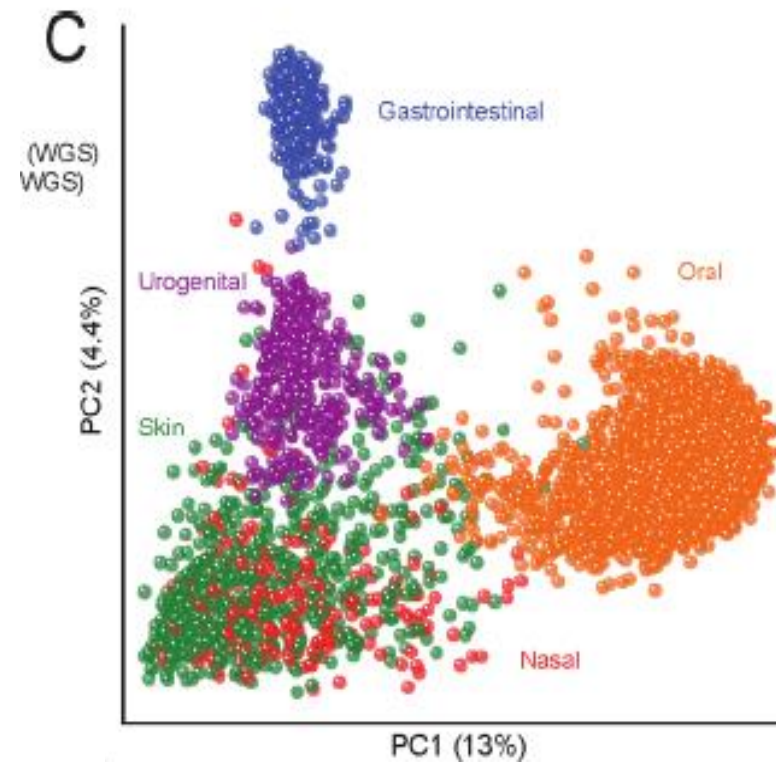


A l'échelle des espèces
bactériennes – grandes diversités

Variations du microbiote/me humain



Ilseung Cho & Martin J. Blaser, Nature Review, 2012



The Human Microbiome Project Consortium, Nature 2013

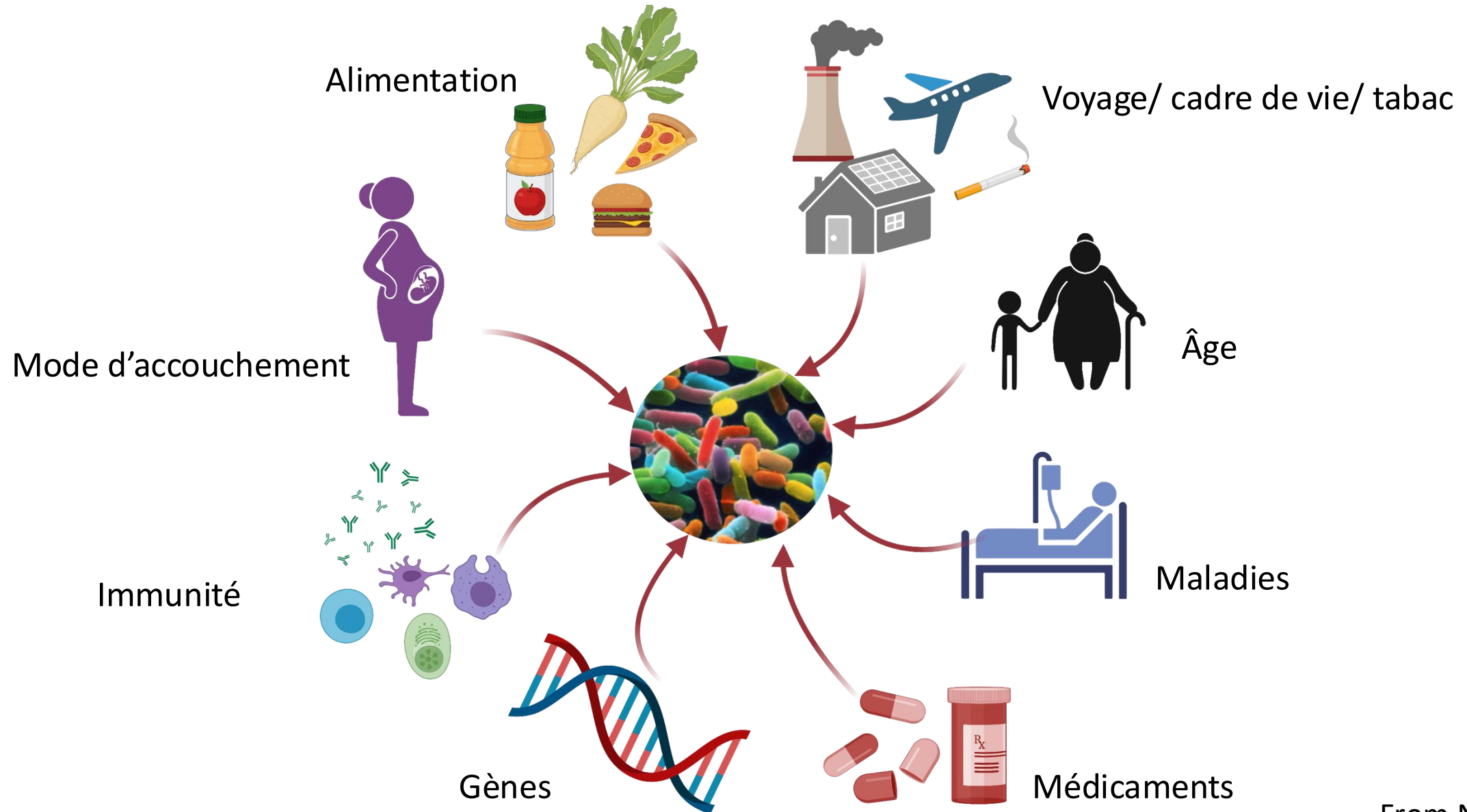
VARIATIONS

entre les individus (signatures)

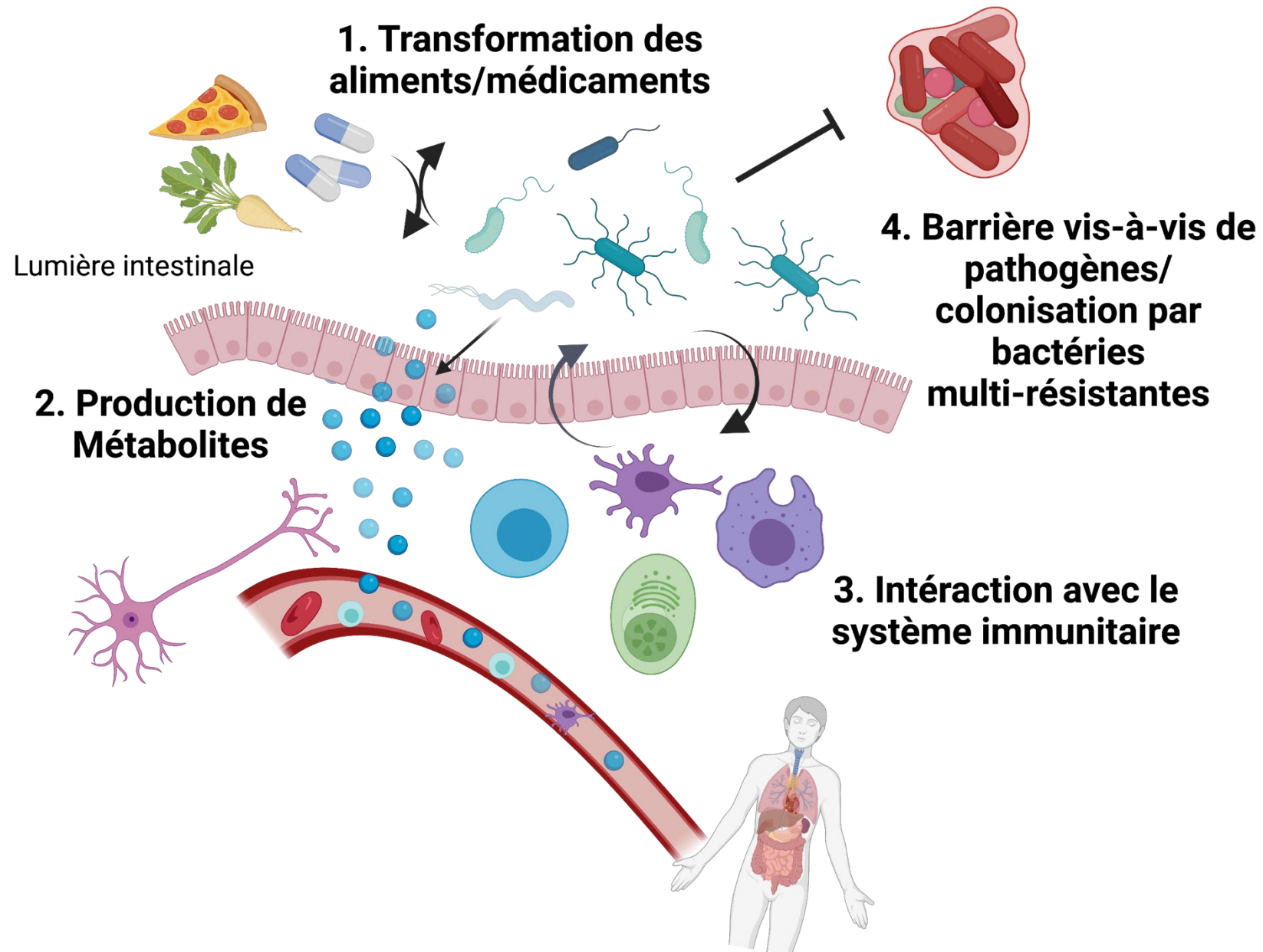
« intra-individu », entre les microcosmes (organes)

« intra-microbiote », en fonction de la vie (alimentation, âge, maladies ...)

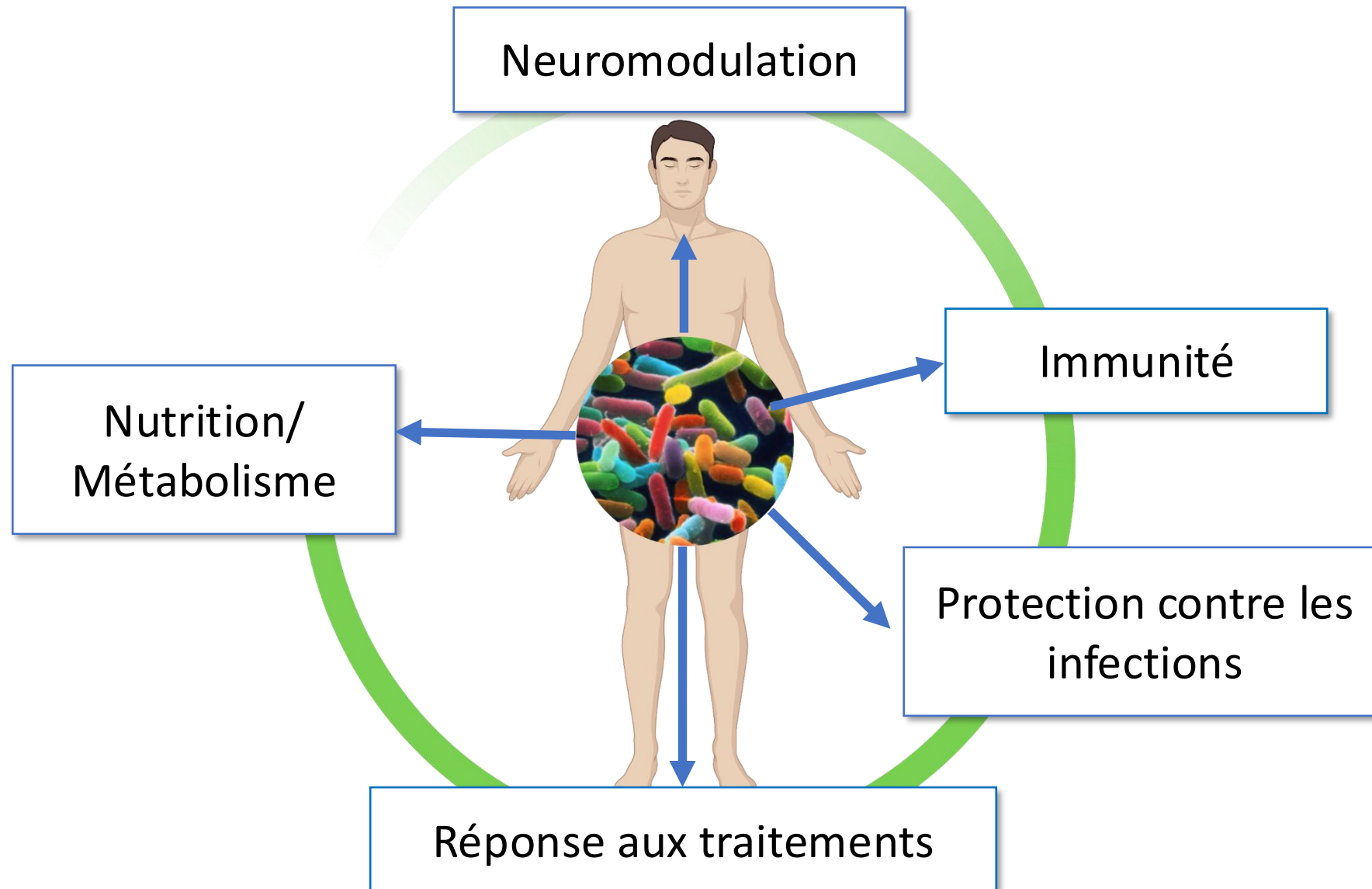
La composition du microbiote humain = Synthèse de la rencontre d'un hôte avec son environnement



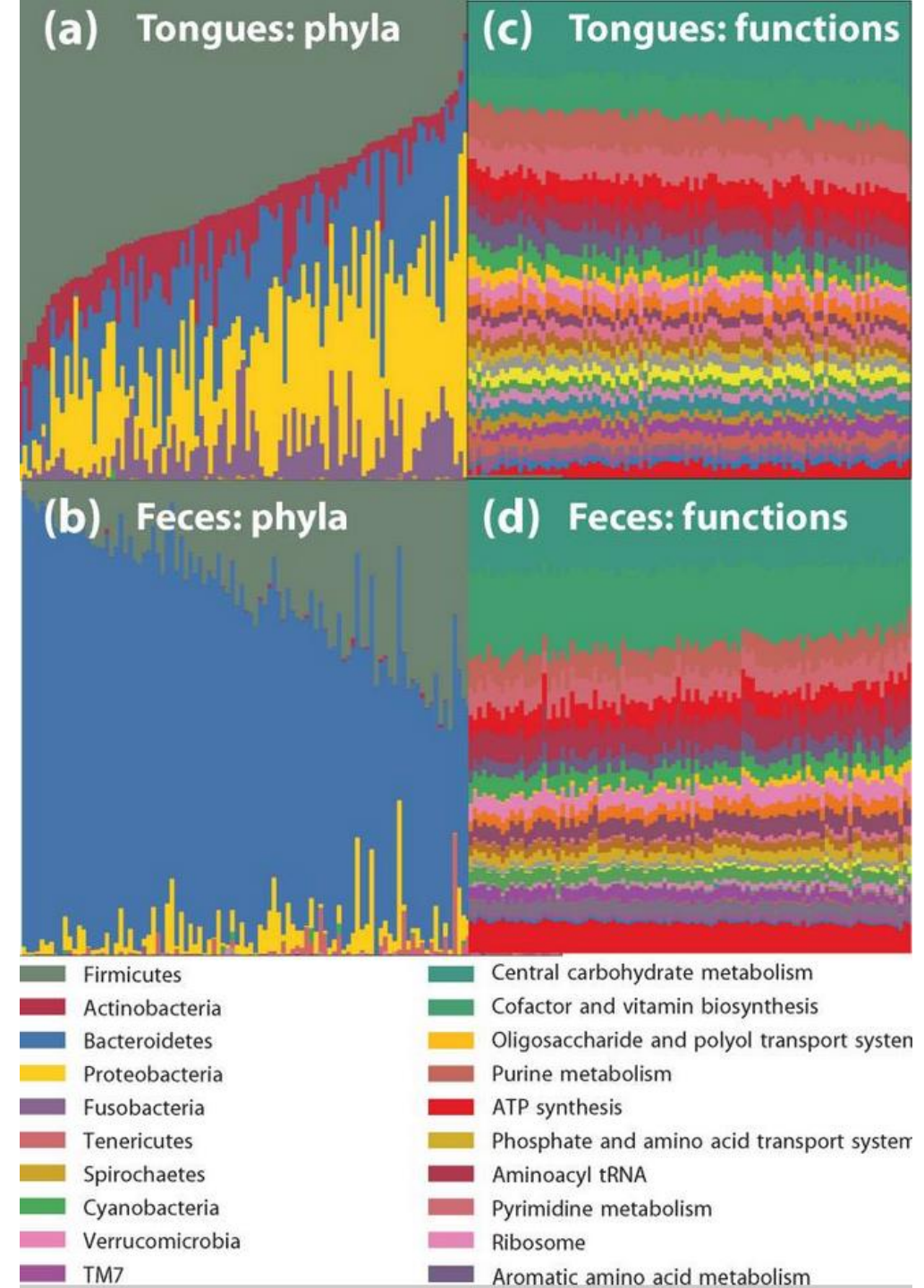
Le microbiote – un acteur majeur de la santé d'un individu



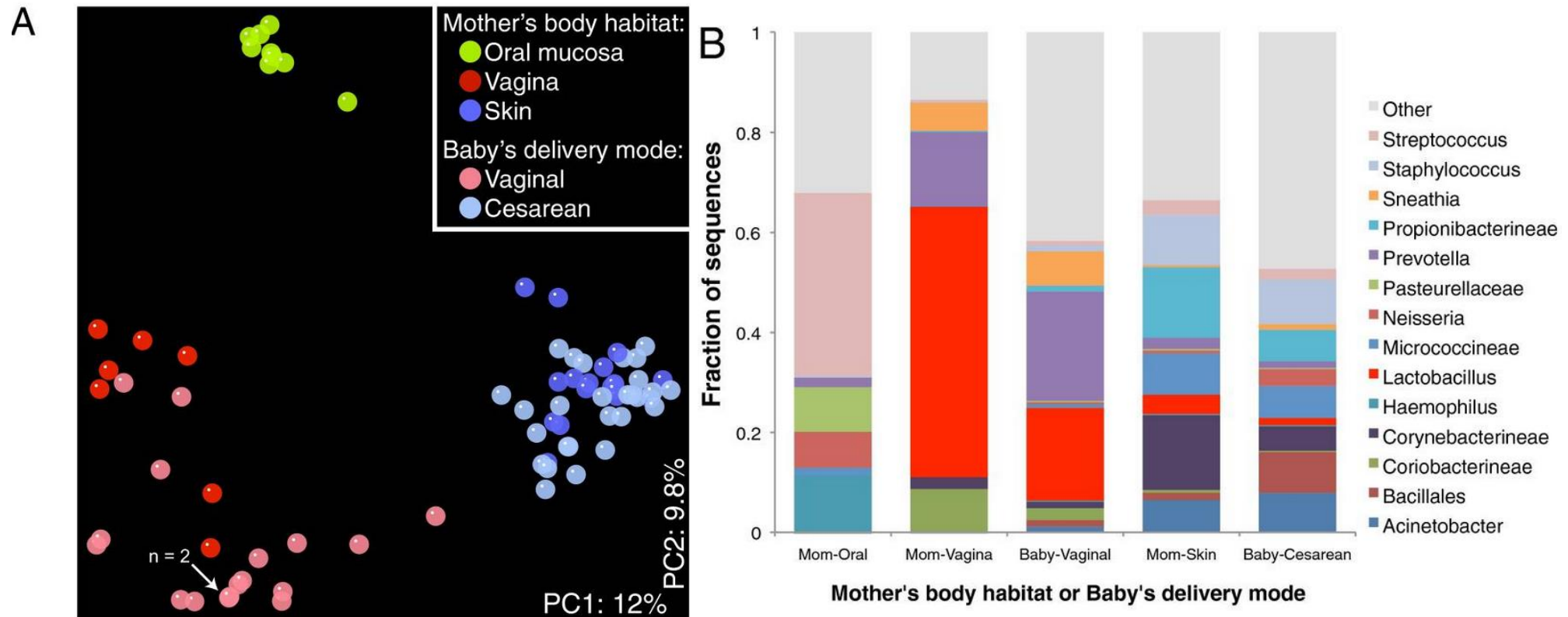
Le microbiote – un acteur majeur de la santé d'un individu



Grande diversité inter-individuelle
mais redondance fonctionnelle



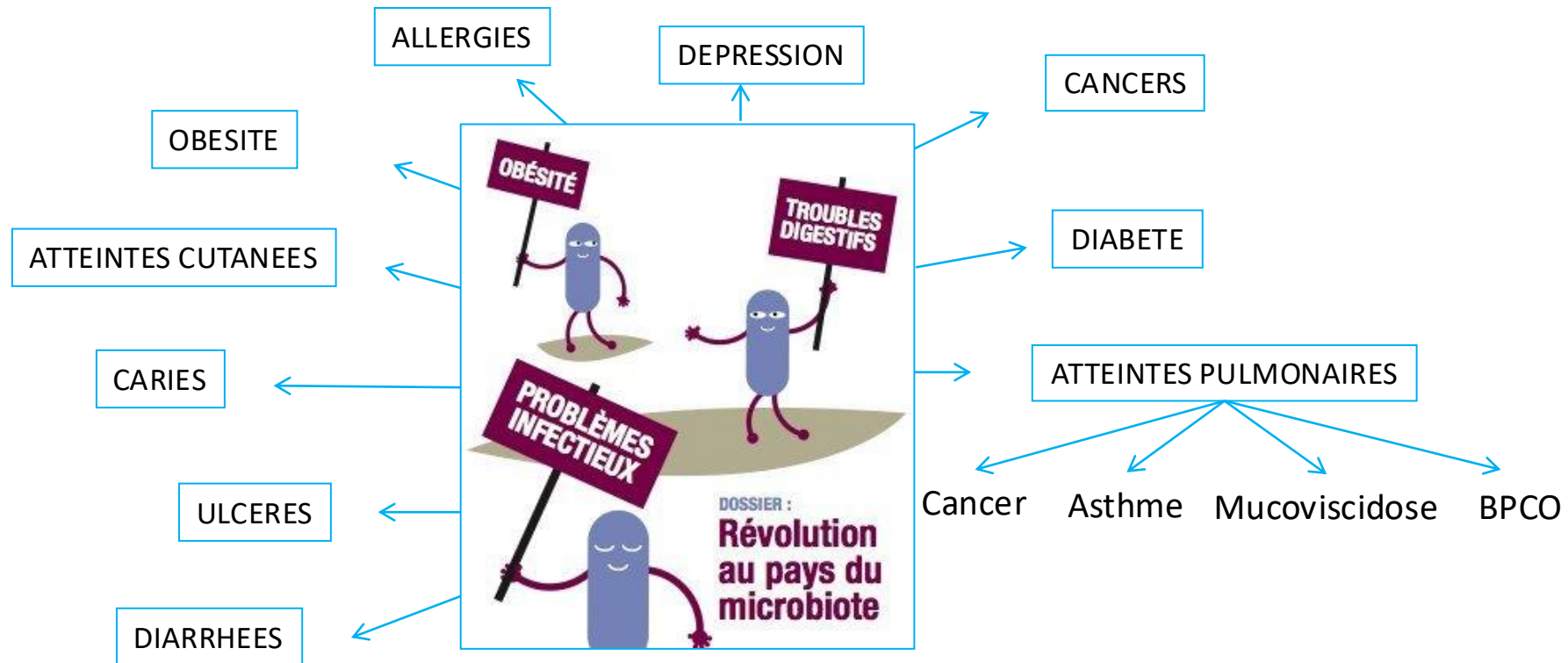
Le mode d'accouchement détermine la composition du microbiote digestif de l'enfant



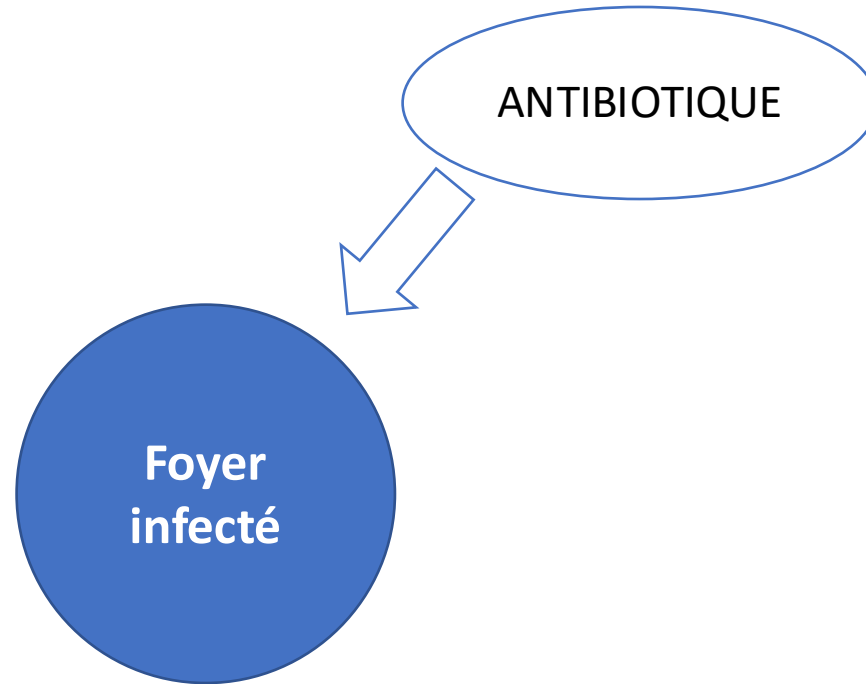
Un équilibre fragile



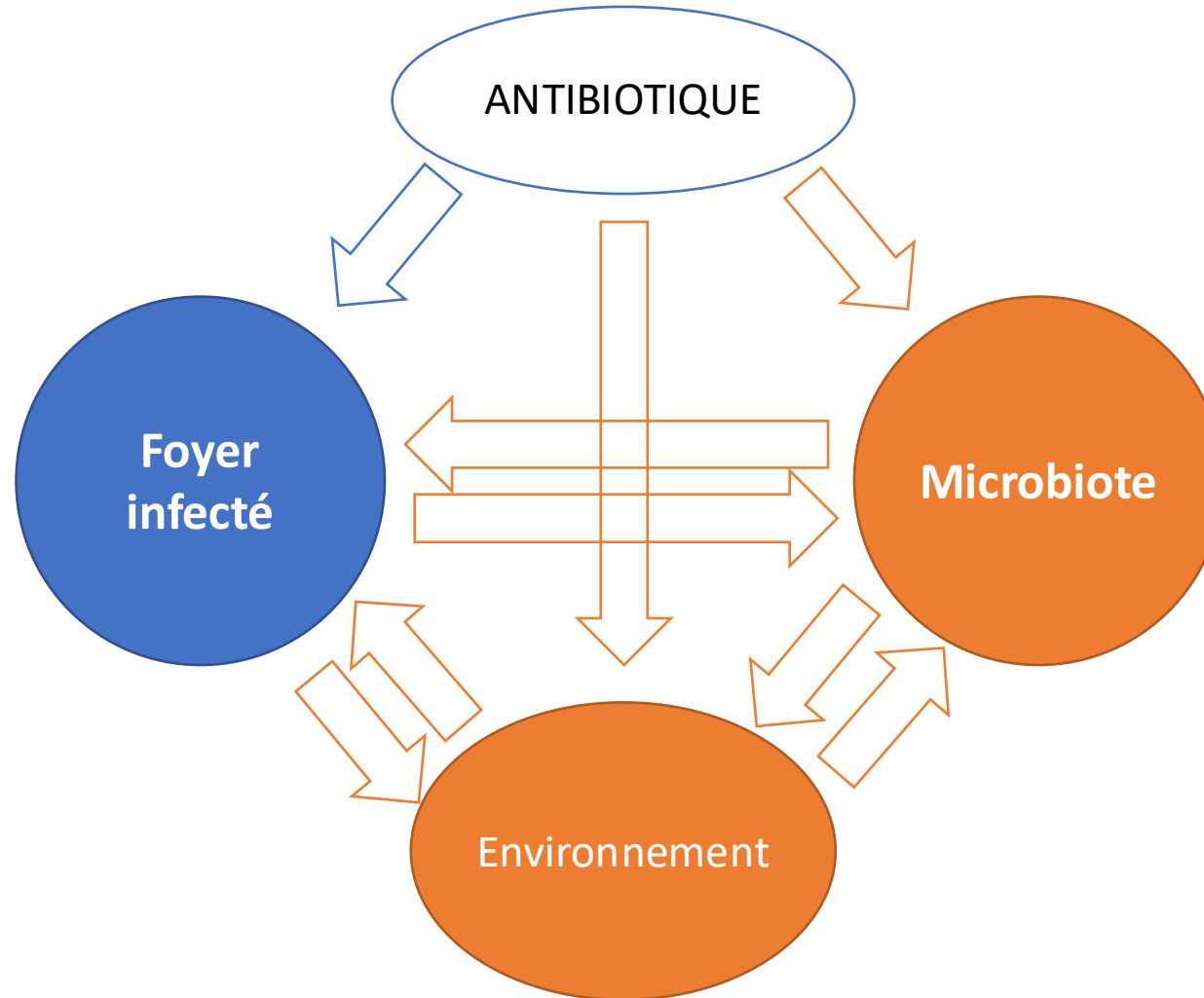
➔ Si déséquilibre → **PATHOLOGIE infectieuses et non-infectieuses**



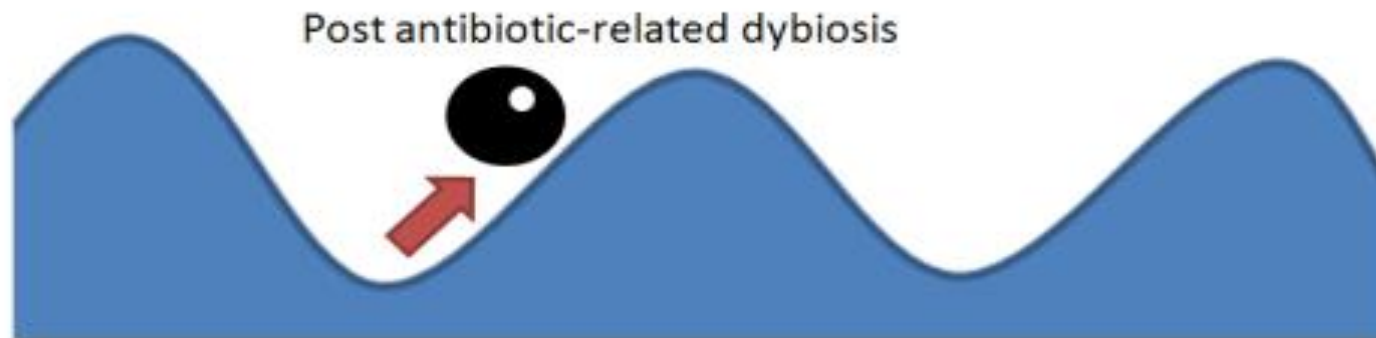
Impact de l'utilisation des antibiotiques : pression de sélection



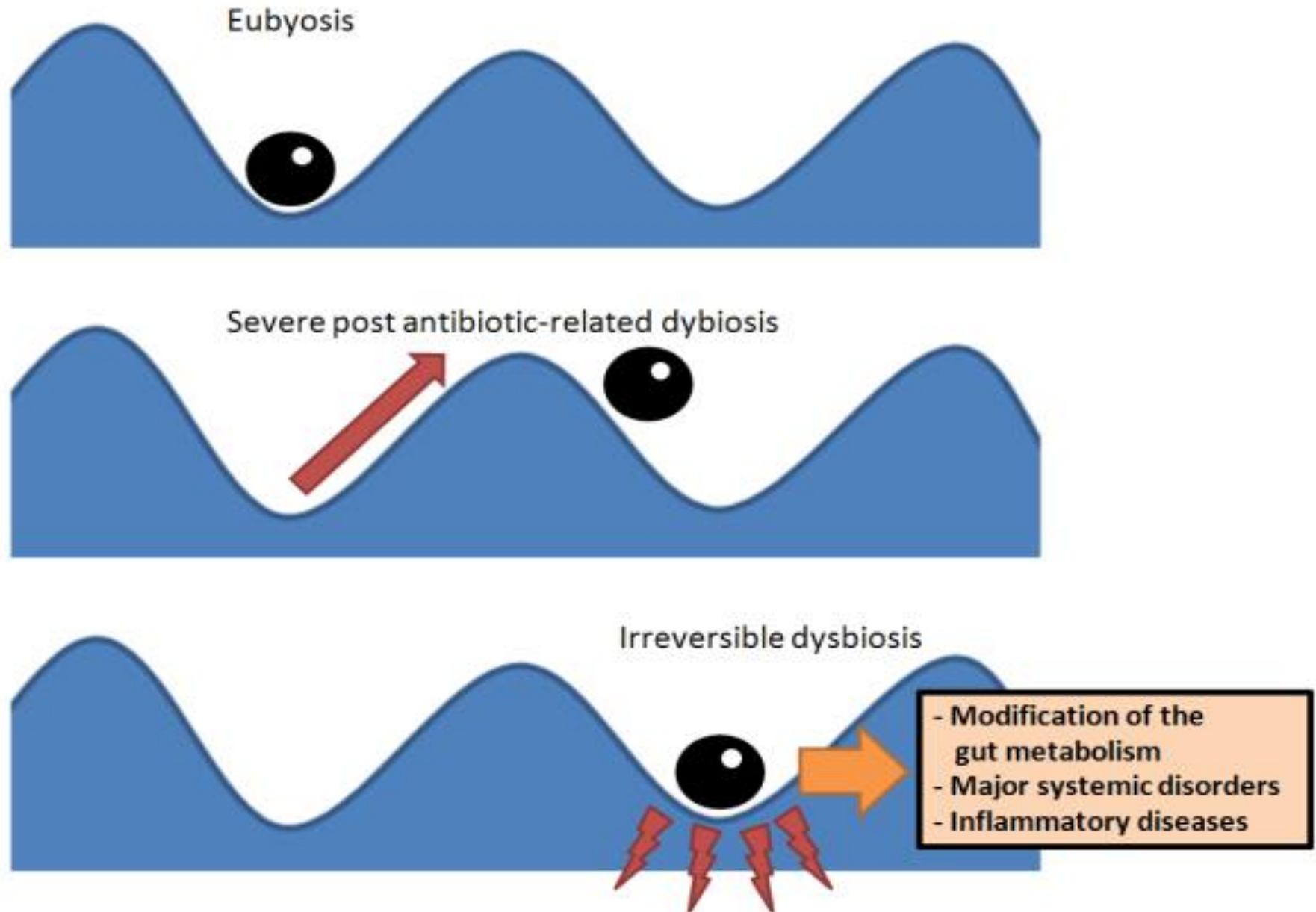
Impact de l'utilisation des antibiotiques : pression de sélection



Impact de l'utilisation des antibiotiques : pression de sélection



Impact de l'utilisation des antibiotiques : pression de sélection



Microbiote: à retenir

- Un microbiote unique, façonné dès la naissance et résilient
- Tout déséquilibre est potentiellement délétère pour l'hôte (cancer, obésité, diabète, allergie, maladies inflammatoires...)
- Utilisation du microbiote
 - Métagénomique (quantitative)
 - > vers une médecine prédictive et préventive ???
 - > nouveaux médicaments, nutrition préventive, aliments fonctionnels, fécalothérapie, transplantation fécale.

Research Paper/Report

Dietary cellulose prevents gut inflammation by modulating lipid metabolism and gut microbiota

Yeji Kim, Sung Wook Hwang, Seungil Kim, Yong-Soo Lee, Tae-Young Kim, Su-Hyun Lee, ...show all
Pages 944-961 | Received 17 Sep 2019, Accepted 30 Jan 2020, Published online: 05 Mar 2020

Download citation | <https://doi-org.proxy.insermbiblio.inist.fr/10.1080/19490976.2020.1730149>



Can the microbiota predict response to systemic cancer therapy, surgical outcomes, and survival? The answer is in the gut

Khalid El Batri, Rachid Jabi, Dario Trapani, Hanae Boutallaka, Bouchra Ouled Amar Bencheikh, Mohammed Bouziane, ...show all
Pages 403-421 | Received 24 Sep 2019, Accepted 16 Apr 2020, Accepted author version posted online: 18 Apr 2020, Published online: 24 May 2020

Download citation | <https://doi-org.proxy.insermbiblio.inist.fr/10.1080/17512433.2020.1758063>



Contents lists available at ScienceDirect

Virus Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/virusres



Review

Gut microbiota and Covid-19- possible link and implications

Debojyoti Dhar^{a,*}, Abhishek Mohanty^{b,*}

^a Leucine Rich Bio Pvt Ltd., Bengaluru, India

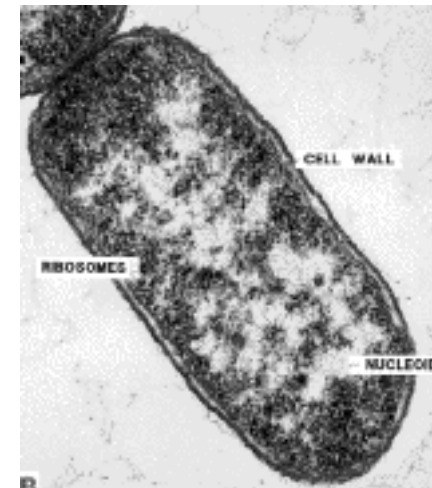
^b Rajiv Gandhi Cancer Institute and Research Centre, New Delhi, India



PLAN

Bactériologie générale

- Introduction
- Structure Bactérienne
- Croissance et Métabolisme
- Flore résidente/Pathogène / Microbiote ?
- Interactions bactéries – hôte (Homme)



Interactions pathogènes ?

- Interactions non pathogènes +++++++
 - Saprophytisme: effet neutre (flore de passage)
 - Commensalisme: bénéfice pour l'un (les bactéries) sans effet délétère pour l'autre (nous)
 - Symbiose: bénéfice partagé
 - Tous les effets positifs des microbiotes digestifs, cutanés, vaginaux,...
- Interactions pathogènes +
 - pathogènes stricts
 - pathogènes opportunistes / pathogènes "facultatifs"

Perspective Evolutive

- Pression évolutive pour l'agent infectieux :
 - > survivre et se multiplier
- Pression évolutive pour l'hôte :
 - > survivre et se multiplier,
 - donc limiter les effets délétères induits par le micro-organisme
- -> Équilibre entre pouvoir pathogène de l'agent infectieux et les mécanismes de défense de l'hôte.
- -> Résultat d'une longue co-évolution

La révolution néolithique

Domestication des animaux et des plantes (10 000 ans)

- sédentarisation
- augmentation de la démographie
- alimentation moins diversifiée
- contacts homme-animaux

- moindre résistance à l'infection
- défaut d'hygiène (conta oro-fécal)
- transmission inter-humaine
- transmission animal <-> homme

-> Epidémies : peste, choléra, typhus, rougeole, tuberculose,...(viral ++)

Aujourd'hui : deforestation et hausse des températures déplacent les animaux sauvages vers les zones urbaines
→ risque de zoonoses (virales +++)

Histoire naturelle d'une maladie infectieuse

- Pénétration de l'agent infectieux
 - Porte d'entrée cutanée, digestive, respiratoire, sexuelle ...
 - Parfois seulement changement d'écosystème
- Prolifération, essaimage
 - échappement aux défenses naturelles
 - multiplication
 - expression du pouvoir pathogène
- Guérison +/- immunité protectrice, passage à la chronicité, décès

A retenir

- Les éléments de structure utiles à comprendre l'action des antibiotiques et les mécanismes de résistance
- Les éléments de physiologie bactérienne utiles,
 - à la gestion du diagnostic microbiologique (conditions de prélèvements, recherche spécifique, délai d'obtention des résultats,...)
 - à la prescription de certains ATB
- Des bactéries et des hommes
 - Majorité des interactions non pathogènes :
 - > les perturber au minimum !
 - « d'abord, ne pas nuire » (Hippocrate)

Des questions

Sophie JARRAUD

sophie.jarraud@chu-lyon.fr

Maladies Infectieuses - Microbiologie
2025-2026