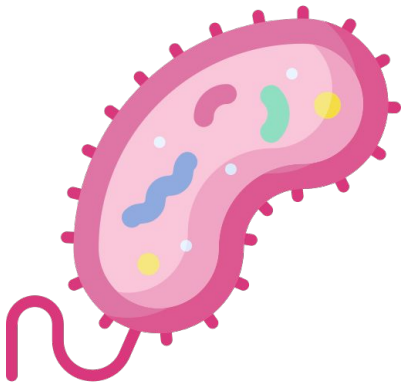


# BLOC IV
# PROCARIOTES I
# FORMES ACEL·LULARS




Biologia II
2n de Batxillerat
2023-24
Jaume Benet i Bertran

# Unitat 9. Procariotes i formes acel·lulars



1. Els microorganismes
2. Bacteris
3. Arqueobacteris
4. Formes acel·lulars
5. Microorganismes i malalties
6. Tècniques d'esterilització
7. Cultiu i aïllament de microorganismes
8. El metabolisme bacterià
9. Microorganismes i humans
10. Transferència genètica horitzontal

# 1. Els microorganismes



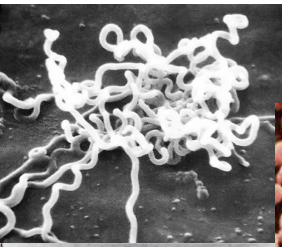
- Éssers vius de **mida microscòpica** → micròmetre (**µm**), nanòmetre (**nm**) i àngstrom (**Å**)

**1 m = $10^6$ µm = $10^9$ nm = $10^{10}$ Å**

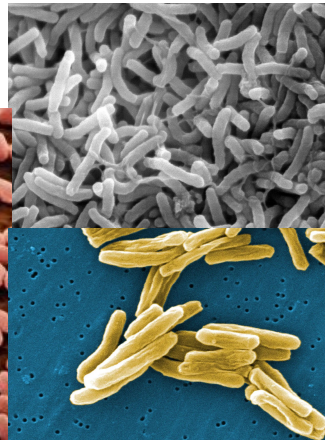
per observar-los necessitem



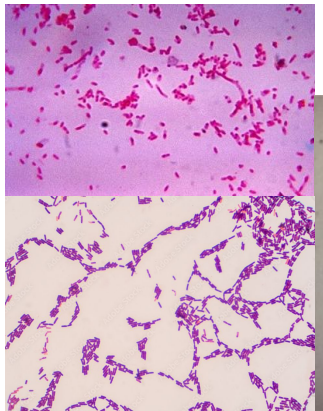
**microscopi electrònic**



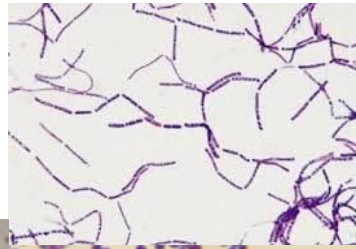


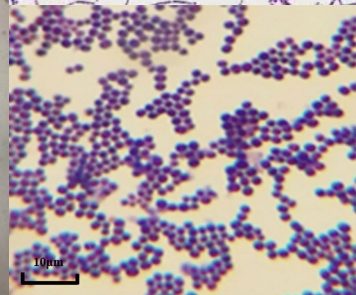


**microscopi òptic**

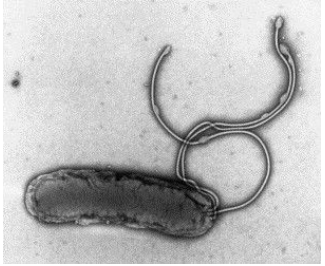


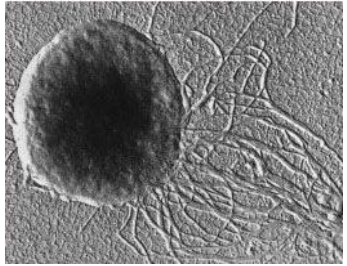






Bacteri



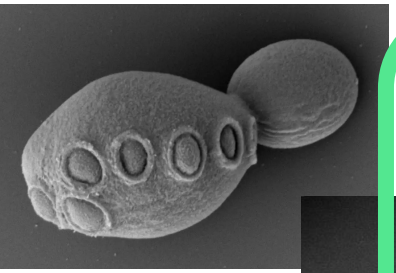


Arqueobacteri

Poden ser:

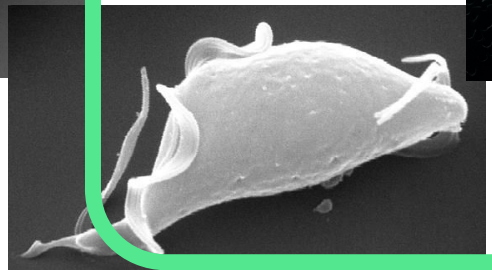
- **Unicel·lulars** (bacteris, arqueobacteris, fongs, protozous, algues unicel·lulars) o **pluricel·lulars** (algues pluricel·lulars, zooplàncton)
- **Procariotes** (bacteris, arqueobacteris) o **eucariotes** (fongs, protists, zooplàncton)
- **Autòtrofs** (bacteris, arqueobacteris, algues/fitoplàncton) o **heteròtrofs** (bacteris, arqueobacteris, protozous, zooplàncton)

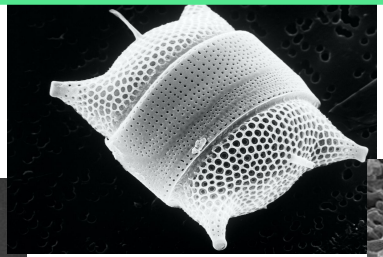
Fong



**Protists**

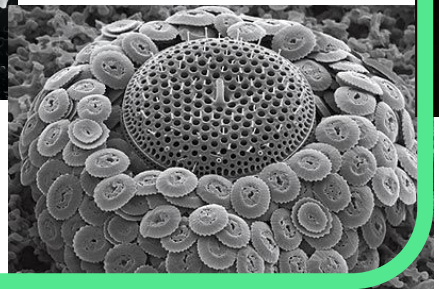
Protozou

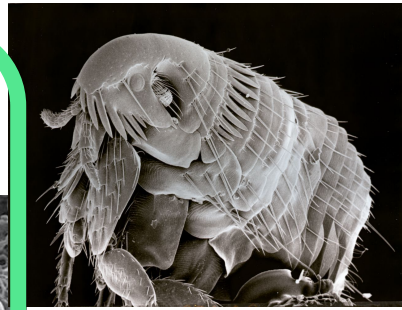




Alga unicel·lular

Algues pluricel·lulars

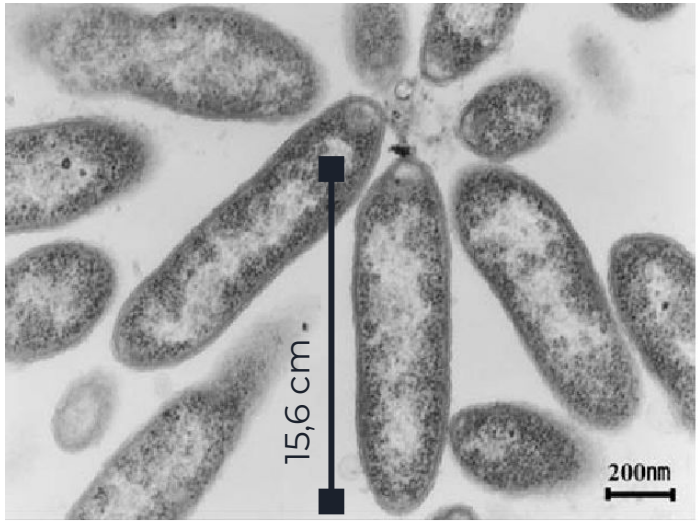




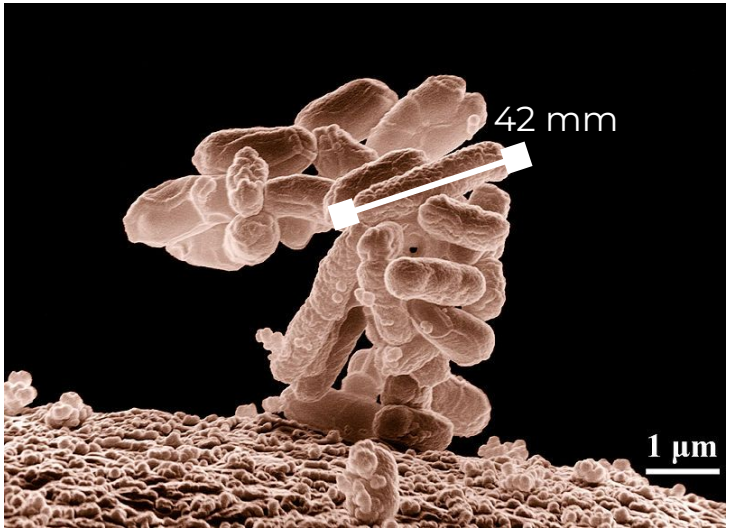
Zooplàncton

## Activitat.

Calcula la mida dels microorganismes assenyalats en metres, mil·límetres, micròmetres, nanòmetres i àngstroms.

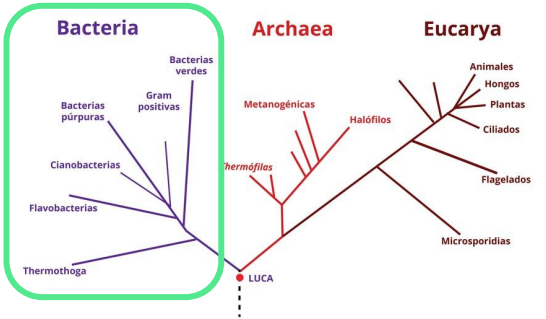



3 cm

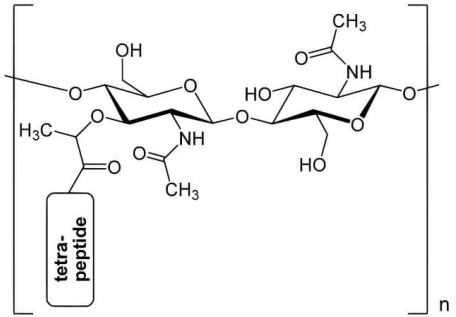


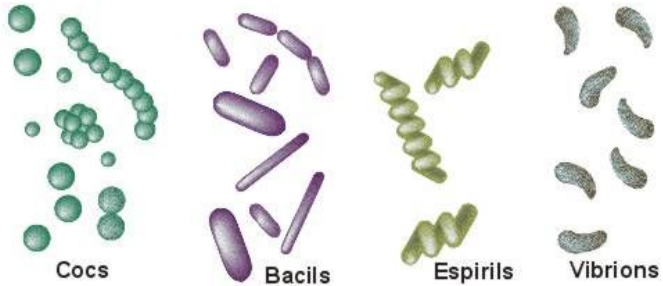

15 mm

# 2. Bacteris

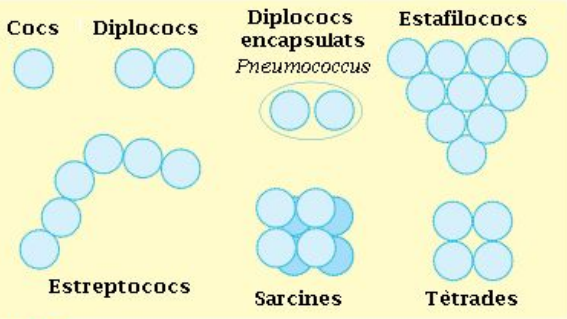



- Formen part del domini ***Bacteria***
- Són **procariotes** → **Material genètic lliure** pel citoplasma, sense embolcall nuclear
- Posseeixen una **paret cel·lular** formada pel **peptidoglicà mureïna**
- Tenen **metabolismes molt diversos** (**heteròtrof**/**autòtrof**, **aerobi**/**anaerobi**)
- Tenen formes molt diverses (**cocs**, **bacils**, **vibrions**, **espiroquetes**, **espirils**, **gemmants**...)

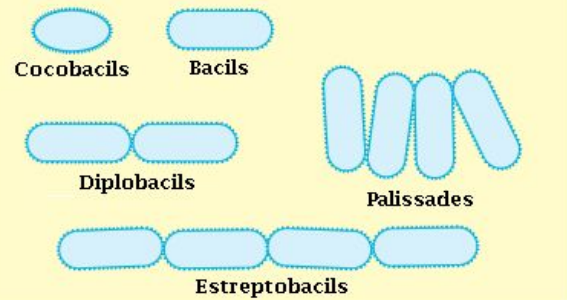


## Cocs



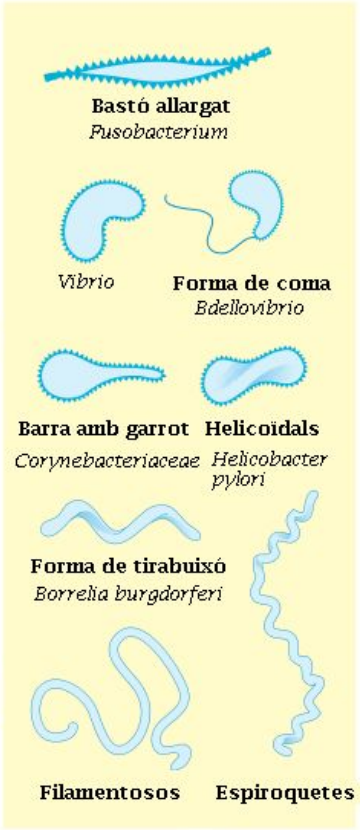

## Bacils

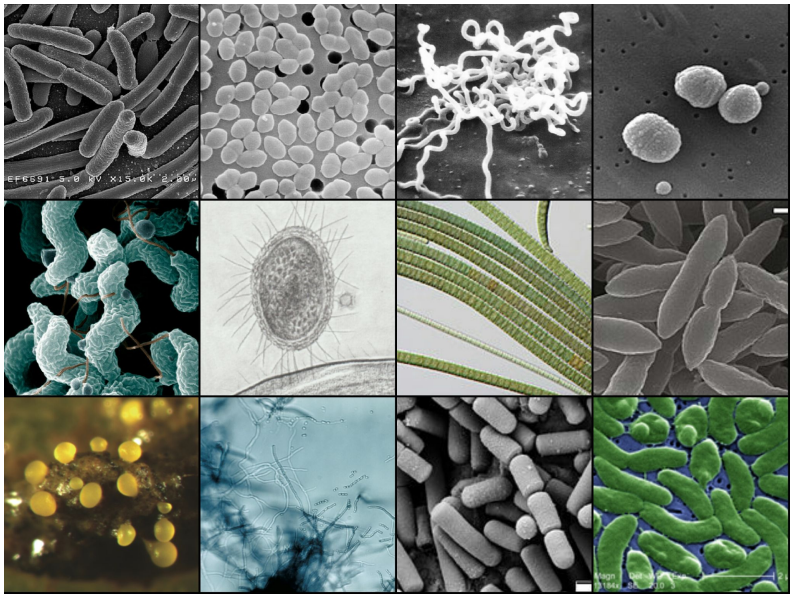



## Bacteris gemmants i amb apèndix

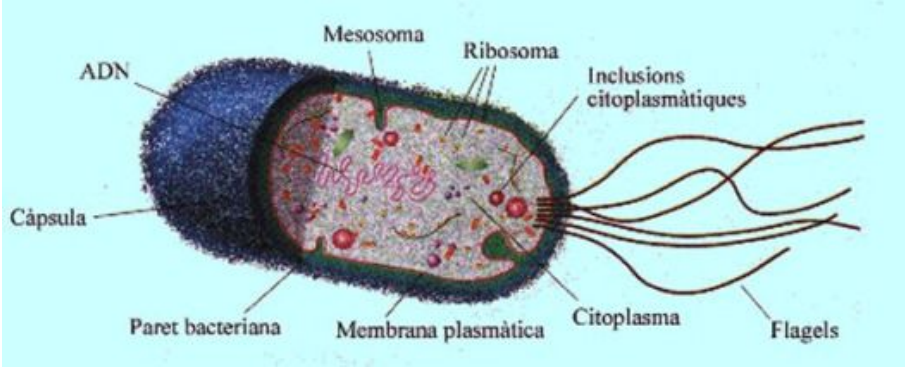



## Altres



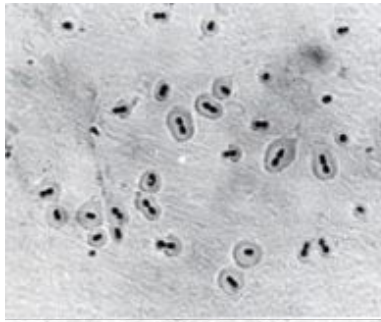



# 2.1. Estructura cel·lular




## Càpsula

- No tots els bacteris en tenen
- Capa **rígida** formada per **polisacàrids**
- Permet l'**adhesió cel·lular**, **dificulta** el reconeixement per part d'**anticossos**, participa en l'**intercanvi de molècules**...





# Paret cel·lular

- Està formada, principalment, per **mureïna**, un **peptidoglicà**
- Segons la seva estructura podem classificar-los en **dos grups**

**polisacàrid:** repetició disacàrid **àcid N-acetilmuràmic**

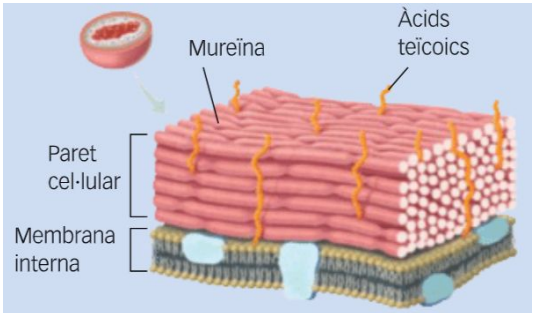
**pèptid**: oligopèptid d'entre **3 i 5 aa**

## Grampositius (G+)

- Paret és una **capa gruixuda monoestratificada** de **peptidoglicà** **+** **àcid teïcoic**
- Es tenyeixen **lila** amb **tinció gram**

Exemples:

estreptococs, estafilococs, acidolàctics, actinomicets

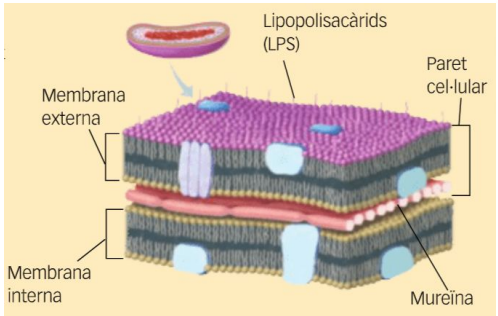


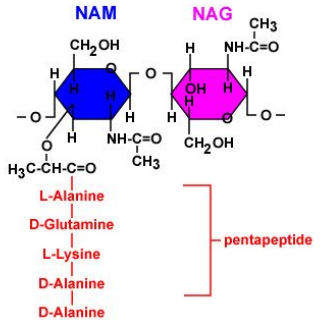

## Gramnegatius (G-)

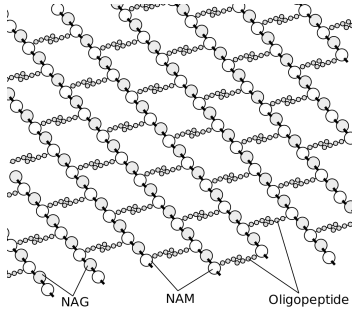
- Paret formada per una **capa fina** de **peptidoglicà** **+ capa** **bilipídica** semblant a la membrana plasmàtica
- Es tenyeixen **rosa** amb **tinció gram**

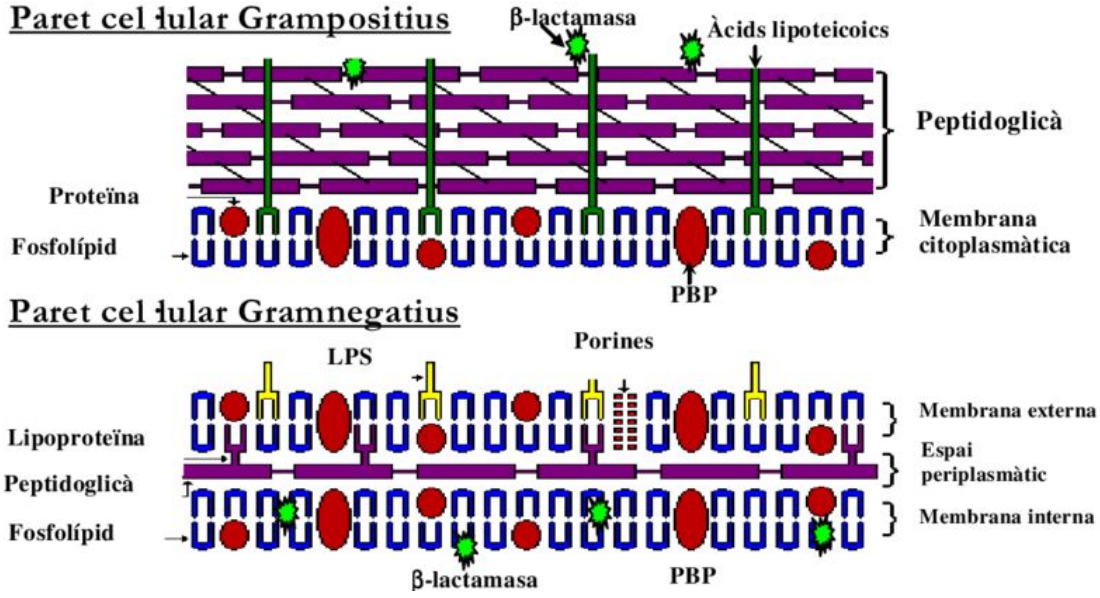
Exemples:

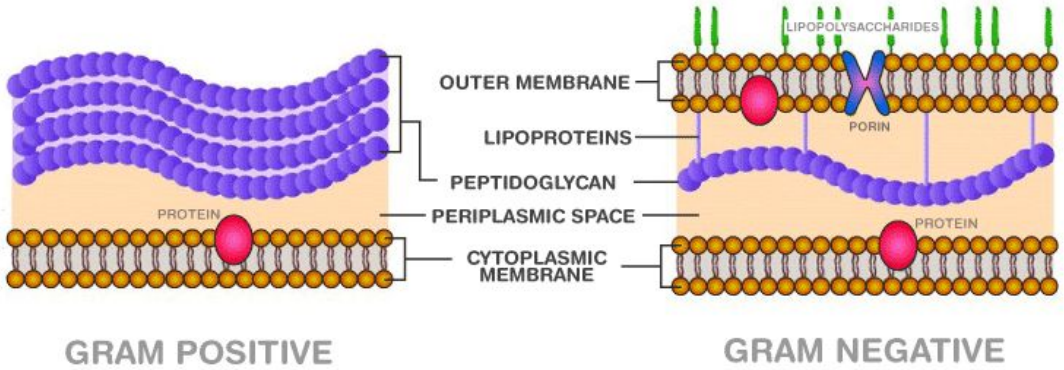
fixadors de nitrogen, cianobacteris, enterobacteris

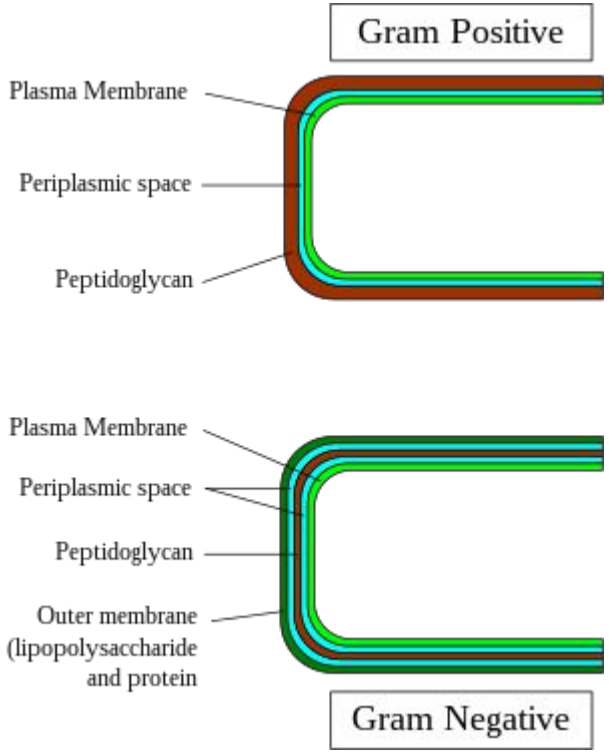


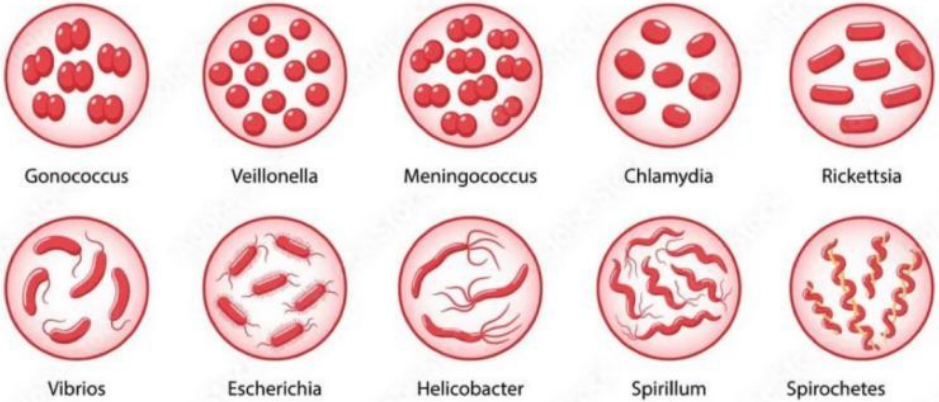




Paret cel·lular Grampositiu
β-lactamasa
Àcids lipoteicoics
Peptidoglicà
Proteïna
Fosfolípid
Membrana citoplasmàtica
PBP
Paret cel·lular Gramnegatiu
LPS
Porines
Membrana externa
Lipoproteïna
Espai periplasmàtic
Peptidoglicà
Membrana interna
Fosfolípid
β-lactamasa
PBP

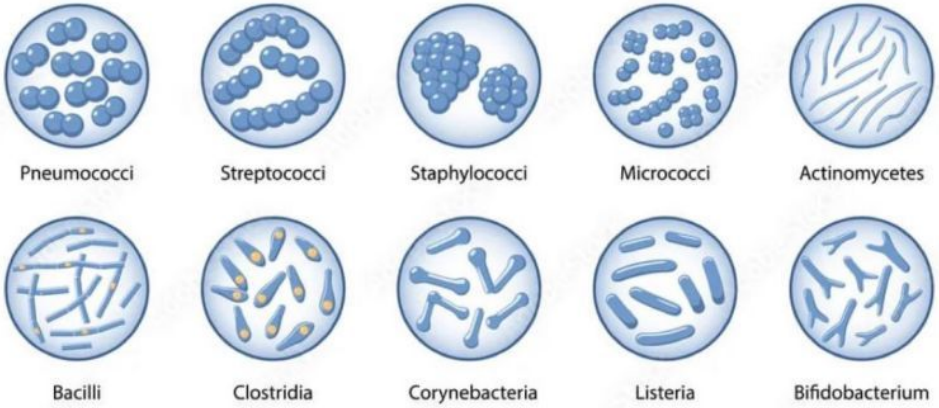

LIPOPOLYSACCHARIDES
OUTER MEMBRANE
PORIN
LIPOPROTEINS
PEPTIDOGLYCAN
PERIPLASMIC SPACE
PROTEIN
PROTEIN
CYTOPLASMIC MEMBRANE
GRAM POSITIVE
GRAM NEGATIVE

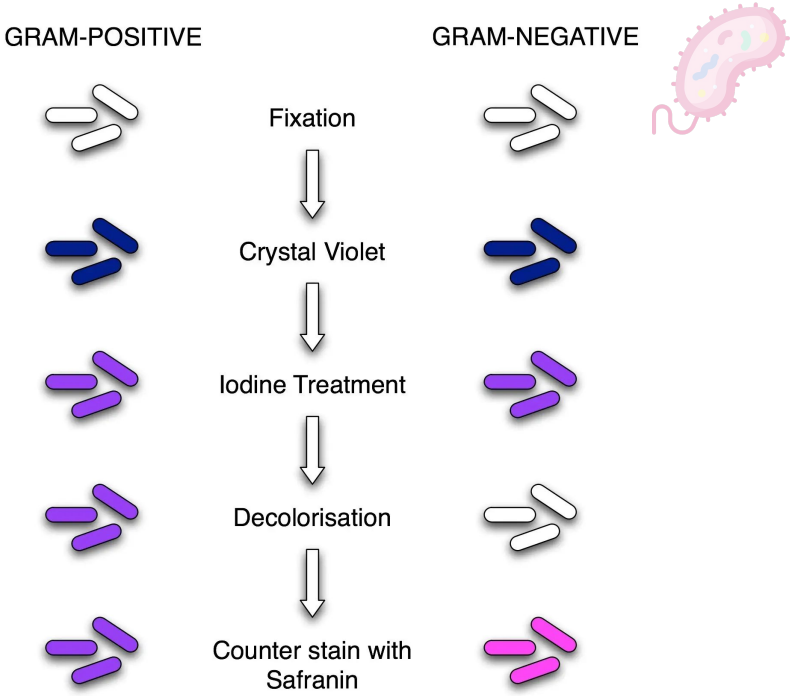

Gram Positive
Plasma Membrane
Periplasmic space
Peptidoglycan
Plasma Membrane
Periplasmic space
Peptidoglycan
Outer membrane (lipopolysaccharide and protein
Gram Negative

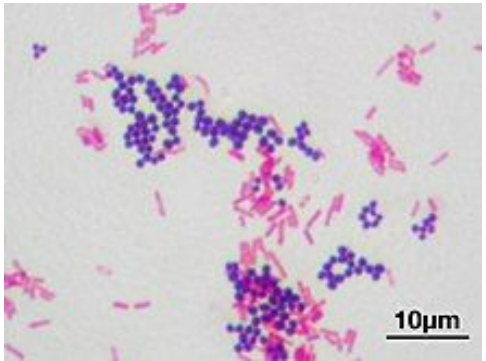
## Gram negative bacteria




## Gram positive bacteria

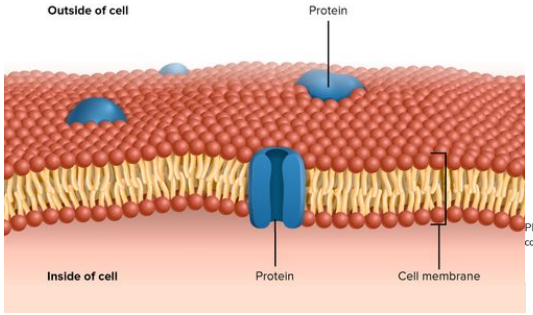


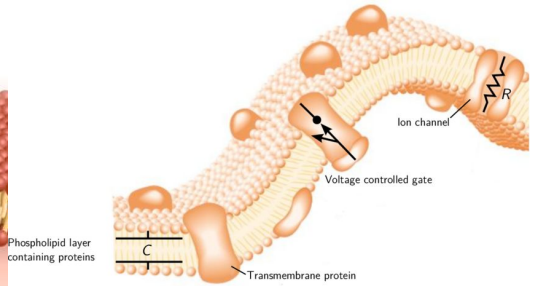



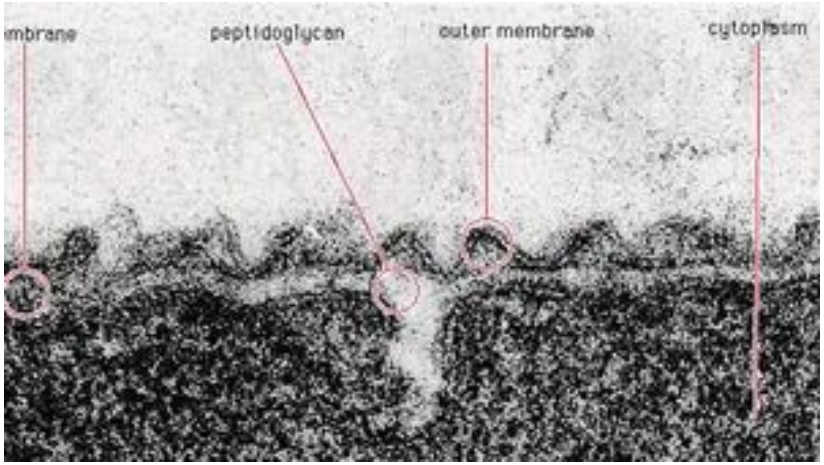



# Membrana plasmàtica

- **Bicapa lipídica** formada ➡ **fosfolípids** + **proteïnes**
- **Conté diversos sistemes enzimàtics** que els eucariotes tenen en orgànuls membranosos (ATP-sintasa, fotosistema, nitrogenasa...)
- Molt semblant a l'eucariota però **sense colesterol** i amb **poques glicoproteïnes**

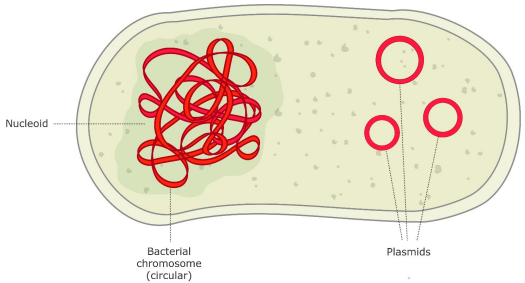


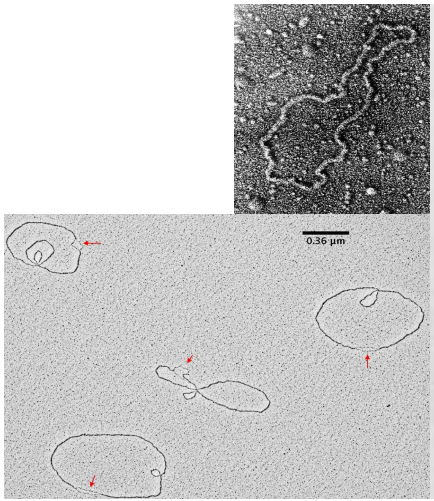



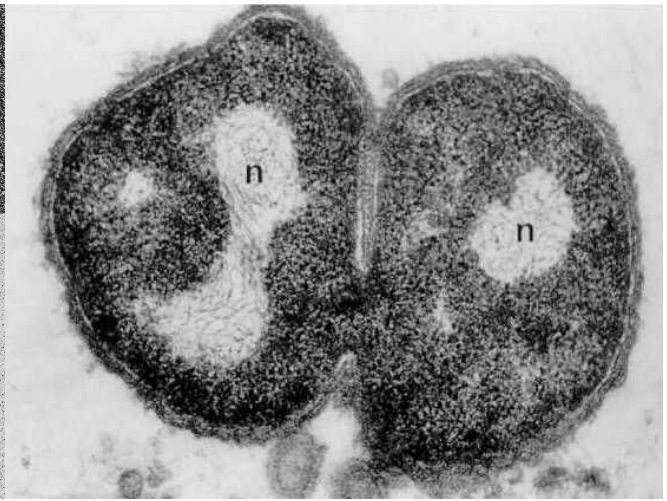



# Cromosoma bacterià

- **DNA circular** de **doble cadena** que s'acumula en una regió anomenada **nucleoide**
- Està **associat** a **proteïnes** i **RNA**
- Els bacteris poden contenir **plasmidis**, a més del cromosoma, que són **petites molècules de DNA circular** amb replicació autònoma

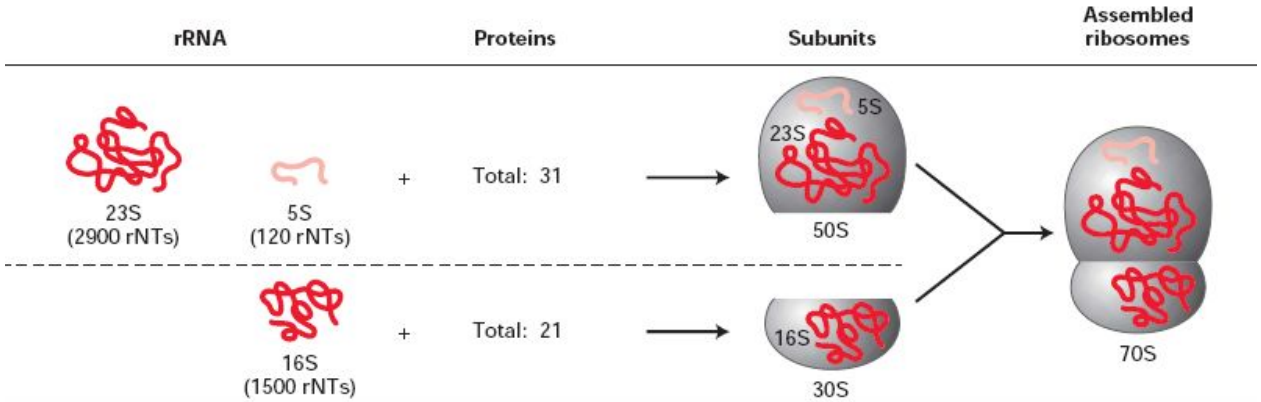


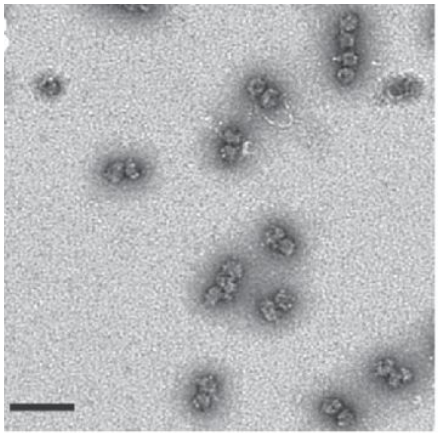



# Ribosoma

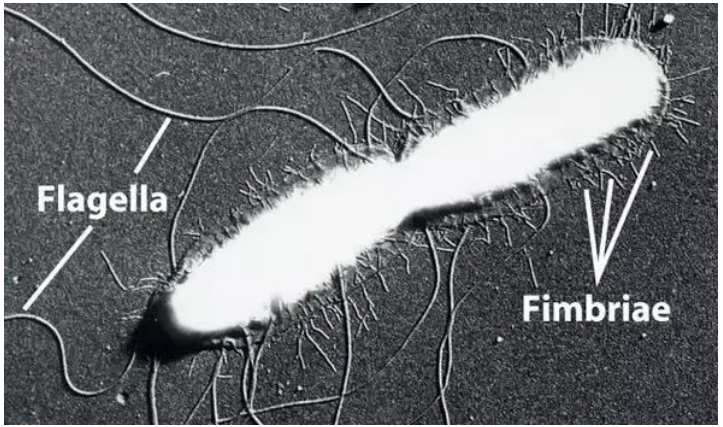
- Es troben **lliures al citoplasma** o formant cadenes
- Tenen **mida 70 S** (50 S + 30 S)

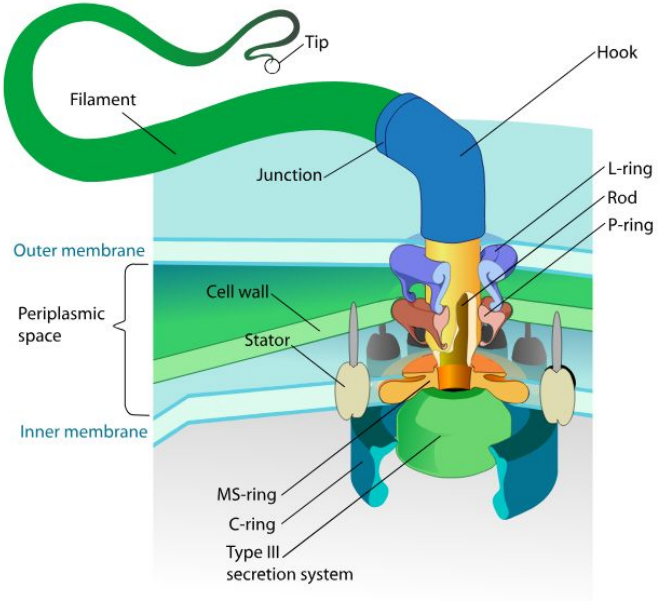


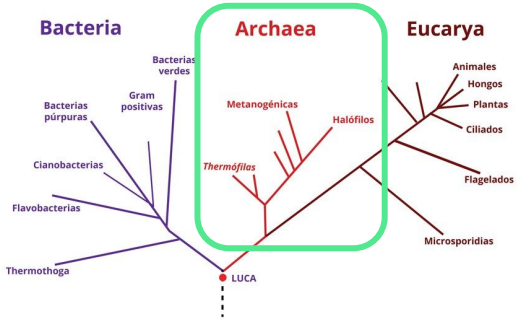
# Flagels i pèls

- **Filaments proteics** que es troben a l'exterior del bacteri
- El **flagel** està format per **flagel·lina** que permet la **mobilitat** de la cèl·lula
- Els **pèls** només es troben en **gramnegatius** i serveixen per l'**adhesió** i per l'**intercanvi de material genètic**



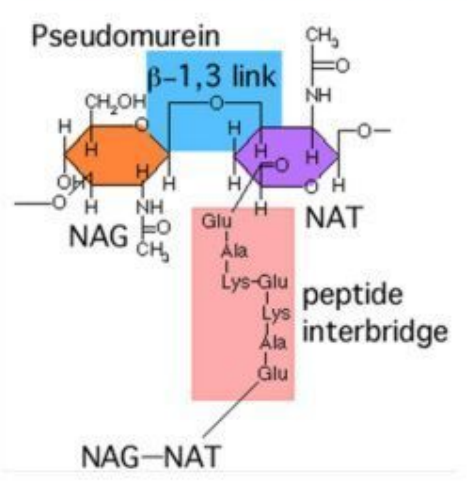



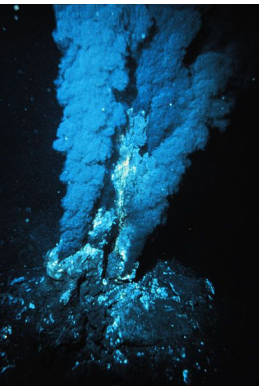
# 3. Arqueobacteris




- Formen part del domini ***Archaea*** (més proper a *Eukarya*)
- Són **procariotes** ➡ **Material genètic lliure** pel citoplasma, sense embolcall nuclear
- Posseeixen una **paret cel·lular** que **NO** té el **peptidoglicà mureïna**
- La majoria **són anaerobis** i **autòtrofs**
- Solen **habitar ambients molt extrems** (salinitat, pH, temperatura... extrems)







- Segons els ambients que habiten podem diferenciar

- **Termòfils** ➡ Sobreviuen **temperatures molt elevades** de fins a 121 °C (en volcans, falles oceàniques, fons hidrotermals...)

- **Halòfils extrems** ➡ Suporten **concentracions de sal molt elevades** (llacs salins, profunditats marines...)

- **Acidòfils** ➡ Toleren **pH molt àcids**, inferiors a 3 (zones volcàniques, zones sulfuroses...)

- **Metanògens** ➡ Habiten ambients amb **molta matèria orgànica** i produeixen gas **metà**, $CH_4$ (aiguamolls, pantans, tracte digestiu...)

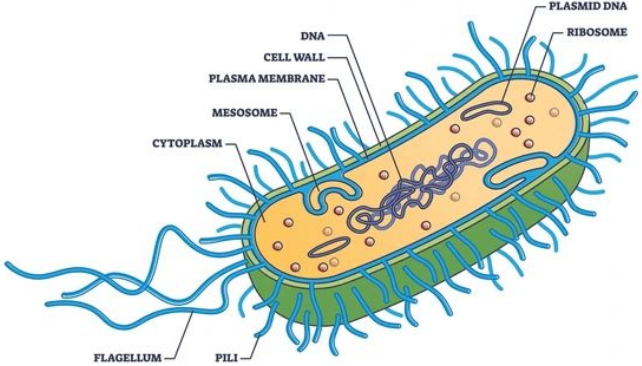






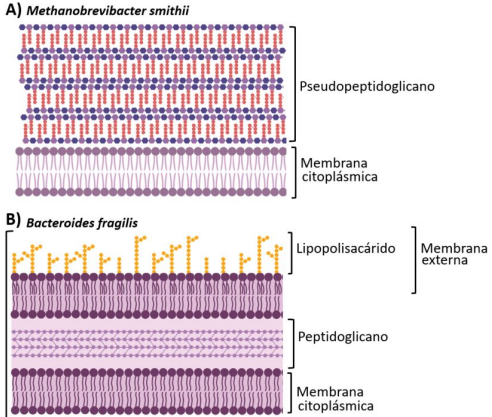


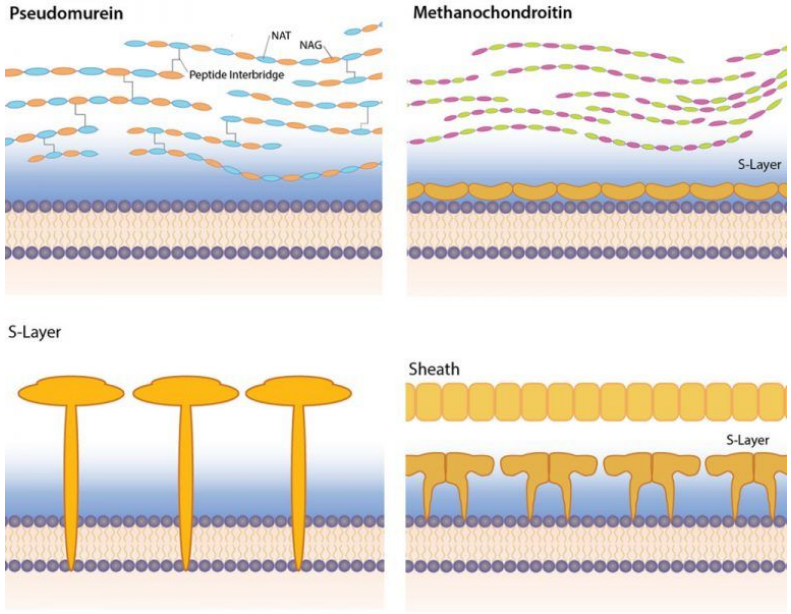
# 3.1. Diferències estructurals amb els bacteris

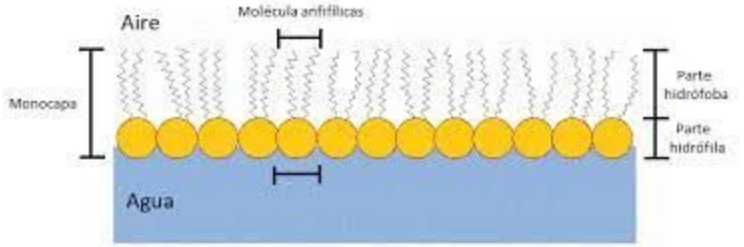



## Paret

- **NO** està formada per **mureïna**
- Pot estar formada pel **peptidoglicà** **pseudomureïna**, pel **polisacàrid** **metanocondroitina** o per la **capa-S** **proteica**

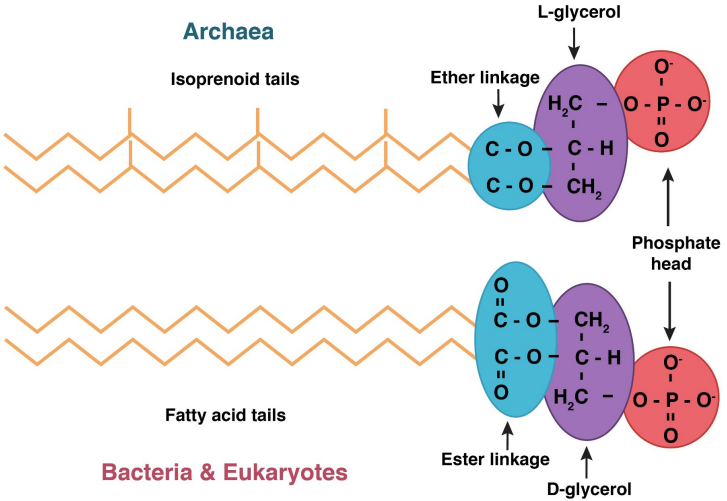


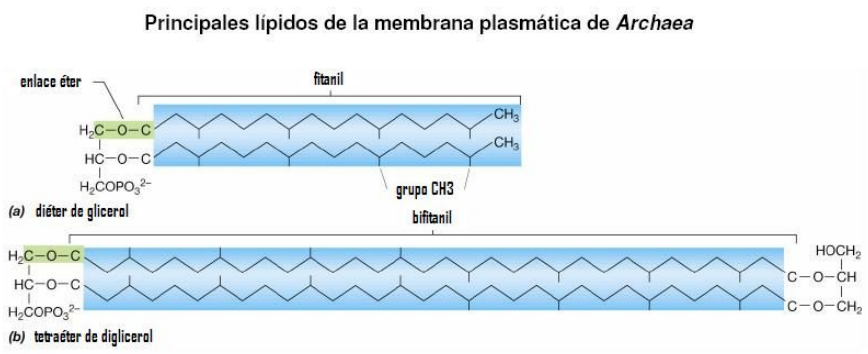



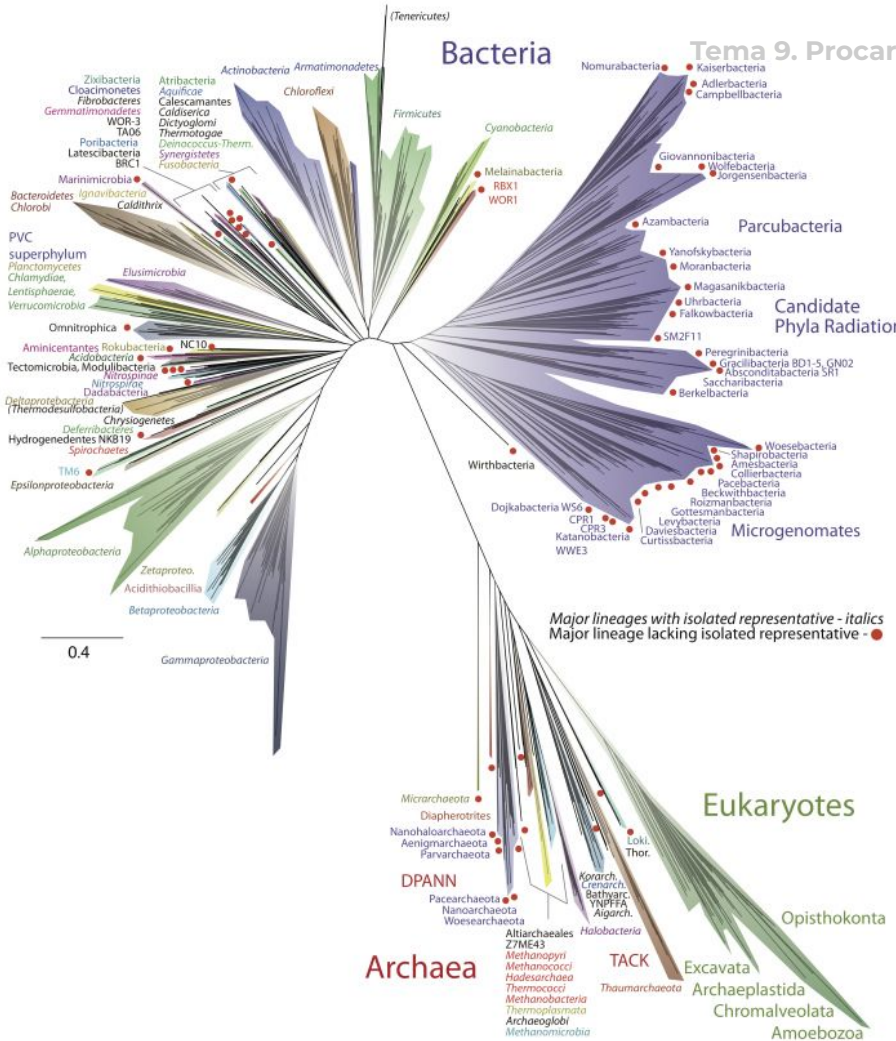



# Membrana plasmàtica

- Pot ser una **bicapa lipídica** o una **monocapa lipídica**
- Els **fosfolípids NO** estan compostos per **àcids grassos**, sinó d'**isoprenoides** i estan units per **enllaços èter**, **NO enllaços èster**



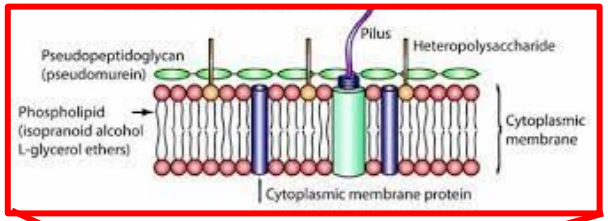



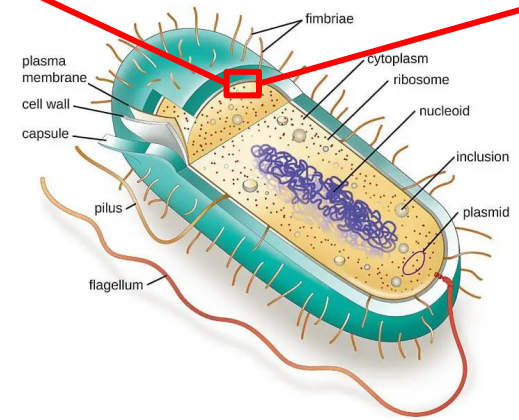


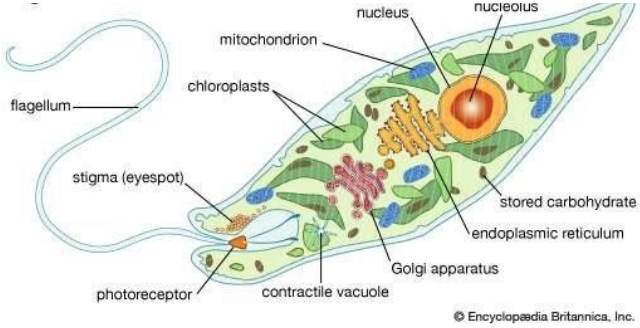

**arbre filogenètic** dels tres dominis (*Archaea* és més proper a *Eukarya*, que no pas *Bacteria*, compartim més gens)

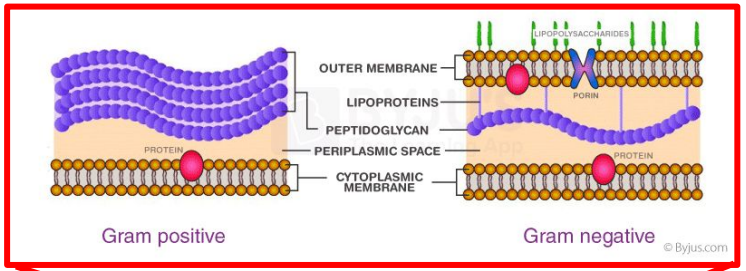
## Activitat.

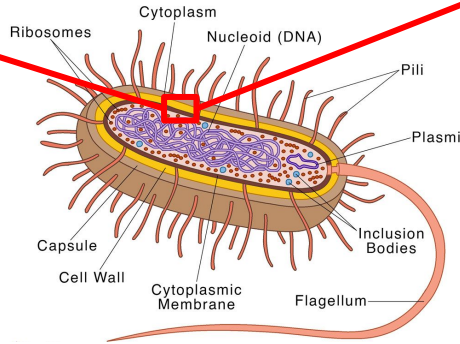
Observa els següents esquemes, cada un representa un microorganisme dels 3 dominis que existeixen: un bacteri (domini *Bacteria*), un arqueobacteri (domini *Archaea*) i un eucariota (domini *Eukarya*).
Identifica quin és cada un i fes una taula amb les principals diferències.

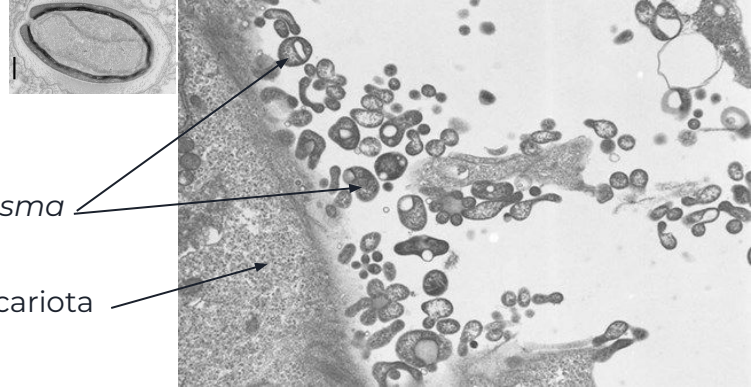


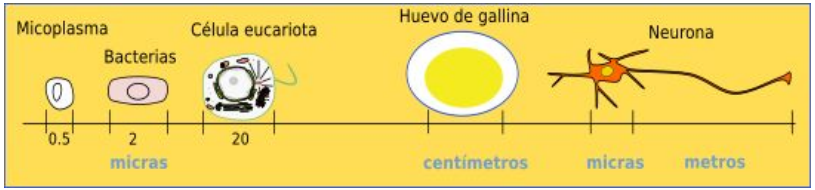


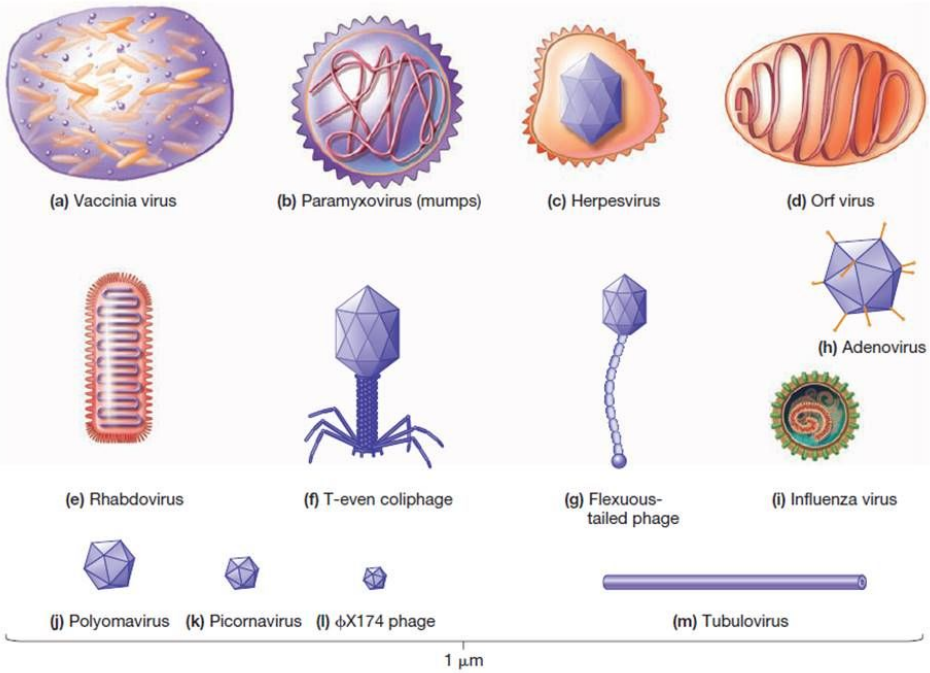

# 4. Formes acel·lulars

## 4.1. Virus

- Són estructures formades per **àcids nucleics** i **proteïnes**
- **Material genètic** → DNA o RNA, **circular** o **lineal**, **bicatenari** o **monocatenari** **un cromosoma** o **varis** (tots del mateix tipus)
- **NO** són **éssers vius** → No es nodreixen (**sense metabolisme**) i necessiten **infectar una cèl·lula** per reproduir-se
- Són **molt més petits** que les cèl·lules (a excepció dels virus gegants) →

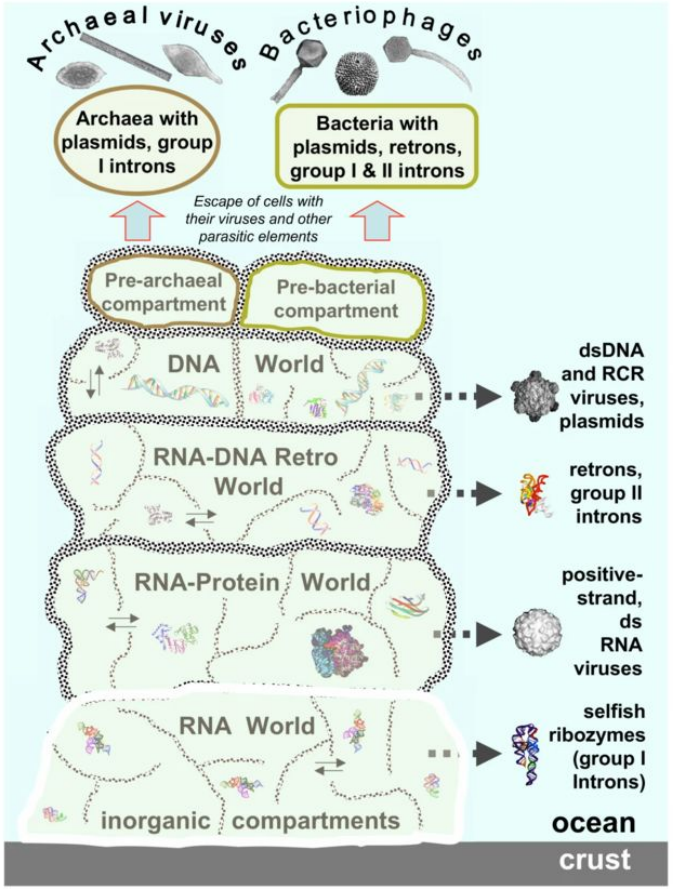
Les **cèl·lules** procariotes **més petites** són d'uns **1000 nm** (el gènere *Mycoplasma* arriben als 500 nm) i els **virus més grans** d'uns **250 nm** (*Pandoravirus salinus* arriba als 1000 nm)






Tamaños de virus (varían entre 20 y 300 nm aprox., excluyendo los gigantes)

**mides** de diferents tipus de virus



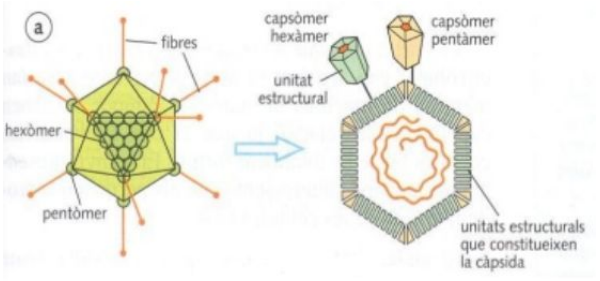

**evolució** dels virus

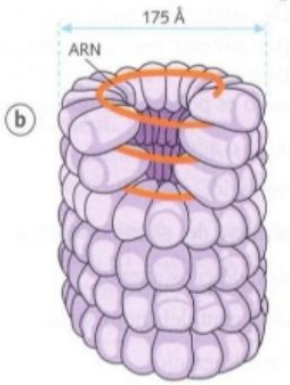
# Estructura dels virus

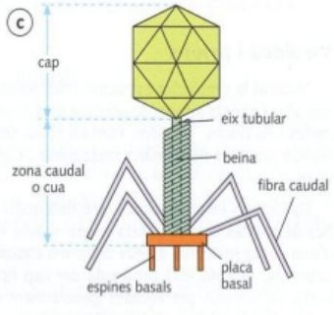
- **Càpsida** → Recobriment de **proteïna** que **envolta l'àcid nucleic**
- **Genoma víric** → **Una** o **més molècules** de **RNA** o **DNA**, **circular** o **lineal**, **bicatenari** o **monocatenari**

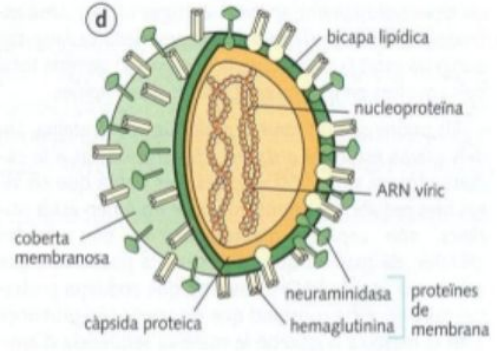
} **Nucleocàpsida**

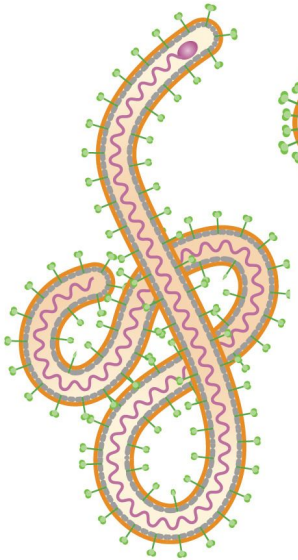
- **Embolcall** o **coberta** → **Bicapa lipídica** exterior amb **proteïnes de membrana** (només alguns virus)



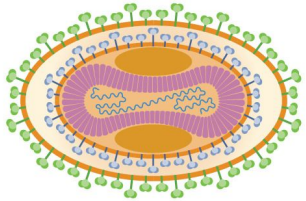



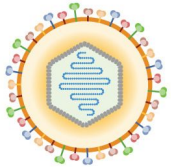




Ebola virus 80×970 nm

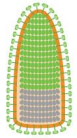
Variola virus 360 nm



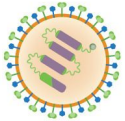
Herpesvirus
200 nm



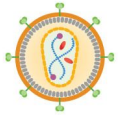
Rabies
180×80 nm



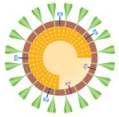
Measles
150 nm



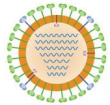
HIV-1
120 nm



SARS
120 nm



Influenza virus
100 nm



Adenovirus
90 nm



Rotavirus
80 nm



Papillomavirus
60 nm



Dengue virus,
Zika virus
50 nm



Hepatitis C virus
50 nm



Hepatitis B virus
42 nm

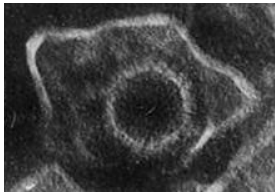


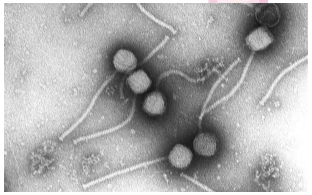
Hepatitis A virus,
Poliovirus
30 nm



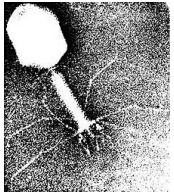
Parvovirus
20 nm



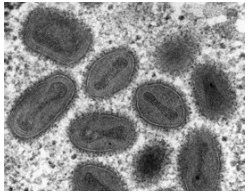


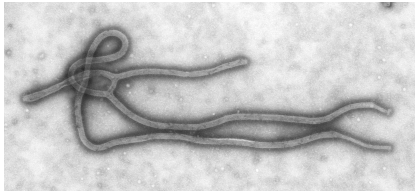


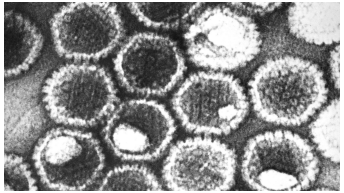


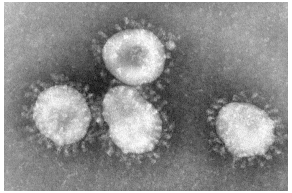


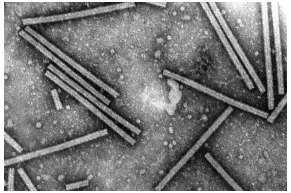


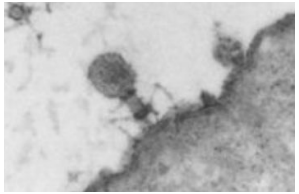






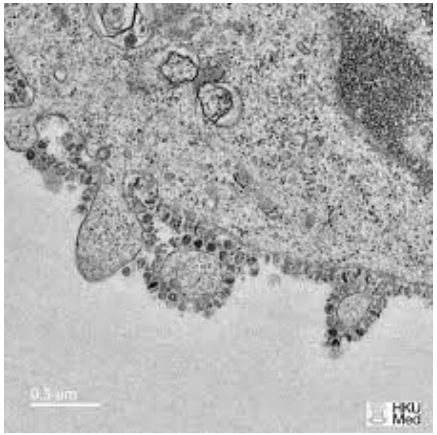


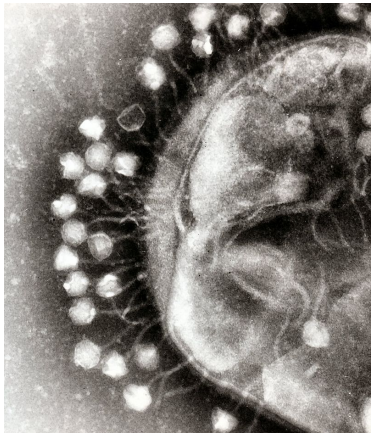


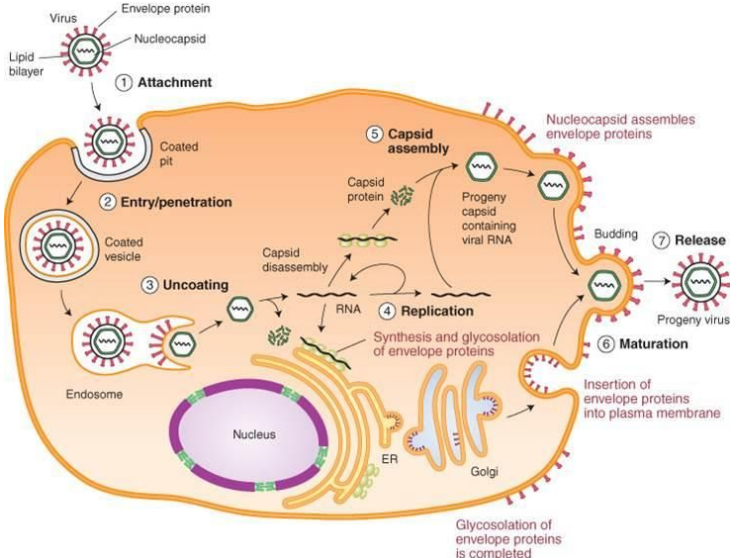


# Cicles dels virus

- **NO** hi ha **nutrició** ➡ **NO** necessiten **energia** per realitzar cap funció ni **matèria per créixer**
- **NO** hi ha **relació** ➡ **Contacte amb cèl·lula** hoste totalment **fortuït**
- Hi ha **reproducció NOMÉS** quan s'**infecta la cèl·lula** ➡ Obtenen **energia** i **matèria de la cèl·lula hoste** per sintetitzar molècules dels nous organismes







- **Cicle lític** ➡ Quan el virus infecta la cèl·lula es produeix la seva **lisi** (trencament)

**1. FIXACIÓ**

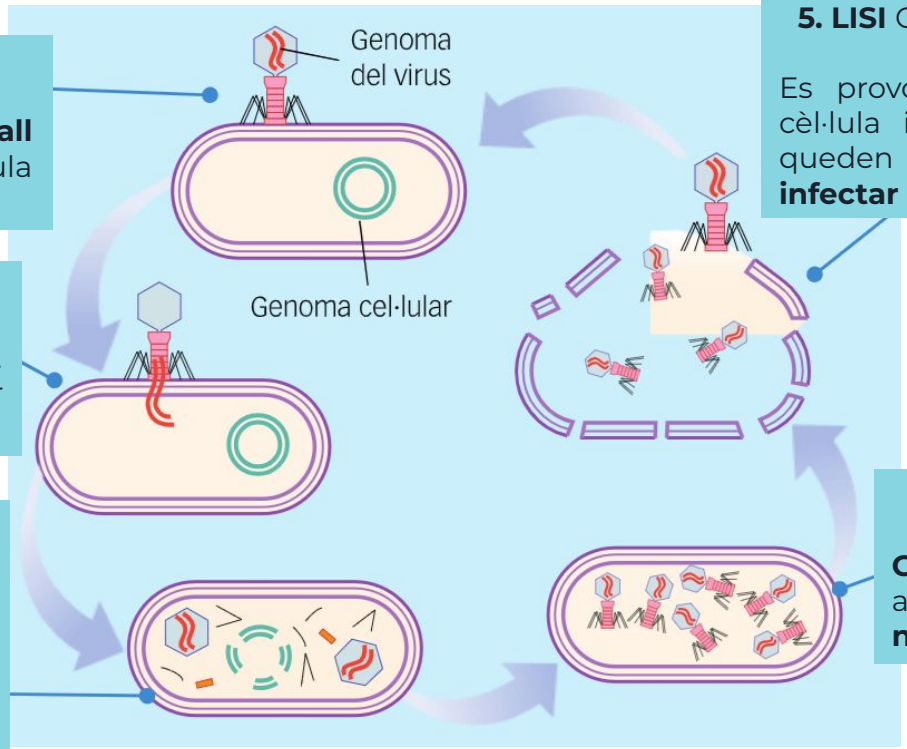
**Proteïnes de la càpsida** o **l'embolcall** reconeixen proteïnes de la cèl·lula hoste i el virus s'hi **ancora**.

**2. PENETRACIÓ**

**Genoma víric** és **injectat** a la cèl·lula (pot anar acompanyat de proteïnes)

**3. SÍNTESI**

**Genoma víric** utilitza els mecanismes de la cèl·lula per **duplicar-se** i **traduir-se** i així formar noves molècules de material genètic i proteïnes víriques




**5. LISI O ALLIBERAMENT**

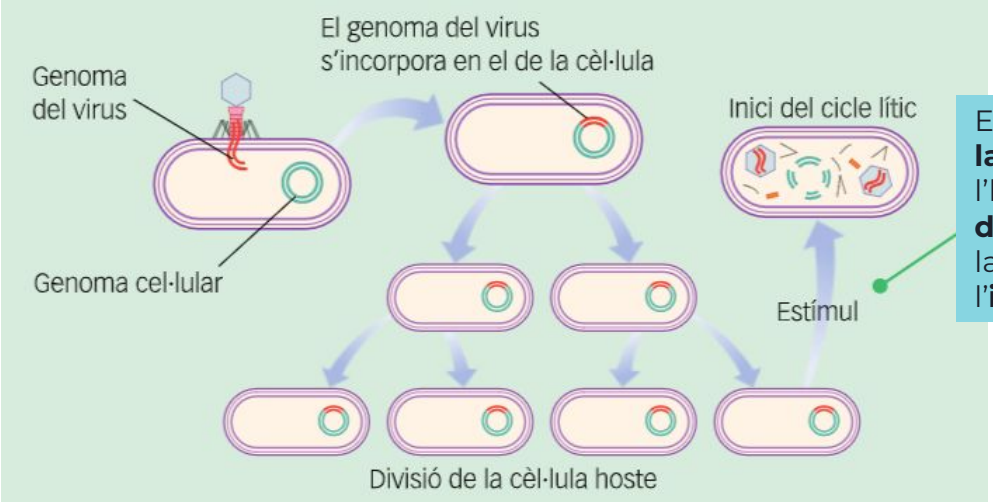
Es provoca la **lisi** de la cèl·lula i els **virus** creats queden **lliures** per poder **infectar altres cèl·lules**

És el mecanisme que utilitzen els **bacteriòfags** per infectar bacteris

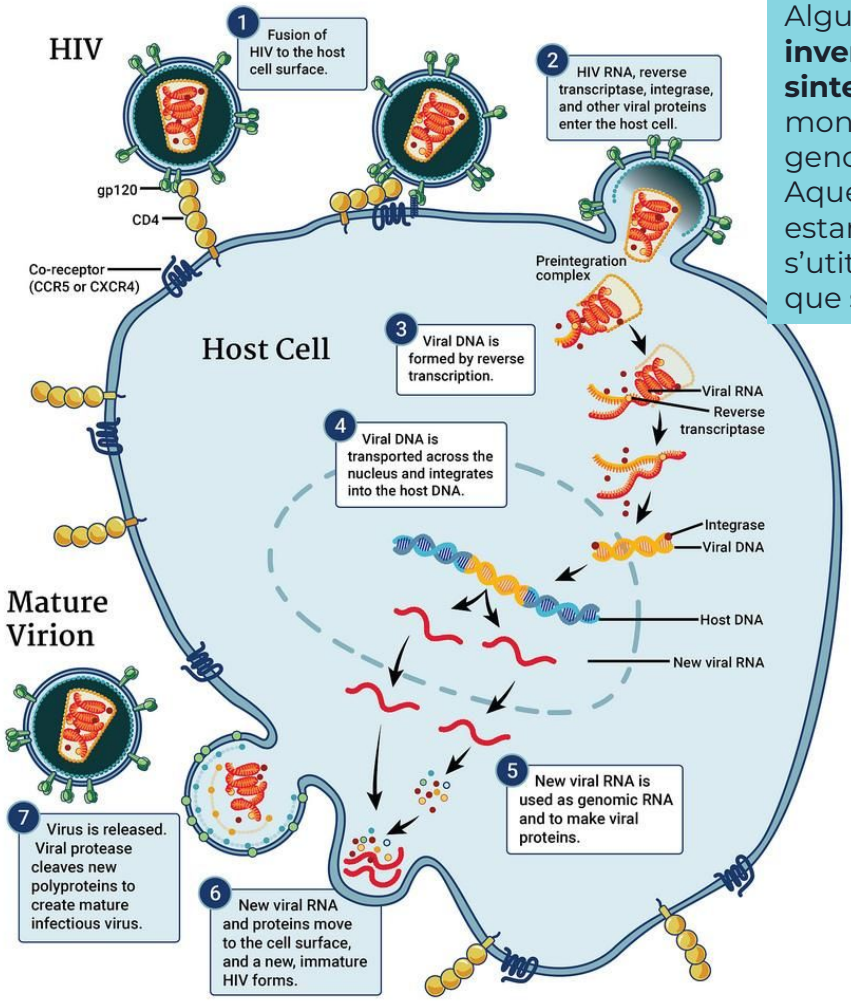
**4. ACOBLAMENT**

**Genomes vírics** s'**integren** a les **càpsides** formant les **nucleocàpsides**.

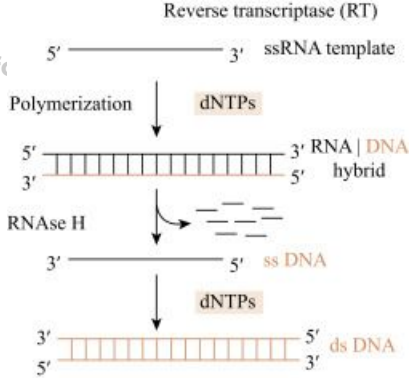
- **Cicle lisogènic** El **genoma víric s'incorpora al genoma de la cèl·lula** hoste i queda en **estat de latència**, la cèl·lula es reprodueix amb normalitat reproduint-lo fins que s'expressa i **comença el cicle lític**



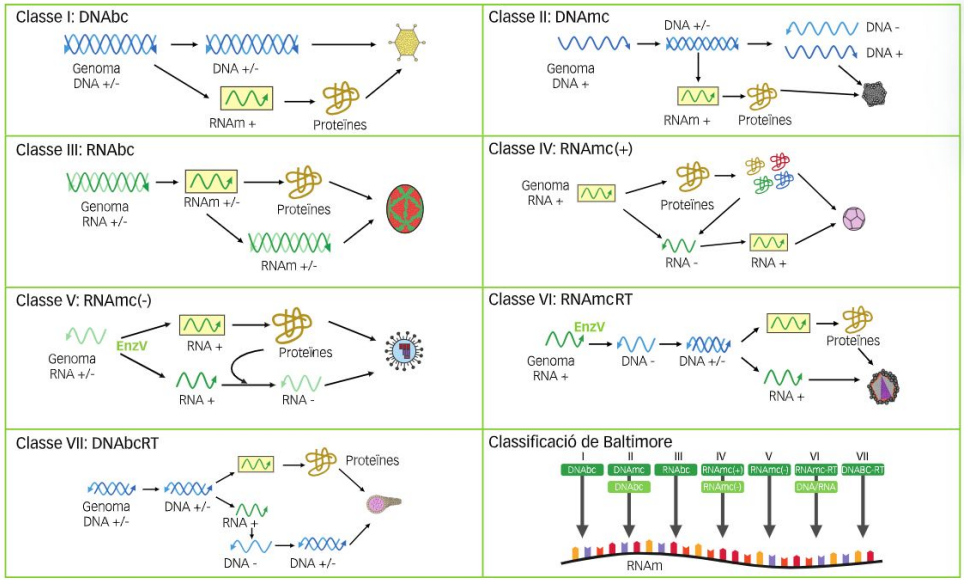

El **genoma víric** es manté **latent** en el genoma de l'hoste fins que un **determinat estímul** indueix la separació dels genomes i l'**inici del cicle lític**




Alguns virus presenten l'enzim **transcriptasa inversa** o **retrotranscriptasa** que permet **sintetitzar DNA** bicatenari **a partir de RNA** monocatenari. Això els permet integrar el seu genoma en el de l'hoste.
Aquest enzim pot trobar-se dins la càpside o estar codificat en el genoma víric i que s'utitilitzin els mecanismes cel·lulars per a que s'expressi

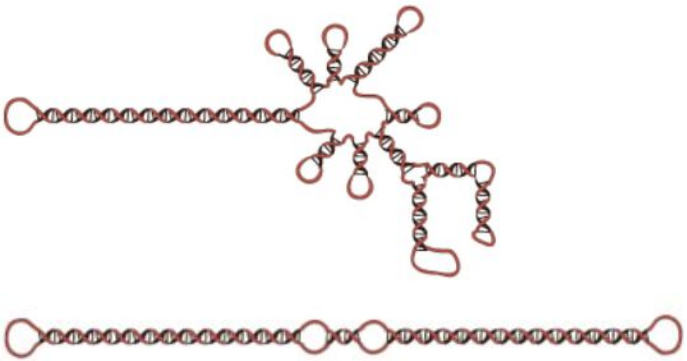


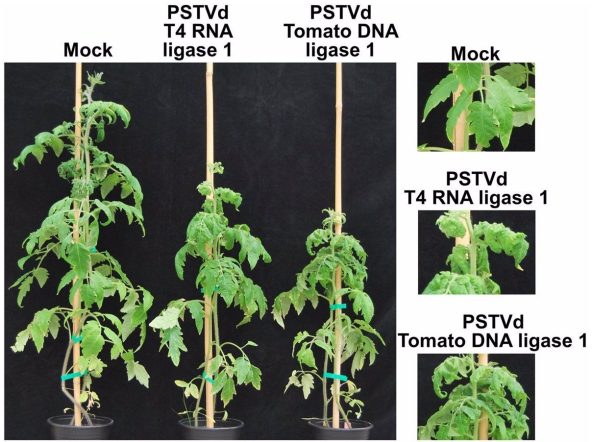

**Classificació** dels virus segons el **procés de síntesi del RNA*m*** a la cèl·lula hoste



# 4.2. Viroides

- Són **molècules d'RNA monocatenari circular** amb zones complementàries
- No codifiquen proteïnes, sinó que poden **interferir i silenciar l'expressió de gens** en la cèl·lula hoste (possible origen: introns que s'han escapat)
- **Infecten cèl·lules vegetals**, causant malalties i malformacions



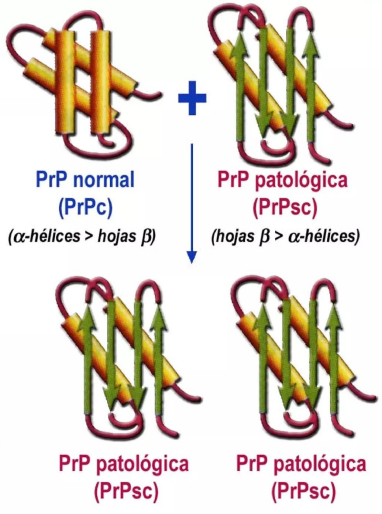


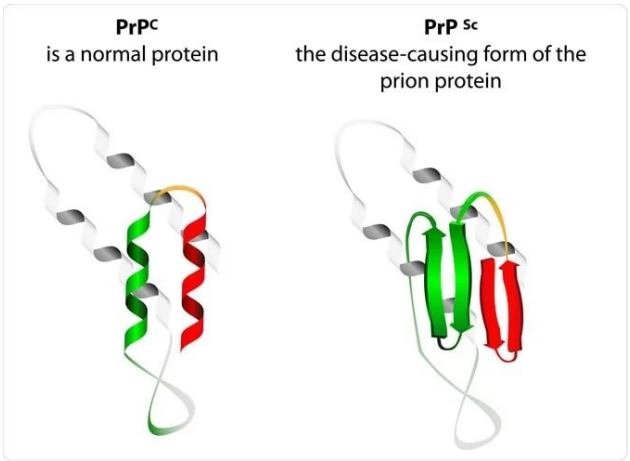


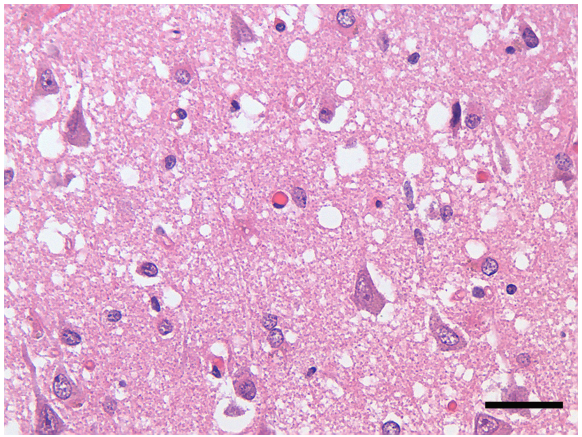



# 4.3. Prions

- Són **proteïnes** amb l'**estructura 2ia modificada**
- **Perden** la seva **funcionalitat** i tenen la capacitat de **transformar altres proteïnes en prions**
- Afecten sobretot a **proteïnes de membrana de les neurones**, causant **malalties neurodegeneratives** en humans i animals



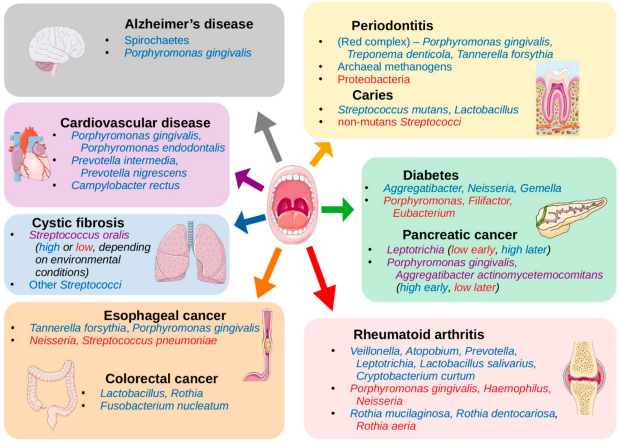



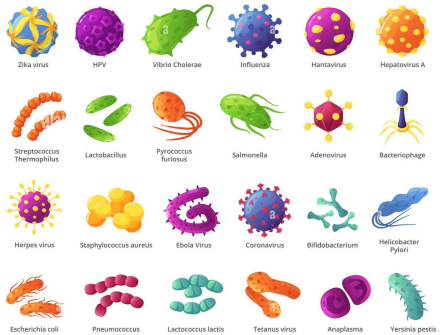
# 5. Microorganismes i malalties

- **Microbiota normal** → **Microorganismes que habiten els teixits sans** dels organismes sense causar-ne disfuncionament, fins i tot ajudant al seu funcionament normal

- **Microorganismes patògens** → Poden **produir malalties quan colonitzen** un teixit (solen penetrar per ferides o conductes)

- **Microorganismes oportunistes** → Formen **part de la microbiota normal**, però en **determinades condicions són patògens** (si n'hi ha un excés, les defenses estan baixes...)

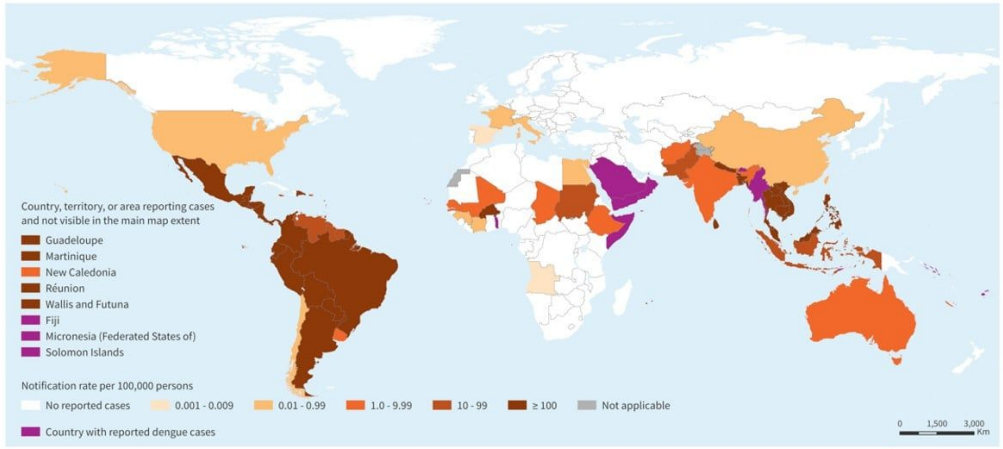


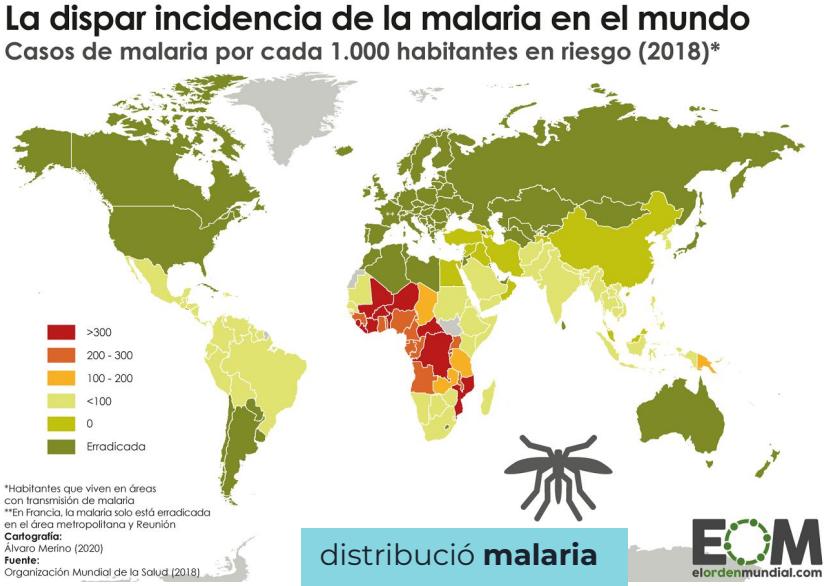
# 5.1. Classificació de malalties infeccioses

Segons la **distribució** i la **incidència**, una malaltia pot trobar-se en diferents nivells:

- **Endèmia** ➡ Afecta de **manera constant una determinada comunitat**, però amb una **incidència no gaire alta**

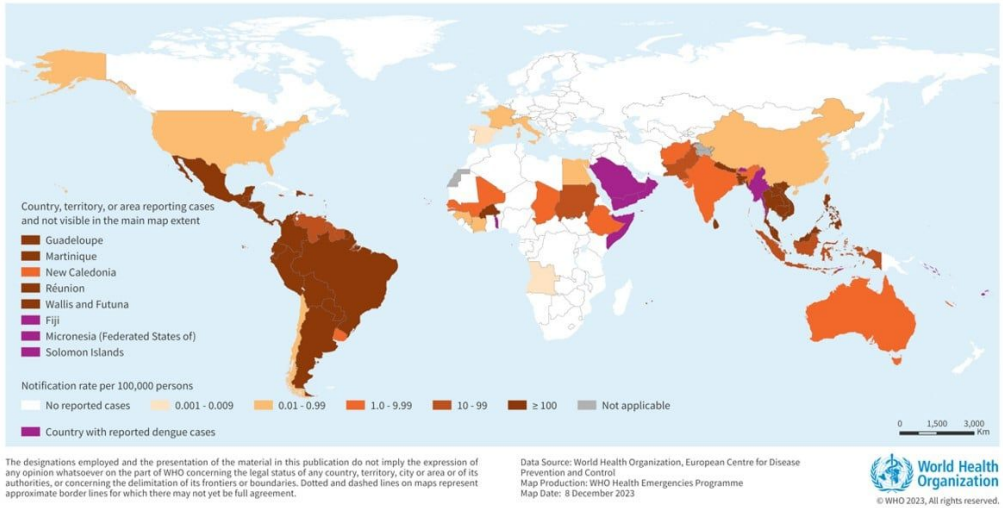



distribució **dengue**

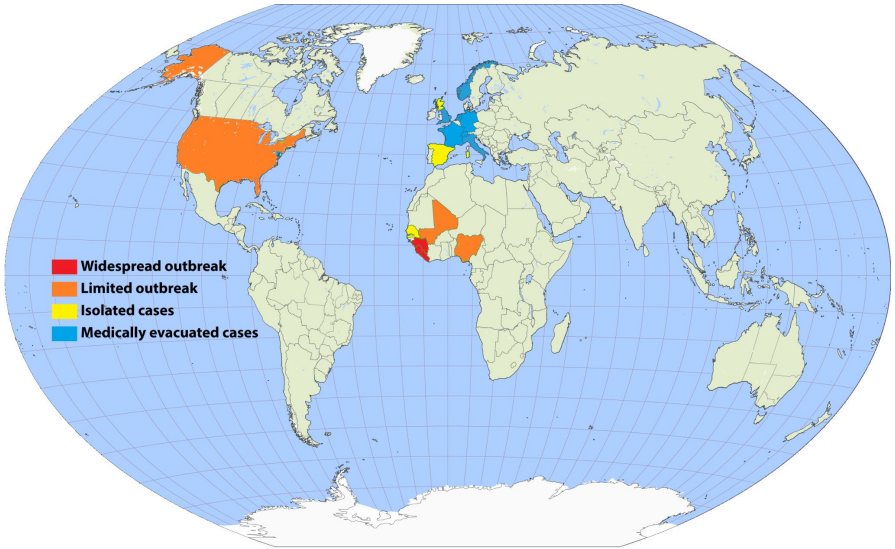



distribució **malaria**

- **Epidèmia** Afecta **una determinada comunitat** o **àrea geogràfica petita**, però allà la seva **incidència és molt alta**

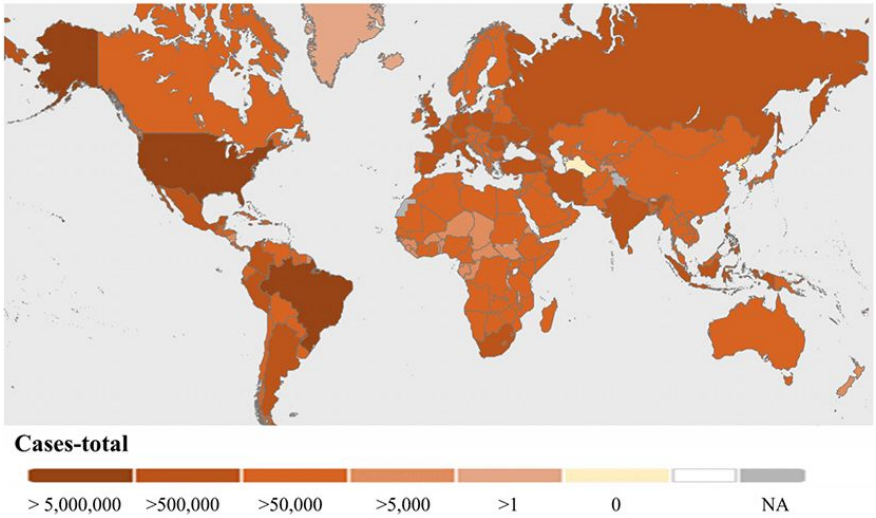



distribució **dengue**

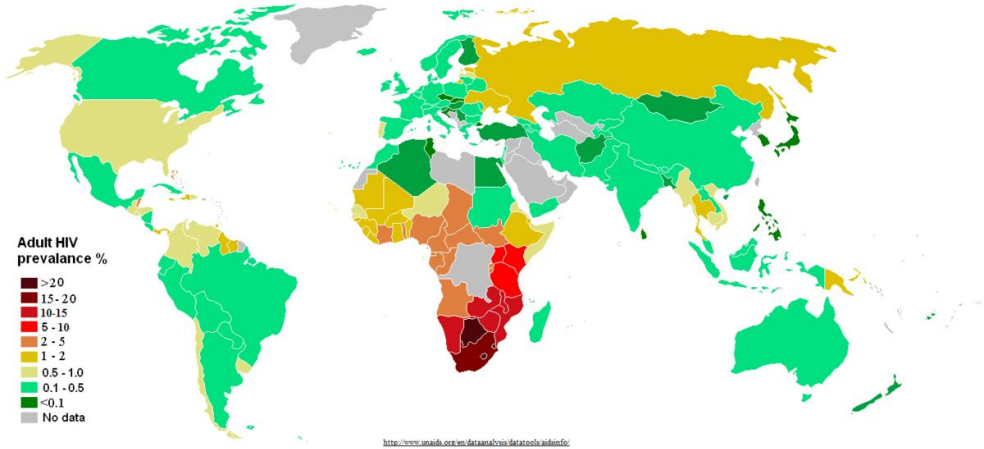



distribució **ebola**

- **Pandèmia** → Distribuïda per una **zona extremadament àmplia del planeta**, afecta pràcticament a tot el món




distribució **COVID-19**



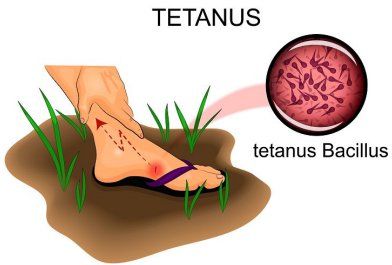

distribució **SIDA**

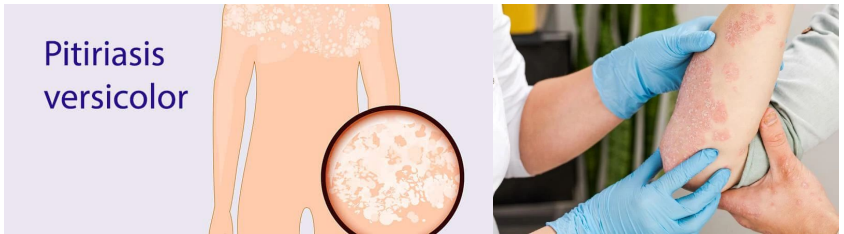
# 5.2. Transmissió de malalties infeccioses

- **Hoste definitiu** → Organisme al qual el **microorganisme patogen provoca la malaltia**
- **Hoste intermediari** → Organisme que **alberga el microorganisme patogen durant un període de transició**. És necessari per transmetre la malaltia **d'un hoste definitiu a un altre**

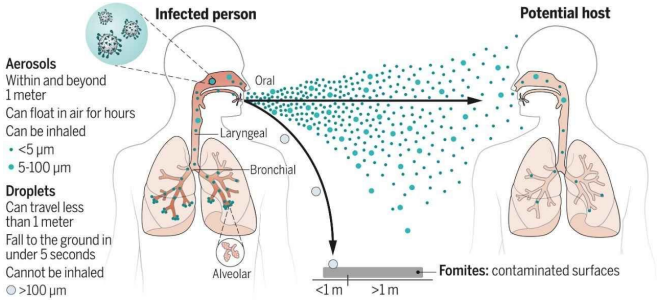
La transmissió del microorganisme d'un hoste a un altre pot ser per diferents vies:

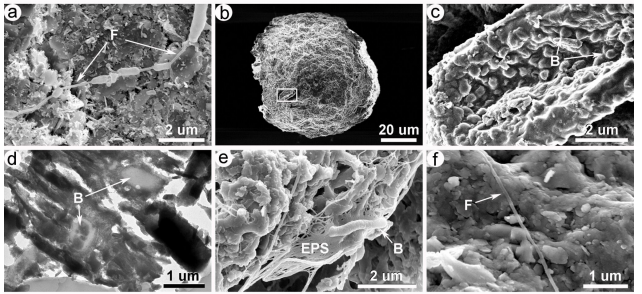
- **Contacte directe** → A partir del **contacte amb un cos o espai** on hi pot haver el microorganisme (si entren en contacte amb **ferides** o **conductes**, poden penetrar les nostres barreres defensives)



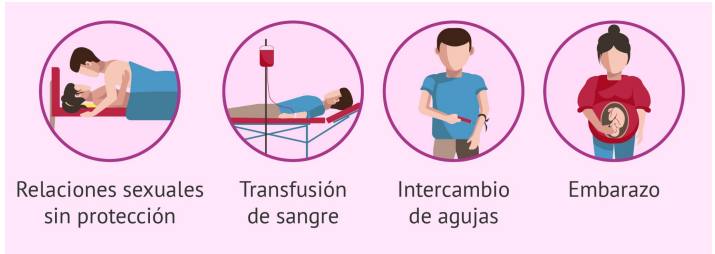



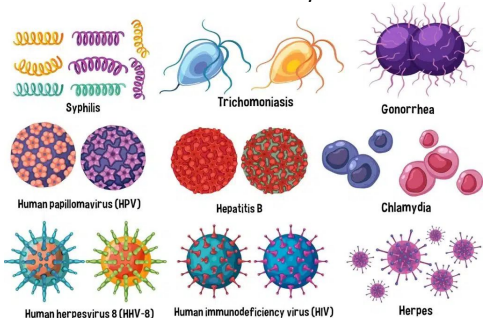
- **Contacte aeri** → A través de **microgotes d'humitat** o **partícules de pols** microscòpiques que contenen el microorganisme (aquests entren per les vies respiratòries per **inhalació**)



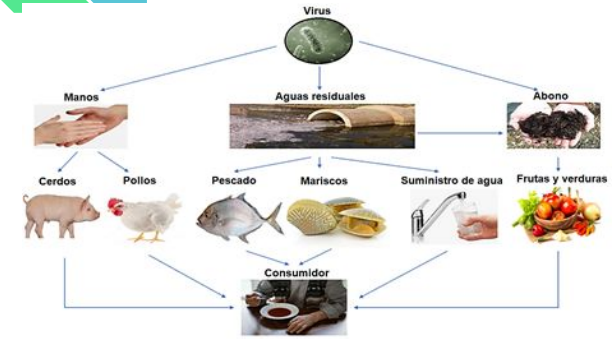




- **Via sexual** → El microorganisme pot trobar-se als **fluids sexuals**, **salivals** o a la **sang** d'un individu infectat (aquests fluids poden entrar pels conductes o ferides en les relacions sexuals, l'ús d'estris contaminats, en el part...)



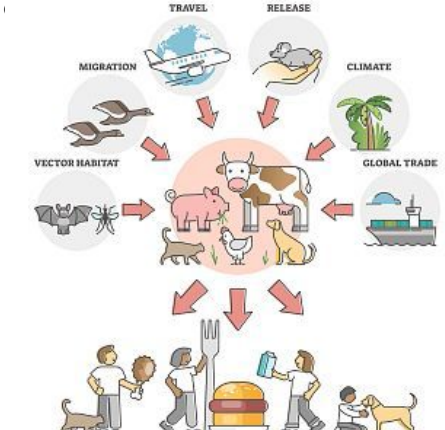
- **Via alimentària** → A través d'**aliments** o **beguda** contaminats amb el microorganisme o amb toxines que ha generat (aquests entren per les vies digestives per **ingestió**)







- **Zoonosis** → Per contacte o ingesta d'**animals infectats** amb el microorganisme




- **Reservori**: **lloc** on sobreviu el microorganisme i des d'on s'inicia la infecció (aigua, terra, animals...)
- **Vector**: **animal que transmet** directament el microorganisme a la persona (picades, mossegades, ingesta...)
- **Portador**: **persones que no presenten símptomes** però porten el microorganisme i el **poden transmetre**

# 6. Tècniques d'esterilització

- Consisteixen en l'**eliminació** o **reducció dels microorganismes** presents en un material o ambient

- **Agents antimicrobians** ➡ Actuen **contra els microorganismes**
  - **Microstàtics**: **inhibeixen el creixement**
  - **Microbicides**: provoquen la **mort**



làmpades de **raig UV**

## 6.1. Esterilització per agents físics

- **Radiacions electromagnètiques**
  - **Ionitzants** ➡ **raigs X** o γ que degraden DNA i proteïnes
  - **No ionitzants** ➡ **raigs UV** que causen modificacions i ruptures en el DNA



esterilitzador de **raigs X**



**autoclau** de **calor humida**

estufa de **calor seca**



- **Canvis de temperatura** (desnaturalització de proteïnes)

**Calor humida** ➡ **vapor d'aigua** a altes pressions ($T$ > 120 °C, $t$ ≈ 15-20 min

**Calor seca** ➡ **forns** i **estufes** (requereixen més $T$, i més $t$)

**Flama** ➡ **foc** que crea un ambient estèril al seu voltant i per contacte

**Pasteurització** ➡ **augment ràpid *T*** ≈ 60-90 °C, **mantenir un *t* curt** ≈ 15-20 s, **ràpid refredament** (redueix la presència de microorganismes, no els elimina

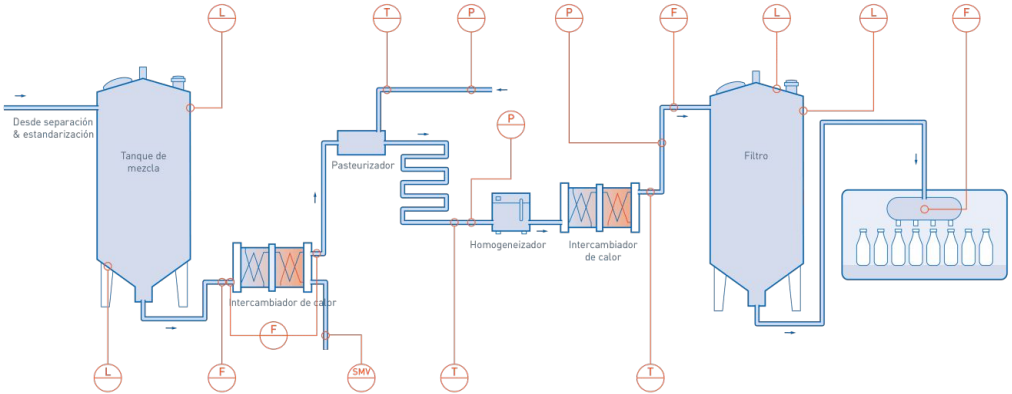
**Congelació** ➡ **congeladors** que s'utilitzen per aliments i medicaments (mètode bacteriostàtic, no es desnaturalitzen proteïnes)



**bec bunsen** i **flama d'alcohol**



**congelació**



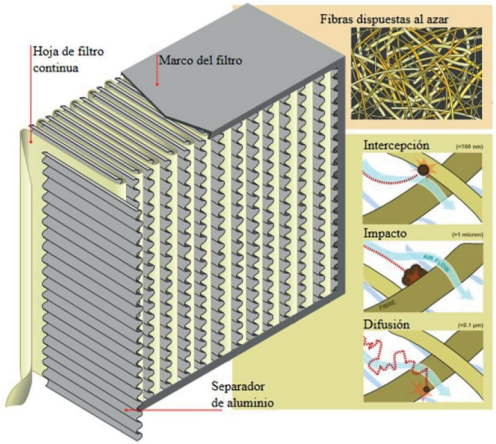

procés de **pasteurització** i pasteuritzadors

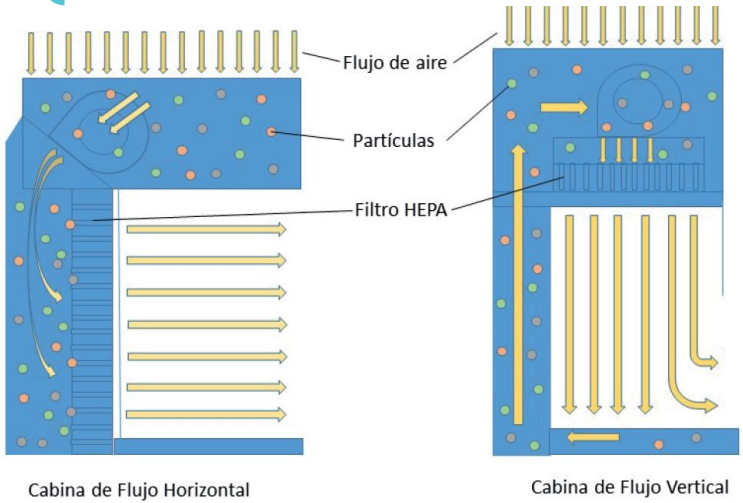


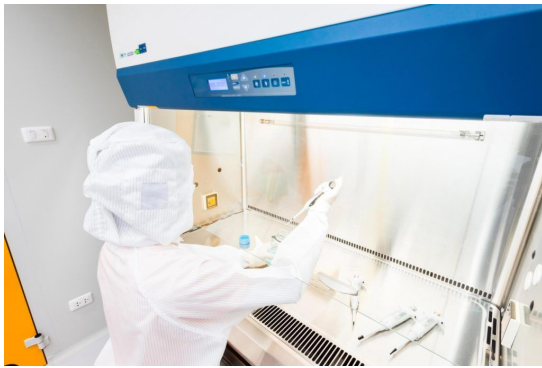


- **Filtració** { **Retenció de microorganismes** presents en l'**aire** o **líquids** amb l'ajuda de **filtres microporosos**

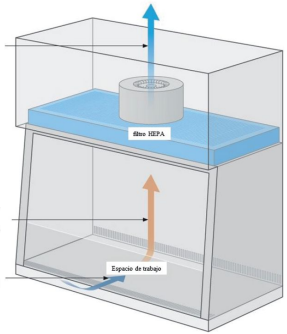
estructura **filtre EPA**

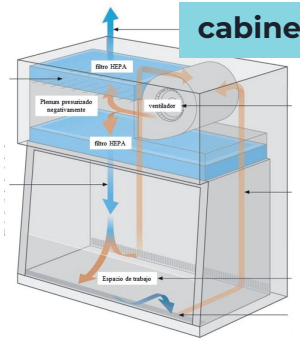


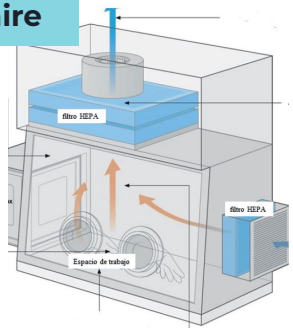



**cabines de flux d'aire**






**filtre de laboratori**

# 6.2. Esterilització per agents químics

- **Antisèptics** → S'utilitzen **en teixits vius**, alguns amb capacitat microbicida i altres microstàtica (sabó, aigua oxigenada, iode, alcohol 70%...)
- **Desinfectants** → S'utilitzen per **tractar superfícies** o **líquids**, destrueixen els microorganismes però no les espores (lleixiu, fungicides, alcohol 95%...)
- **Esterilitzants** → Són **molt tòxics** i s'utilitzen per **objectes**, destrueixen qualsevol tipus de forma microscòpica (formaldehid, òxid d'etilè...)



esterilitzants




desinfectants




antisèptics

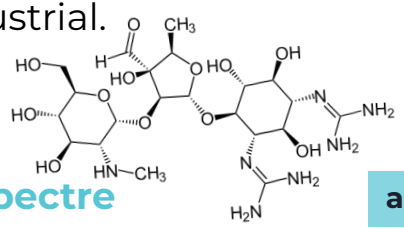


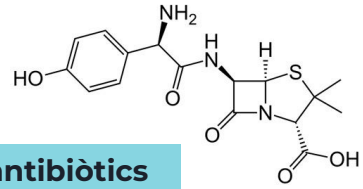
# 6.3. Esterilització per agents quimioterapèutics

Tenen **toxicitat selectiva**, de manera que es poden **aplicar als hostes** afectant només al microorganisme patogen (també poden afectar altres microorganismes)

- **Sintètics** → Totalment **artificials**, elaborats **al laboratori** (sulfamides, antivírics...)
- **Naturals** → Són els **antibiòtics** i **antifúngics**, i es sintetitzen **a la natura pels propis bacteris o fongs**, tot i que hem après a **sintetitzar-los químicament** a escala industrial.

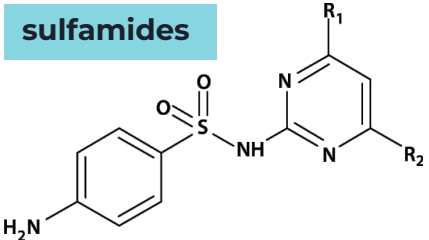
Poden ser:
- **Microbicides**/**microstàtics**
- **Específics** contra una espècie/d'**ampli espectre**





**antibiòtics**

**sulfamides**









# 7. Cultiu i aïllament de microorganismes

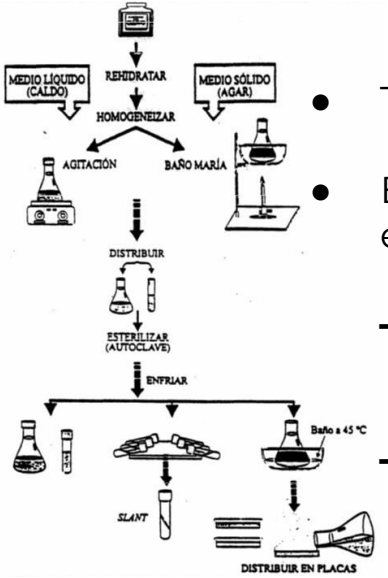
- **Tècniques** de laboratori que **permeten l'estudi** i l'ús de microorganismes








## 7.1. Cultiu

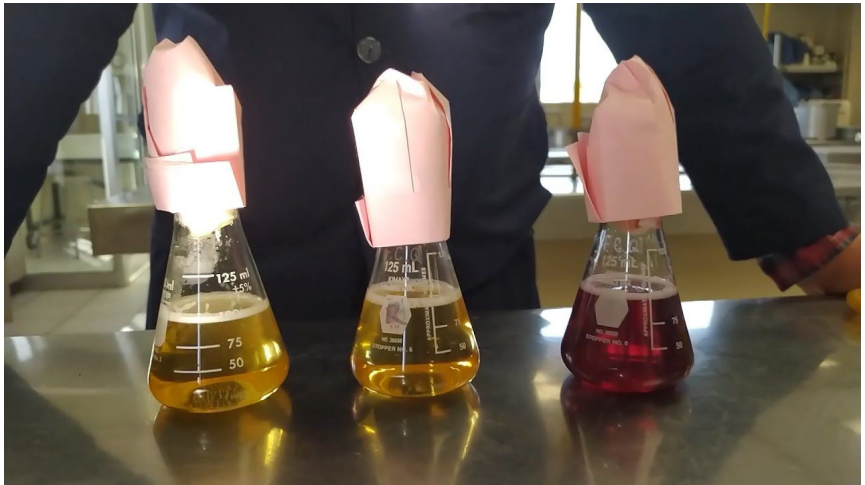



- Tècnica per **multiplicar microorganismes** en un **medi de cultiu** apropiat
- El **medi de cultiu** ha de contenir tots els **requeriments necessaris** per permetre el creixement dels microorganismes (nutrients, temperatura). Poden ser:
  - **Medis líquids** o **brous de cultiu**: es preparen **nutrients dissolts en un medi líquid** en **tubs d'assaigs** o **matrassos Erlenmeyer**
  - **Medis sòlids**: es preparen **a partir de medis líquids** als quals s'**afegeix un agent gelificant** (com agar-agar) en **plaques de cultiu** o **de Petri**

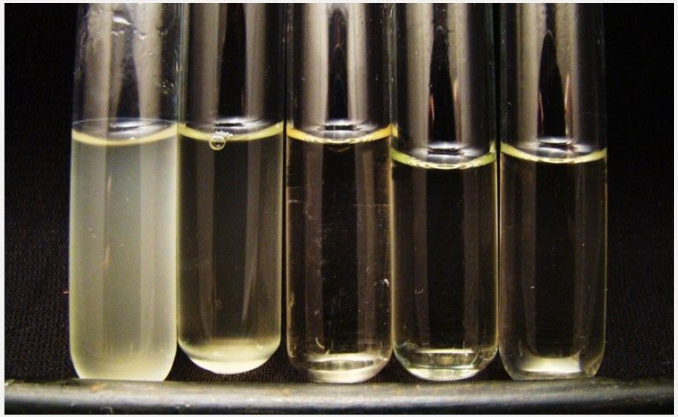




**medis de cultiu líquids**

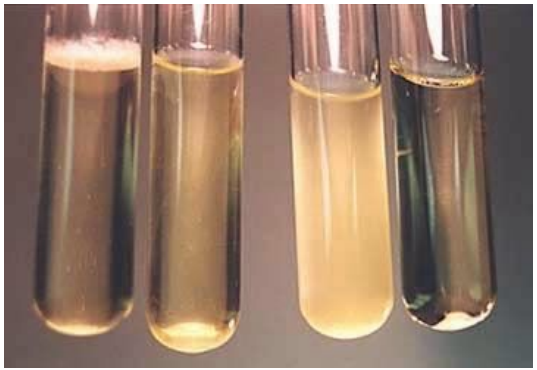


CRECIMIENTO DE *Escherichia coli*
EN DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NaCl

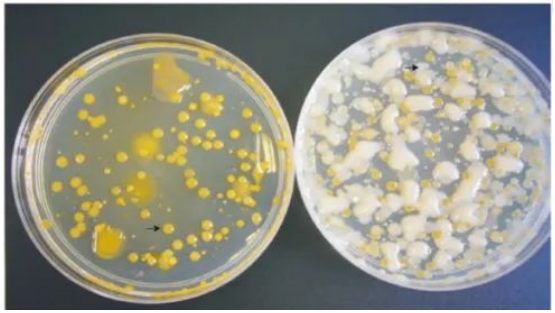


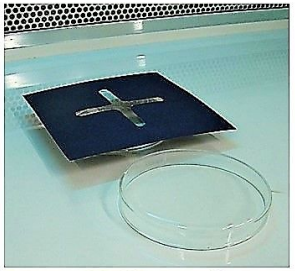
Control → Concentración de NaCl

educbiotecnologia.com













30 segundos

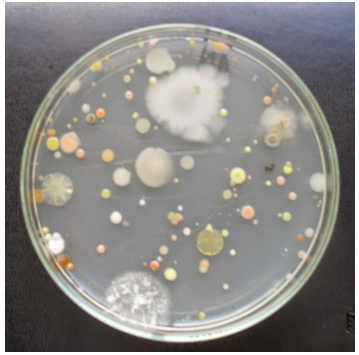


1 minuto



5 minutos

## medis de cultiu sòlids







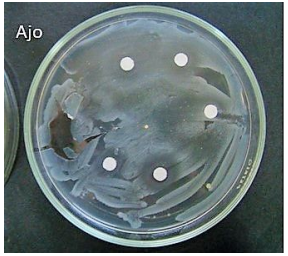
10 minutos



20 minutos

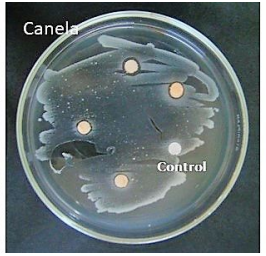


20 minutos, con tapa



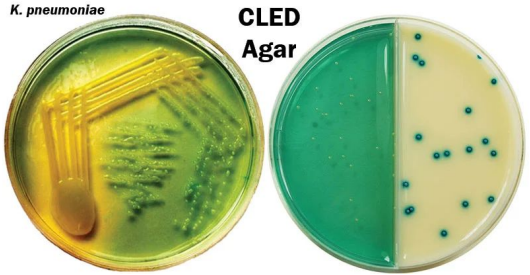









- Segons la seva finalitat, els medis poden ser:
  - **Medis d'enriquiment** ➡ Contenen substàncies que **permeten el creixement d'una àmplia varietat** de microorganismes.






Sabouraud Agar
(per fongs)



Blood Agar



Chocolate Agar



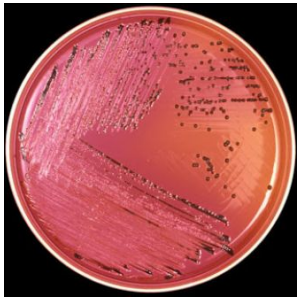
Nutrient Agar

- **Medis selectius** ➡ Contenen substàncies que **inhibeixen el creixement de determinats** microorganismes, permeten el **creixement de grups específics**


EMB Agar


MacConkey Agar


XLD Agar


XLD Agar

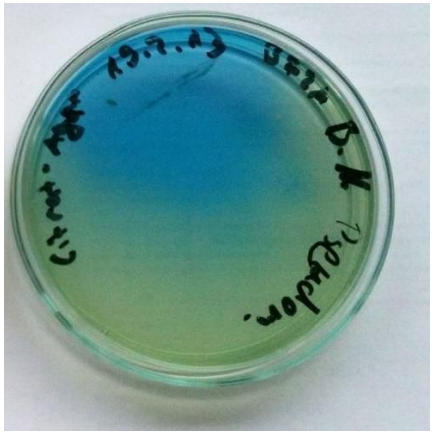

SS Agar


Mannitol Salt Agar (MSA)

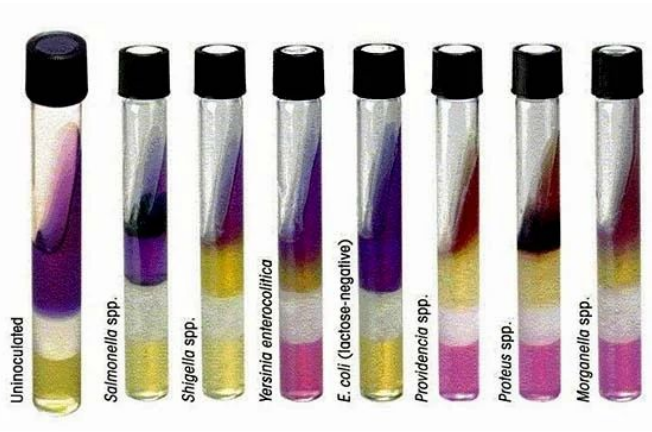
- **Medis diferencials** ➡ Contenen substàncies que **serveixen d'indicadors** de determinats microorganismes, alguns metabolismes concrets fan **canviar el color de les substàncies del medi**



TSI Agar



Citrate Agar



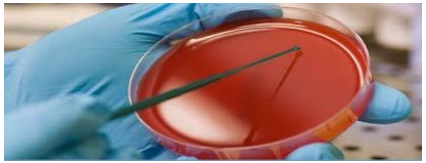

Lysine Iron Agar
(LIA)

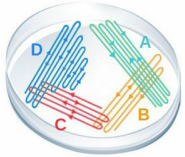
# 7.2. Aïllament

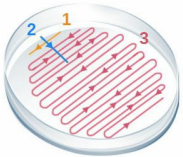


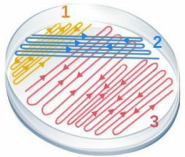
- Tècnica per **separar un determinat microorganismes** d'altres microorganisme per obtenir un **cultiu pur**
- **Colònia** ➡ **Conjunt de cèl·lules** formades per divisió **a partir d'una sola cèl·lula inicial**, totes són **clons**
- Per tal d'**obtenir colònies aïllades** per estudiar-les o utilitzar-les en medicina o en la indústria, les tècniques més importants són:
  - **Aïllament per estries**: es pren una mostra del medi amb la **nansa de sembra** i es realitzen **estries sobre el medi de cultiu** de manera que s'obtenen **colònies aïllades per esgotament**

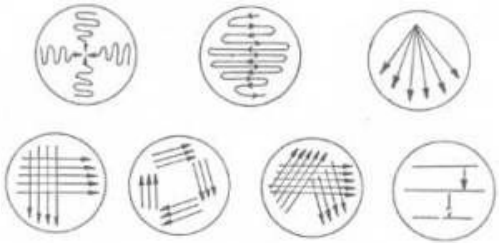






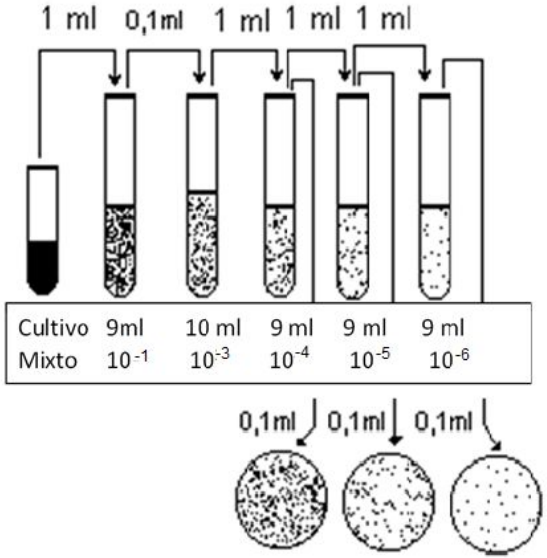



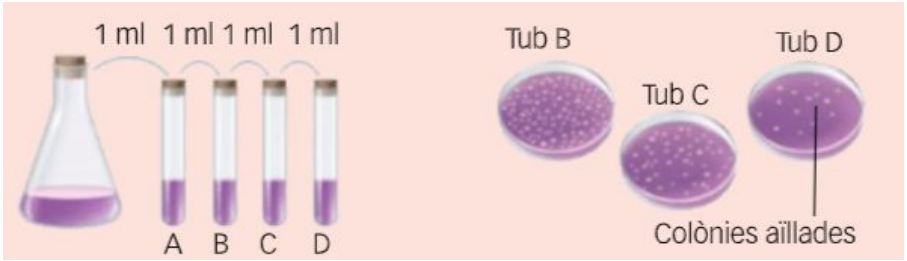





- **Aïllament mitjançant dilució**: es **dilueix repetidament un medi líquid** amb dissolució salina estèril i es diposita sobre el medi de cultiu per **extendre'l uniformement** amb la **nansa de vidre** per obtenir **colònies aïllades per disseminació o extensió**

tècnica del **banc de dilucions** o **dilució seriada**








# 8. El metabolisme bacterià

- Metabolismes **molt diversos**

## 8.1. Tipus de metabolismes

- **Fotoautòtrofs** → **Llum** com a **font d'energia** i $CO_2$ com a **font de C** (cianobacteris, bacteris verds i vermells del sofre)
- **Quimioautòtrofs** → **Reaccions químiques de compostos inorgànics** com a **font d'energia** i $CO_2$ com a **font de C** (bacteris del ferro, incolors del sofre, nitrificants, de l'hidrogen...)
- **Fotoheteròtrofs** → **Llum** com a **font d'energia** i **matèria orgànica** com a **font de C** (bacteris porpra no sulfurosos i verds no sulfurosos)
- **Quimioheteròtrofs** → **Reaccions químiques de compostos orgànics** com a **font d'energia** i **de C** (molts grups bacterians)

# 8.2. Cicles biogeoquímics

- **Cicles biogeoquímics** → Són els **circuits** o **rutes que segueixen** els diferents **bioelements** a través dels **metabolismes dels éssers vius** i dels **components abiòtics** (geosfera, atmosfera...)

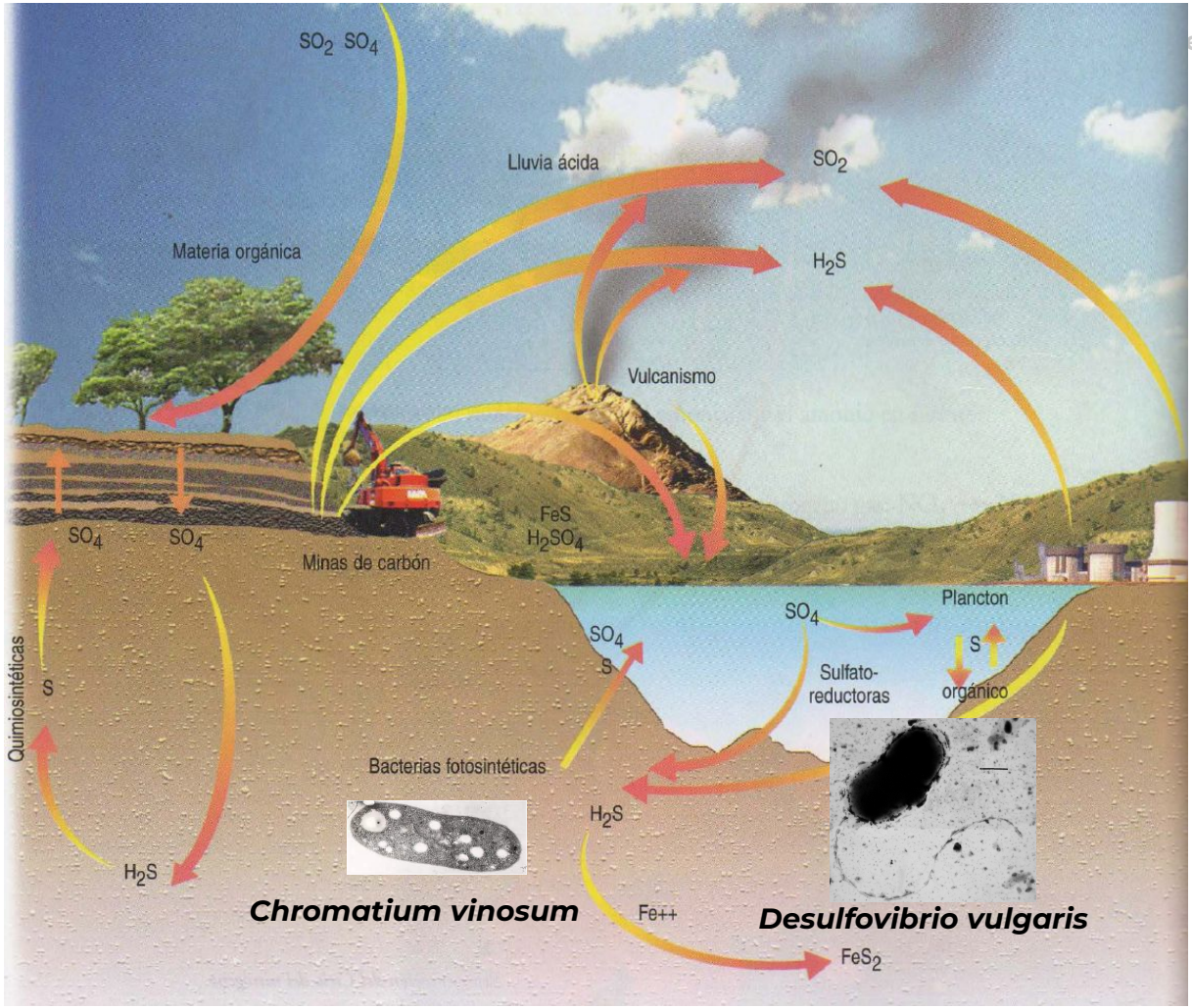
- Els **metabolismes tan diversos dels bacteris**, fa que tinguin **papers clau** en molts cicles biogeoquímics

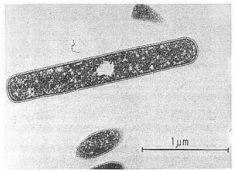
## Cicle del sofre (S)

- **Bacteris vermells** i **verds del sofre** (fotoautòtrofs) transformen **sulfur d'hidrogen** ($H_2S$) en **àcid sulfúric** ($H_2SO_4$)

- **Bacteris reductors de sofre** (quimioautòtrofs o quimioheteròtrofs) transformen **sulfats** ($SO_4^{2-}$) en **sulfur d'hidrogen** ($H_2S$)

- **Bacteris incolors del sofre** (quimioautòtrofs) transformen **compostos de S** ($S_8$, $H_2S$...) en **sulfats** ($SO_4^{2-}$)




***Thermoproteus neutrophilus***

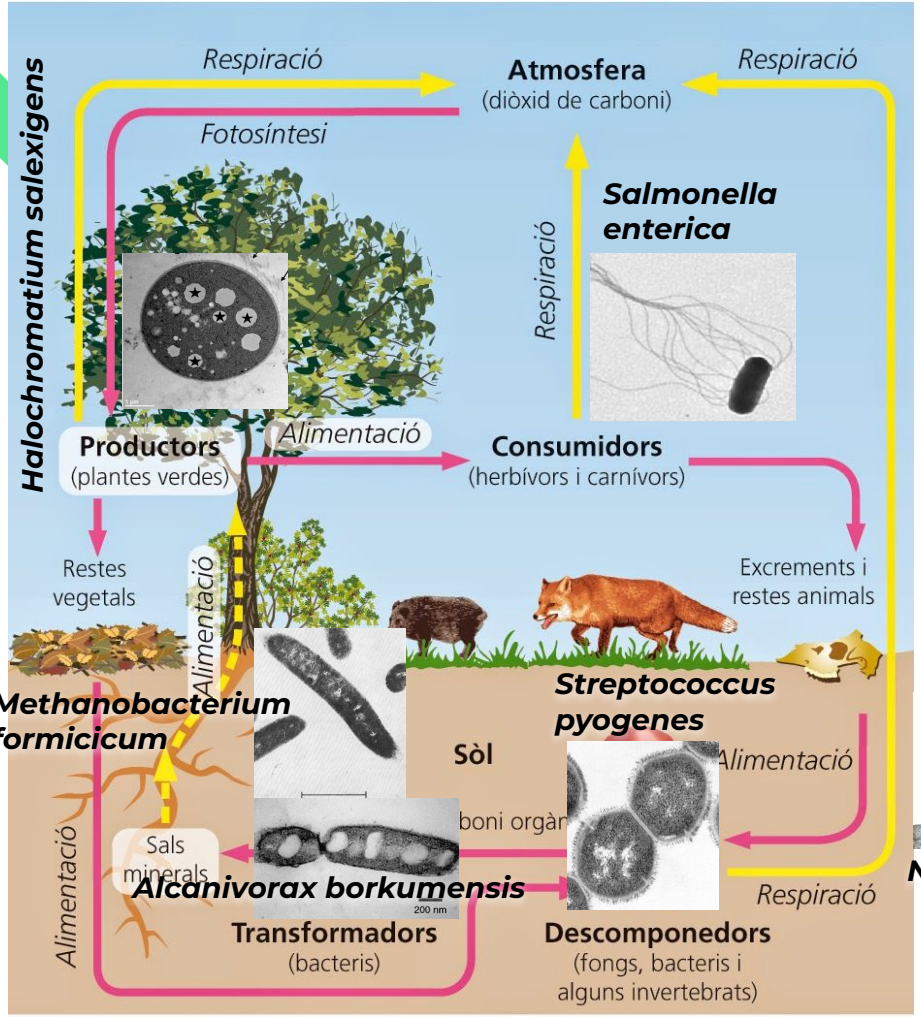
***Chromatium vinosum***

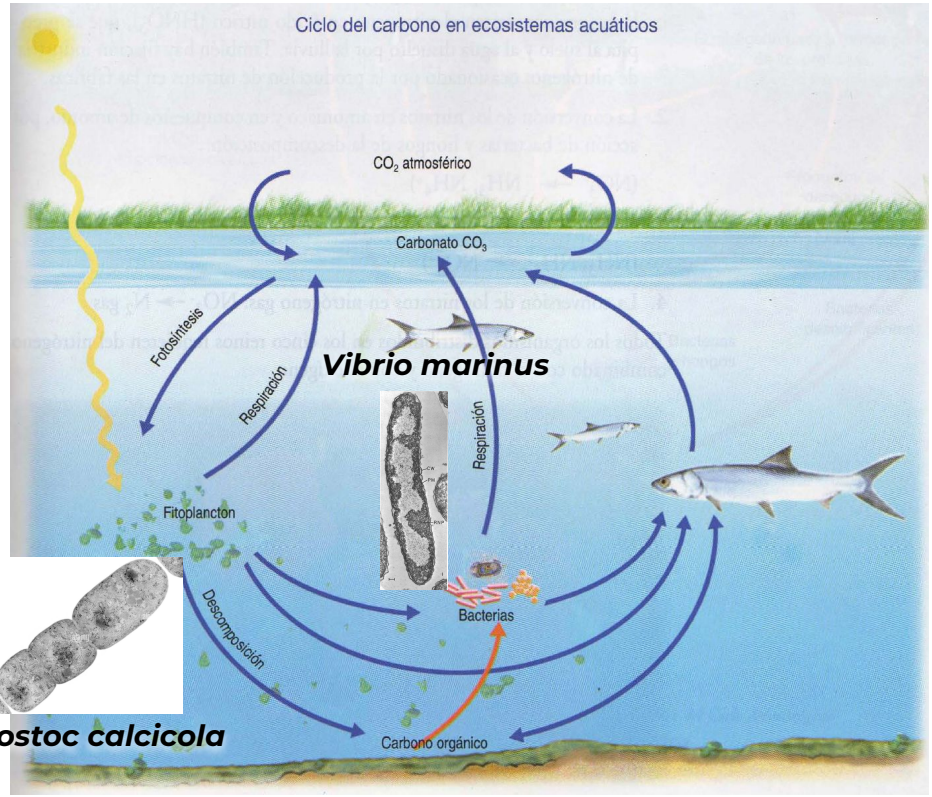


***Desulfovibrio vulgaris***

# Cicle del carboni (C)

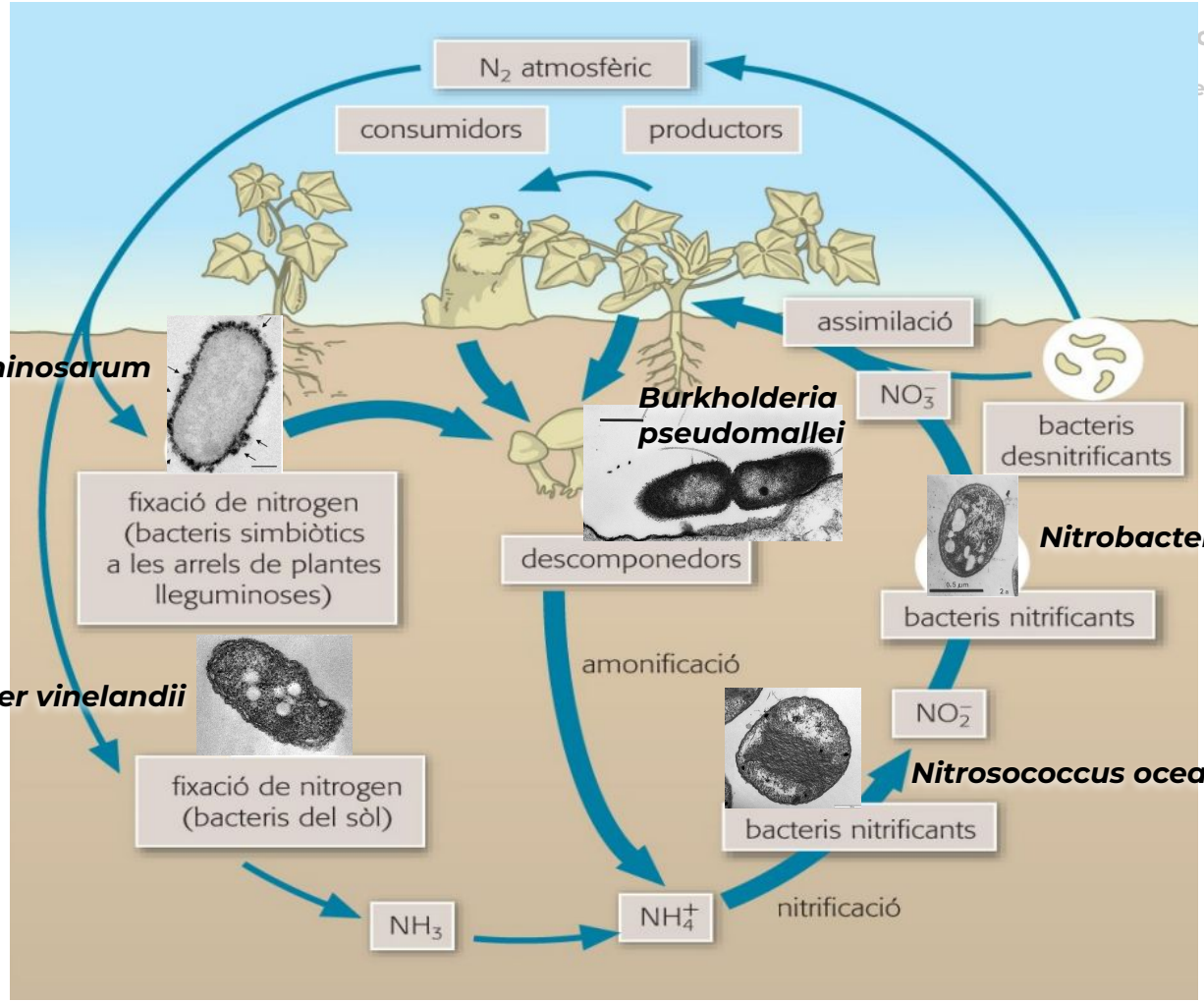
- **Cianobacteris**, **bacteris vermells** i **verds del sofre** (fotoautòtrofs) i **quimioautòtrofs** transformen **diòxid de carboni** ($CO_2$) en **matèria orgànica**
- **Bacteris aerobis** (en tots els grups) transformen **matèria orgànica** en **diòxid de carboni** ($CO_2$) o en **àcid carbònic** ($H_2CO_3$) en ambients aquàtics
- **Bacteris fermentadors** (quimioheteròtrofs) transformen **matèria orgànica** en **altres compostos orgànics diferents** i **diòxid de carboni** ($CO_2$)
- **Bacteris productors de metà** (quimioautòtrofs o quimioheteròtrofs) transformen **diòxid de carboni** ($CO_2$) en **metà** ($CH_4$)
- **Bacteris consumidors d'hidrocarburs** (quimioheteròtrofs) transformen **hidrocarburs ($C_nH_m$)** en **matèria orgànica senzilla**


Halochromatium salexigens
Respiració
Atmosfera
(diòxid de carboni)
Respiració
Fotosíntesi
Salmonella enterica
Respiració
Productors
(plantes verdes)
Alimentació
Consumidors
(herbívors i carnívors)
Restes vegetals
Excrements i restes animals
Alimentació
Methanobacterium formicicum
Streptococcus pyogenes
Sòl
Alimentació
Sals minerals
Alcanivorax borkumensis
200 nm
Alimentació
Transformadors
(bacteris)
Descomponedors
(fongs, bacteris i alguns invertebrats)
Respiració


Ciclo del carbono en ecosistemas acuáticos
$CO_2$ atmosférico
Carbonato $CO_3$
Fotosíntesis
Respiración
Vibrio marinus
Respiración
Fitoplancton
Bacterias
Descomposición
Carbono orgánico
Nostoc calcicola

# Cicle del nitrogen (N)

- **Microorganismes descomponedors** (quimioheteròtrofs) transformen **matèria orgànica nitrogenada** en **amoni** ($NH_4^+$) ➡ Procés d'**amonificació**
- **Bacteris del nitrogen** (quimioautòtrofs o quimioheteròtrods) transformen **amoníac** ($NH_3$) en **nitrits** ($NO_2^-$) els **nitrosificants** i aquests en **nitrats** ($NO_3^-$) els **nitrosificants** i els **nitrificants** ➡ Procés de **nitrificació**
- **Microorganismes desnitrificants** (quimioautòtrofs o quimioheteròtrofs) transformen **nitrats** ($NO_3^-$) en **nitrits** ($NO_2^-$) i **nitrogen atmosfèric** ($N_2$)
- **Cianobacteris** (fotoautòtrofs) i **bacteris fixadors de nitrogen** (quimioheteròtrofs) que es poden trobar **lliures pel sòl** o establint **simbiosi amb les arrels de plantes** lleguminoses transformen **nitrogen atmosfèric** ($N_2$) en **amoníac** ($NH_3$) ➡ Procés de **fixació de nitrogen**


$N_2$ atmosfèric
consumidors
productors
assimilació
$NO_3^-$
bacteris desnitrificants
Burkholderia pseudomallei
descomponedors
Nitrobacter hamburgensis
bacteris nitrificants
amonificació
$NO_2^-$
Nitrosococcus oceani
bacteris nitrificants
nitrificació
$NH_4^+$
$NH_3$
fixació de nitrogen (bacteris del sòl)
Azobacter vinelandii
fixació de nitrogen (bacteris simbiòtics a les arrels de plantes lleguminoses)
Rhizobium leguminosarum

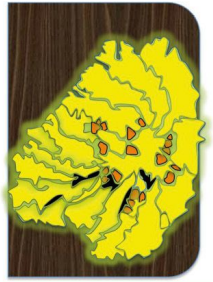
# 9. Microorganismes i humans

## 9.1. Microorganismes en la vida quotidiana

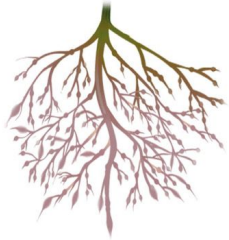
- Convivim amb els microorganismes tot i que no els veiem, són **omnipresents** (només hi haurà la seva absència en ambients esterilitzats)

- En **éssers vius** ➡ A les **superfícies** i als **conductes** en contacte amb l'exterior. En trobem de beneficiosos que estableixen **simbiosis** amb éssers vius i d'altres **patògens** que poden provocar malalties

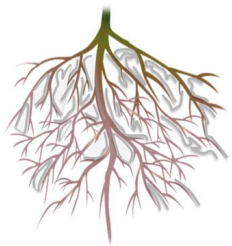
Microbiota en arrels



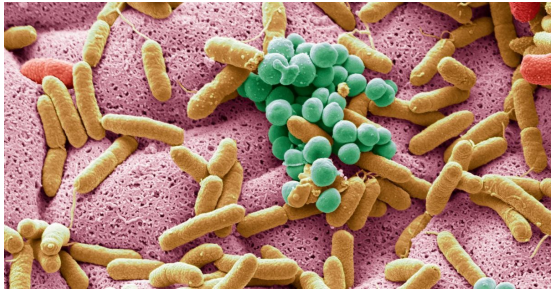
Líquens: fong + alga



Bacteris



Fongs



Microbiota intestinal

- En **aliments** ➡ De **forma natural** al formar part dels éssers vius productors o **afegits en el procés** d'elaboració. Alguns són beneficiosos si els ingerim, **probiòtics**, i d'altres poden fer malbé els aliments a partir de **fermentacions**

Microorganismes beneficiosos i aliments probiòtics on podem trobar-los

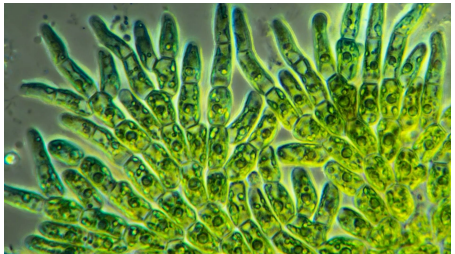





Aliments en estat de putrefacció

- En l'**ambient** ➡ En condicions normals són necessaris per mantenir l'**equilibri químic dels ecosistemes**, paper important en els **cicles biogeoquímics**, però si n'hi ha un excés o una manca poden **perjudicar el desenvolupament normal** d'altres espècies, causant **desequilibris ecològics**

Algues unicel·lulars causants de l'oxigenació de l'atmosfera





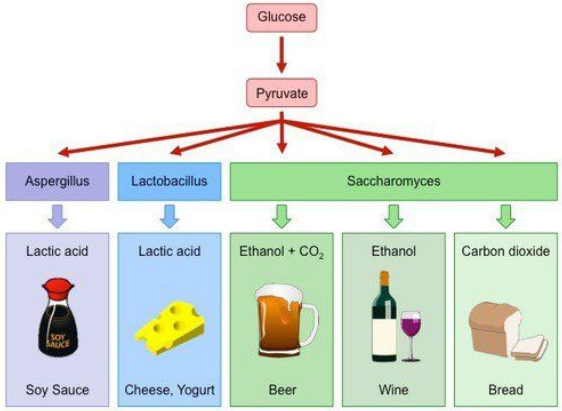
Creixement massiu d'algues que perjudica l'ecosistema aquàtic

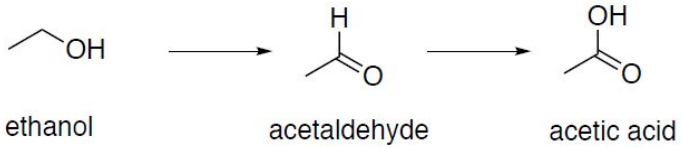
# 9.2. Aplicacions dels microorganismes

- Gràcies a la seva **diversitat metabòlica** i a la **facilitat en el seu cultiu i manteniment**, són aprofitats per obtenir beneficis pels humans

- En **indústria alimentària** ➡ **Elaboració d'aliments** a partir de **fermentacions** (làctica, alcohòlica...), ús dels seus **metabòlits i productes** com a **ingredients i additius** (àcid acètic, vainillina...), **microorganismes com a aliments** d'alt **contingut proteic** (*Fusarium*, *Penicillium*, *Spirulina*...)

Producció d'alguns aliments fermentats




Formació d'àcid acètic a partir d'etanol



*Spirulina* alimentària

- En **indústria agrícola** ➡ **Ús de microorganismes patògens** d'insectes, fongs, nematodes... com a **control de plagues**, **ús de microorganismes simbionts** de plantes per **afavorir el seu desenvolupament**



Eruga morta infectada per baculovirus

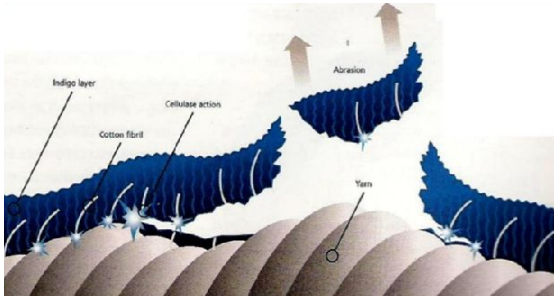


Simbiosis amb micorrizes de fongs per millorar el desenvolupament de gramínies

- En **índústria química** i **dels materials** ➡ **Ús de microorganismes** per a la **producció de substàncies** i **biomaterials** (biocombustibles, teixits, bioplàstics...), **obtenció d'enzims** per realitzar **processos industrials**

Fermentació de biomassa per a la producció de biofuel

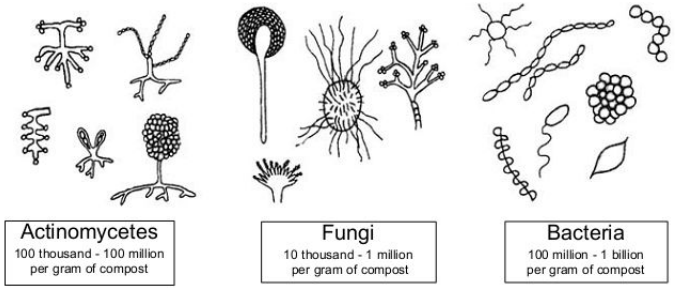





Ús de cel·lulases en indústria tèxtil per provocar l'efecte de teixit desgastat

- En **indústria mediambiental** ➡ **Ús de microorganismes** per als processos de **compostatge** i **simbiosi amb plantes**, **ús de microorganismes** i els seus **enzims** per a la **degradació de contaminants** (**bioremediació**)

Microorganismes presents al compost






Ús de microorganismes per descontaminar aigua

- En **indústria mèdica** i **farmacèutica** ➡ **Ús de microorganismes patògens** de paràsits per **evitar la propagació de malalties**, **ús de microorganismes** per a la **producció de vacunes**, **antibiòtics**, **drogues**, **hormones**, **aminoàcids**, **glúcids...** que es subministren als pacients

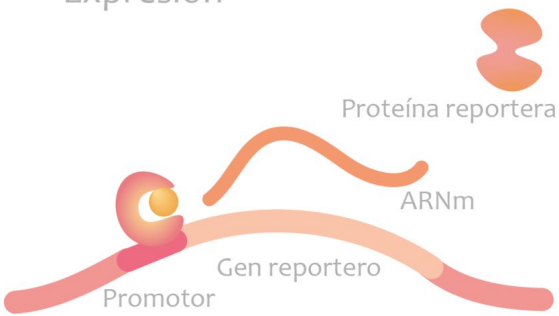
Producció d'insulina humana per *E. coli* recombinants





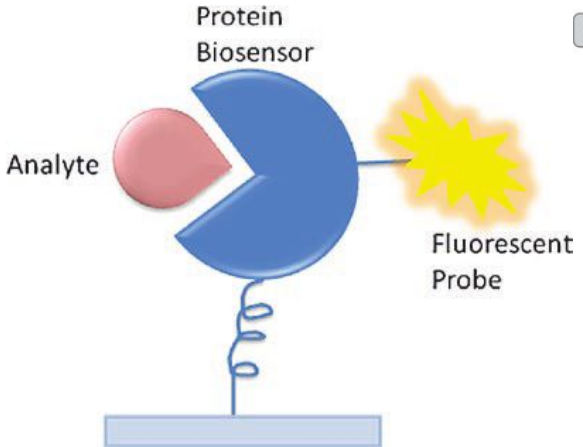
Ús de microorganismes en la producció de drogues per Pfizer la dècada dels anys 20

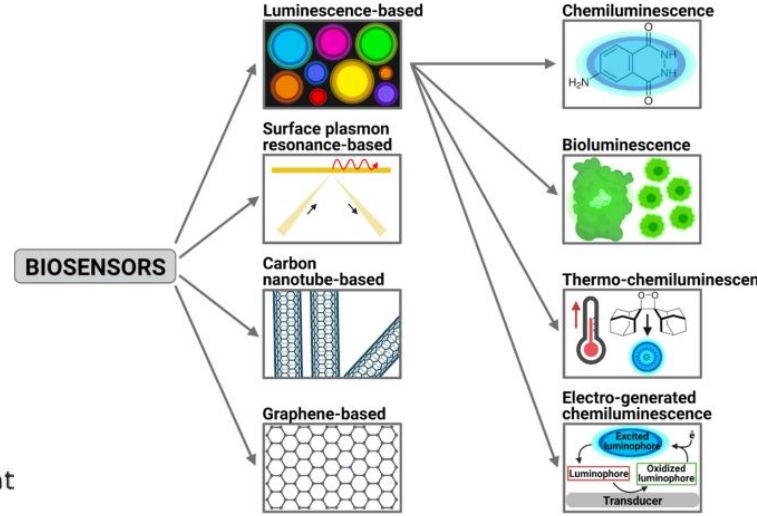
- En **investigació** ➡ **Observació de microorganismes** per a l'**estudi de vies metabòliques**, **aïllament de gens, enzims i components** per al seu **estudi molecular**, **ús de microorganismes** com a **biosensors** (generen un senyal mesurable proporcional a la concentració d'un anàlit determinat)




Esquema de la síntesi d'un enzim (es mesura la producció de metabòlits) davant la presència d'un anàlit

Esquema de l'aparició de bioluminescència (es mesura la producció de llum) davant la presència d'un anàlit



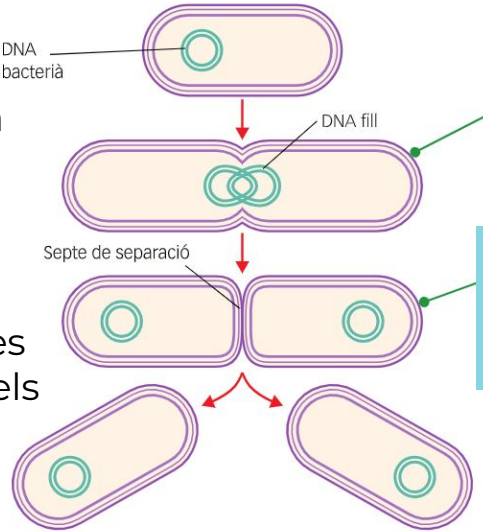




Exemples de biosensors

# 10. Transferència genètica horitzontal

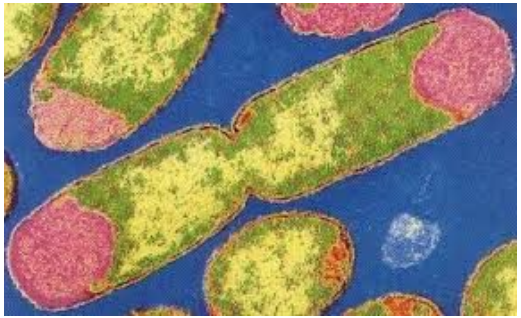
- Reproducció és **asexual** per **bipartició** o **fissió binària**, no hi ha combinació genètica de progenitors i una colònia està formada per **clons d'un individu**

- Existeixen mecanismes per **intercanviar informació genètica** entre microorganismes (de la mateixa o de diferents espècies), són els **mecanismes de transferència horitzontal**




Duplicació del DNA (fase S de la interfase)

Divisió cel·lular per bipartició (molt semblant a la mitosi)



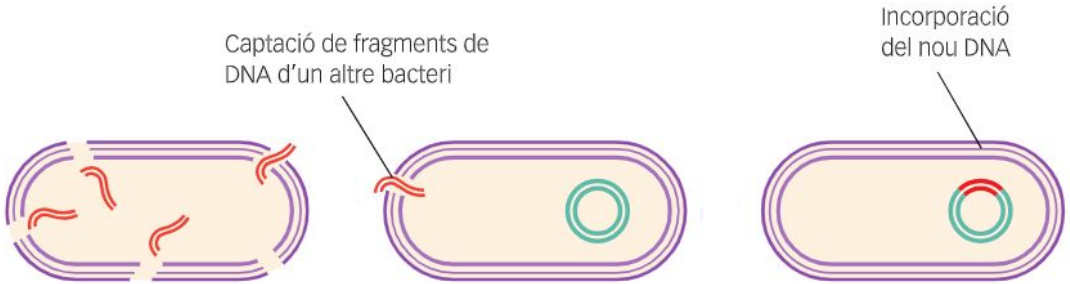
Bipartició de bacteris/arqueus a l'esquerra, i de protozous a la dreta



# 10.1. La transformació

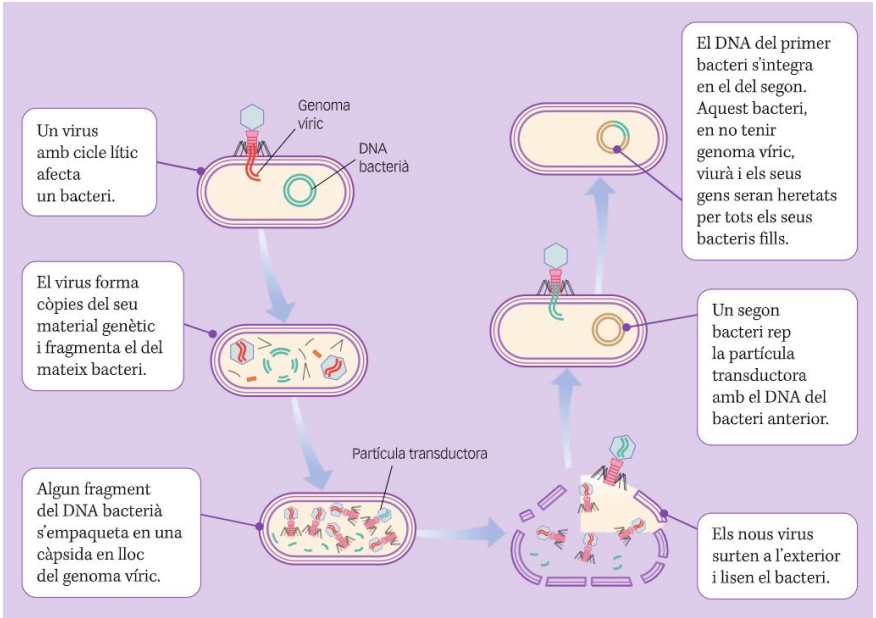
- **Microorganisme incorpora al seu interior fragments de DNA** que es troben lliures pel medi com a conseqüència de la **lisi bacteriana**

- **DNA entra** al citoplasma a través de **proteïnes de membrana** i **s'integra al cromosoma bacterià**



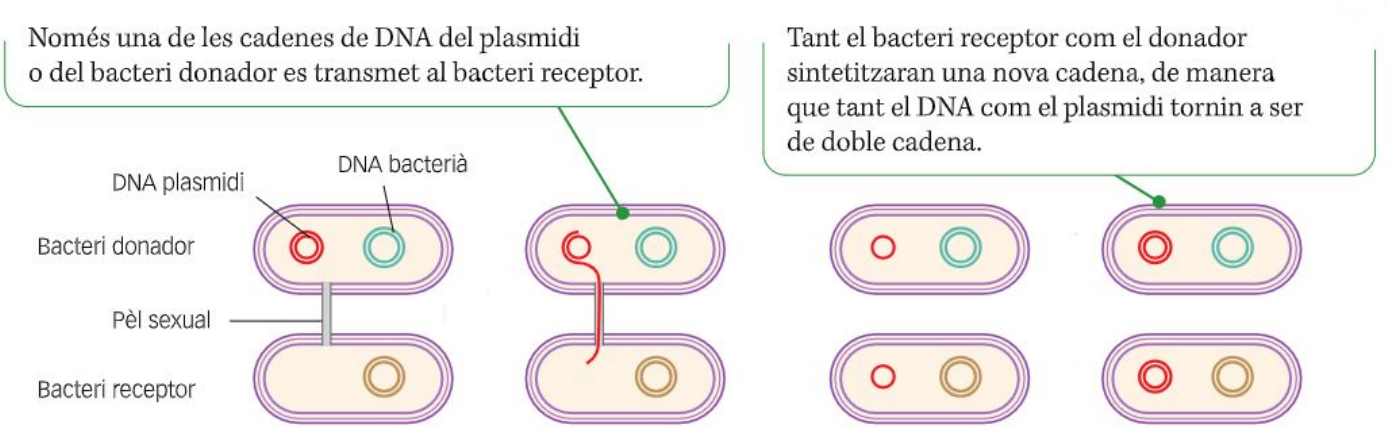
# 10.2. La transducció

- Un **virus** actua com a **agent transmissor** → Durant l'**acoblament** de nous virus, alguna **càpsida ha integrat DNA bacterià** de l'hoste enlloc de genoma víric
- El virus **introdueix DNA bacterià** (**partícules transductores**) que **s'integren en el cromosoma bacterià** de l'hoste

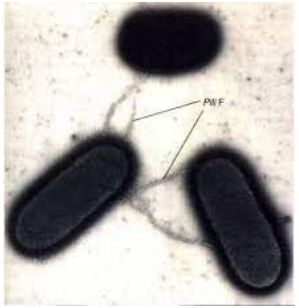


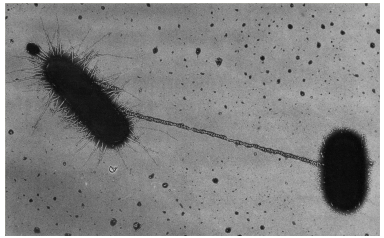
# 10.3. La conjugació

- Implica el **contacte directe a través d'un pèl o pili sexual** entre un microorganisme **donador** que transfereix DNA a un altre **receptor**
- **Microorganisme donador** ($F^+$) ➡ Presenta un **plasmidi** anomenat **Factor F** que conté els **gens necessaris per formar el pèl sexual** per on es **transfereix el plasmidi** al microorganisme receptor
- **Microorganisme receptor** ($F^-$) ➡ **NO** pot presentar el **pasmidi**, es **converteix en $F^+$** després de la conjugació

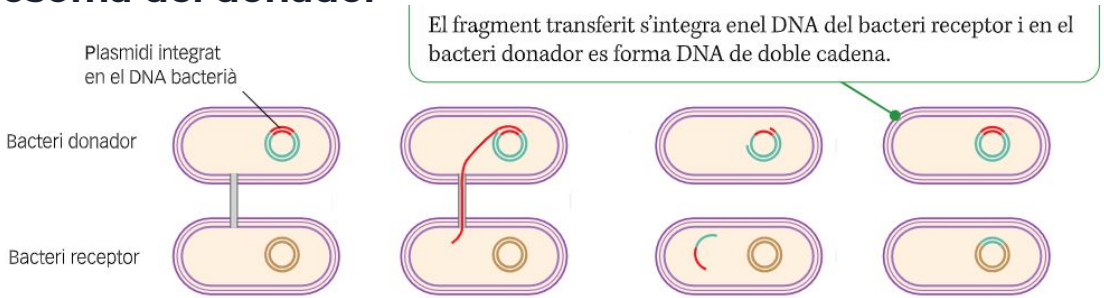


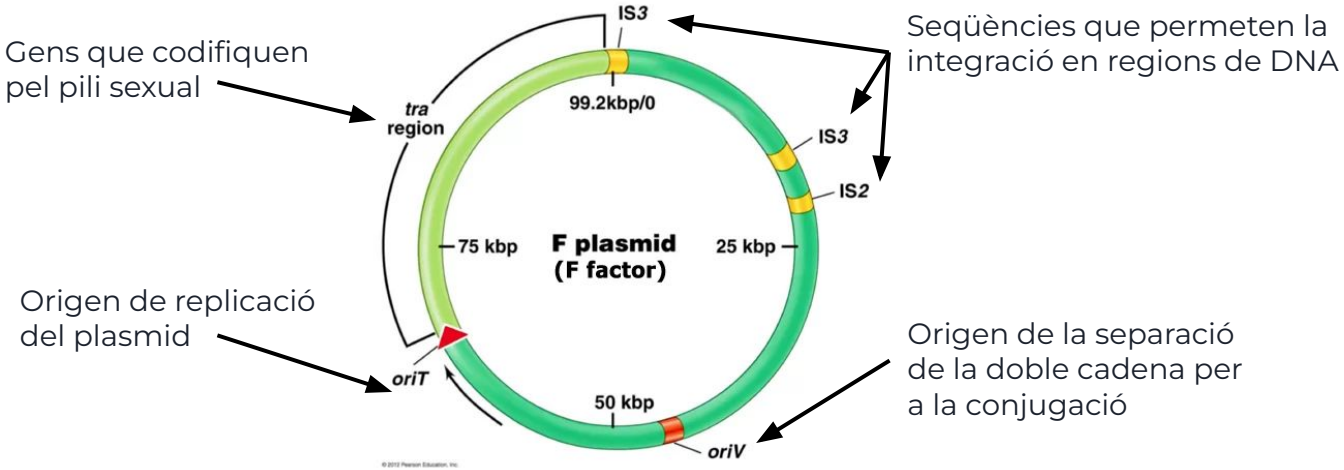
- El **plasmidi** pot **integrar-se al cromosoma** del microorganisme (microorganismes **donadors Hfr**), quan es transfereixi pot **contenir gens del cromosoma del donador**



Imatges amb microscopi electrònic de conjugacions entre bacteris



# 10.4. La resistència a antibiòtics

- En aquestes transferències es poden **traspassar gens** que aportin **resistència a antibiòtics**

  - **Resistència natural** → **Tots els bacteris de la mateixa espècie** són **resistents** a un antibiòtic concret, es deu a l'**estructura de la paret** (bacteris gramnegatius són resistents a penicil·lina)

  - **Resistència adquirida** → Només **alguns bacteris d'una espècie** són **resistents** a un antibiòtic, es deu a l'adquisició de gens de resistència per **mutacions** i per **transferència horitzontal**

A l'esquerra una soca de bacteris sensible a tots els antibiòtics testats



A la dreta una soca que que ha estat exposada a mutacions i transferència horitzontal, presenta resistència total a 2 antibiòtics i parcial a 3