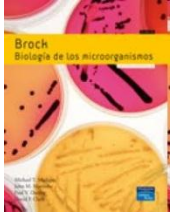


Tema 1

INTRODUCCIÓ

- I. Concepte de Microbiologia.
- II. Desenvolupament històric.
- III. Natura del món microbià.
- IV. Les divisions primàries entre microorganismes: aproximació històrica
- V. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus, bacteris, fongs i protistes

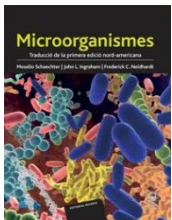
Bibliografia



“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 1



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítol 1



“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 1



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 1

INTRODUCCIÓ

I. **Concepte de Microbiologia.**

1. **La ciència de la Microbiologia.**

II. Desenvolupament històric.

III. Natura del món microbià.

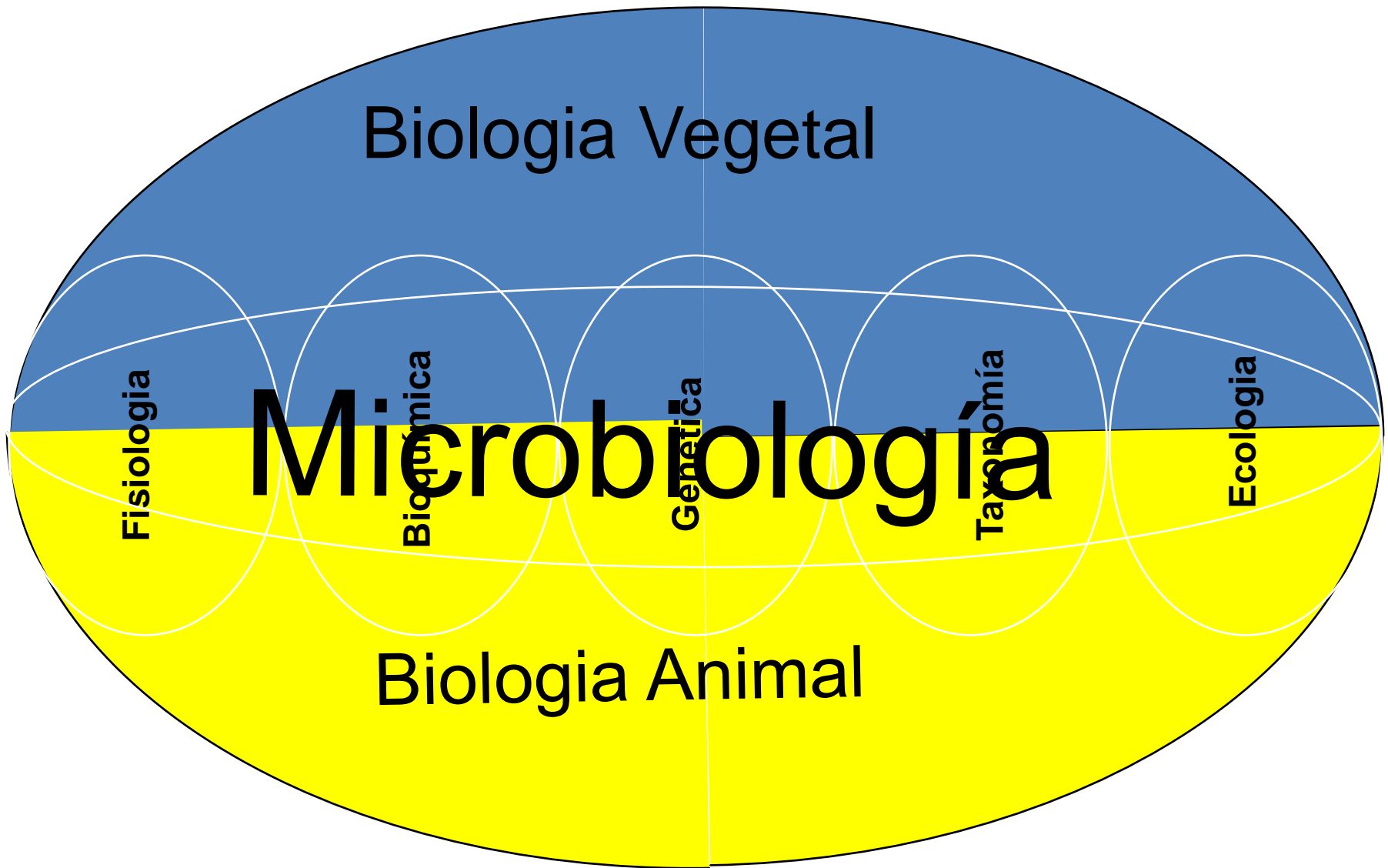
IV. Les divisions primàries entre microorganismes: aproximació històrica

V. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus, bacteris, fongs i protistes

- “Microbiologia’ – estudi dels microorganismes
- organismes massa xicotets per poder-se observar directament
 - excepcionalment quan viuen en grans grups
- Els seus efectes, quan proliferen, sí que son visibles!
 - p.e., reaccions químiques al sol
 - p.e., producció de toxines i gas en llandes esterilitzades incorrectament
 - p.e., malalties en animals (humans) i plantes

Ciència bàsica: aporta coneixements que augmenten la nostra comprensió dels microorganismes i del conjunt dels éssers vius.

Ciència aplicada: Els microorganismes juguen un paper important com elements imbricats en la naturalesa, són origen de patologies infeccioses i base de multitud de processos industrials.



Beneficis

Manteniment del balanç mediambiental (ecologia microbiana)

Base de la cadena alimentària

Fixació del nitrogen

Fotosíntesi

Digestió i síntesi de vitamines

Producció d'aliments i begudes

Enginyeria genètica

Síntesi de productes químics

Reciclat d'aigües residuals

Bioremediació: ús de microbis per a l'eliminació de productes tòxics (abocaments)

Ús de microbis per al control de plagues en cultius

Microbiota normal en l'ésser humà

Perjudicis

- Malalties
- Deteriorament d'aliments





facebook®

MICROVAL

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MICROBIOLOGÍA



<http://www.semicrobiologia.org/>



Tema 1

INTRODUCCIÓ

I. Concepte de Microbiologia.

II. Desenvolupament històric.

2. Curiositats històriques

3. Desenvolupament històric

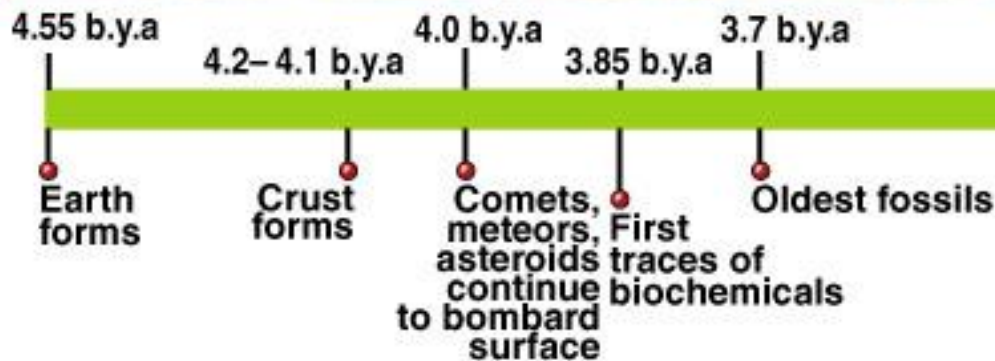
III. Natura del món microbià.

IV. Les divisions primàries entre microorganismes:
aproximació històrica

V. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus,
bacteris, fongs i protistes

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

A timeline of early earth



2. CURIOSITATS HISTÒRIQUES relacionades amb la Microbiologia

- Les connexions entre malaltia i higiene i altres factors eren conegudes des de temps remots pels éssers humans.
- L'associació entre la contaminació de l'aigua potable d'embornals i la malaltia es fa evident en les excavacions arqueològiques.
- Excusats i embornals van ser inventats i utilitzats cap a 2800 AEC a Creta, l'Índia, Pakistan i Escòcia.
- Les primeres ciutats en utilitzar canonades d'argila s'han localitzat en la vall d'Indus al Pakistan (2700 AEC)
- Les canonades de metall van ser utilitzades a Egipte 2450 AEC.
- 600 AEC els romans construïen aqüeductes i tenien un “delegat per al control de l'aigua”
- La contaminació dels proveïments d'aigua (probablement per microorganismes) eren castigats amb pena de mort.
- La fermentació va ser utilitzada pels antics egipcis i babilonis, per a elaborar cervesa, pa vi i formatges.
- Els leprosos s'aïllaven de la resta de la població per a prevenir la seua extensió (colònies de leprosos)

AEC: abans de l'era comuna

3. Desenvolupament històric

Etales en el desenvolupament de la Microbiologia

Primera etapa → període especulatiu. Des de l'antiguitat fins als primers microscopistes (s. XVII)

Segona etapa → lenta acumulació d'observacions. Des de 1675 (primera observació de microorganismes) fins al segle XIX

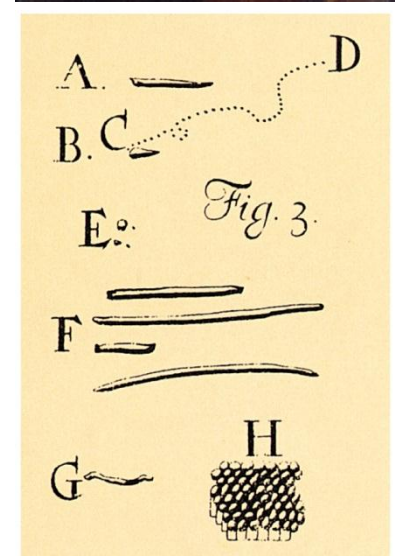
Leeuwenhoek (1632-1723) és el primer en observar microorganismes (“animàlcus”)

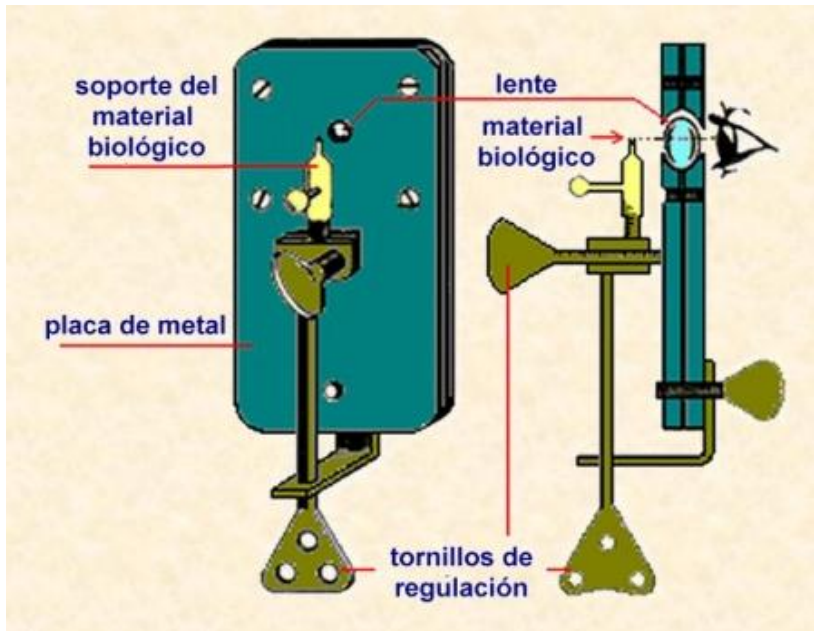
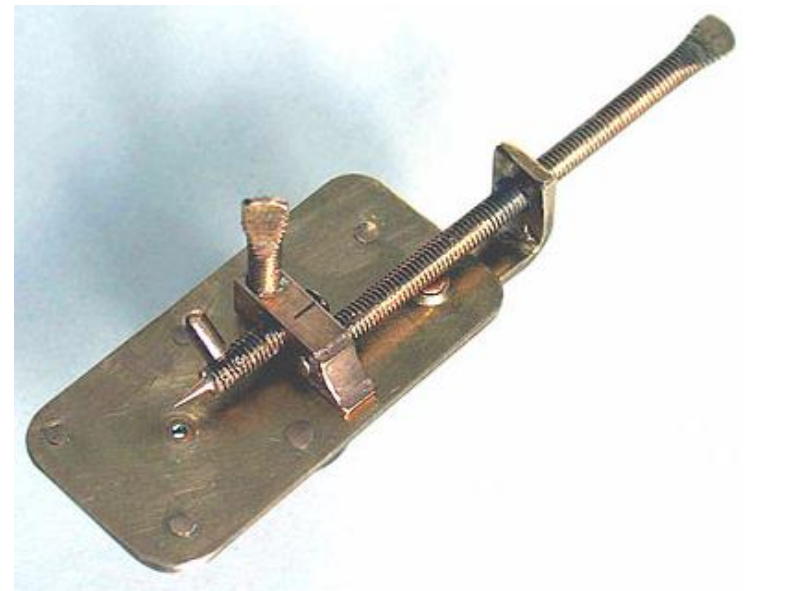
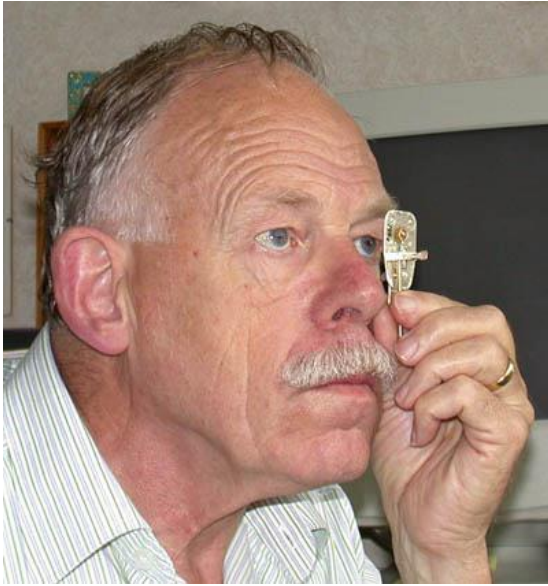
Antonie van Leeuwenhoek, NI (1632-1723)

Lents amplificaven de 300X-500x

Va descriure les seves observacions a la "Royal Society of London" en 1676, incloent nombrosos dibuixos

Va sorprendre a tothom proclamant que moltes de les coses minúscules que va veure amb el seu lent estaven VIVES perquè les va veure nedant vigorosament. Això va causar gran sorpresa i estupefacció, i moltes persones van anar a Delft per veure si aquest estava "en el seu seny" o si realment havia descobert una cosa nova i meravellosa



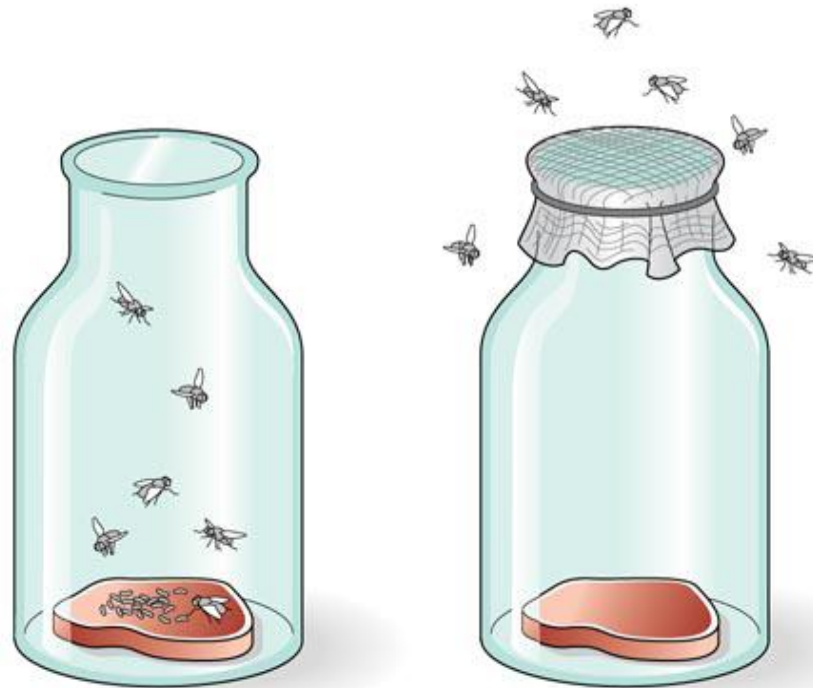


✓ **Controvèrsia sobre la generació espontània** (alguns éssers vius es poden originar espontàniament a partir de matèria inanimada, l'aire o matèria orgànica en descomposició)

1688 → Redi publica el seu treball sobre generació espontània en invertebrats

1765-76 → Spallanzani refuta la teoria de la generació espontània

1861 → Experiments de Pasteur.

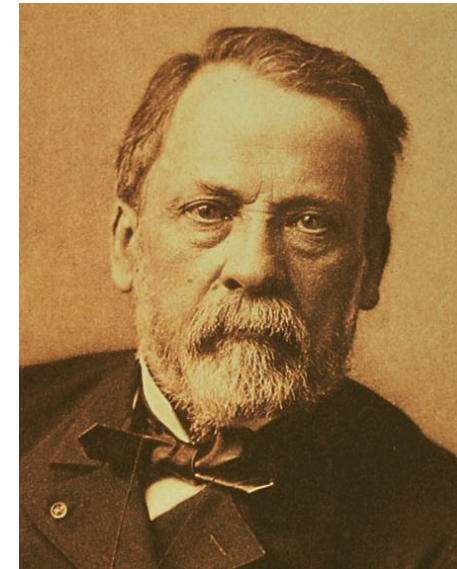


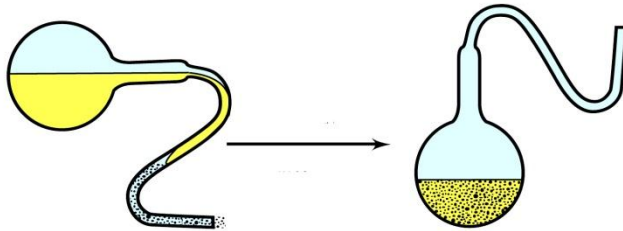
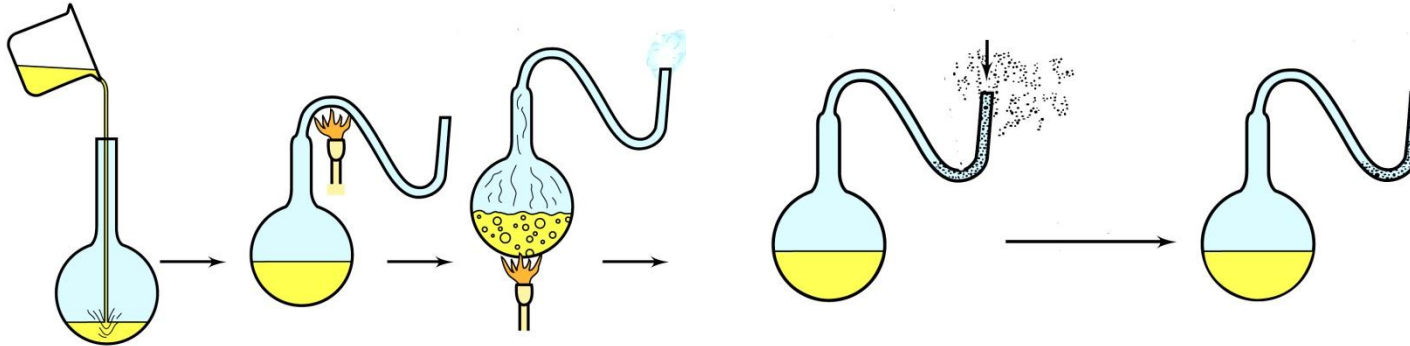
Open jar—maggots
appear on meat

Covered jar—
no maggots

Louis Pasteur (1822-1895), Fr

- Fermentació làctica (1857)
- Pasteurització (1864)
- Vida anaeròbia
- Vacunes, en especial la de la ràbia
- Refuta la generació espontània
- Teoria de la causa microbiana de les malalties
- Tècniques asèptiques per prevenir malalties
- Director de l'Institut Pasteur (1894)





Conclusions i aportacions:

- Descobriment de la distribució aèria dels m.o.
- Els m.o. són els causants de la putrefacció (activitats degradatives dels m.o.)
- Tècniques d'esterilització i aplicacions (asèpsia)

✓ Els m.o. són responsables de malalties

1798 → Jenner prepara una vacuna contra la verola

1835-44 → Bassi descobreix que una malaltia dels cucs de seda està causada per un fong

1876-77 → Koch demostra que l'àntrax (carboncle) està causat per un bacteri: *Bacillus anthracis*

1882 → Koch descobreix el bacil de la tuberculosi

1884 → Publicació dels postulats de Koch

Postulats de Koch

1. El microorganisme causal ha d'estar present en els individus malalts però no en els sans
2. El microorganisme causal s'ha d'aïllar en cultiu pur a partir dels individus malalts
3. La inoculació del microorganisme aïllat en un individu sa i susceptible ha de reproduir els símptomes de la malaltia
4. El mateix microorganisme s'ha d'aïllar en cultiu pur a partir dels individus infectats experimentalment

Els microorganismes són els causants de les malalties infeccioses

A partir d'aleshores es descriuen nombrosos microorganismes patògens

1892 → Iwanovsky prova la relació entre un virus (i de pas els descobreix) i una malaltia de la planta del tabac

Conclusions i aportacions:

Els microorganismes són responsables de les malalties infeccioses

Tècniques de cultiu pur

Aïllament i caracterització de microorganismes patògens: asèpsia, higiene, antibiòtics, etc

Desenvolupament de la immunologia

Descobriments de virus

Tercera etapa → cultiu de microorganismes. Fins el final del segle XIX. Koch i Pasteur encapçalen la creació de la Microbiologia com a ciència experimental

1885 → Pasteur prepara la vacuna contra la ràbia

1887-90 → Winogradsky estudia bacteris sulfato-reductors i fixadors de nitrogen

Quarta etapa → els microorganismes s'estudien des de diferents aspectes: fisiològic, bioquímic, taxonòmic, ecològic, etc. Des de principis del segle XX fins ara.

Tema 1

INTRODUCCIÓ

I. Concepte de Microbiologia.

II. Desenvolupament històric.

III. Natura del món microbià.

4. Introducció

5. Diversitat microbiana

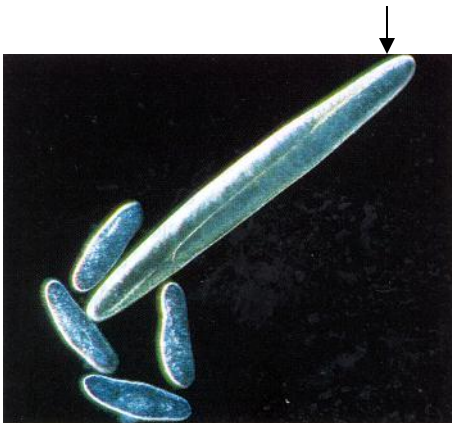
IV. Les divisions primàries entre microorganismes:
aproximació històrica

V. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus,
bacteris, fongs i protistes

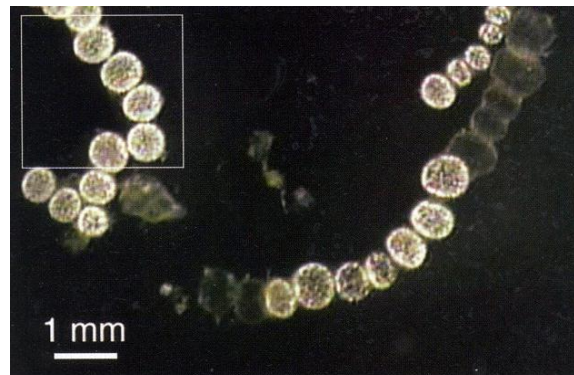
Organisme	Mides
Organismes acel·lulars (virus, viroids i prions)	0,01-0,02 μ
Procariotes	0,1-15 μ *
Fongs	2 μ -20 μ
Algues	1 μ -
Protozous	2-200 μ

* S'han aïllat bacteris molt grans, més grans que els protozous: *Thiomargarita namibiensis* (100x700 μ) i *Epulopiscium fishelsoni* (80x600 μ , 1000 voltes més gran que *E.coli*).

Epulopiscium fishelsoni



Thiomargarita namibiensis

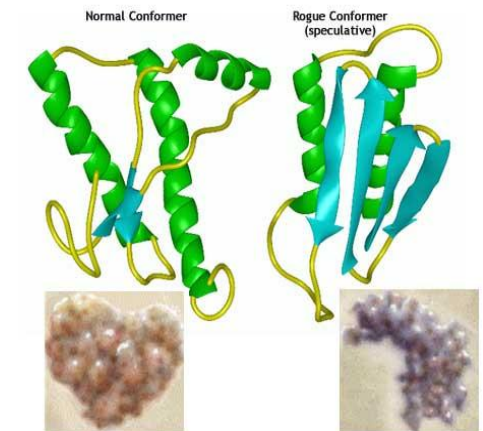
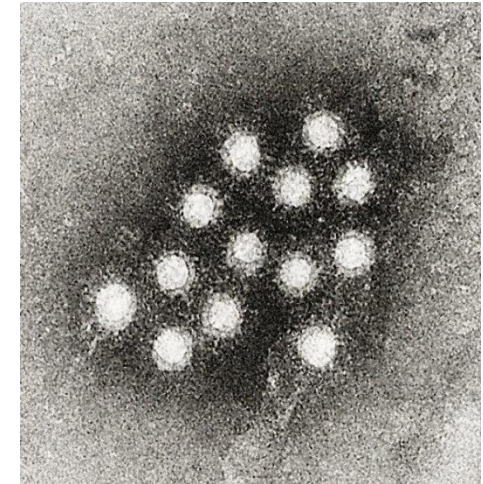


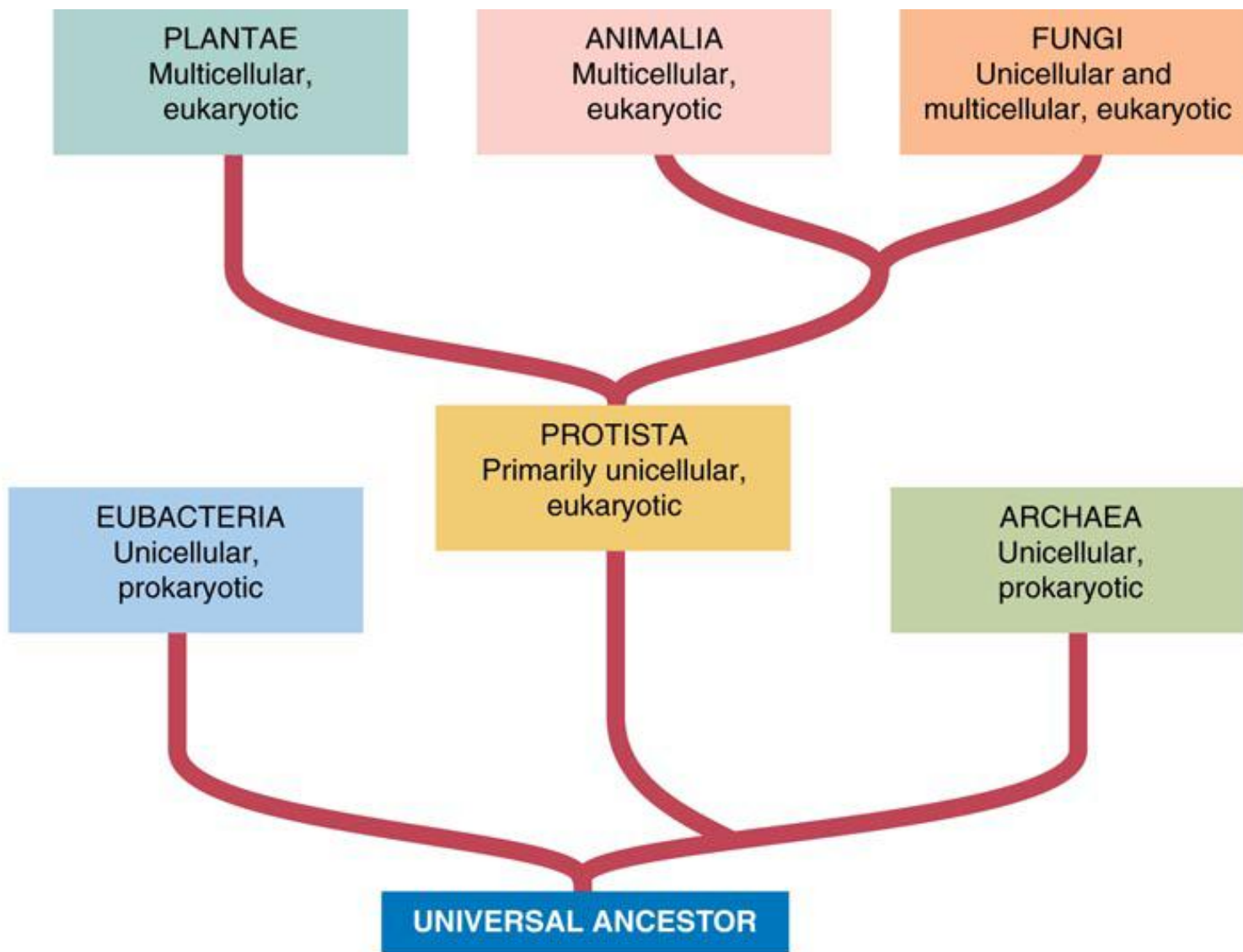
5. Diversitat microbiana

- Prions
- Virus
- Bacteris (eubacteris)
- Arqueus
- Eucariotes
 - Fongs (llevats)
 - Protozous
 - Algues microscòpiques

Virus i prions

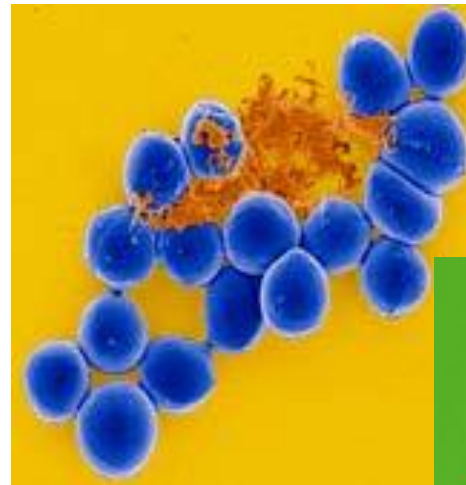
- Entitats acel·lulars
- Formats per àcids nucleics i proteïnes
- Bacteriòfags: virus que infecten bacteris
- Viroides: àcids nucleics sense coberta proteica
- Prions: partícules de natura proteica





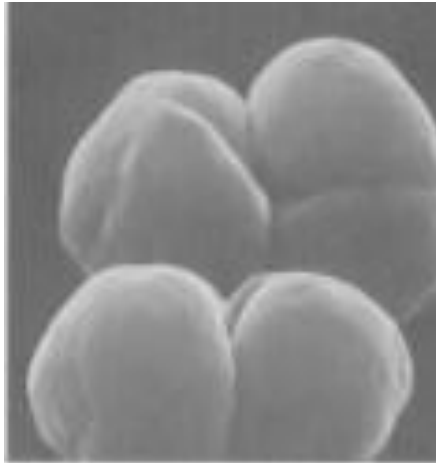
Bacteris

- Organismes unicel·lulars
- Procariots
- Formes:
 1. Esfèriques
 2. Bacil·lars
 3. Espirals



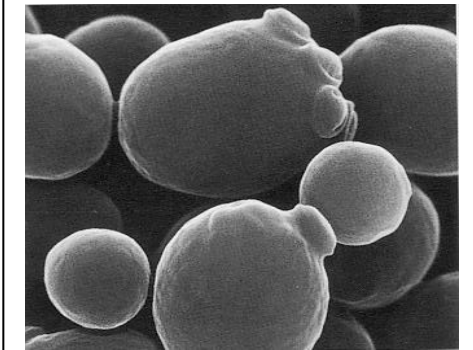
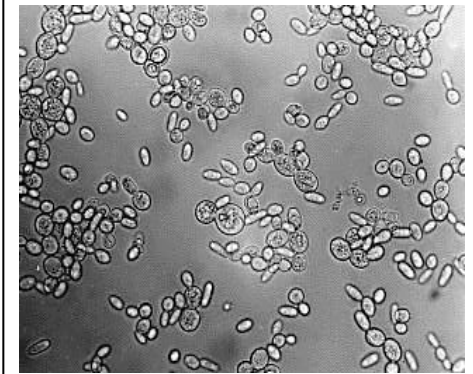
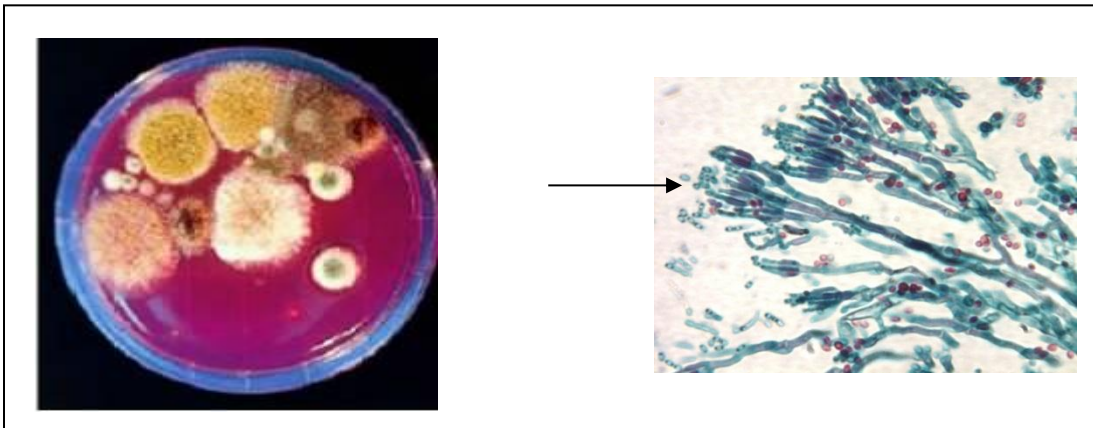
Arqueus

- Organismes unicel·lulars
- Procariotes



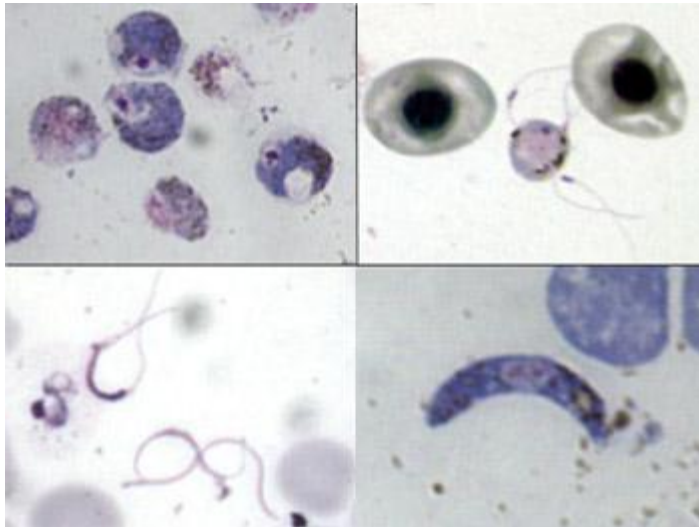
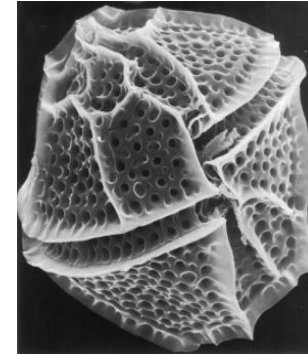
Fongs

- Unicel·lulars (levats)
- Pluricel·lulars (floridures)
- Amplement distribuïts per diferents ambients

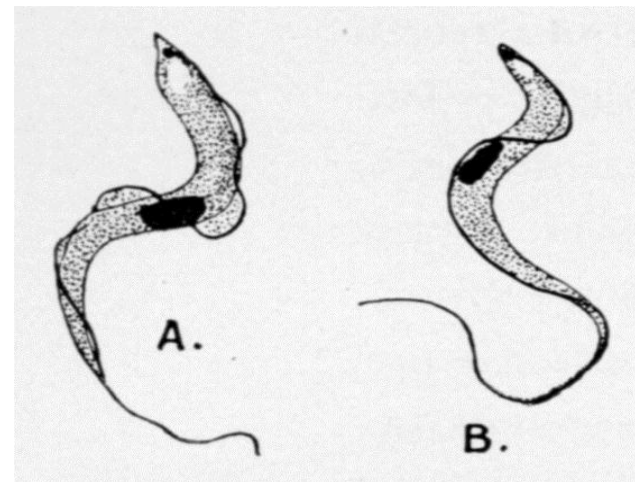


Protozoous

- Unicel·lulars
- Eucariotes
- Posseeixen nuclis i altres estructures envoltades de membrana



Plasmodium malariae



Trypanosoma gambiense

Algues

- Unicel·lulars
- Eucariotes
- Nucli i orgànuls rodejats de membranes
- Fotosintètiques
- Ambients aquàtics

Red Tide Microalgae

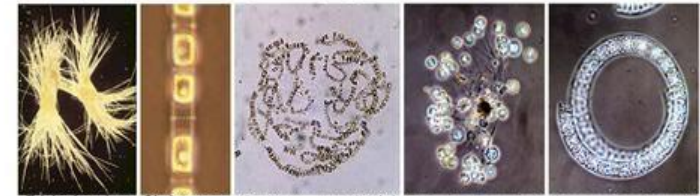
WESTPAC/IOC/UNESCO

Ver. 1.4 2000.1.1

ed. by Yasuwo Fukuyo (ufukuyo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)



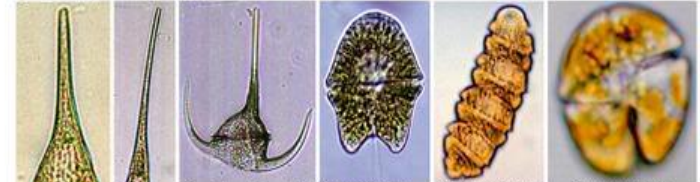
A: Useful, mostly harmless B: Potentially harmful by oxygen depletion C: Harmful, responsible for fish mass mortality



Trichodesmium thiebautii (B) *Skeletonema costatum* (B) *Chaetoceros sociale* (A) *Thalassiosira mala* (B) *Eucampia zodiacus* (A)



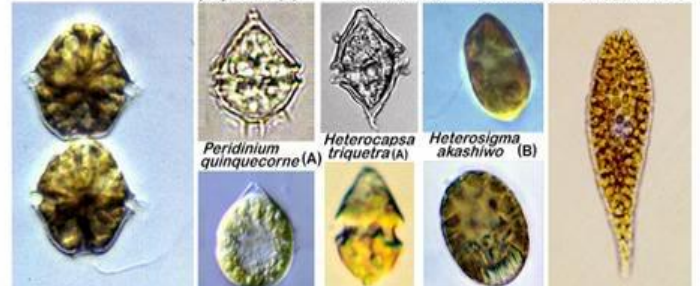
Prorocentrum sigmoides (A) *Prorocentrum micans* (B) *Dinophysis caudata* (B) *Noctiluca scintillans* (B)



Ceratium tripos (A) *Gymnodinium sanguineum* (A) *Cochlodinium polykrikoides* (C) *Gymnodinium mikimotoi* (C)



Ceratium furca (A) *Ceratium fusus* (A) *Lingulodinium polyedrum* (A) *Protoceratium reticulatum* (A) *Gonyaulax spinifera* (B) *Gonyaulax polygramma* (B)



Alexandrium affine (A) *Scrippsiella trochoidea* (A) *Heterocapsa triquetra* (A) *Heterosigma akashiwo* (B) *Chattonella antiqua* (C)

Tema 1

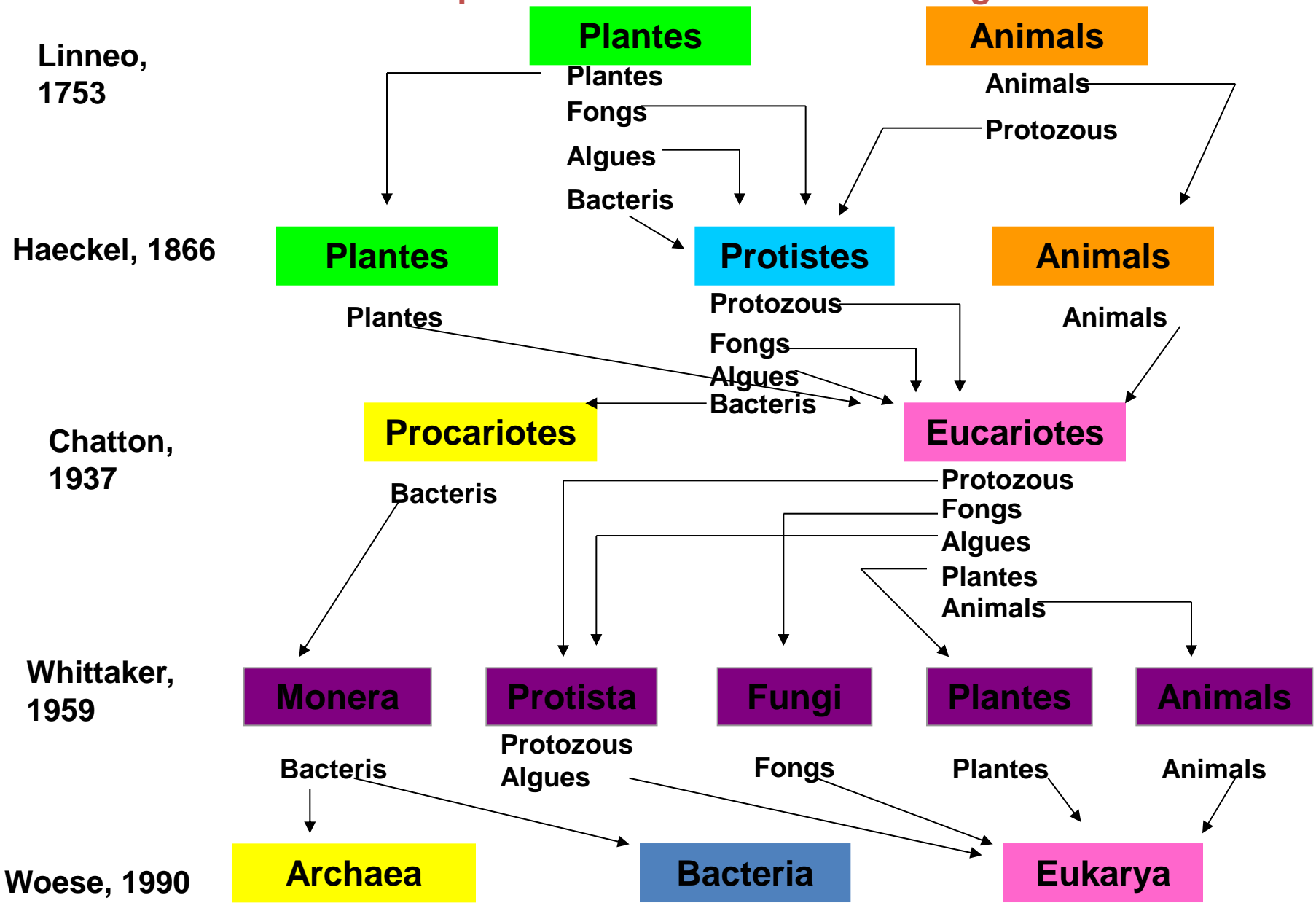
INTRODUCCIÓ

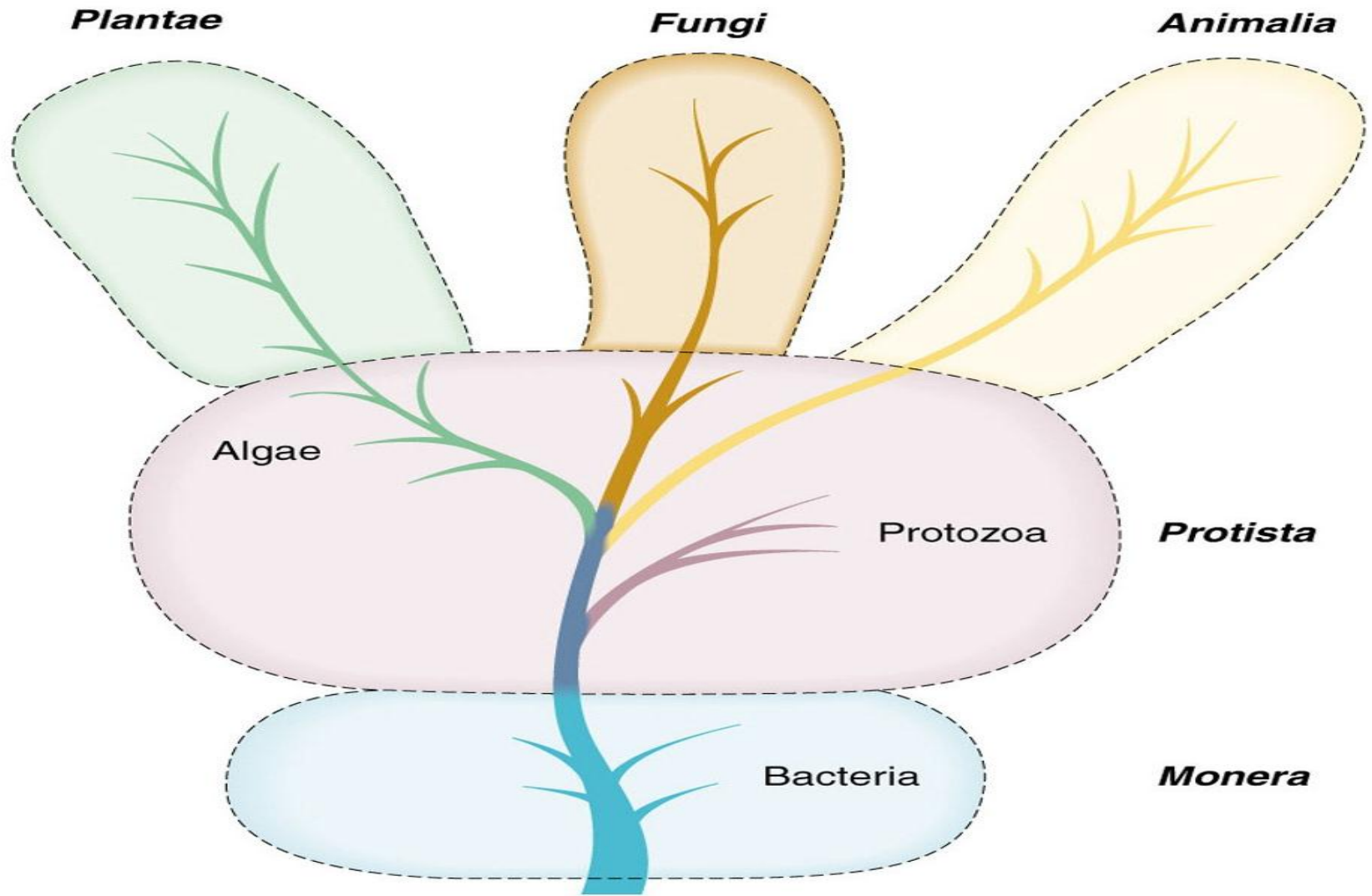
- I. Concepte de Microbiologia.
- II. Desenvolupament històric.
- III. Natura del món microbià.
- IV. **Les divisions primàries entre microorganismes: aproximació històrica**
 - 6. Sistemes de classificació**
- V. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus, bacteris, fongs i protistes

Sistemes de classificació dels essers vius i lloc dels microorganismes

Sistema	Divisions	Organismes inclosos
Linneo (1753)	2 regnes: Plantae Animalia	Plantes, algues, fongs, bacteris Animals, protozous
Haeckel (1865)	3 regnes: Plantae Animalia Protista	Plantes i algues pluricel·lulars Animals Bacteris, protozous, algues unicel·lulars, fongs i llevats
Whittaker (1969)	5 regnes: Plantae Animalia Fungi Protista Monera	Plantes i algues pluricel·lulars Animals Fongs i llevats Protozous i algues unicel·lulars Bacteris
Woese (1977)	3 dominis: Eucarya Bacteria Archaea	Animals, plantes, protozous, algues, fongs Eubacteris Arqueus

Evolució dels esquemes de classificació dels organismes

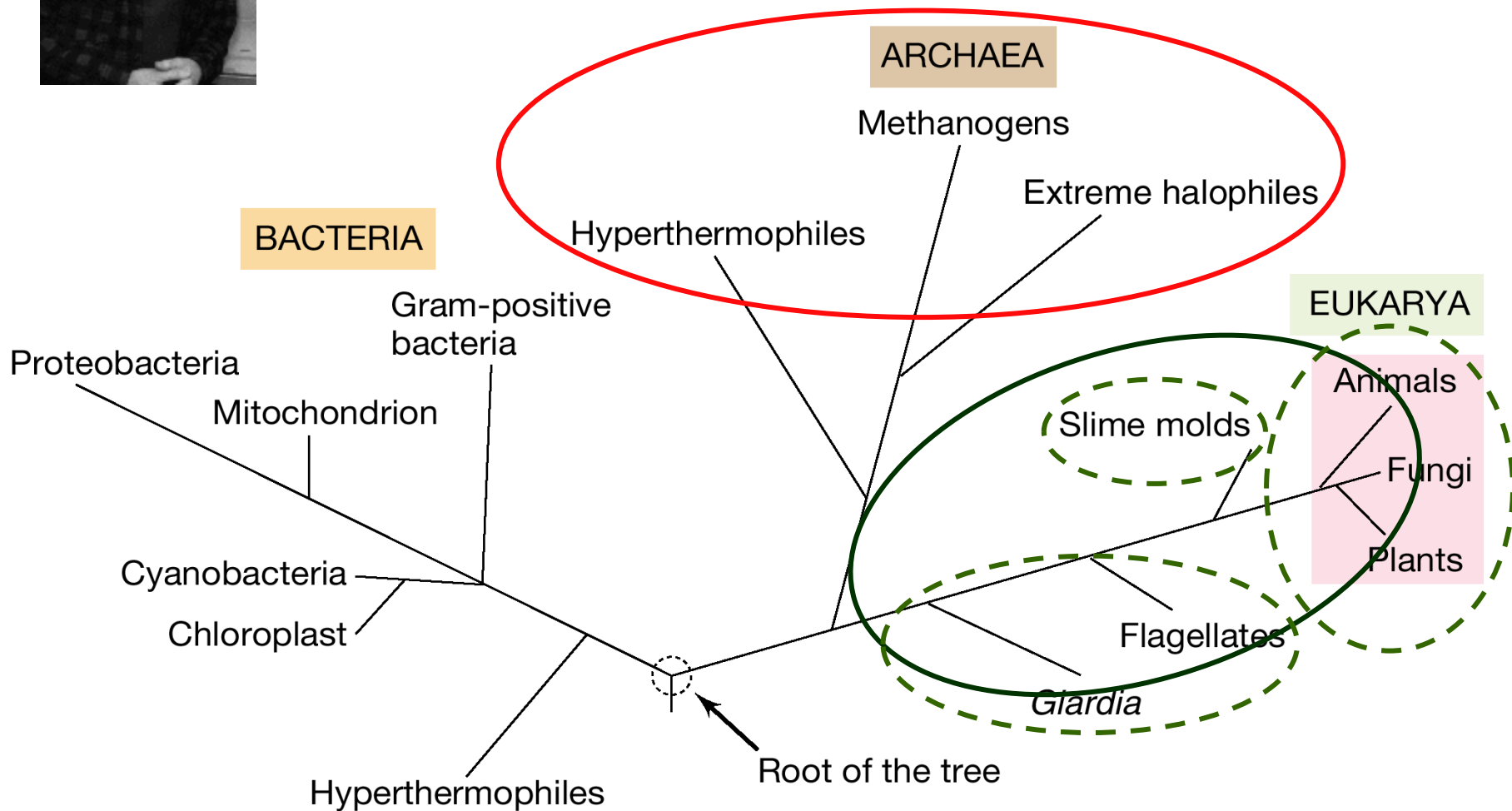




CLASSIFICACIÓ DE WHITTAKER



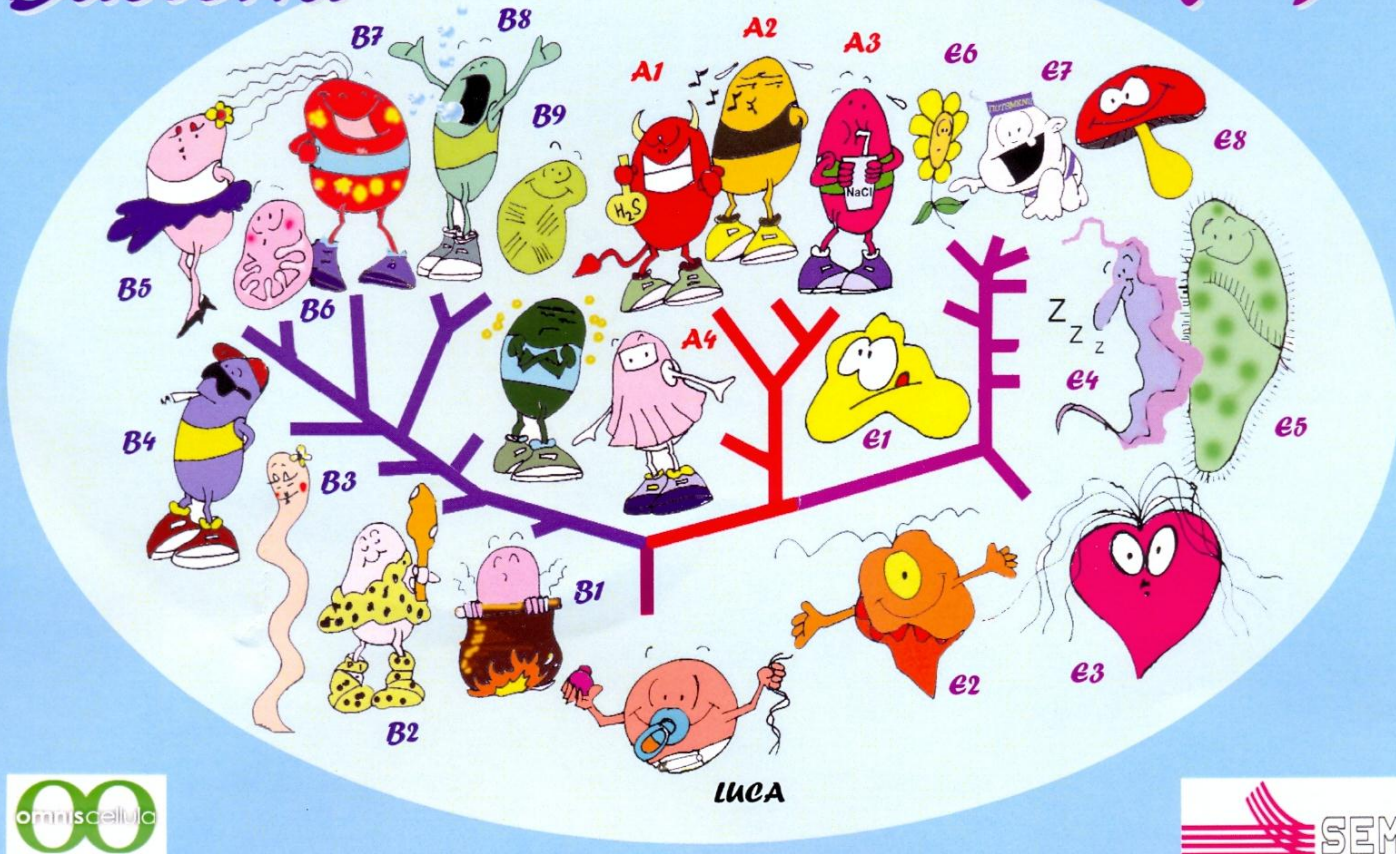
ELS MICROORGANISMES EN LA CLASSIFICACIÓ DE WOESE



El árbol de la vida

Bacteria **Archaea** **Eukarya**

© Idea original: R. Guerrero y M. Berlanga. Ilustración: M. Berlanga



¿Quién es quién? Dominio *Bacteria*: B1, *Aquifex*; B2, *Thermotoga*; B3, espiroquetas; B4, grampositivas (p. ej., *Bacillus*); B5, Proteobacterias (p. ej., *Salmonella*); B6, mitocondrias; B7, bacterias rojas del S (p. ej., *Chromatium*); B8, cianobacterias; B9, cloroplastos; B10, bacterias verdes del S (p. ej., *Chlorobium*). Dominio *Archaea*: A1, termoacidófilas; A2, metanógenas; A3, halófilas extremas; A4, korarqueotas (fenotipo desconocido). Dominio *Eukarya*: E1, entamebas (p. ej., *Amoeba*); E2, diplomonadinos (p. ej., *Giardia*); E3, tricomonadinos (p. ej., *Trichomonas*); E4, flagelados-tripanosomas (p. ej., *Trypanosoma*); E5, ciliados (p. ej., *Paramecium*); E6, plantas; E7, animales (p. ej., tú); E8, hongos.
LUCA: "Last Universal Common Ancestor" (fenotipo y genotipo desconocidos).

Tema 1

INTRODUCCIÓ

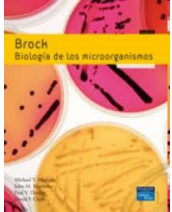
- I. Concepte de Microbiologia.
- II. Desenvolupament històric.
- III. Natura del món microbià.
- IV. Les divisions primàries entre microorganismes: aproximació històrica
- V. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus, bacteris, fongs i protistes**

CARACTERÍSTICA	BACTERIS	ARQUEUS	EUCARIOTES
<u>Morfològiques:</u>			
Estructura cel·lular	Procariòtica	Procariòtica	Eucariòtica
Paret cel·lular	Mureïna	Sense mureïna	Sense mureïna
Lípids de membrana	Àc. grassos, éster	Poliisoprenoides, éter	Àc. grassos, éster
Vesícules de gas	Si	Si	No
Ribosomes	70 S	70 S	80 S
<u>Genètiques:</u>			
ADN circular	Si	Si	No
ARNm policistrònic	Si	Si	No
ARN polimerasa	Una (4 subunitats)	Varies (8-12 subunitats)	Tres (12-14 subunitats)
Maduració de missatgers	No	No	Si
<u>Fisiològiques:</u>			
Metanogènesi	No	Si	No
Fixació de N₂	Si	Si	No
Fotosíntesi basada en la clorofil·la	Si	No	Si
Quimiolitotrofia	Si	Si	No
Respiració anaeròbia	Si	Si	No
Creixement > 80°C	Si	Si	No

ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. La cèl·lula procariòtica: forma i grandària.
- II. Membrana citoplasmàtica: estructura i composició en arqueus i bacteris.
- III. Funcions associades a la membrana procariota.

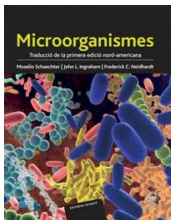
Bibliografia



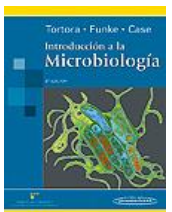
“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 4



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítol 3



“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 2



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 4

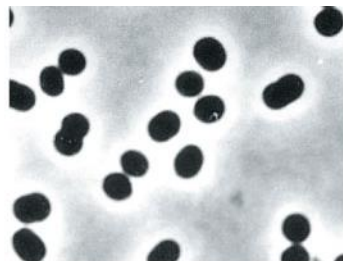
ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. **La cèl·lula procariòtica: forma i grandària.**
 1. **Morfologia cel·lular**
 2. **Mida de la cèl·lula i la importància de ser menuda**
- II. **Membrana citoplasmàtica: estructura i composició en arqueus i bacteris.**
- III. **Funcions associades a la membrana procariota.**

1. Morfologia cel·lular



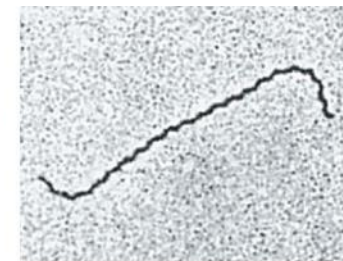
Cocs



Norbert Pfennig



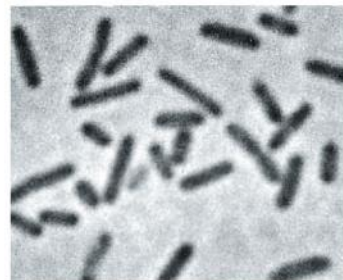
Espiroquets



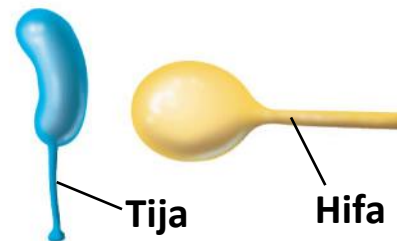
E. Canale-Parola



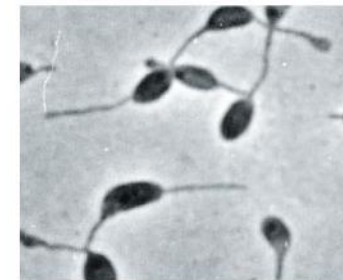
Bacils



Norbert Pfennig



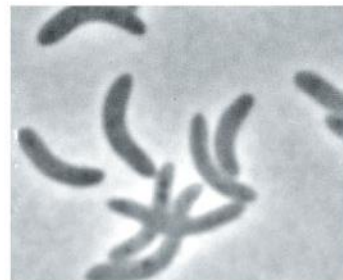
Bacteria en gemmació
o en peduncle



Norbert Pfennig



Espirils



Norbert Pfennig



Bacteris filamentosos

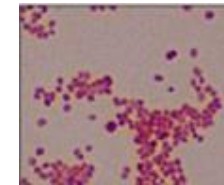
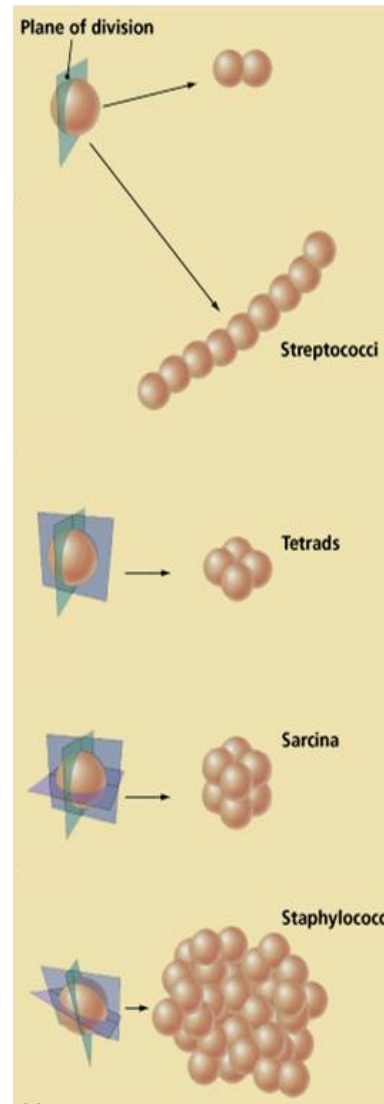


T. D. Brock

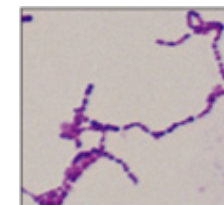
Agrupacions de bacteris

Cocs

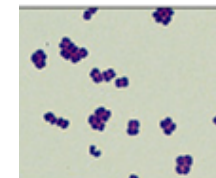
- Diplo: Parelles
- Strepto: Cadenes
- Tètrades: Grupo de 4
- Sarcina: Grups cuboidals
- Staphylo: *Clusters*



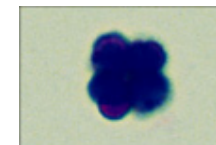
Neisseria gonorrhoeae



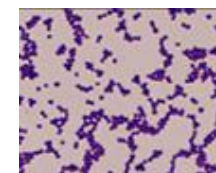
Streptococcus pyrogenes



Micrococcus luteus



Sarcina maxima

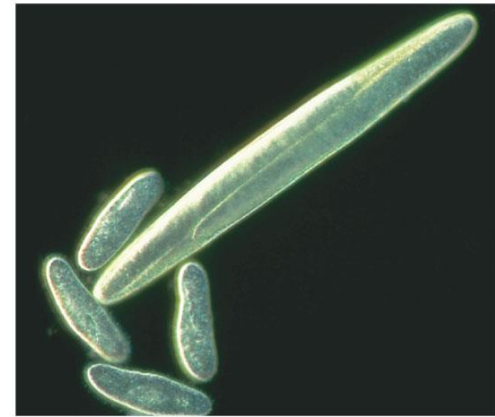


Staphylococcus aureus

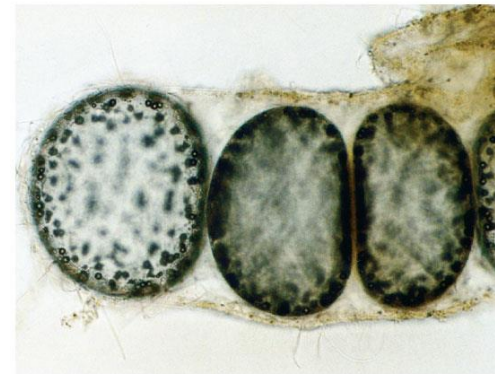
- La morfologia típicament no prediu la fisiologia, ecologia, filogènia, etc d'una cèl·lula procariota
- Forces selectives que poden estar involucrades en l'establiment de la morfologia
 - Optimització de l'absorció de nutrients (cèl·lules petites i aquelles amb alta relació superfície-volum)
 - Motilitat de natació en ambients viscosos o prop de superfícies (en forma d'hèlix o d'espiral)
 - Motilitat per lliscament (bacteris filamentosos)

2. Mida de la cèl·lula i la importància de ser menuda

- Mesures típiques: 0.2 μm a >700 μm de diàmetre
 - La majoria de cultius en forma de bacil fan entre 0.5 i 4.0 μm d'ample i <15 μm de llarg
 - Exemples de procariotes molt grans
 - *Epulopiscium fishelsoni* (a)
 - *Thiomargarita namibiensis* (b)
- La mesura de les cèl·lules eucariotes va de 10 a >200 μm de diàmetre



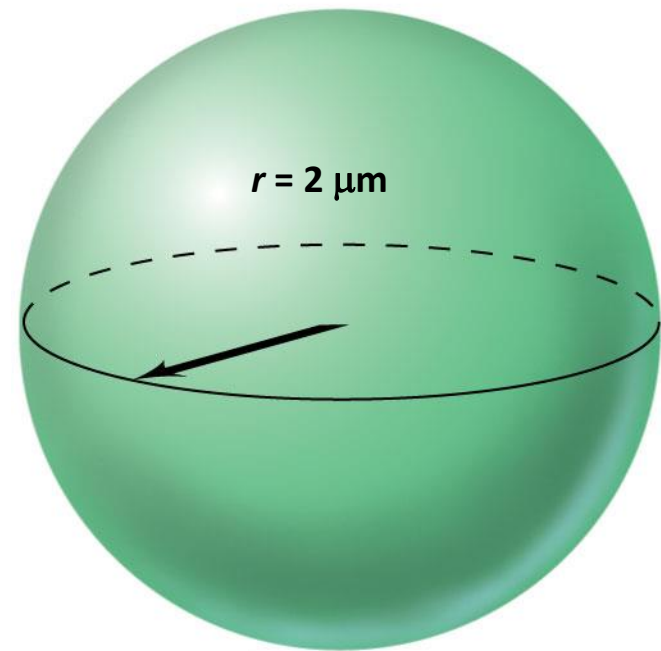
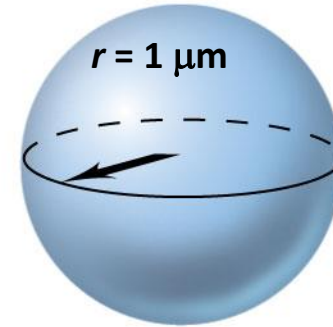
(a)

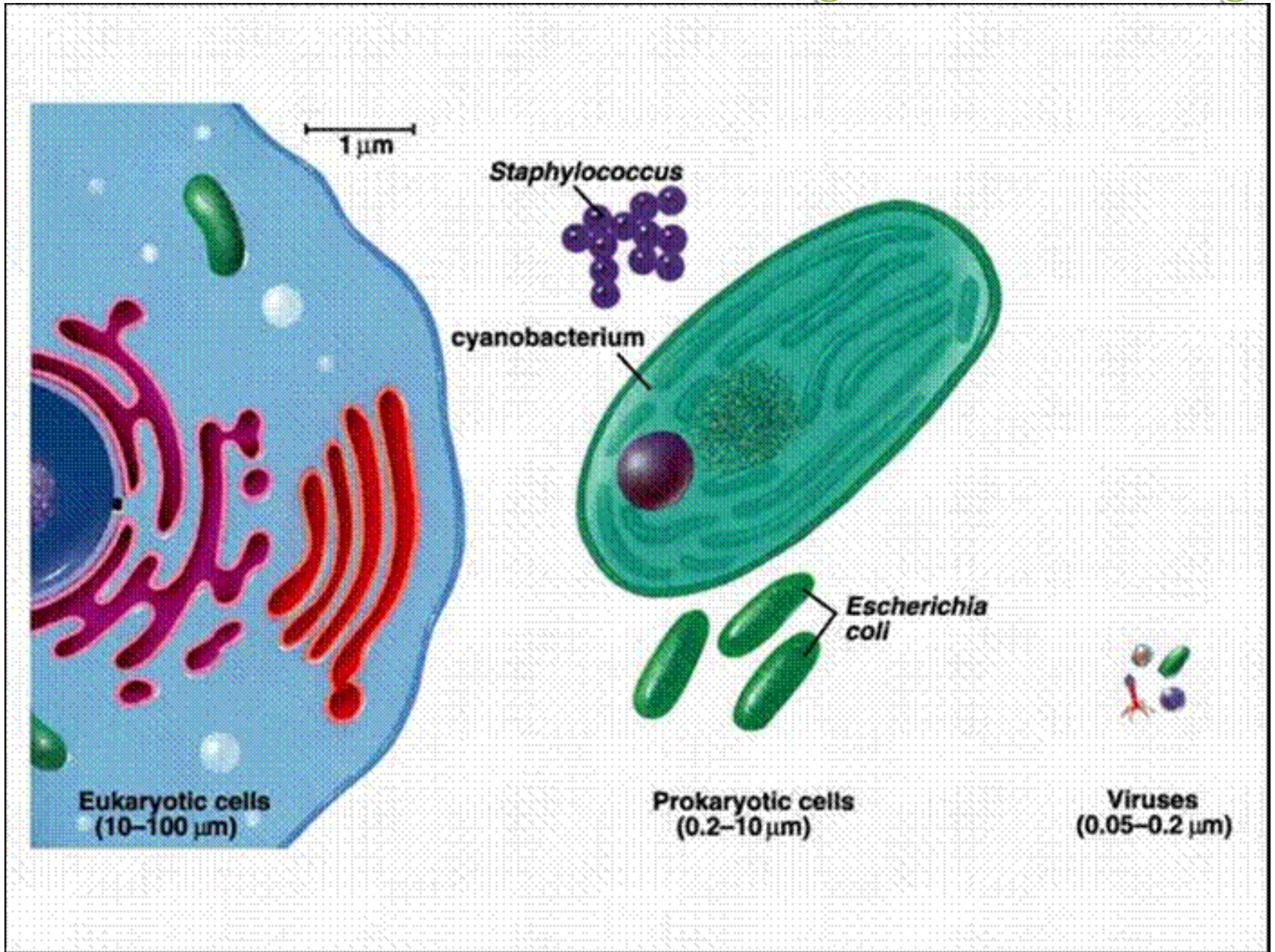


(b)

– Els avantatges de ser menuda

- Les cèl·lules petites tenen una major superfície en relació amb el volum cel·lular de cèl·lules grans (és a dir, l'augment de S / V)
- suport a un major intercanvi de nutrients per unitat de volum cel·lular
- tendeixen a créixer més ràpid que les cèl·lules més grans





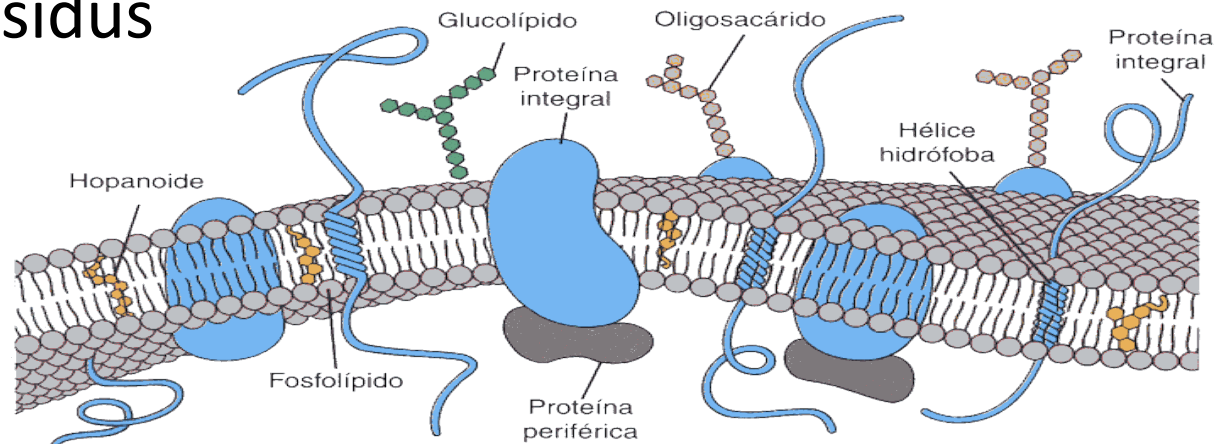
ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

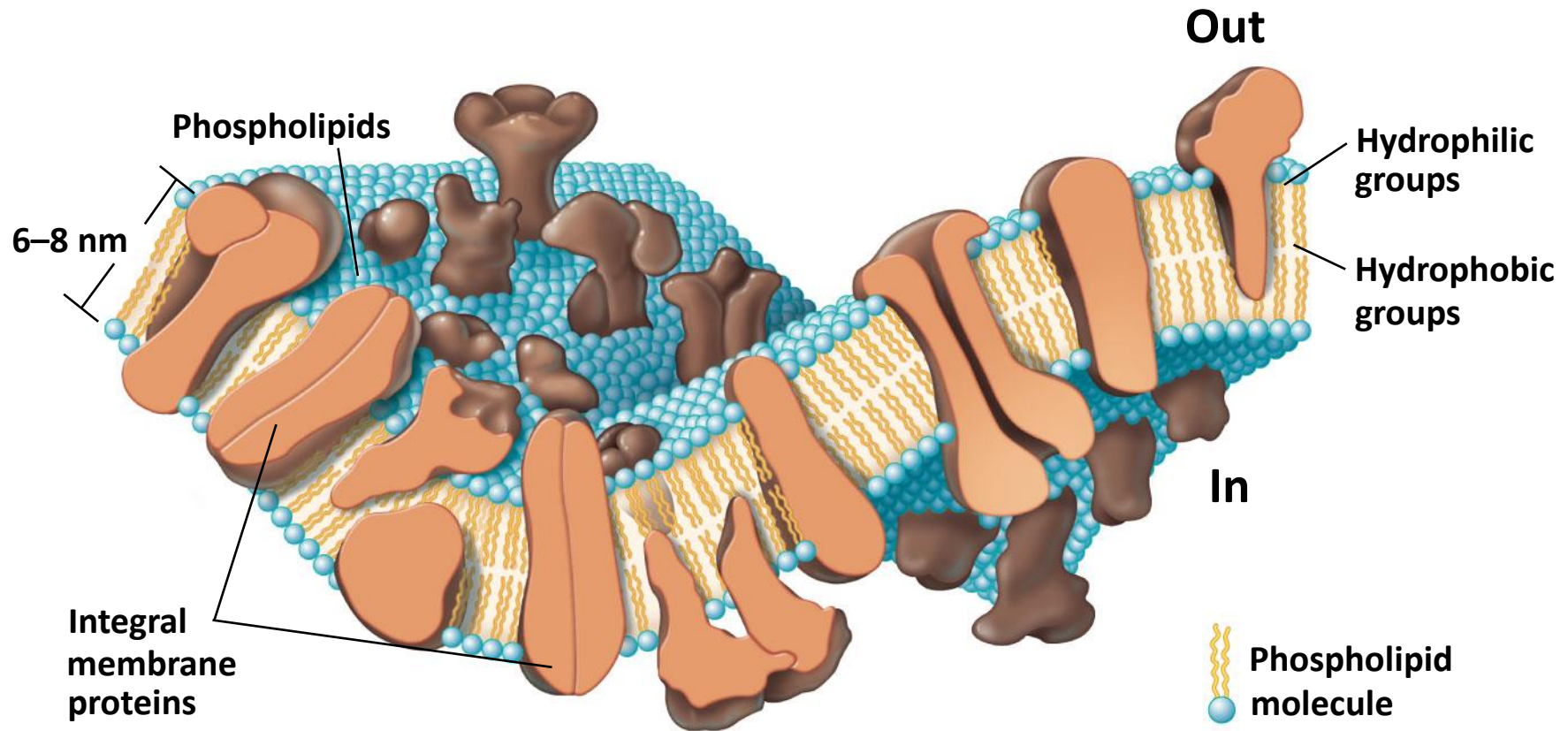
- I. La cèl·lula procariòtica: forma i grandària.
- II. Membrana citoplasmàtica: estructura i composició en arqueus i bacteris.
 - 3.1 Bacteris
 - 3.2 Arqueus
- III. Funcions associades a la membrana procariota.



3.1. La membrana dels bacteris

- Estructura prima que envolta la cèl·lula
- 6-8 nm de gruix
- Barrera vital que separa el citoplasma del medi ambient
- Barrera permeable altament selectiva, permet la concentració de metabòlits específics i l'excreció dels residus





- Amb proteïnes embegudes
- Estabilitzada per ponts d'hidrogen i interaccions hidrofòbiques
- Mg^{2+} i Ca^{2+} ajuden a estabilitzar la membrana mitjançant la formació d'enllaços iònics amb càrregues negatives dels fosfolípids
- una mica de líquid

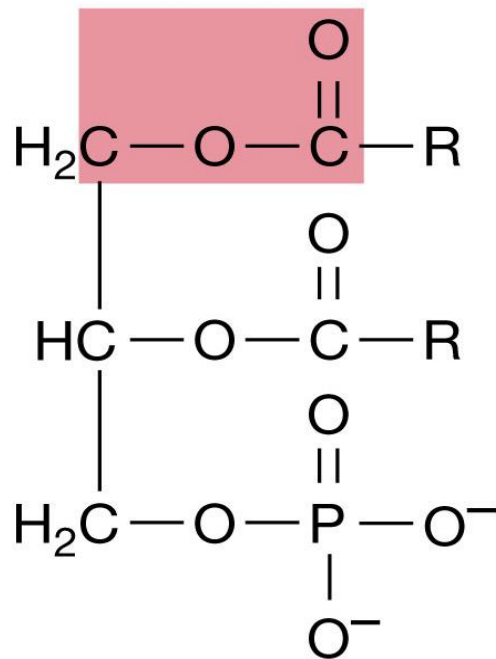
- Proteïnes de Membrana

- La superfície externa de la membrana citoplasmàtica pot interactuar amb moltes proteïnes que s'uneixen a substrats o que processen molècules de grans dimensions per al transport
- La superfície interna de la membrana citoplasmàtica interacciona amb proteïnes involucrades en reaccions de generació d'energia i altres funcions
- Proteïnes integrals de membrana
 - Fermament arrelada a la membrana
- Les proteïnes perifèriques de membrana
 - Una part ancorada en la membrana

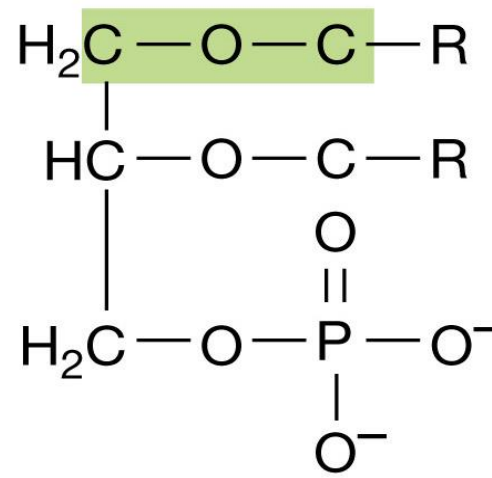
- Agents d'enfortiment de les membranes
 - Esterols
 - Lípids rígids, plans que es troben en les membranes eucariotes
 - Les enforteixen i les estableixen
 - Hopanoids
 - Estructuralment similars als esterols
 - Presents en les membranes de molts bacteris

3.2. La membrana dels arqueus

- a) enllaç éster, en els lípids de membrana de bacteris i eucariotes
- b) enllaç éter, en els lípids de membrana d'arqueus

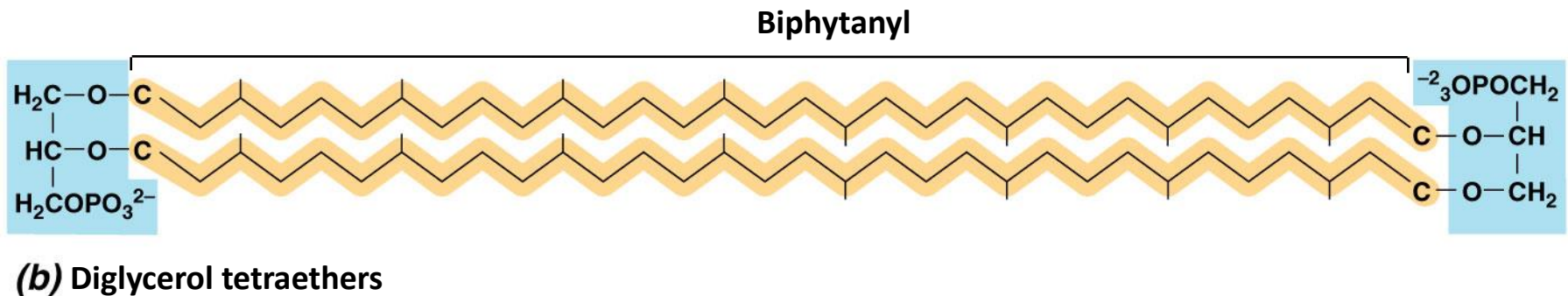
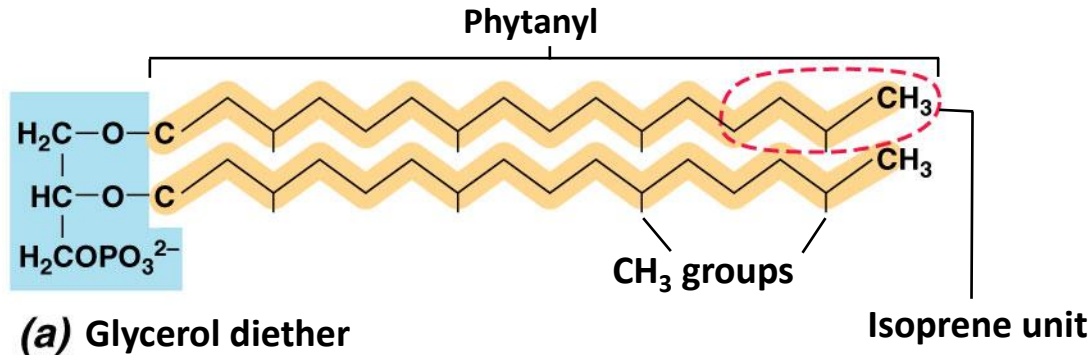


(a)

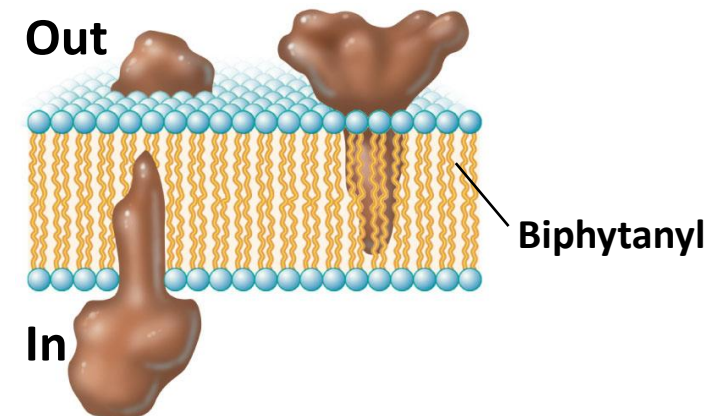
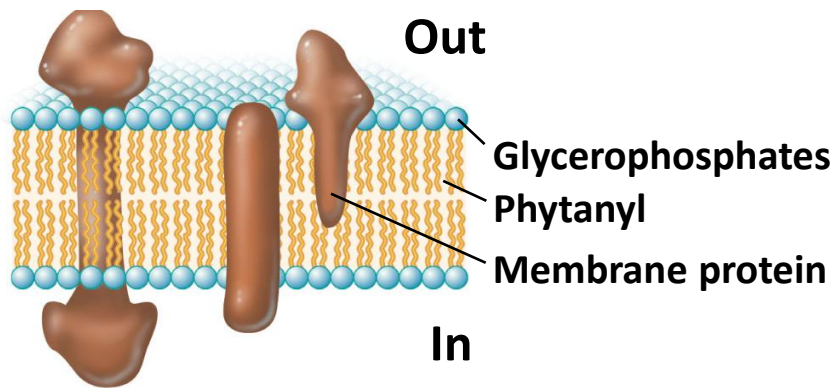
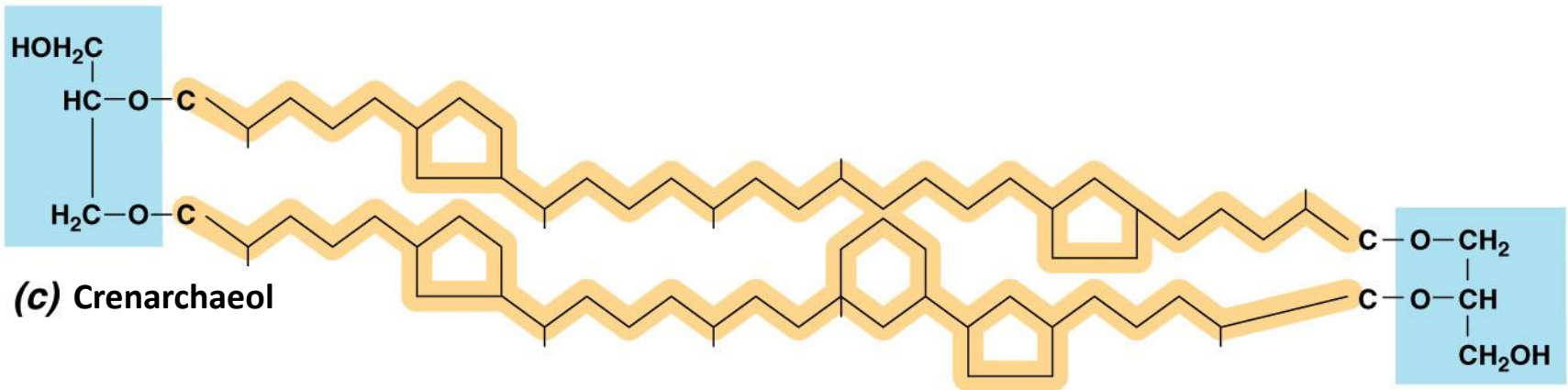


(b)

- Els lípids principals son diéters de glicerol i tetraeters



- Poden tindre monocapes, bicapes lípídiques o una mescla

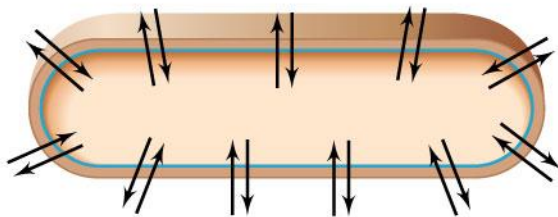


ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

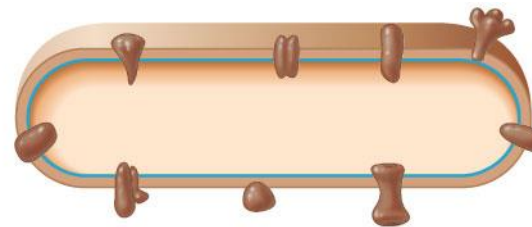
- I. La cèl·lula procariòtica: forma i grandària.
- II. Membrana citoplasmàtica: estructura i composició en arqueus i bacteris.
- III. Funcions associades a la membrana procariota.
 4. Funcions de la membrana citoplasmàtica
 5. Transport i sistemes de transport

4. Funcions de la membrana citoplasmàtica

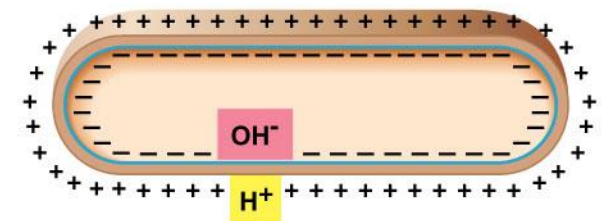
- Barrera permeable
 - Transport de molècules polars i carregades
 - Transport de proteïnes en contra de gradient
- Ancoratge de proteïnes de transport
- Conservació de l'energia



(a) Permeability barrier:
Prevents leakage and functions as a gateway for transport of nutrients into, and wastes out of, the cell

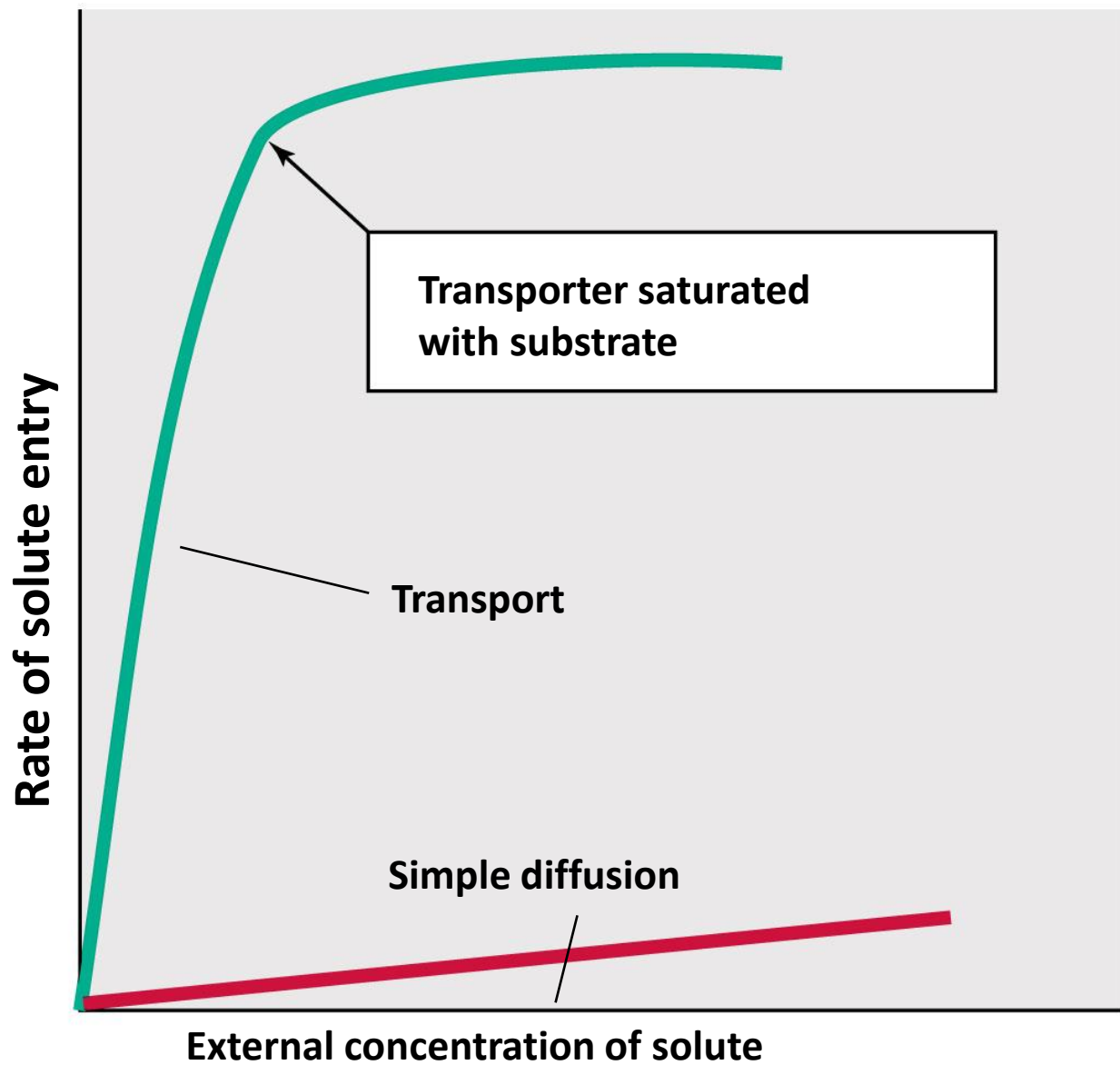


(b) Protein anchor:
Site of many proteins that participate in transport, bioenergetics, and chemotaxis



(c) Energy conservation:
Site of generation and use of the proton motive force

5. Transport i sistemes de transport

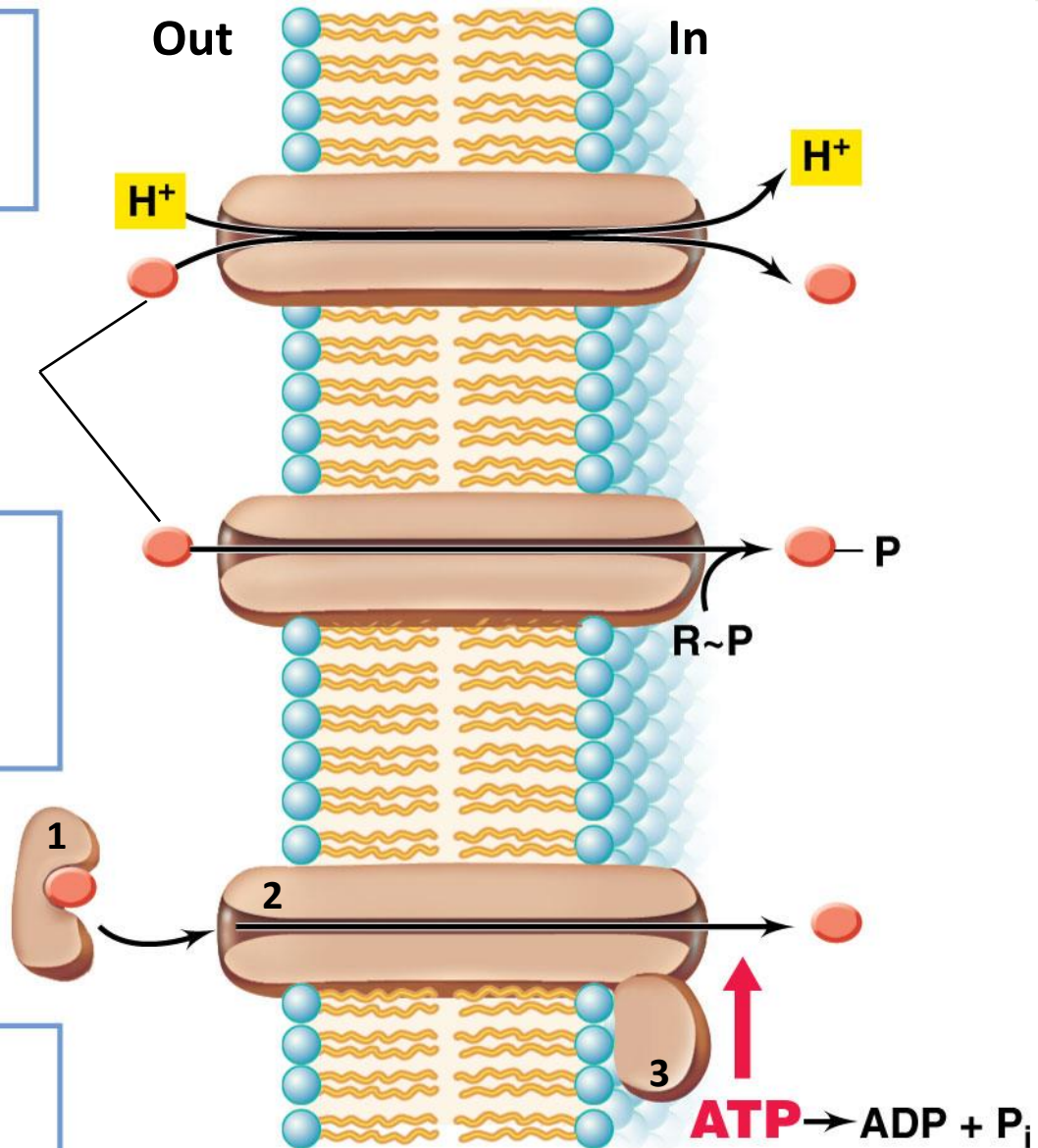


Simple transport:
Driven by the energy in the proton motive force

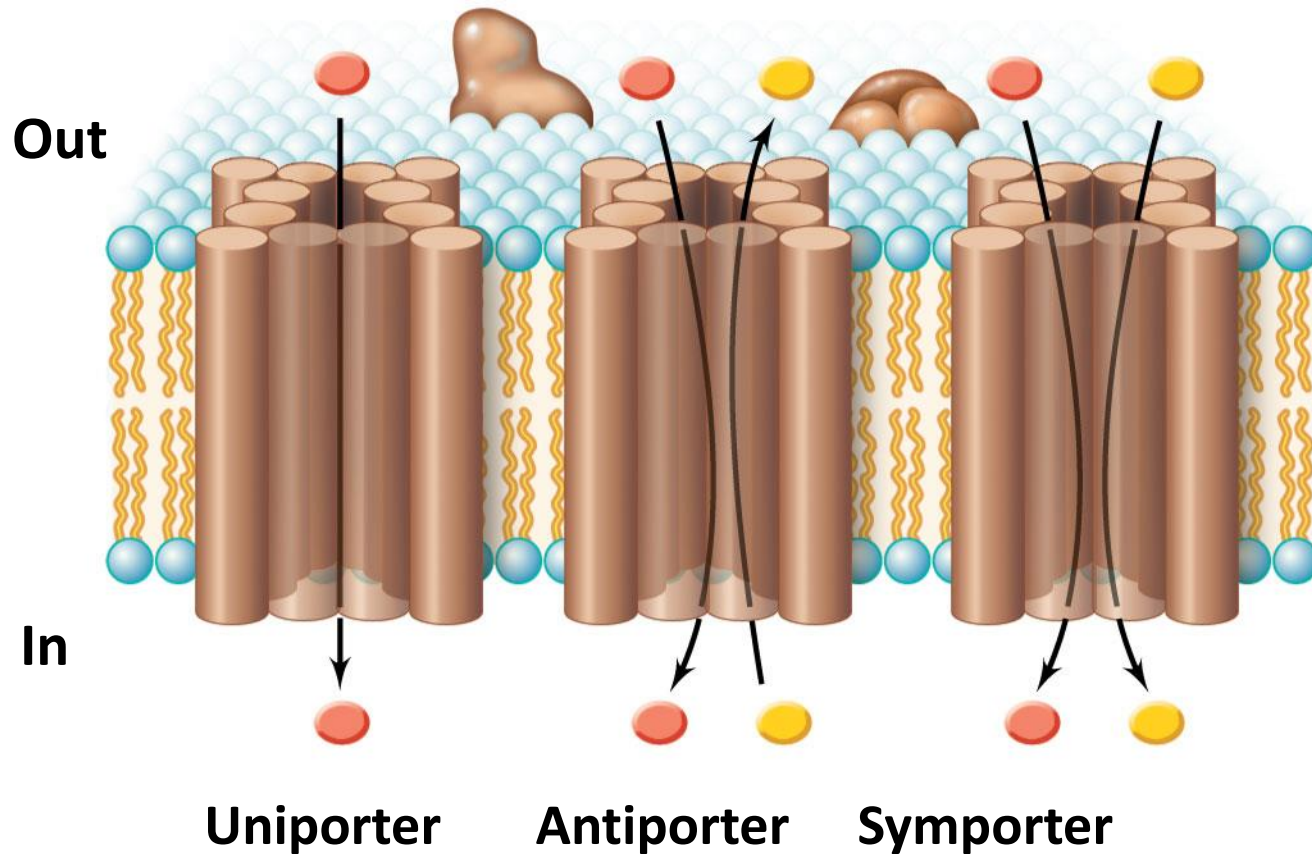
Transported substance

Group translocation:
Chemical modification of the transported substance driven by phosphoenolpyruvate

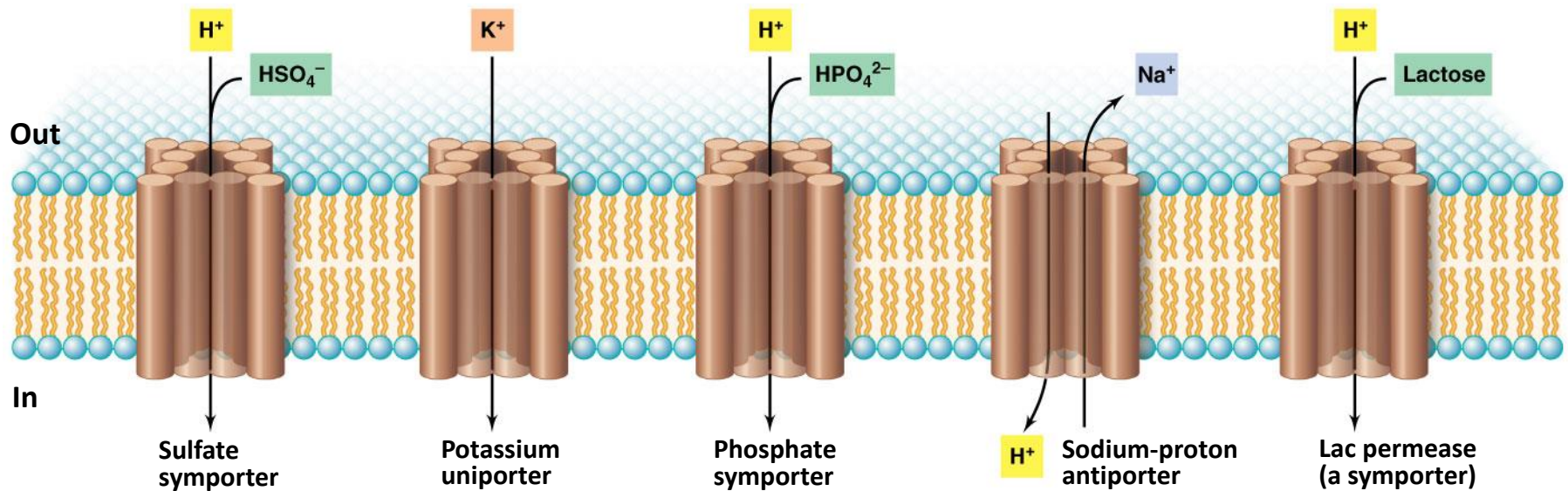
ABC transporter:
Periplasmic binding proteins are involved and energy comes from ATP



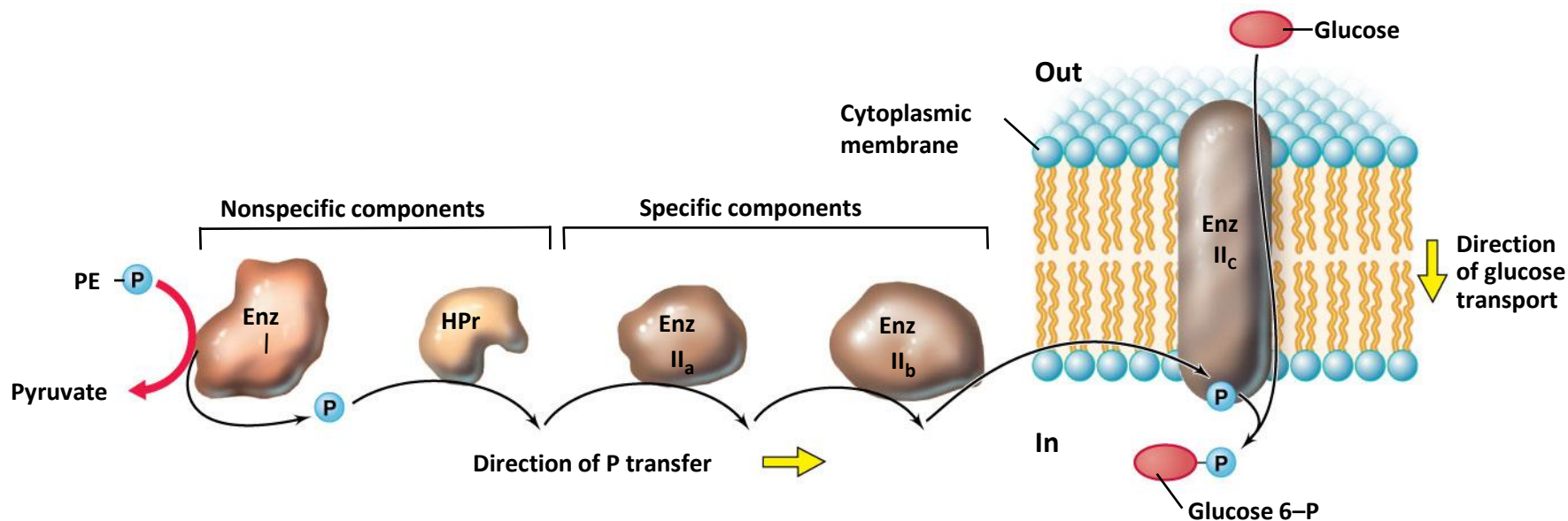
- Events possibles: *uniport*, *simport* i *antiport*



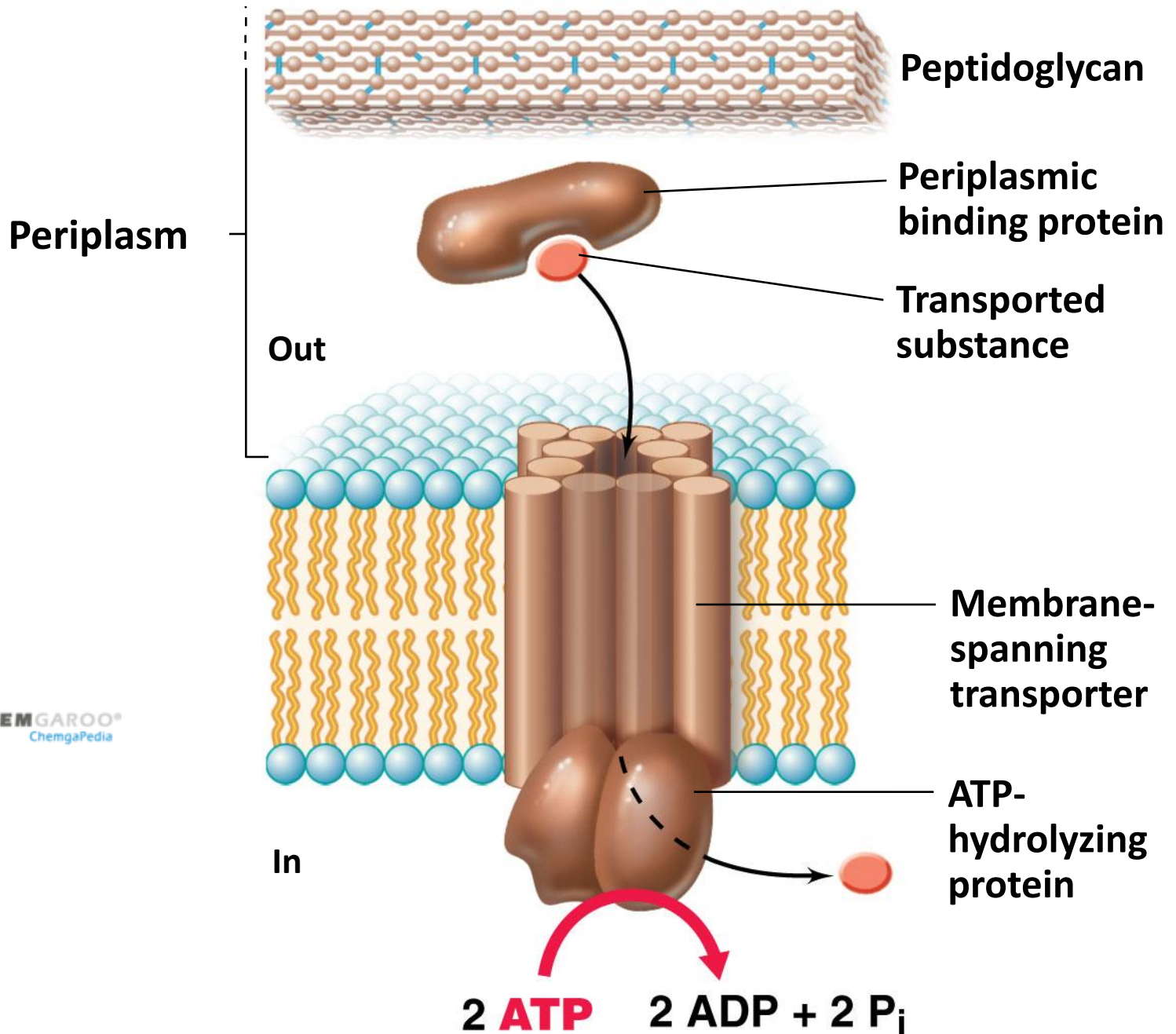
- Transport Simple:
 - Lac Permeasa d'*Escherichia coli*
 - Lactosa (simport dirigit per energia)
 - Altres



- Translocació de grup (sistema fosfotransferasa d'*E. coli*)
 - Translocació de grup: la substància transportada es modifica químicament durant el transport
 - Transport de glucosa, fructosa i manosa
 - Intervenen cinc proteïnes
 - Energia provinent del fosfoenolpiruvat



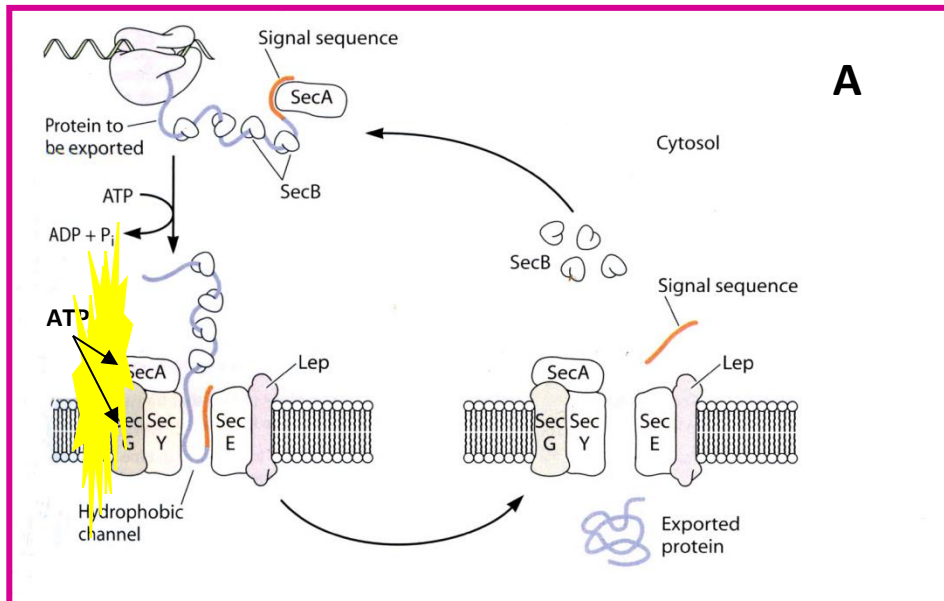
- *Sistema ABC (ATP-Binding Cassette)*
 - >200 sistemes diferents identificats en procariotes
 - Involucrats en l'entrada de:
 - Compostos orgànics (sucres, aminoàcids, ...)
 - Nutrients inorgànics (sulfat, fosfat, ...)
 - Metalls traça
 - Solen tindre gran especificitat pel substrat
 - Contenen proteïnes d'unió periplàsmiques



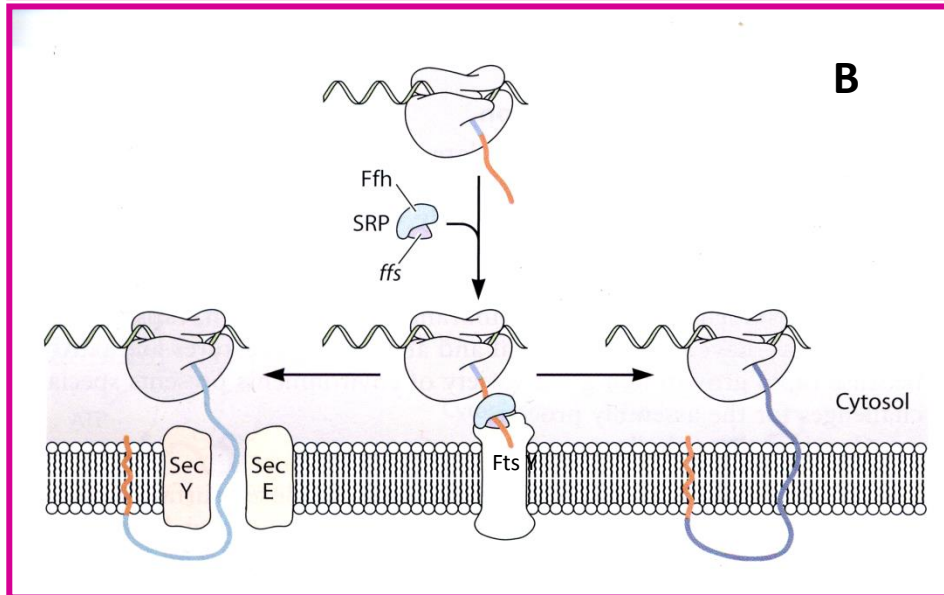
- Exportació de proteïnes
 - Translocases: responsables de l'exportació de proteïnes i inserció de proteïnes a la membrana dels procariotes)
 - Sistema translocasa Sec: exporta proteïnes i insereix proteïnes integrals de membrana dins la membrana
 - Sistem de secreció Tipus III: comú en bacteris patogènics; les proteïnes es secreten directament dins l'hoste

Translocació de proteïnes a través de la membrana citoplàsmica

Sistema Sec: secreció/exportació de proteïnes



- A:** Exportació de proteïnes a través de la membrana a l'entorn de la cèl·lula
- secA:** proteïna que reconeix la seqüència senyal
- secB:** xaperona específica per a proteïnes a exportar
- secY, E, G:** proteïnes que formen un canal hidrofílic en la membrana
- Lep:** peptidasa que elimina la seqüència senyal



- B:** Exportació de proteïnes de membrana
- SRP:** partícula que reconeix la seqüència senyal. Formada per una proteïna (Ffh) i una molècula de RNA (ffs)
- FtsY:** Receptor de membrana de SRP

ESTRUCTURA I FUNCIÓ EN PROCARIOTES

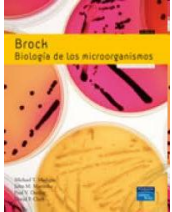
Paret cel·lular de bacteris i arqueus

A. Bacteris

- I. Diferències estructurals i químiques entre bacteris.
- II. Mureïna o peptidoglicà: estructura, composició i biosíntesi.
- III. Creixement de la paret i agents que l'afecten.
- IV. Paret de gram-negatiu.
- V. Paret de gram-positiu.
- VI. Paret dels àcido-resistents.
- VII. Paret de micobacteris.

B. Arqueus

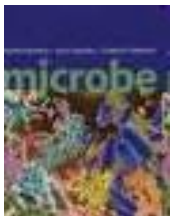
Bibliografia



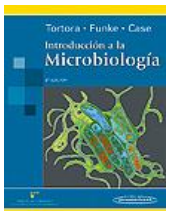
“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 4



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítol 3



“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 2



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 4

La membrana cel·lular bacteriana es pot alterar per la presència de detergents o de pressions osmòtiques intracel·lulars elevades

Tema 3

ESTRUCTURA I FUNCIÓ EN PROCARIOTES

Paret cel·lular de bacteris i arqueus

A. Bacteris

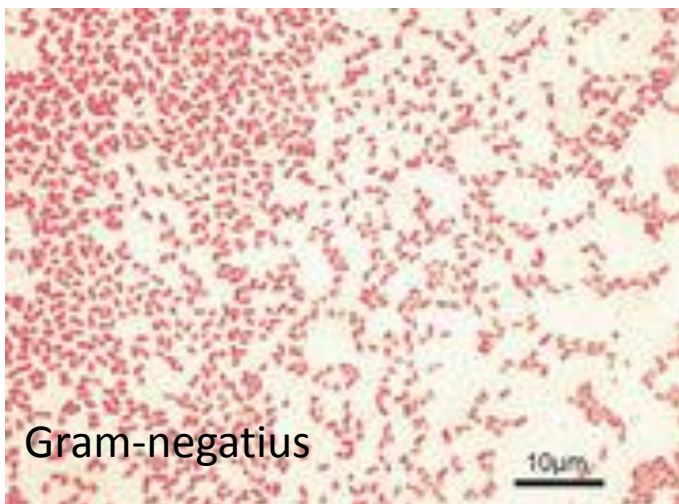
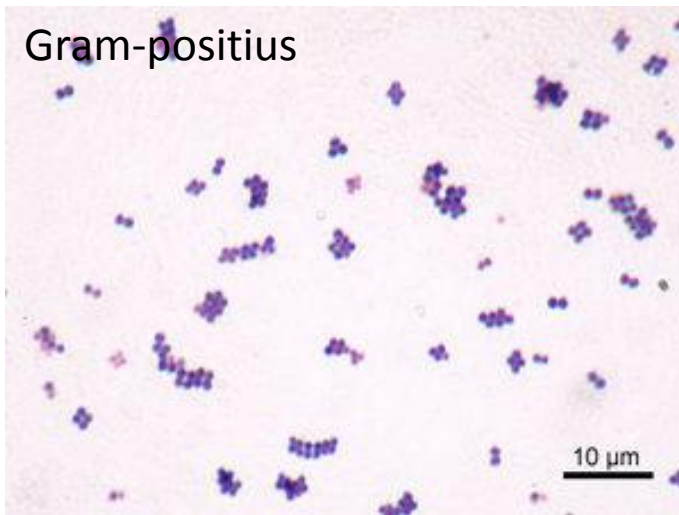
- I. Diferències estructurals i químiques entre bacteris.
- II. Mureïna o peptidoglicà: estructura, composició i biosíntesi.
- III. Creixement de la paret i agents que l'afecten.
- IV. Paret de gram-negatiu.
- V. Paret de gram-positiu.
- VI. Paret dels àcido-resistents.
- VII. Paret de micobacteris.

B. Arqueus

A. Bacteris

I. Diferències estructurals i químiques entre bacteris

- Gram-positius
- Gram-negatius
- Àcido-resistents
- Micoplasmes



- La diferent composició bioquímica de les parets de dos grups de bacteris és responsable del seu diferent comportament enfront d'un colorant format per violeta de genciana i una solució iodurada (coloració Gram).
- Es distingeixen els bacteris grampositius (retenen el Gram després de rentar-les amb alcohol) i els gramnegatius (perden la seva coloració).

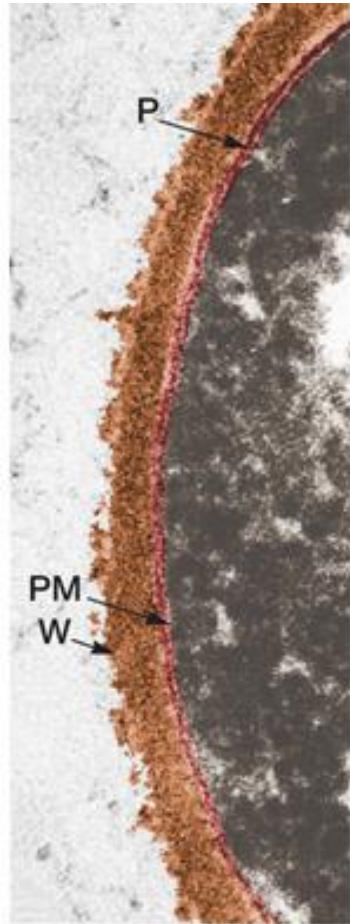
PLAY

Hans Christian Joachim Gram (1853 - 1938) fou un bacteriòleg danès, que va desenvolupar la tinció de Gram, d'ampli ús en microbiologia.

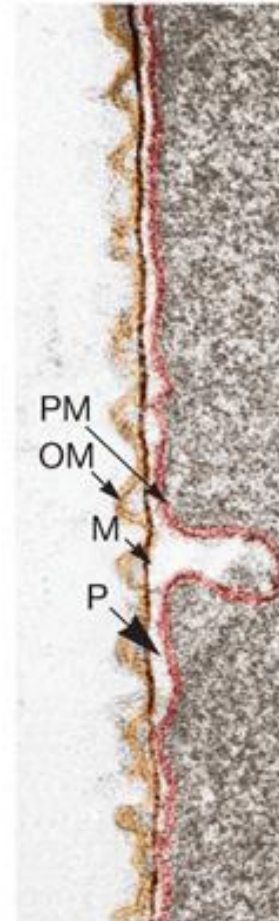
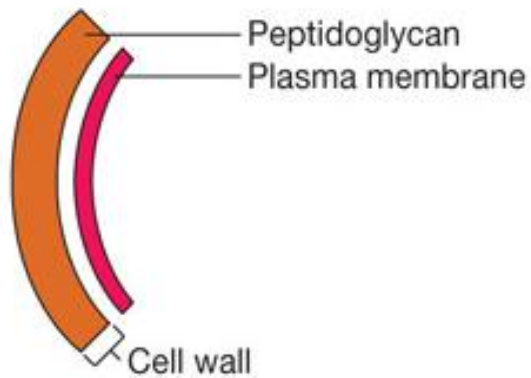


Graduat en medicina a Copenhaguen el 1878, va viatjar per diversos països d'Europa entre 1878 i 1885 estudiant farmacologia i bacteriologia.

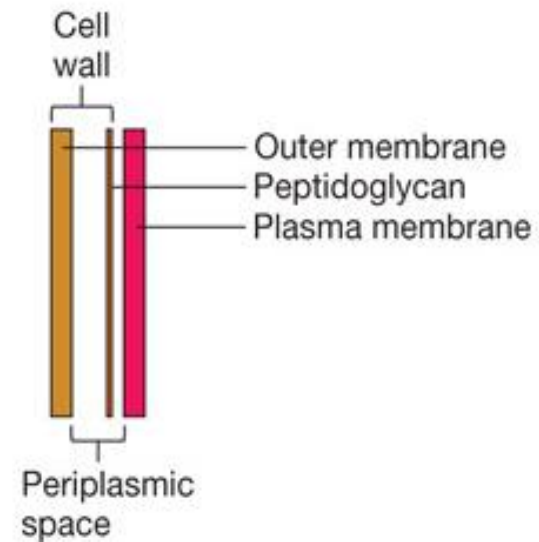
Mentre es trobava a Berlín el 1884, va descobrir el mètode per tenyir els bacteris que porta el seu nom i que es fa servir àmpliament per classificar els bacteris.



The gram-positive cell wall



The gram-negative cell wall

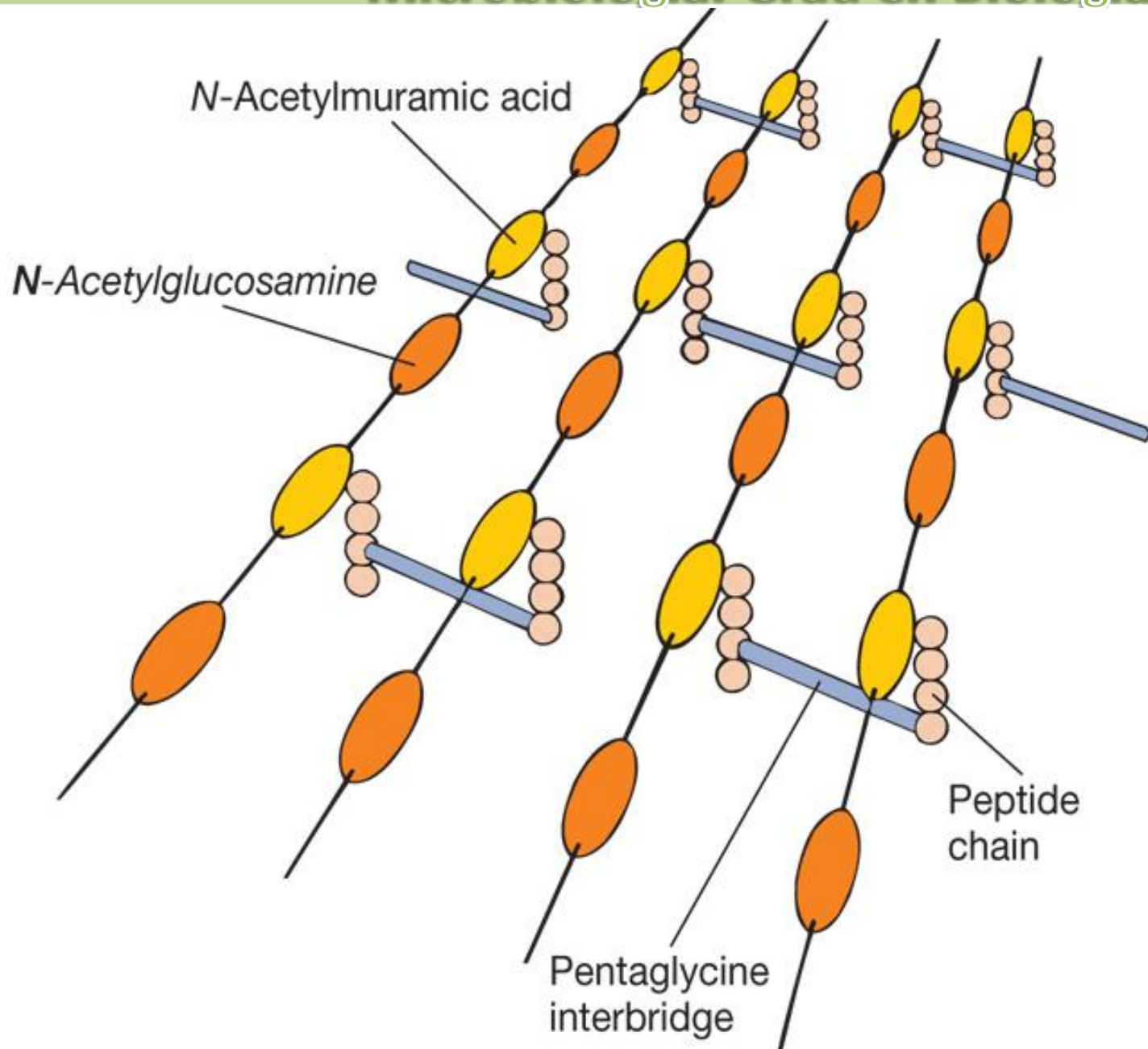


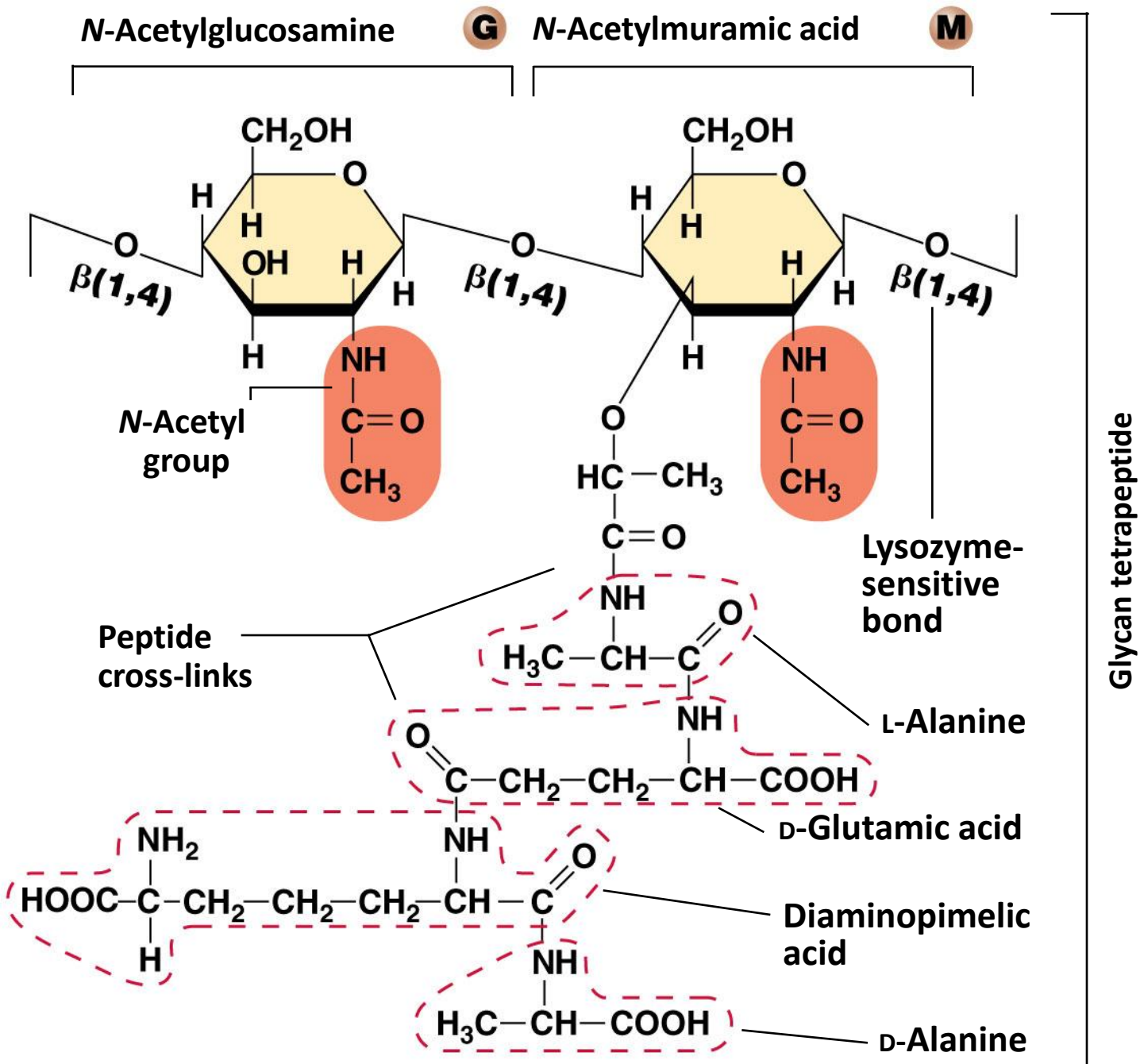
II. Mureïna o peptidoglicà. Estructura, composició i biosíntesi.

Peptidoglicà

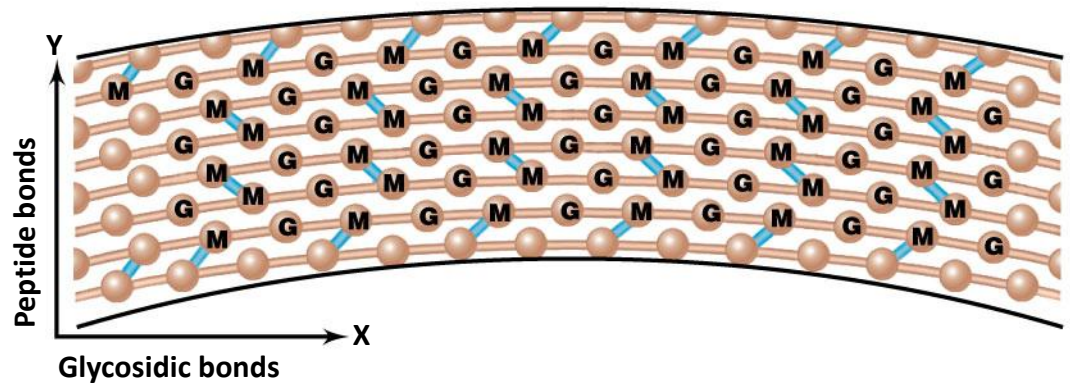
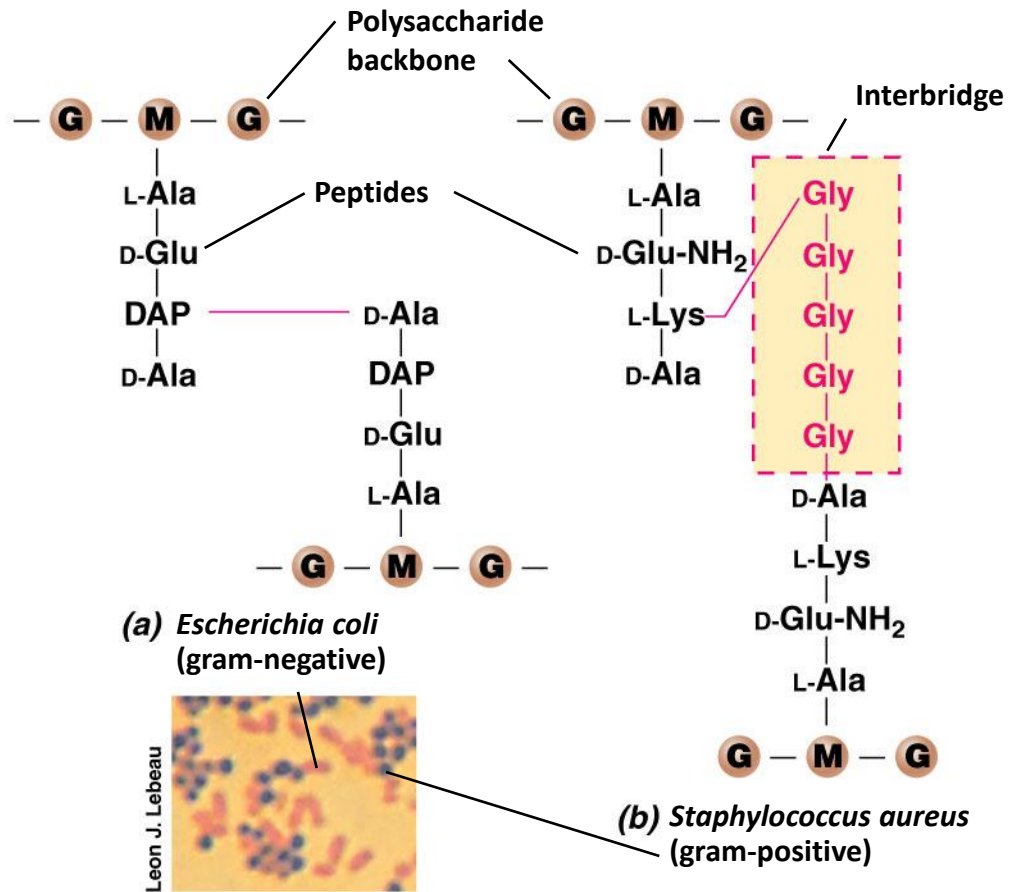
- Capa rígida que li dona consistència a la paret cel·lular
- Polisacàrid format de
 - *N*-acetilglucosamina i àcid *N*-acetilmuràmic
 - Aminoàcids
 - Gly (Gram +)
 - Àcid *meso*-diaminopimèlic (DAP) (Gram -)
 - D-Glu, D-Ala

NO EXISTEIXEN A LES PROTEÍNES





- L'entrecreuament és diferent entre bacteris gram-negatiu i bacteris gram-positiu

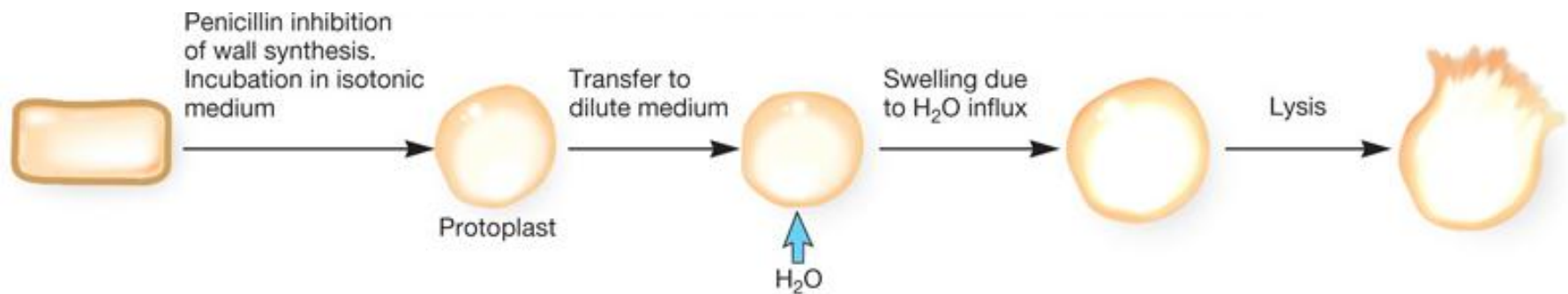


(c)

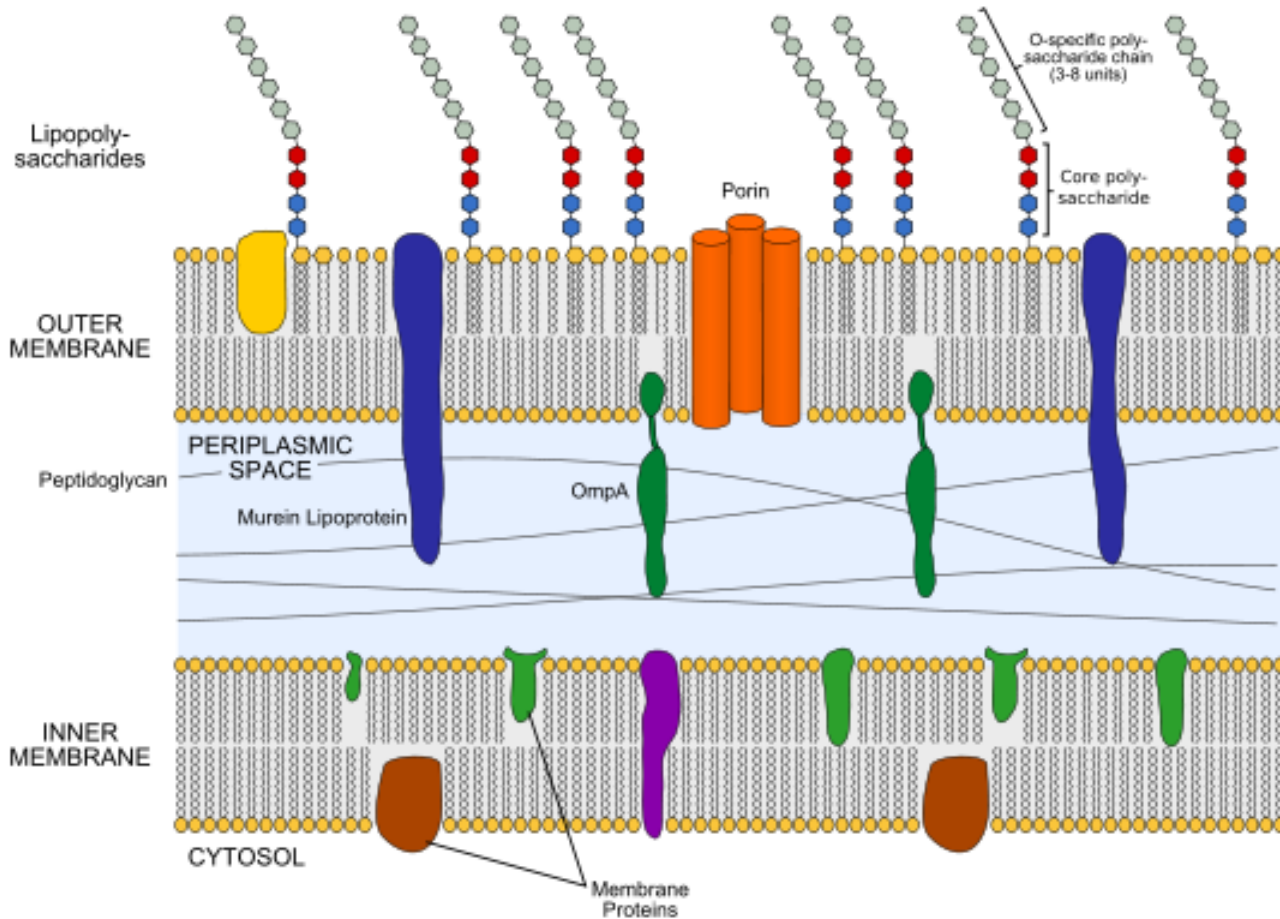
III. Creixement de la paret i agents que l'afecten

Lisozim: hidròlisi de l'enllaç entre l'àcid N-acetilmuràmic i la N-acetilglucosamina

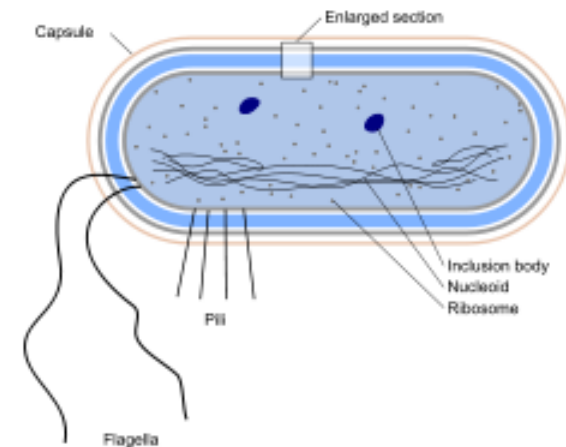
Penicil·lina: inhibició de la síntesi del peptidoglicà

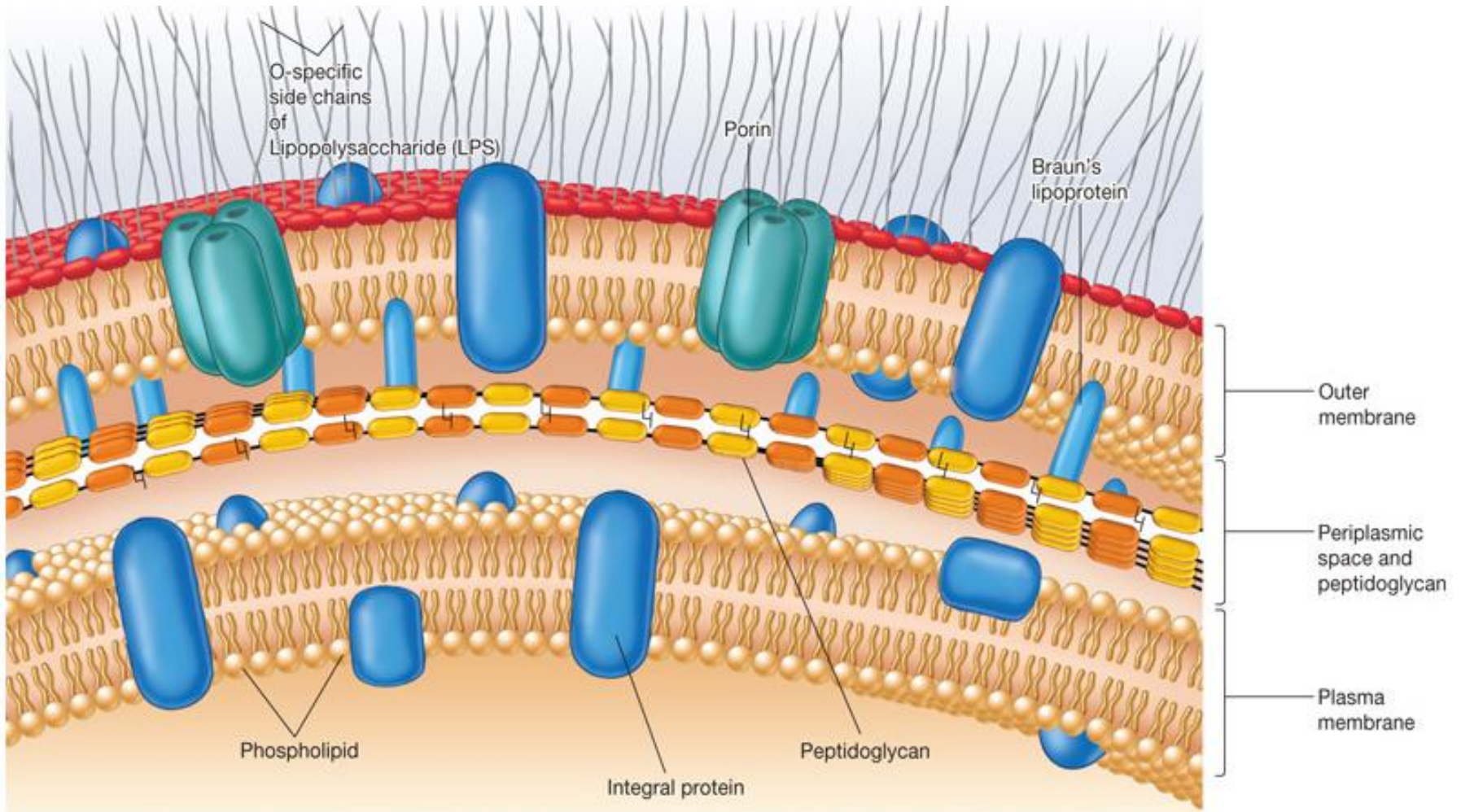


IV. Paret de gram-negatiu

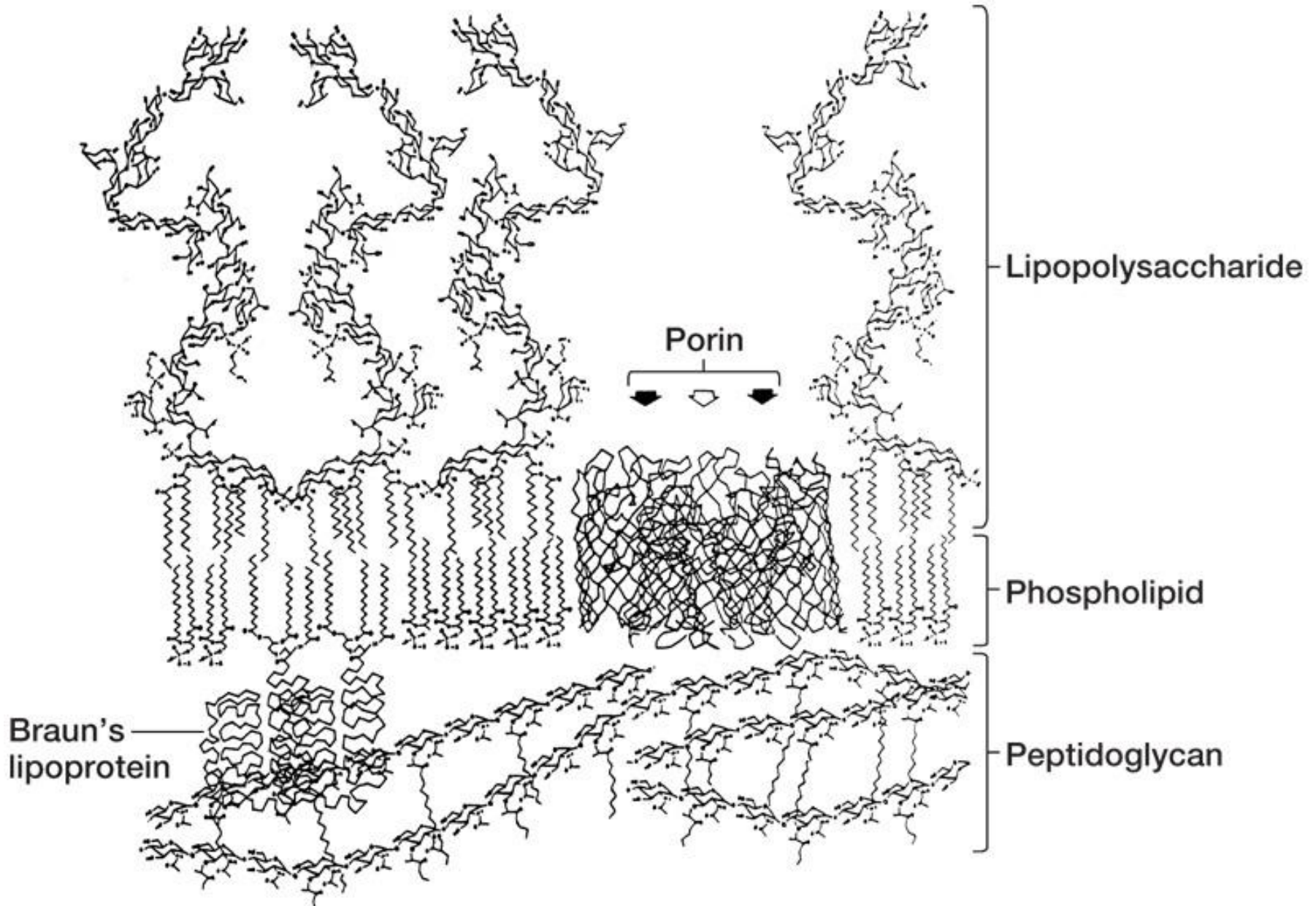


Gram Negative Bacterial Cell Wall

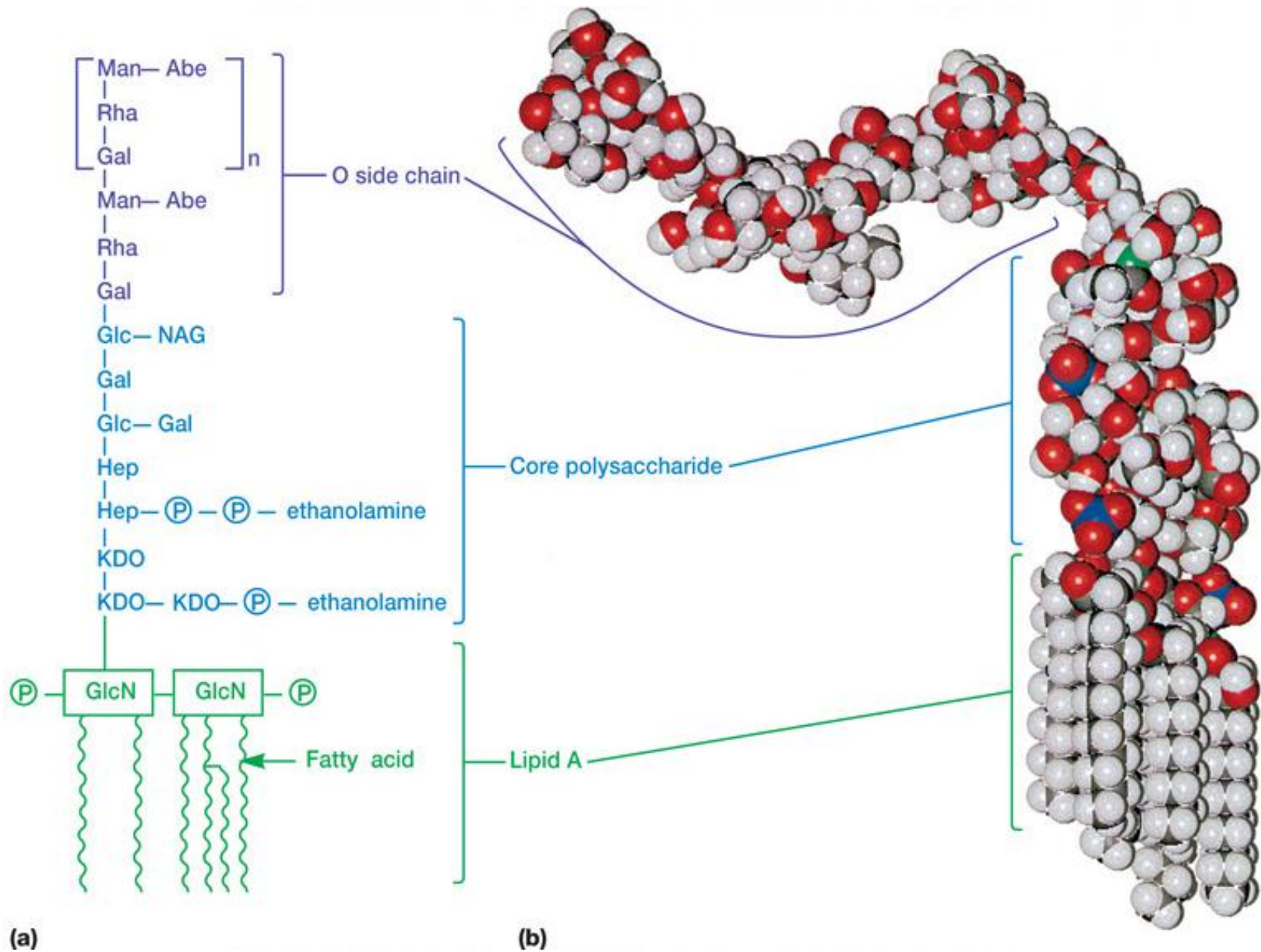




Model químic de la membrana externa d'*E. coli*



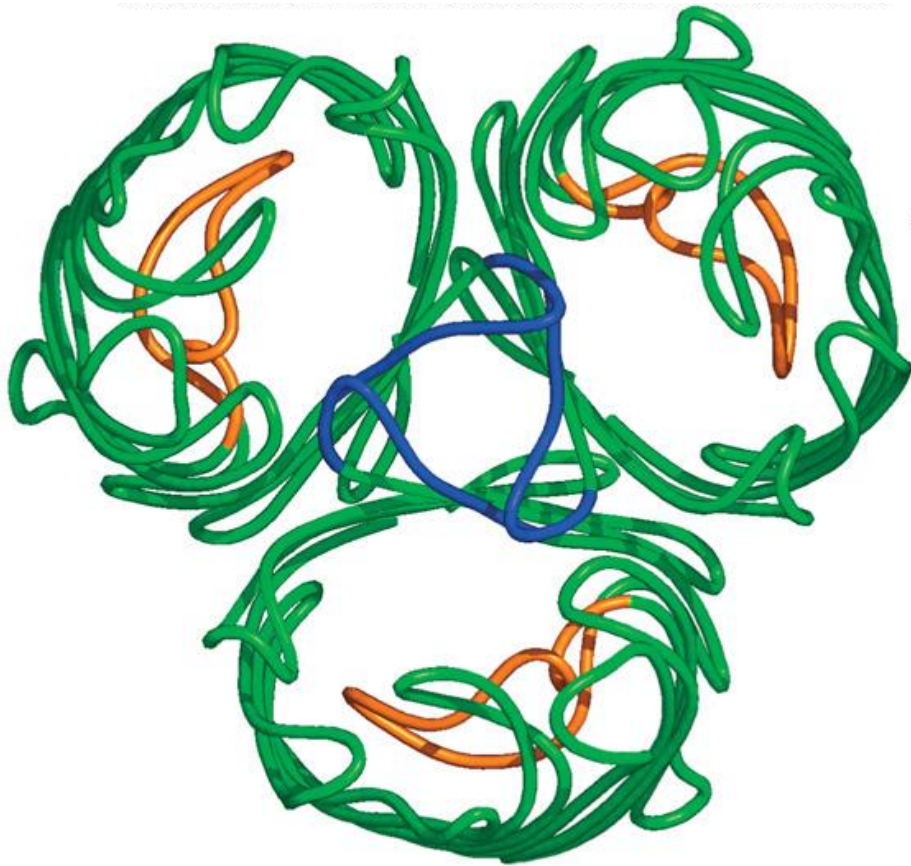
- El contingut en peptidoglicà és ~10%
- La membrana externa (majoritàriament una capa de lipopolisacàrid LPS)
 - LPS format per:
 - polisacàrid central
 - cadena lateral (O-polisacàrid)
 - Lípid A
 - LPS substitueix la majoria dels fosfolípids a la part externa de la membrana externa
 - Endotoxina: component tòxic del LPS



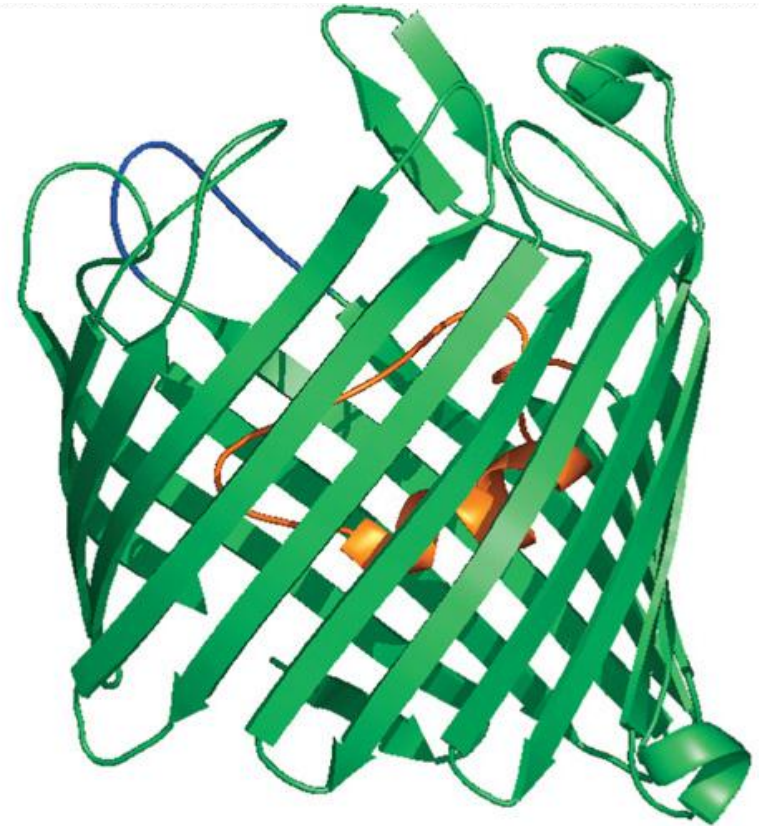
(a)

(b)

- Porines: canals que permeten el moviment de substàncies hidrofíliques amb un pes molecular baix < 1500 Da (sucres, ions, aminoàcids)

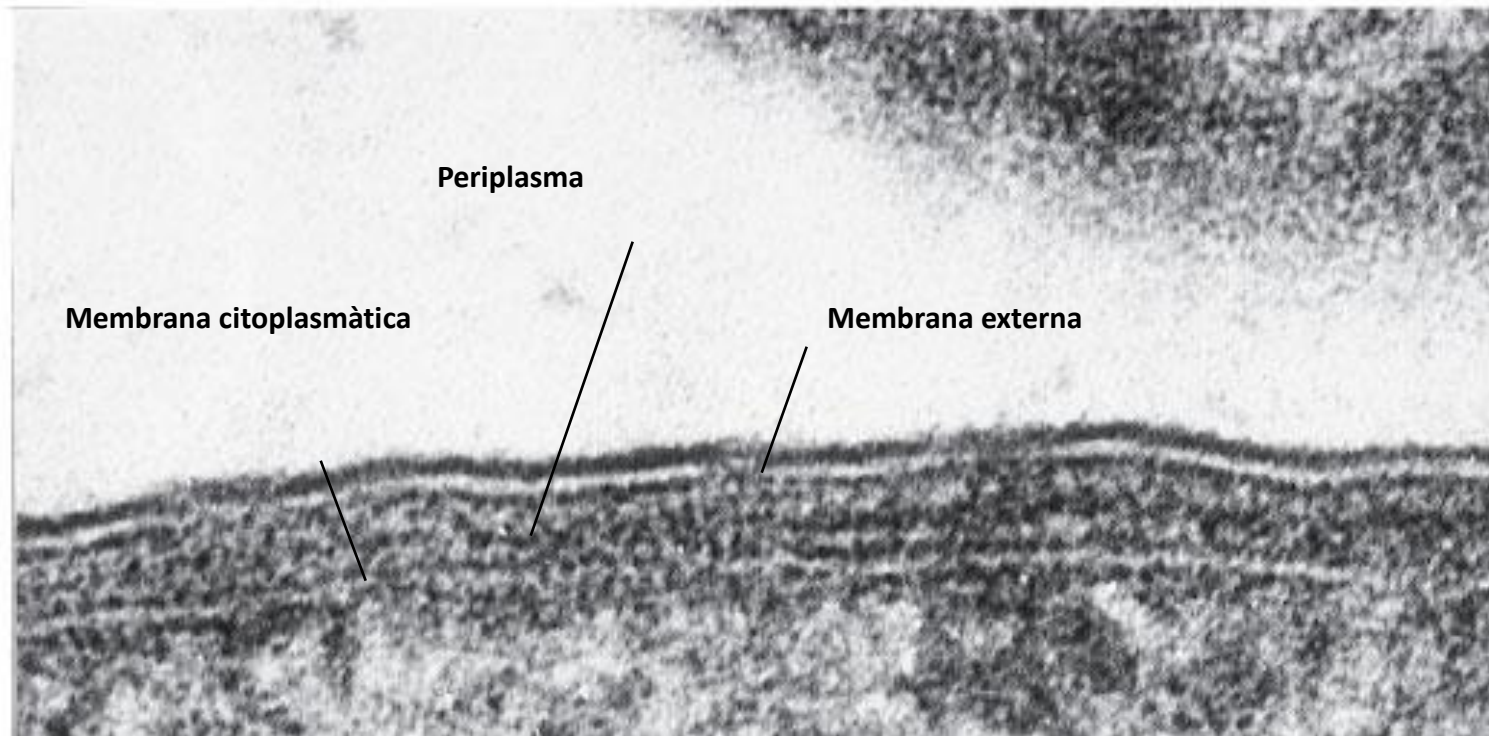


(a) Porin trimer



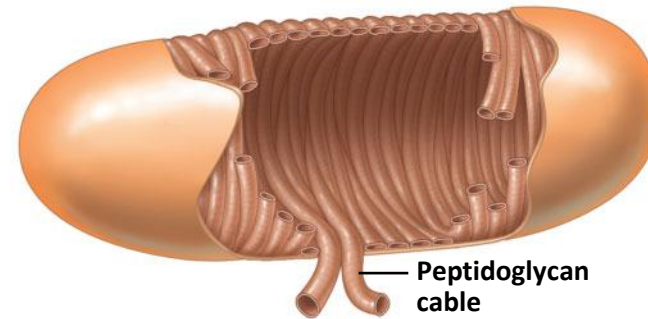
(b) OmpF side view

- Periplasma: espai localitzat entre el citoplasma i les membranes externes
 - ~15 nm d'ample
 - Contingut amb consistència de gel
 - Conté moltes proteïnes

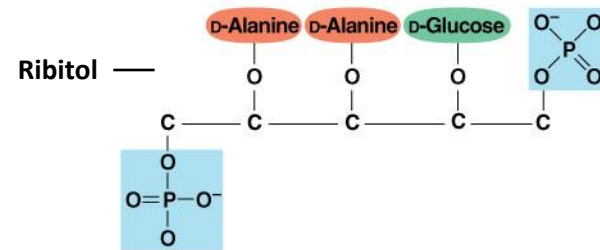


V. Paret de gram-positius

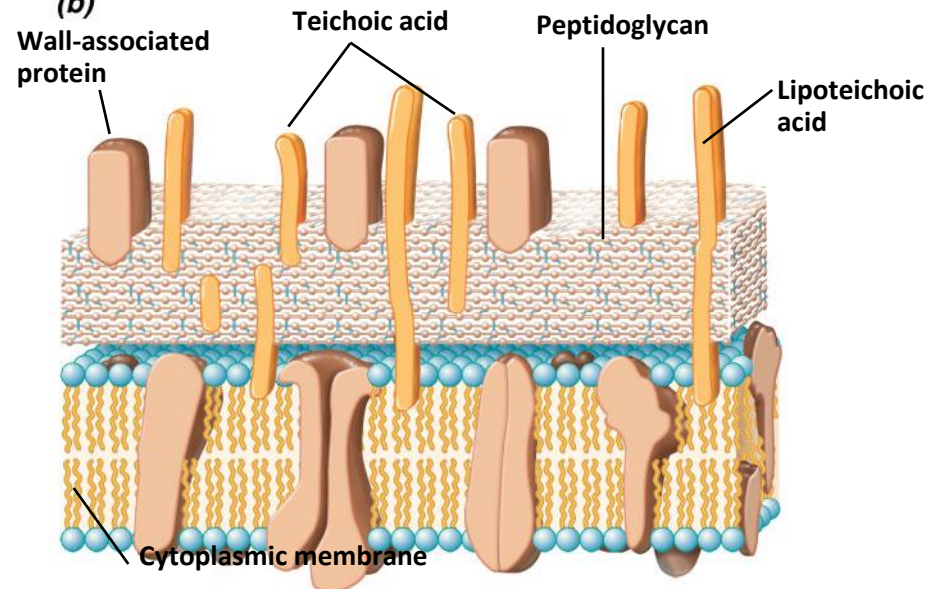
- Pot tenir fins un 90% de peptidoglicà
- Sol tenir àcids teicoics incrustats a la paret cel·lular
 - Àcids lipoteicoics: àcids teicoics units a lípids de membrana de manera covalent

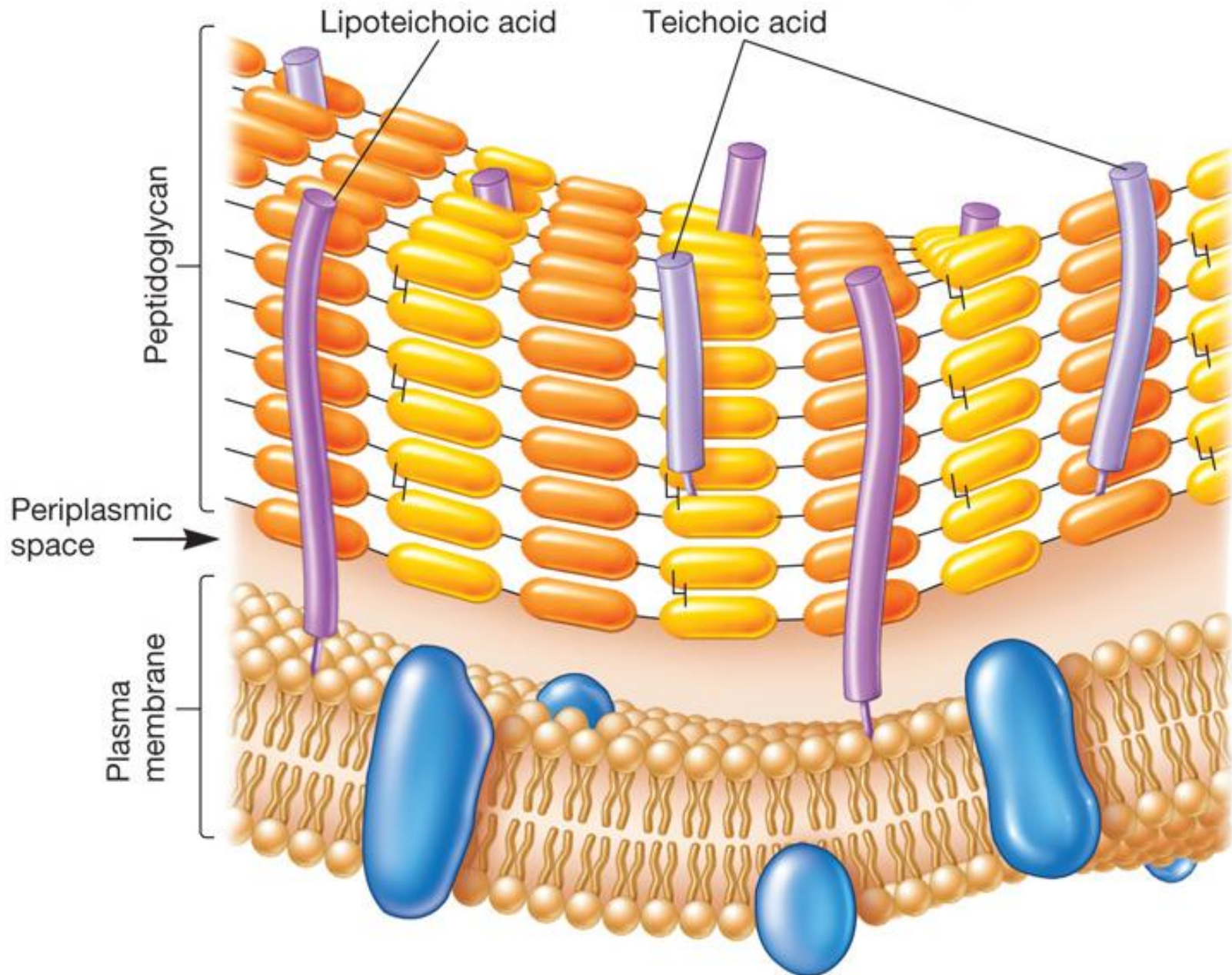


(a)



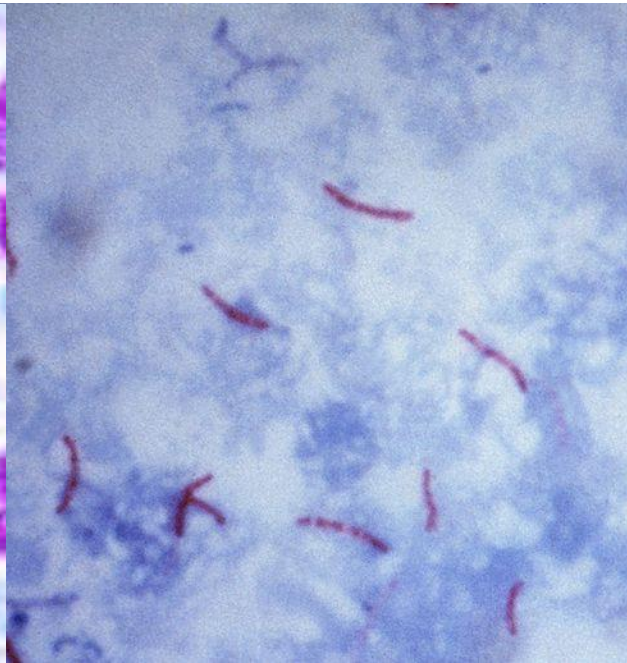
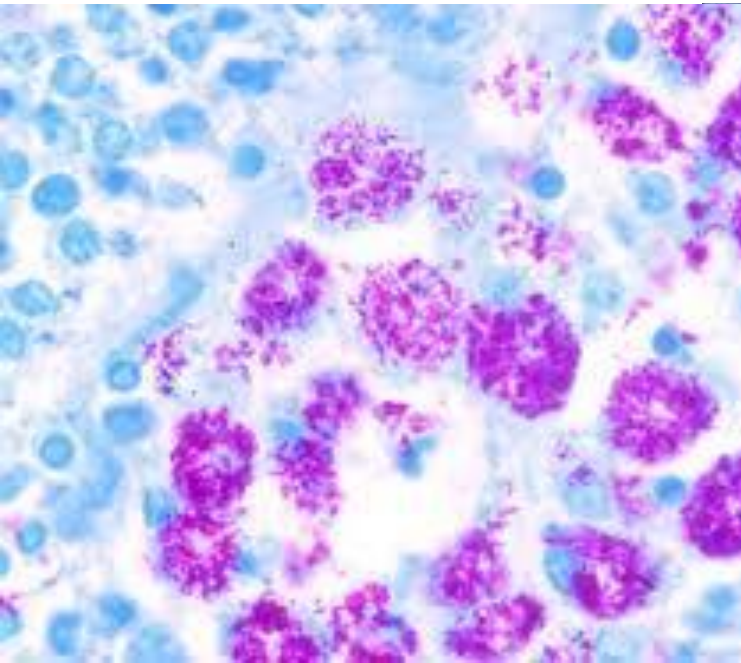
(b)



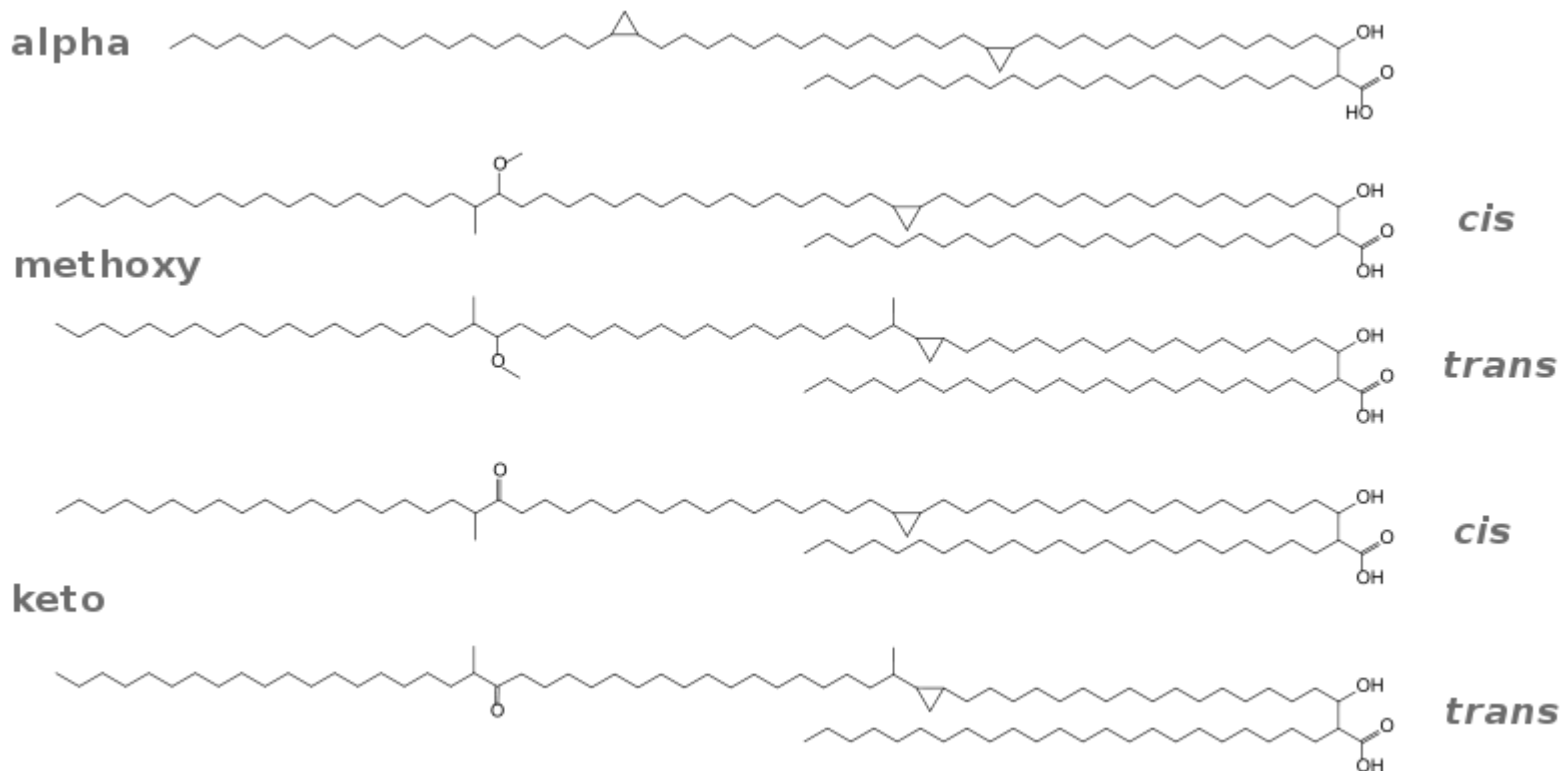


VI. Paret dels àcido-resistents (AAR)

- Amb una membrana lipídica bilaminar formada per ceres (àcids micòlics) lligats covalentment a la mureïna
- *Mycobacterium tuberculosis*, *Rhodococcus*, *Nocardia*, *Criptosporidium*
- Tinció Ziehl-Neelsen

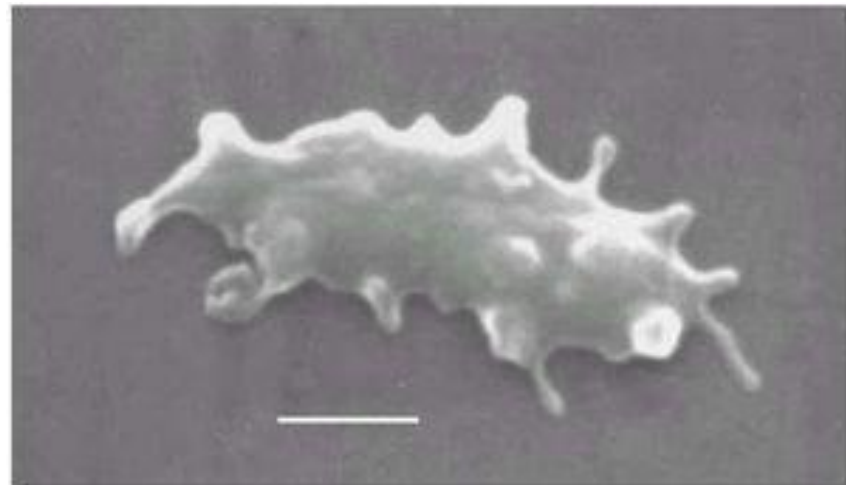
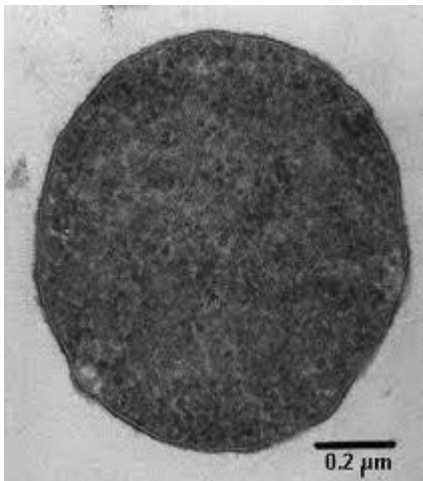


- Àcids micòlics: cadenes curtes β -hidroxi amb cadenes laterals α -alquil.
- Cada molècula te 60-90 àtoms de C, variable segons l'espècie.

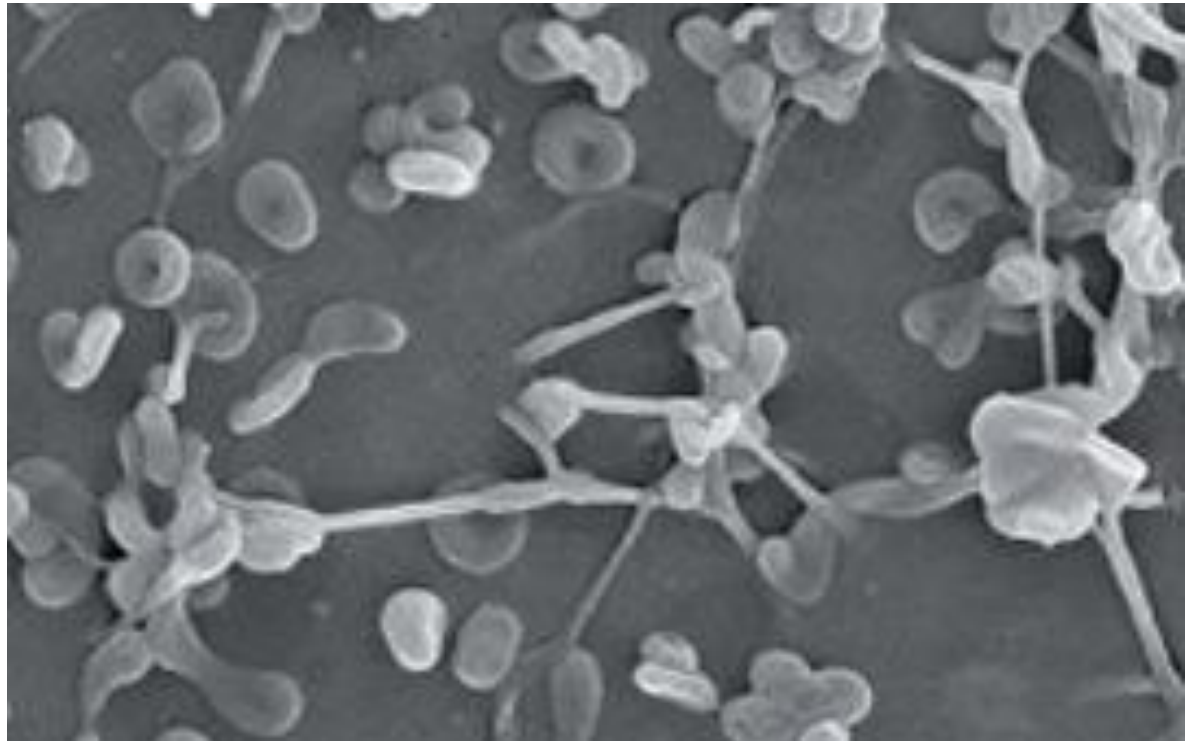
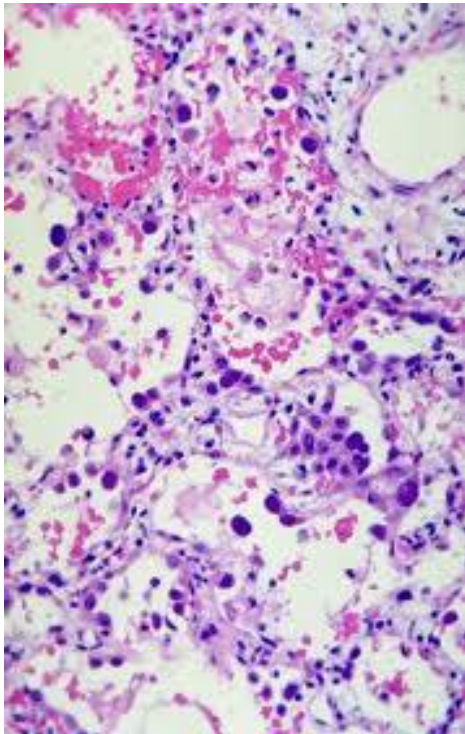


VII. Paret de micobacteris

- Sense paret cel·lular (sense mureïna) per la qual cosa no estan afectats per molts antibiòtics com la penicil·lina o altres que tenen l'objectiu d'atacar la paret cel·lular. Poden ser paràsits o sapròfits.
 - *Thermoplasma* (arqueu)



- Micoplasmes, bacteris patogènics pleomòrfics (*Mycoplasma pneumoniae*) amb esterols adquirits de l'hoste



ESTRUCTURA I FUNCIÓ EN PROCARIOTES

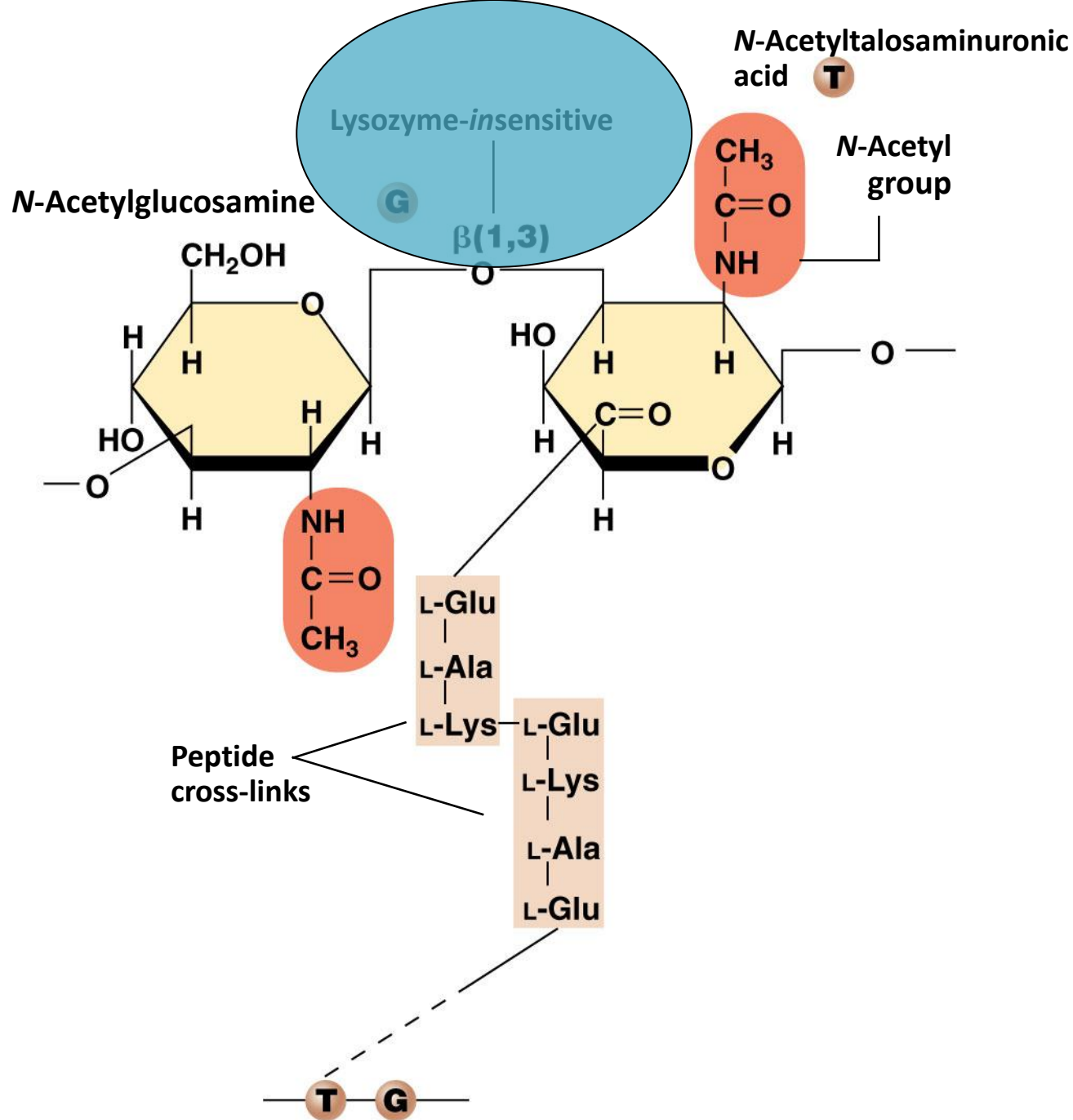
Paret cel·lular de bacteris i arqueus

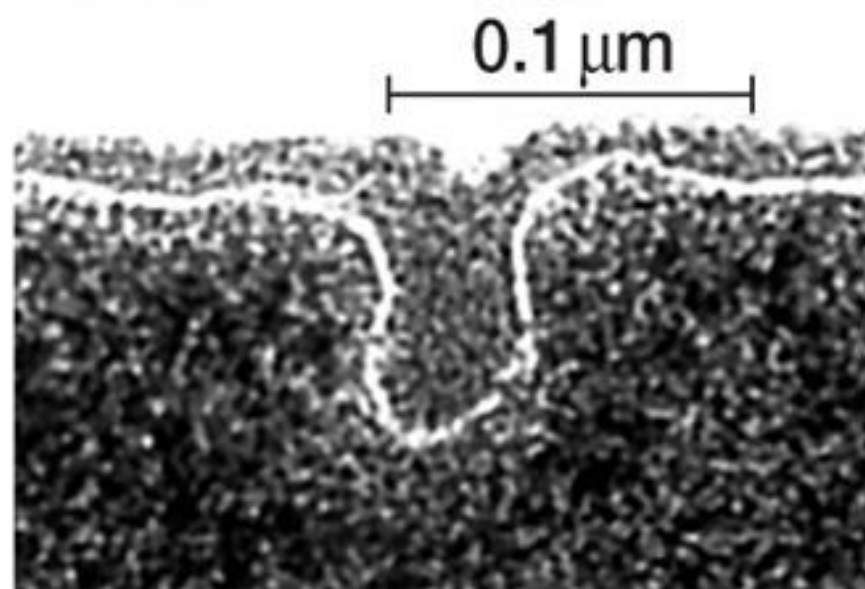
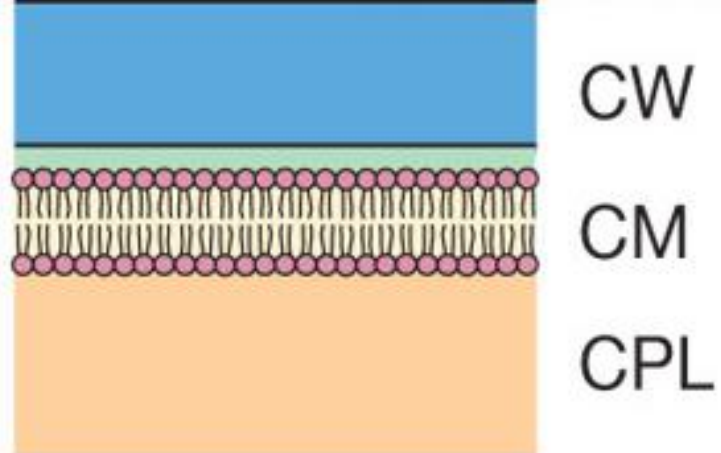
A. Bacteris

- I. Diferències estructurals i químiques entre bacteris.
- II. Mureïna o peptidoglicà: estructura, composició i biosíntesi.
- III. Creixement de la paret i agents que l'afecten.
- IV. Paret de gram-negatiu.
- V. Paret de gram-positiu.
- VI. Paret dels àcido-resistents.
- VII. Paret de micobacteris.

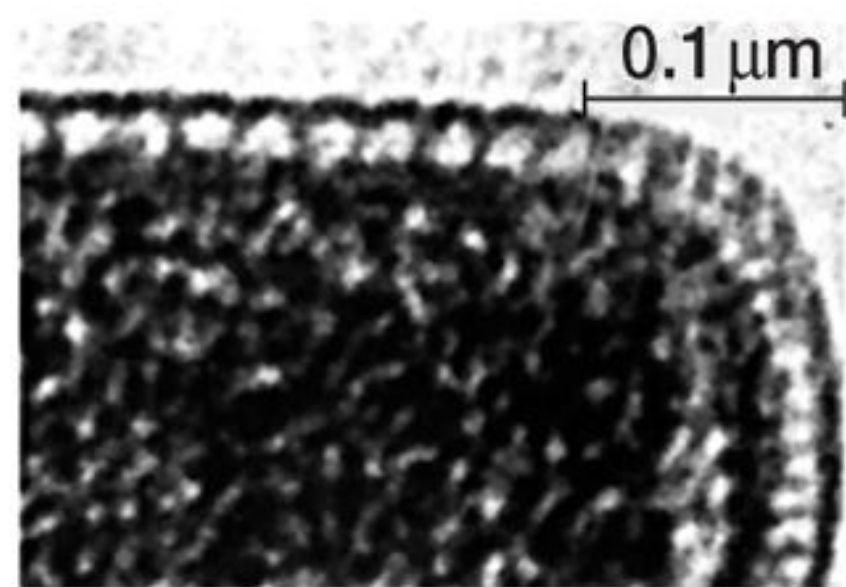
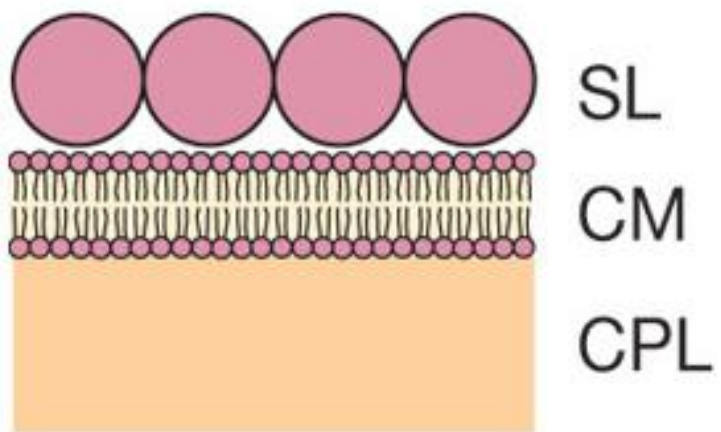
B. Arqueus

- No tenen peptidoglicà
- Típicament no tenen membrana externa
- Posseeixen pseudomureïna
 - Polisacàrid similar al peptidoglicà
 - Compost de *N*-acetilglucosamina i àcid *N*-acetiltalosaminurònic
 - Present en parts cel·lulars d'alguns arqueus metanogènics
- Les parets d'alguns arqueus no posseeixen pseudomureïna





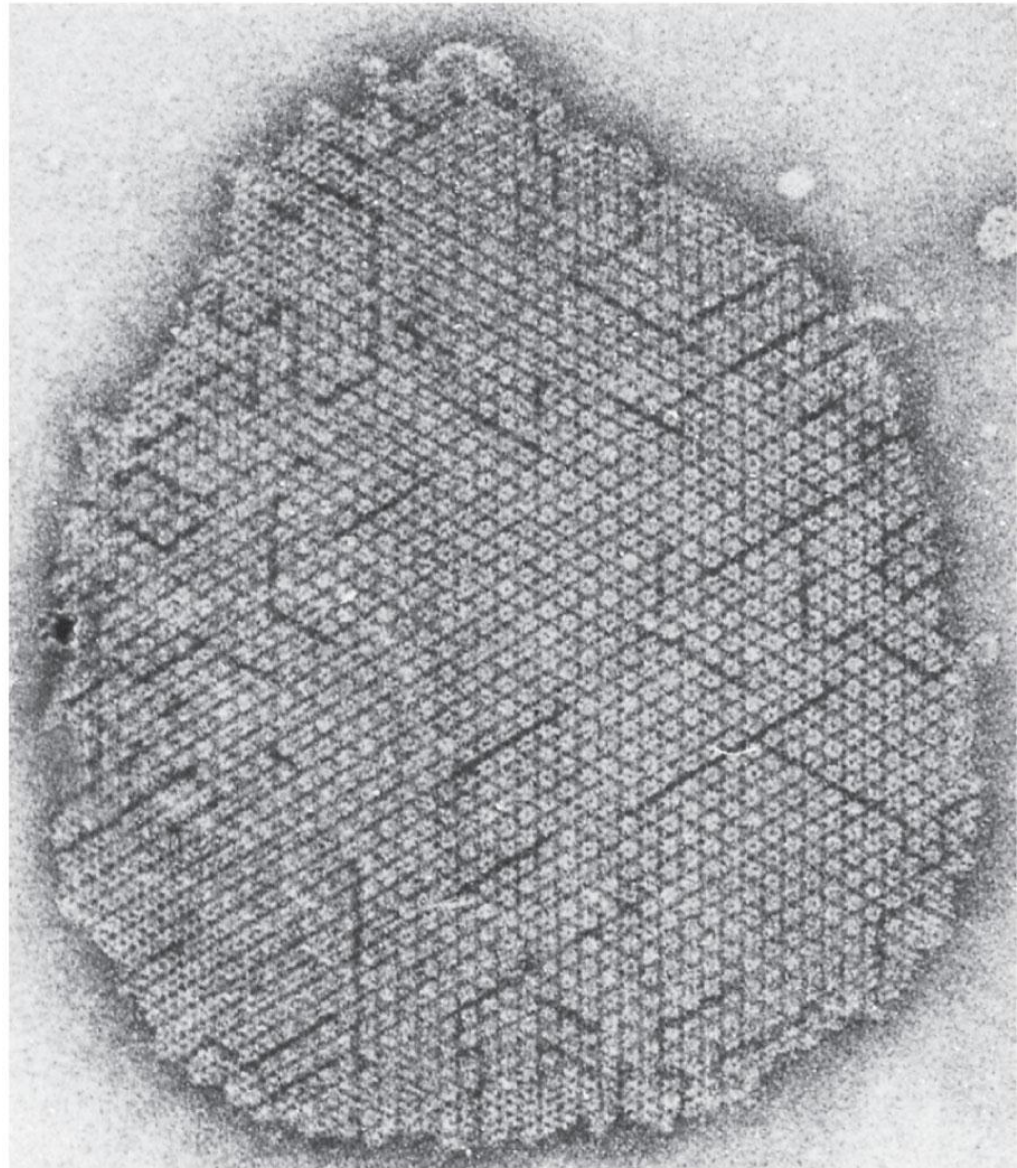
(a) *Methanobacterium*



(b) *Thermoproteus*

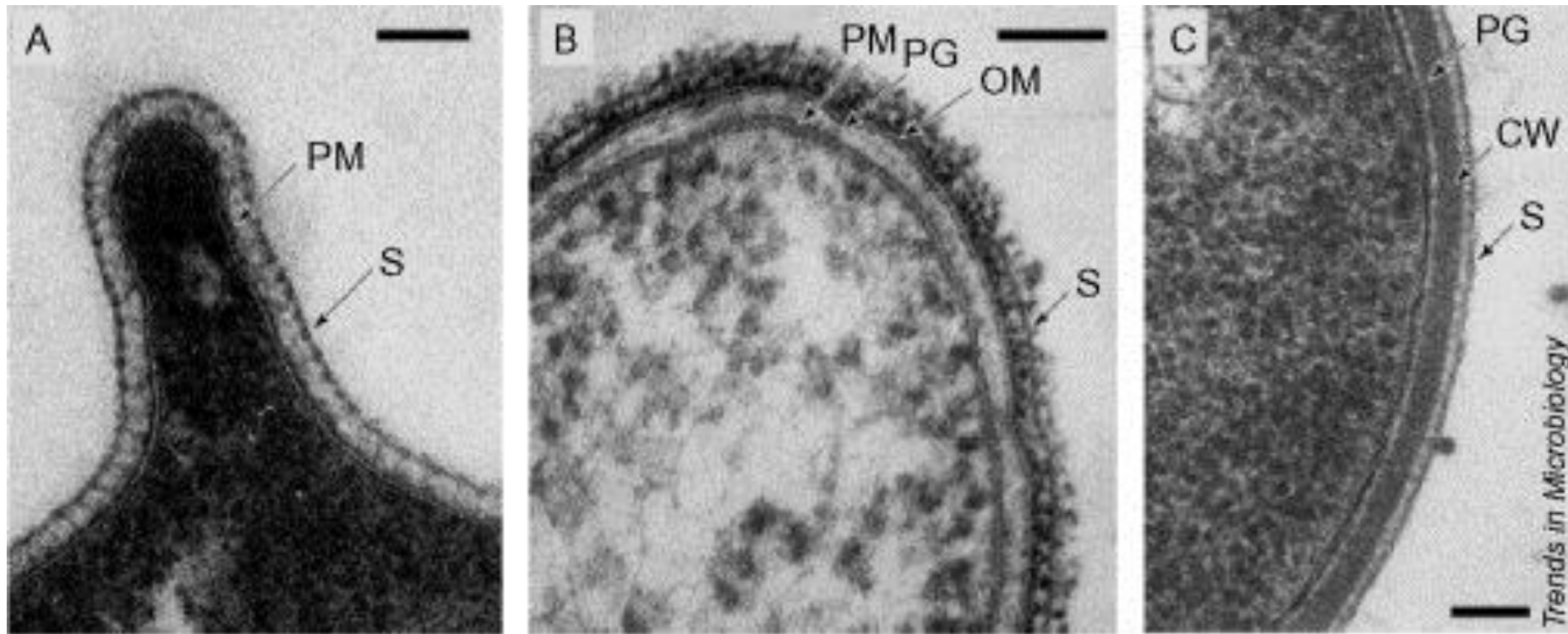
Capas de superfície cristal·lina (Capas S)

- És el tipus més freqüent de paret cel·lular als arqueus
- Format per proteïna o glicoproteïna
- Estructura paracristal·lina (quadrada, hexagonal o obliqua)
- Pot representar el 10-15% del total de proteïnes de la cèl·lula



Funcions biològiques de la capa S

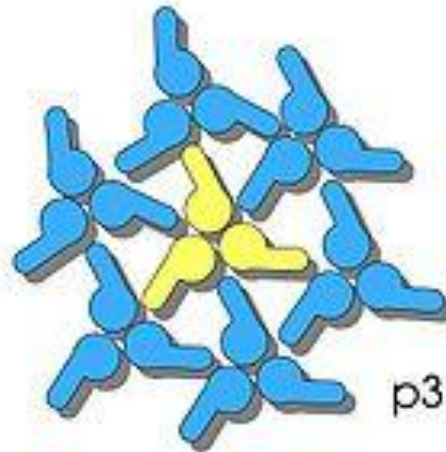
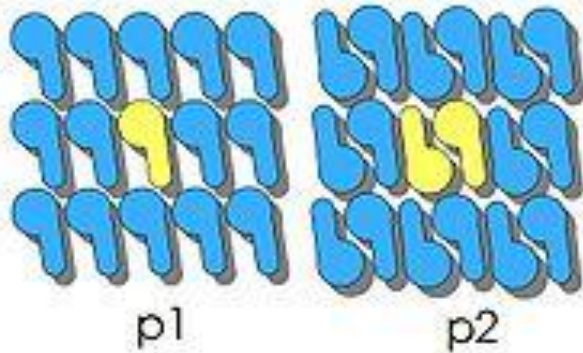
- Com que per molts bacteris la capa S és la part més externa que interacciona amb l'ambient, les seues funcions són molt diverses i varien depenent de l'espècie. Als arqueus Gram-, la capa S és l'únic component de la paret cel·lular i per tant és important per a l'estabilització mecànica. Altres funcions addicionals associades a la capa S inclouen:
 - Protecció contra els bacteriòfags i la fagocitosi.
 - Resistència a pH baixos.
 - Barrera per a les substàncies d'alt pes molecular (p.e, enzims lítics).
 - Adherència.
 - Estabilització de la membrana.
 - Proporciona zones d'adherència per a les exoproteïnes.
 - Proporciona un compartiment periplasmàtic en els procariotes Gram+, juntament amb el peptidoglicà i la membrana citoplasmàtica.



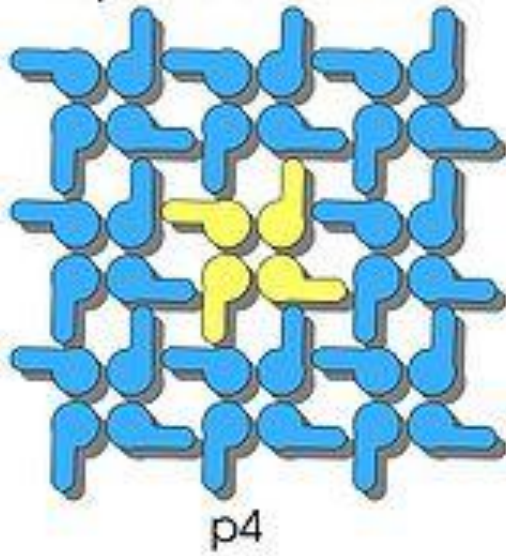
Electron micrographs of thin sections of (A) an archeon (*Sulfolobus acidocaldarius*), (B) a Gram- bacterium (*Aeromonas salmonicida*), and (C) a Gram+ bacterium (*Bacillus thuringiensis*).

Abbreviations: CW, cell wall; OM, outer membrane; PG, peptidoglycan layer; PM, plasma membrane; S, S-layer. Scale bar = 50 nm.

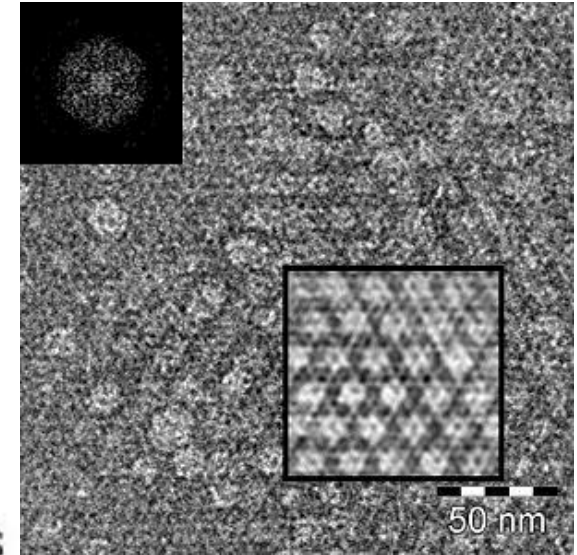
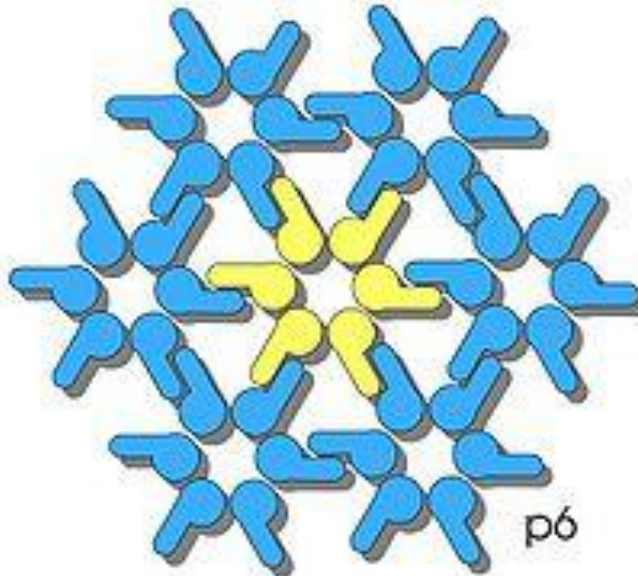
oblique structures



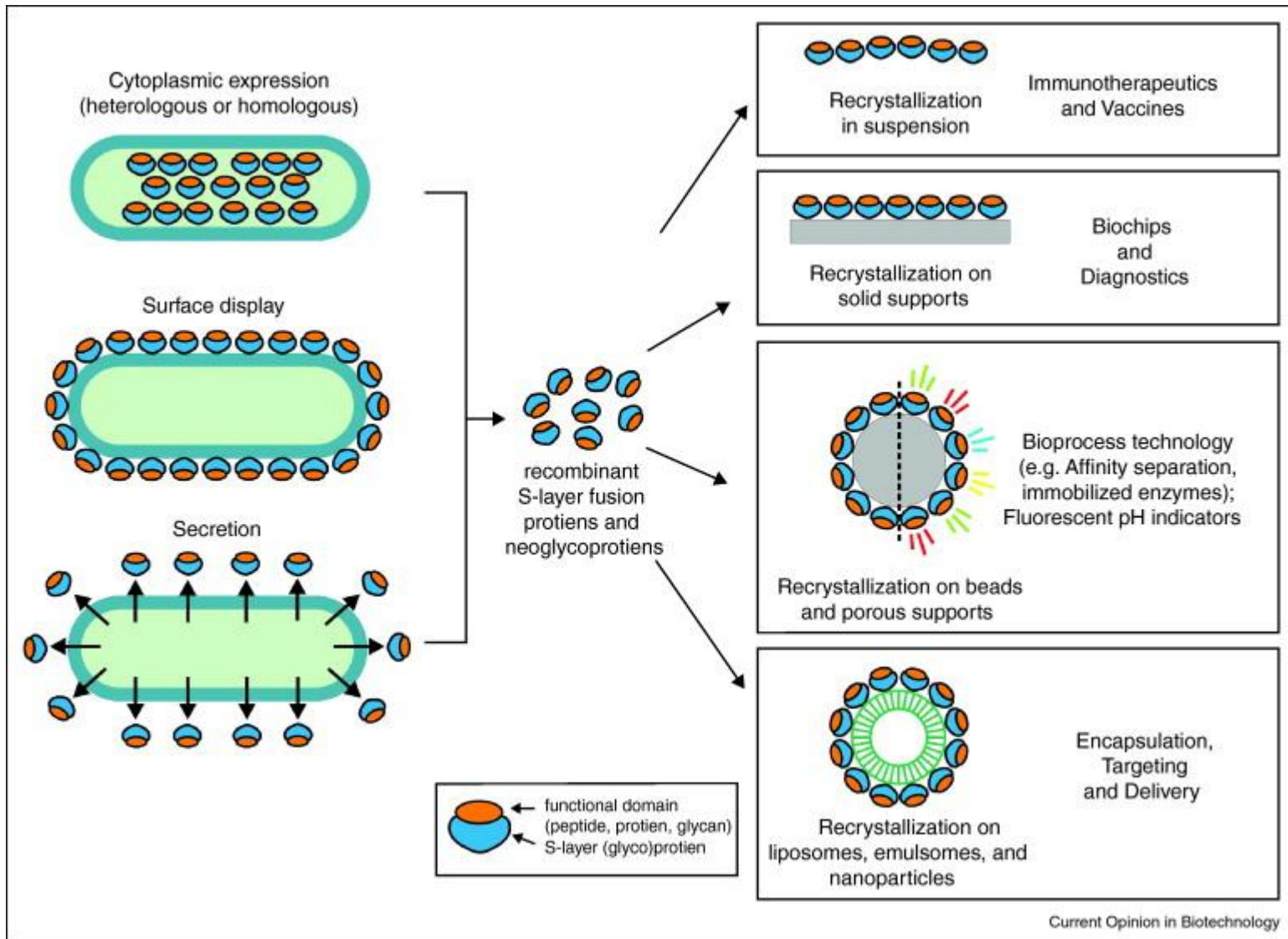
square structure



hexagonal structures



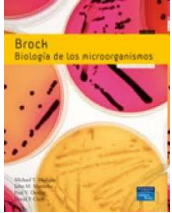
Aplicacions en nanobiotecnologia



ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. Estructures relacionades amb la motilitat. Flagels bacterians: estructura i mecanisme de motilitat. Motilitat per lliscament. Tactismes: bases moleculars. Motilitat en espiroquetes.
- II. Magnetosomes. Vesícules de gas.
- III. Estructures d'adherència: Càpsules, fímbries.
- IV. Materials de reserva i altres inclusions citoplasmàtiques.

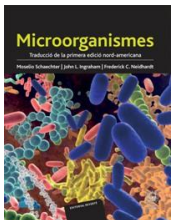
Bibliografia



“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítols 4, 15



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 3, 21



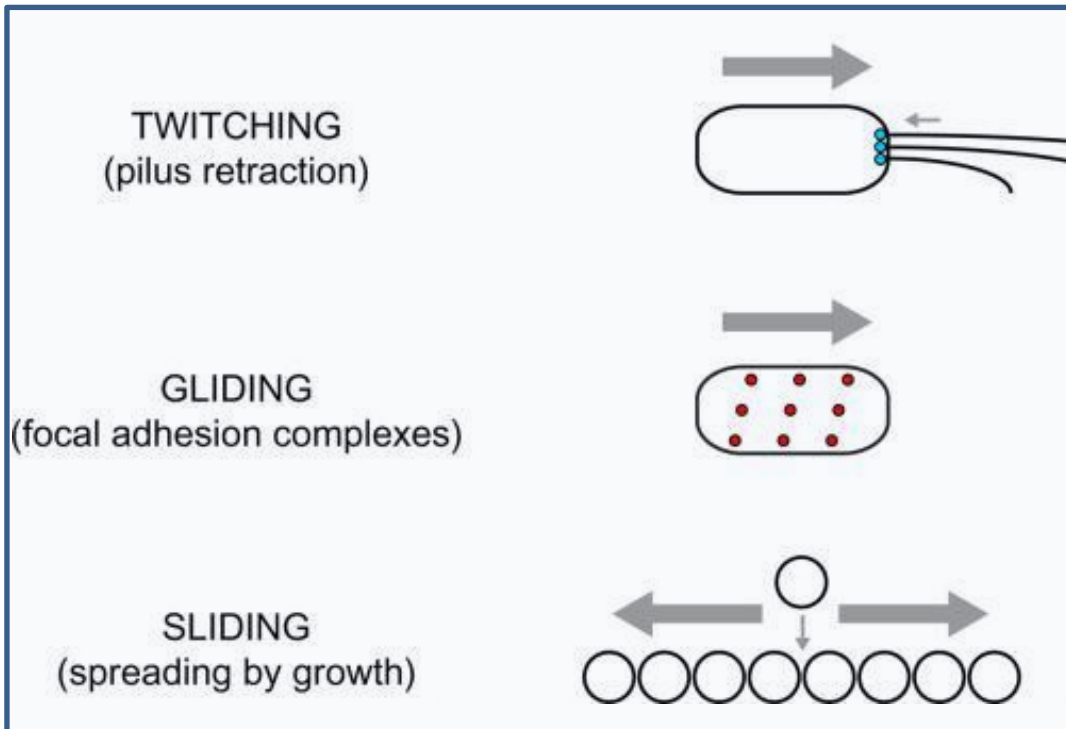
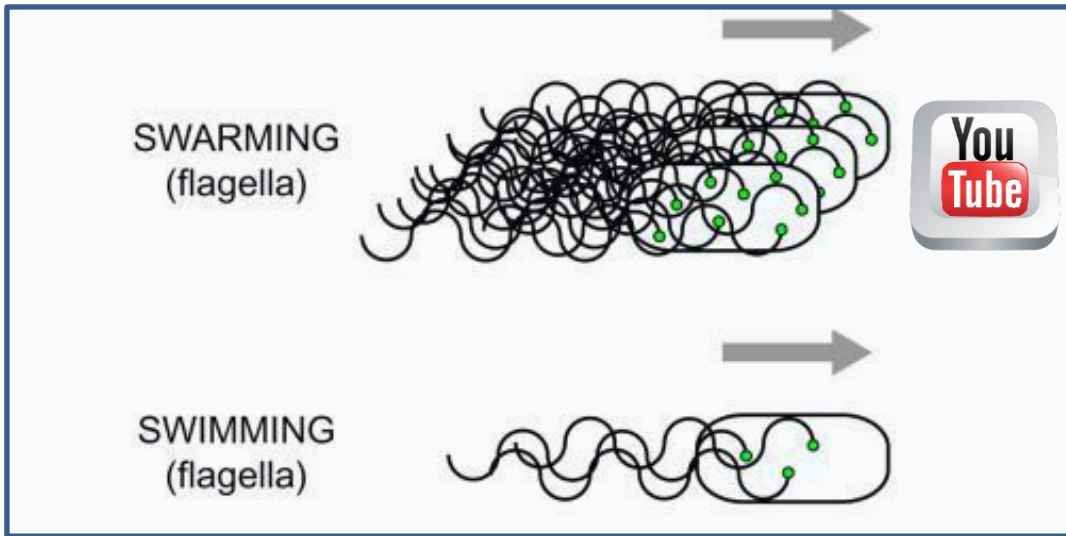
“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítols 2, 3



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 4

ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. Estructures relacionades amb la motilitat.
 1. Flagels bacterians: estructura i mecanisme de motilitat.
 2. Motilitat per lliscament.
 3. Tactismes: bases moleculars.
 4. Motilitat en espiroquetes.
- II. Magnetosomes. Vesícules de gas.
- III. Estructures d'adherència: Càpsules, fímbries.
- IV. Materials de reserva i altres inclusions citoplasmàtiques.



Bacteria move by a range of mechanisms

Swarming is multicellular surface movement powered by rotating helical flagella.

Swimming is individual movement in liquid powered by rotating flagella.

Twitching is surface movement powered by the extension and retraction of pili.

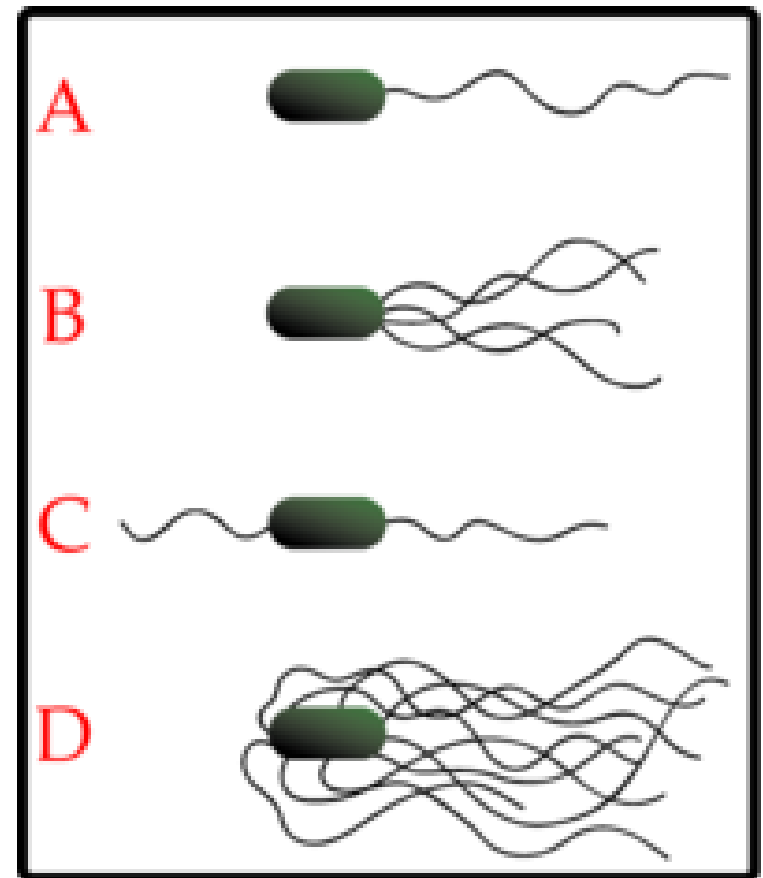
Gliding is active surface movement that does not require flagella or pili and involves focal adhesion complexes.

Sliding is passive surface translocation powered by growth and facilitated by a surfactant.

The direction of cell movement is indicated by a gray arrow and the motors that power the movement are indicated by colored circles.

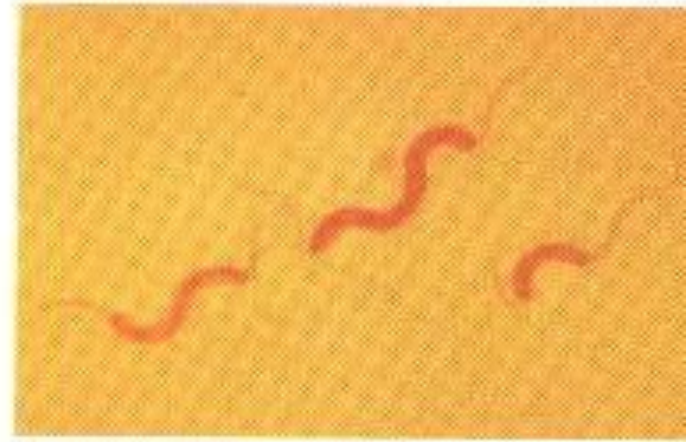
1. Flagels bacterians: estructura i mecanisme de motilitat

- Flagel: estructura helicoidal que ajuda en la natació
 - Diferents disposicions:
 - A) polar monotrica
 - B) lofotrica
 - C) polar amfitrica
 - D) peritrica

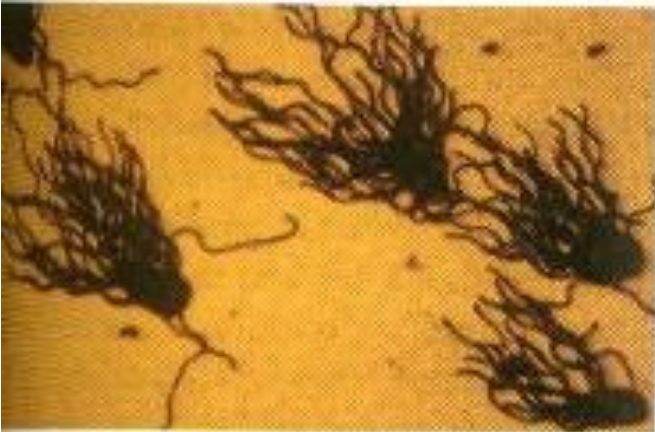




(a)



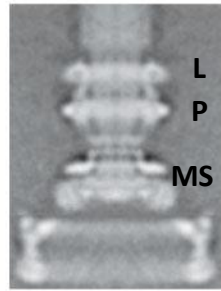
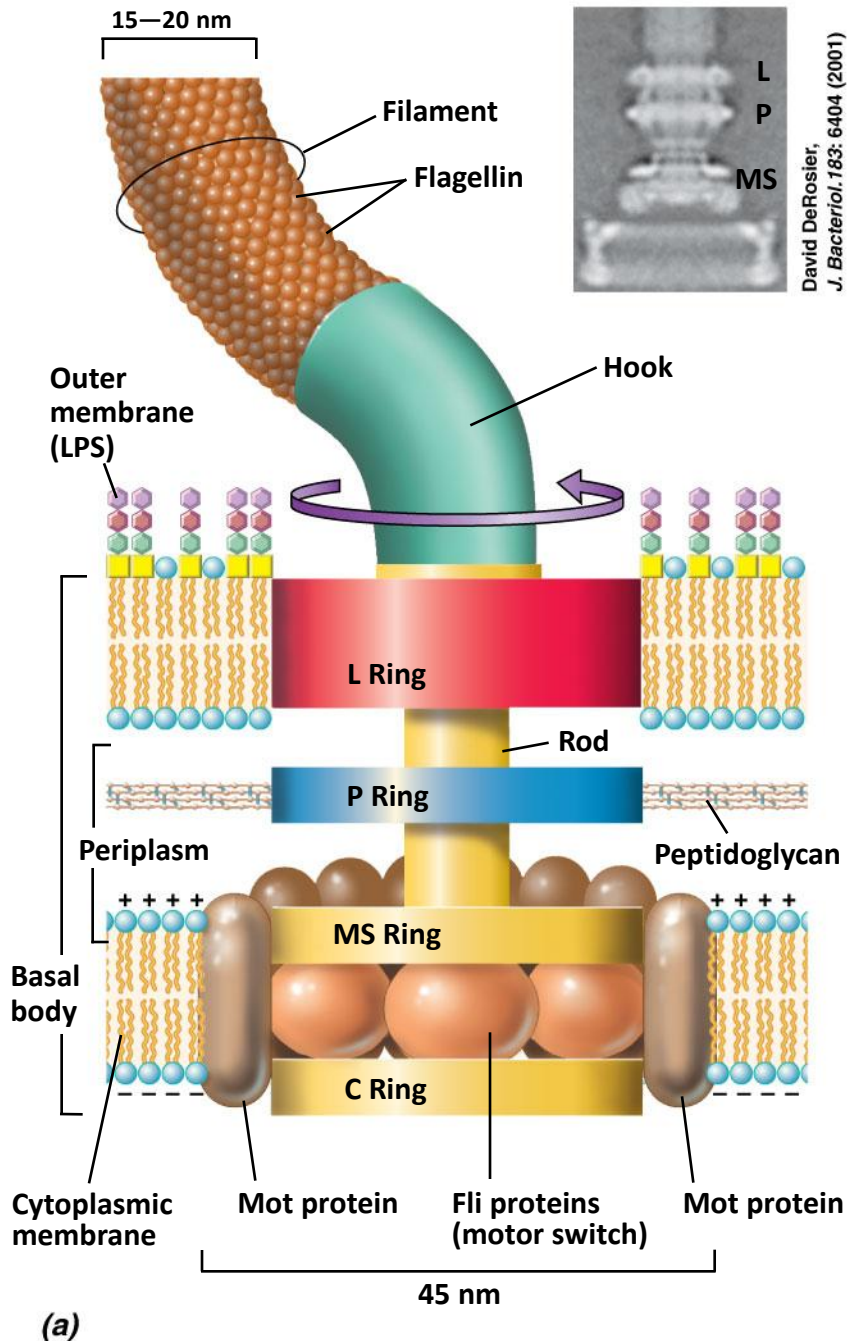
(b)



(d)

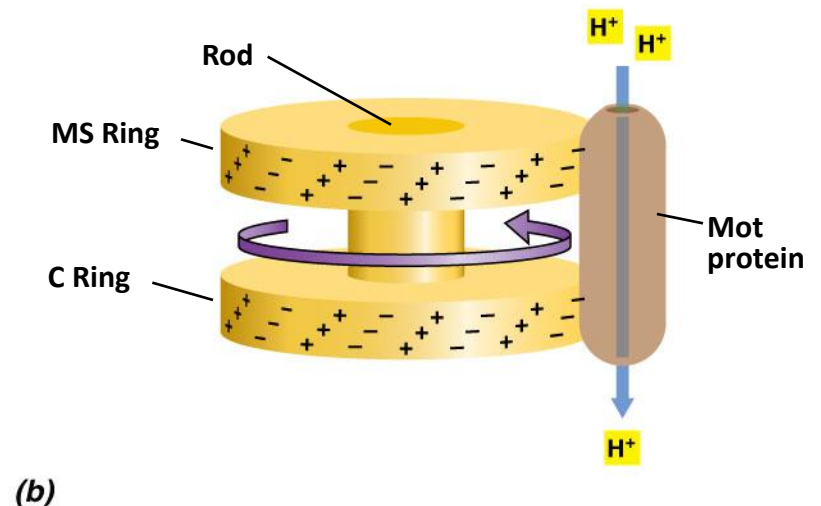


(e)



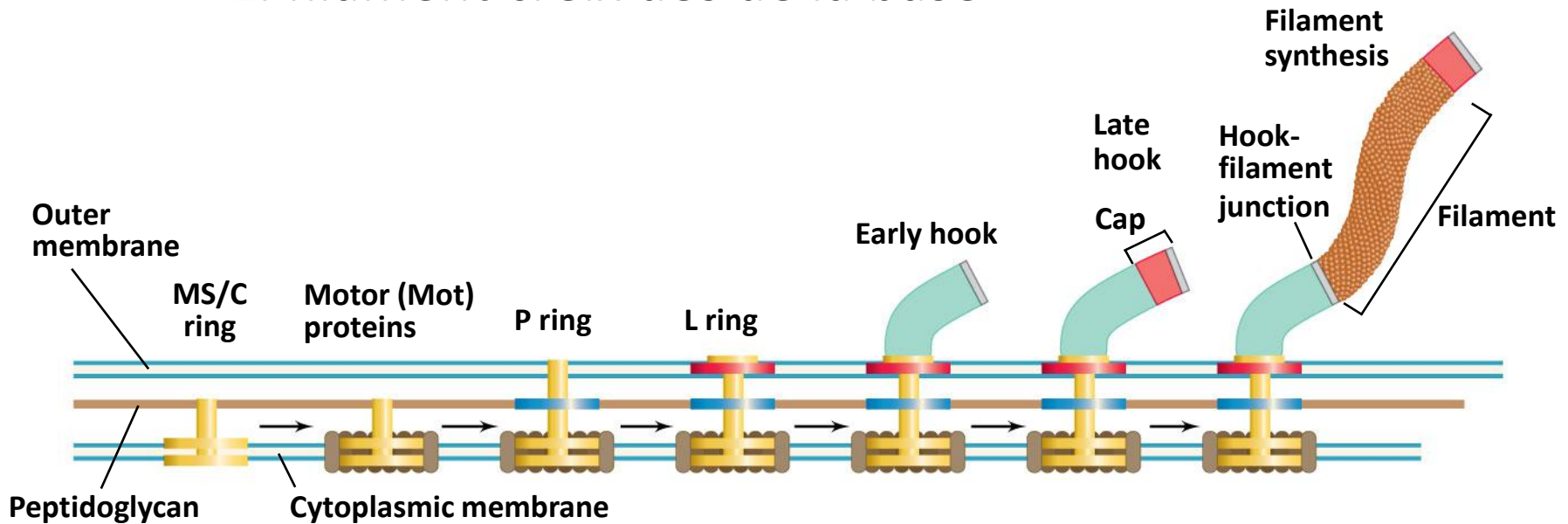
David DeRosier,
J. Bacteriol. 183: 6404 (2001)

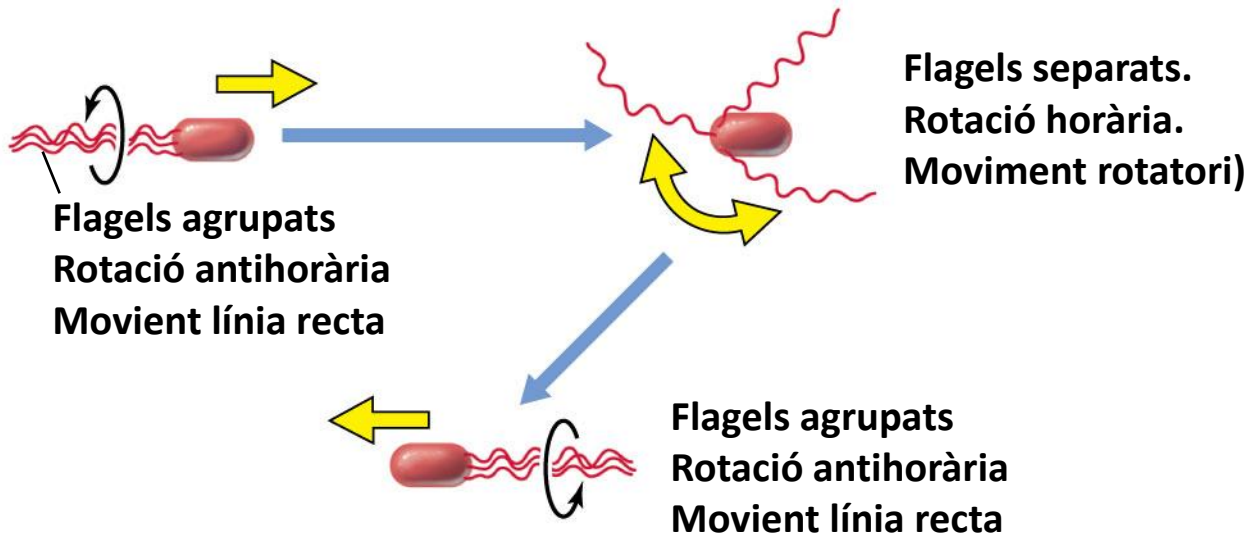
- Estructura flagel·lar
 - Molts components
 - Els filaments son de flagel·lina
 - Moviment per rotació



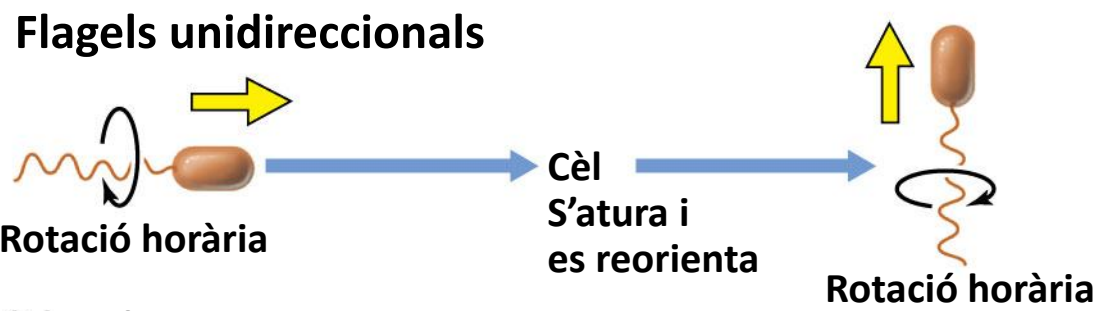
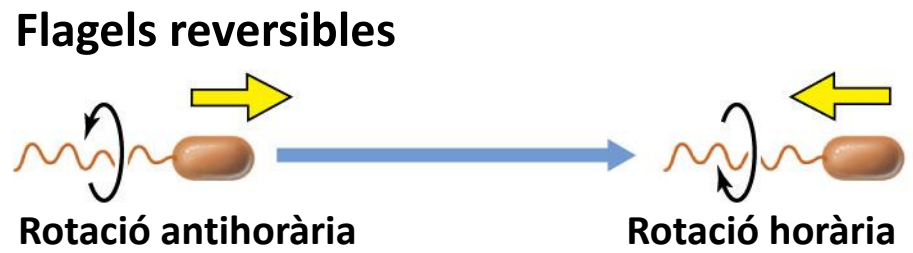


- Síntesi de flagels
 - Es necessiten diferents gens per la síntesi del flagel i la motilitat
 - L'anell MS es sintetitza primer
 - Les altres proteïnes i el ganxo, després
 - El filament creix des de la base





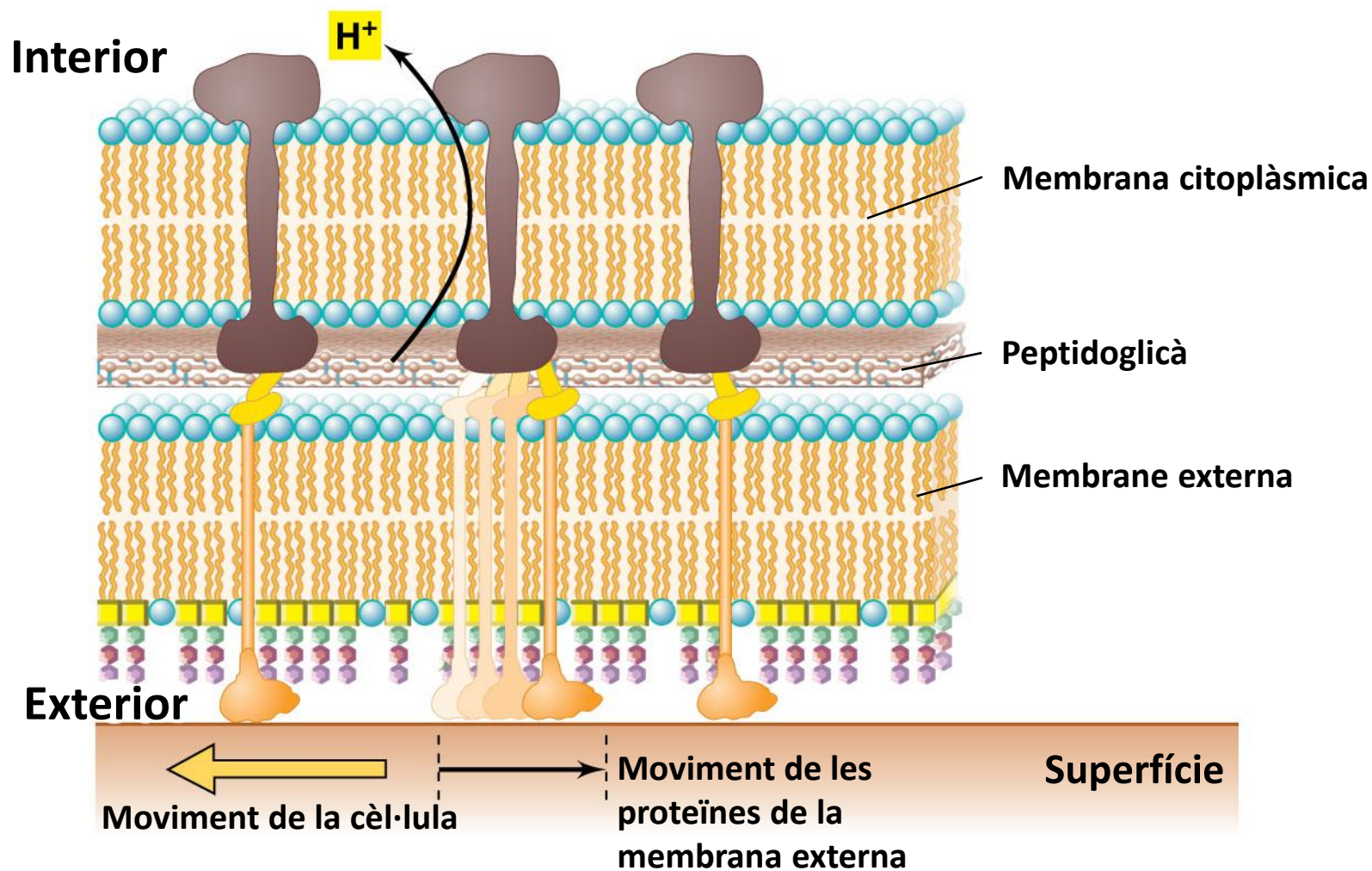
(a) Peritrics



(b) Polars

2. Motilitat per lliscament

- Motilitat independent dels flagels
- Més lent i suau que la natació per flagels
- El moviment típicament ocorre al llarg de l'eix cel·lular
- Requereix contacte amb una superfície
- Mecanismes
 - Excreció d'un lipopolisacàrid (motilitat aventurera – individus aïllats)
 - Pili Tipus IV (motilitat social)
 - Proteïnes específiques del lliscament

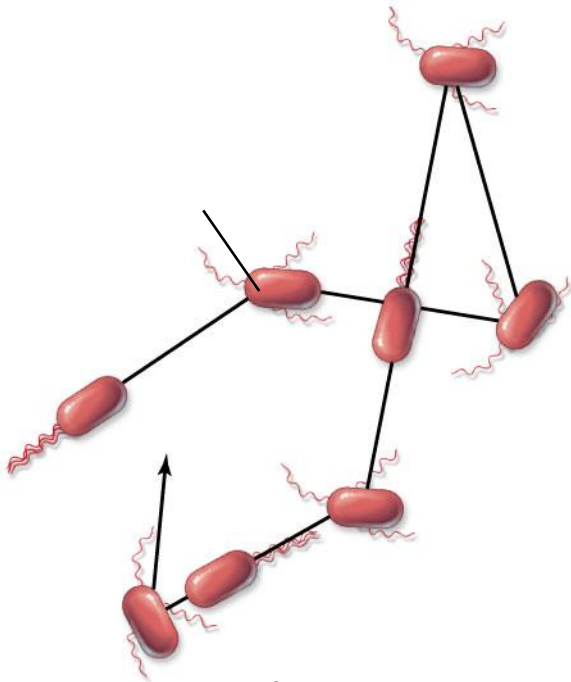


3. Tactismes: bases moleculars

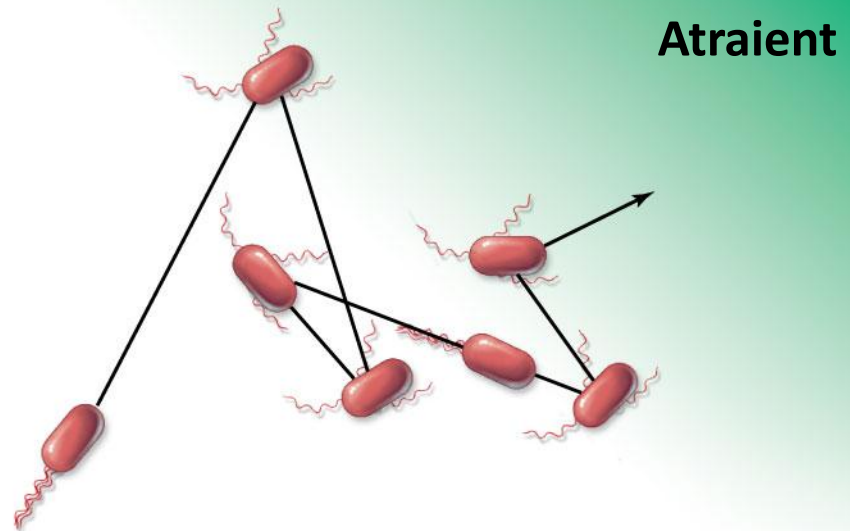
- Taxi: moviment dirigit en resposta a gradients químics o físics
 - Quimiotaxi: resposta a quimioefectors (atracients o repel·lents)
 - Fototaxi: resposta a la llum (relacionada amb fotopigments bacterians)
 - Aerotaxi: resposta a l'oxigen
 - Osmotaxi: resposta a la força iònica
 - Hidrotaxi: resposta a l'aigua
 - Tactisme al pH: resposta al pH
 - Termotaxi: resposta a la T
 - Magnetotaxi: moviment al llarg de línies geomagnètiques

- Quimiotaxi (*E. coli*)

- Respostes temporals, no espacials, a diferent concentració química
- Moviment en “cursa i caiguda”
- Atraients i receptors detectats pels quimiorceptors

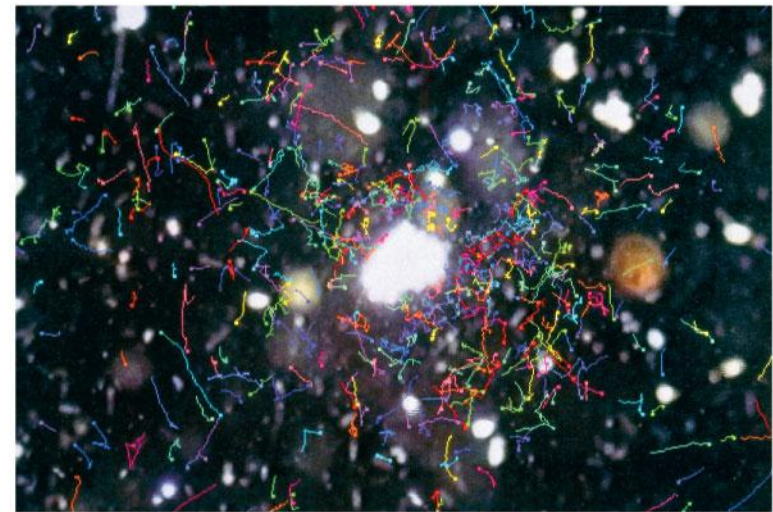
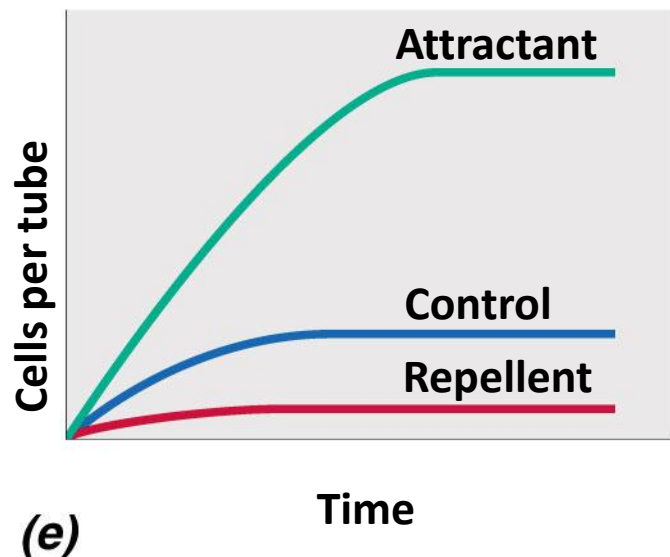
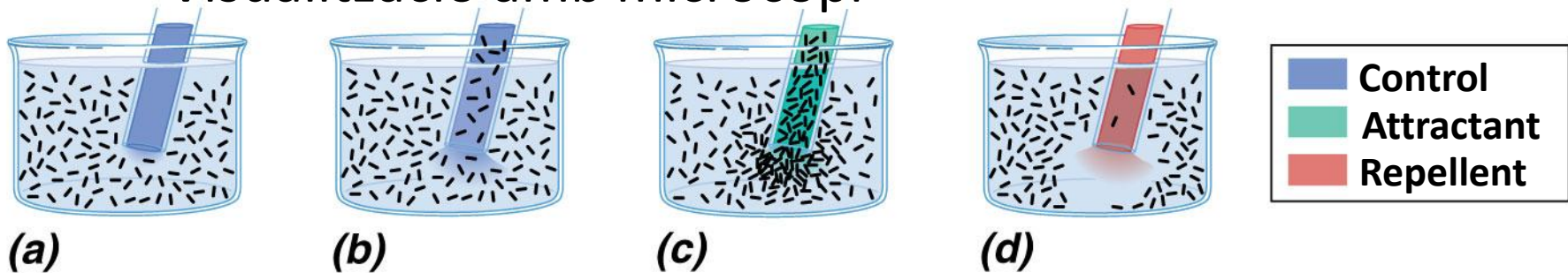


(a) Sense atraient.
Moviment a l'atzar



(b) Amb atraient:
Moviment dirigit

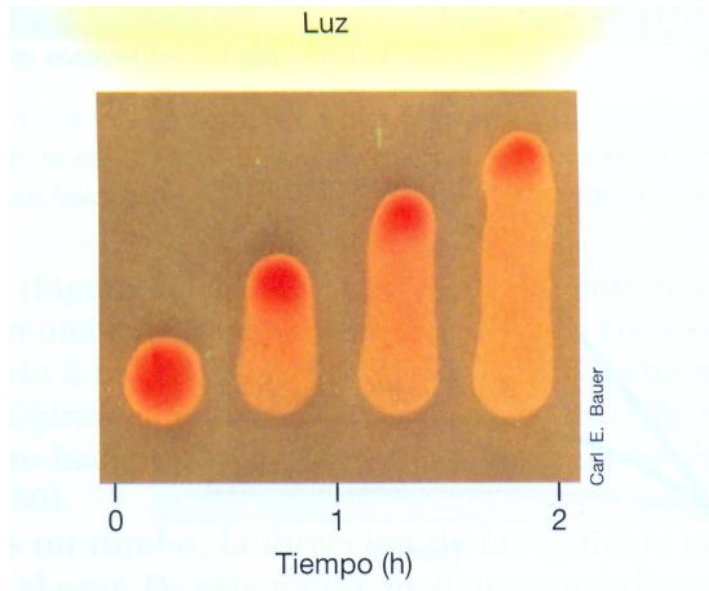
- Mesures de quimiotaxi
 - Inserint un capilar amb un atraient o un repel·lent en un medi amb un bacteri amb motilitat
 - Visualització amb microscopi



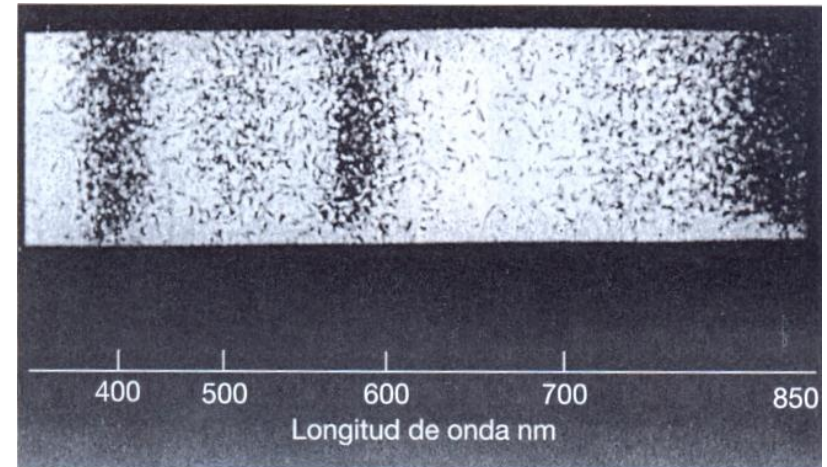
Nicholas Blackburn

(f)

Fototaxi en bacteris fotòtrofs



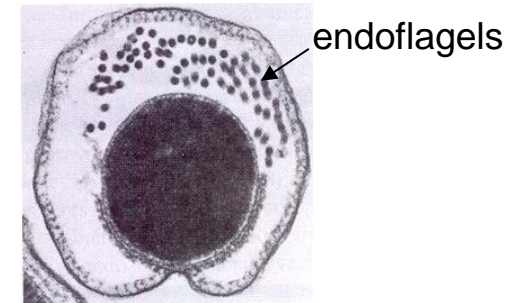
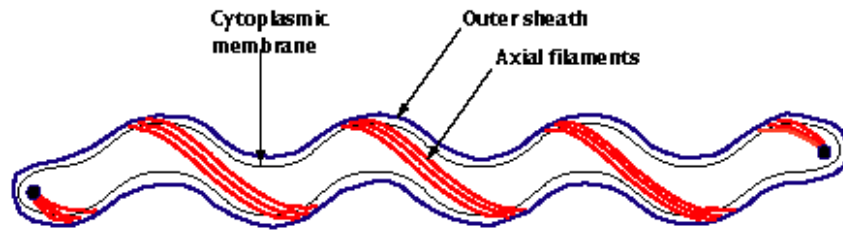
Fototaxia d'una colònia de *Rhodospirillum centenum*.
Les cèl·lules es desplacen simultàniament cap a la font de llum



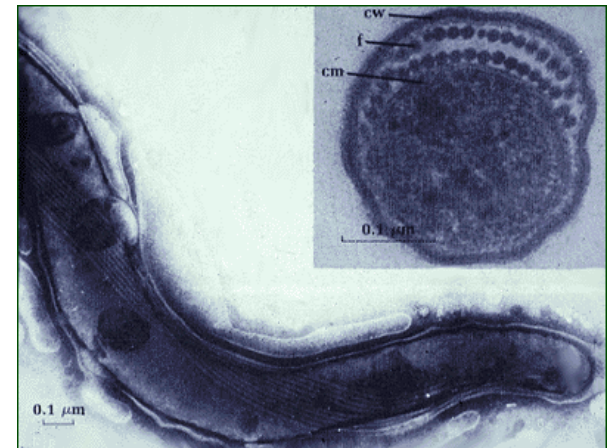
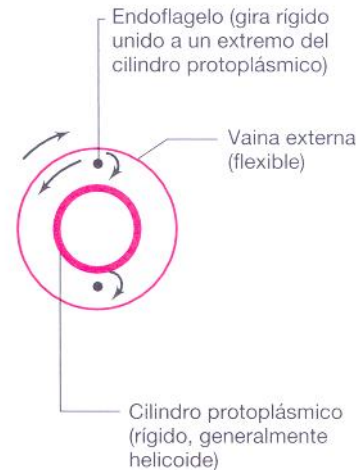
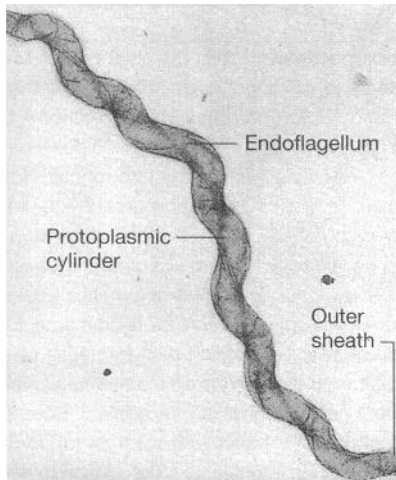
Escotofobotaxi. Les cèl·lules s'acumulen on la longitud d'ona coincideix amb l'absorció màxima dels seus pigments

4. Espiroquetes

- Flagels localitzats entre la paret cel·lular i l'embolcall extern; estan units a un extrem de la cèl·lula i produeixen el moviment per contracció.



Secció transversal d'una espiroqueta



Resum

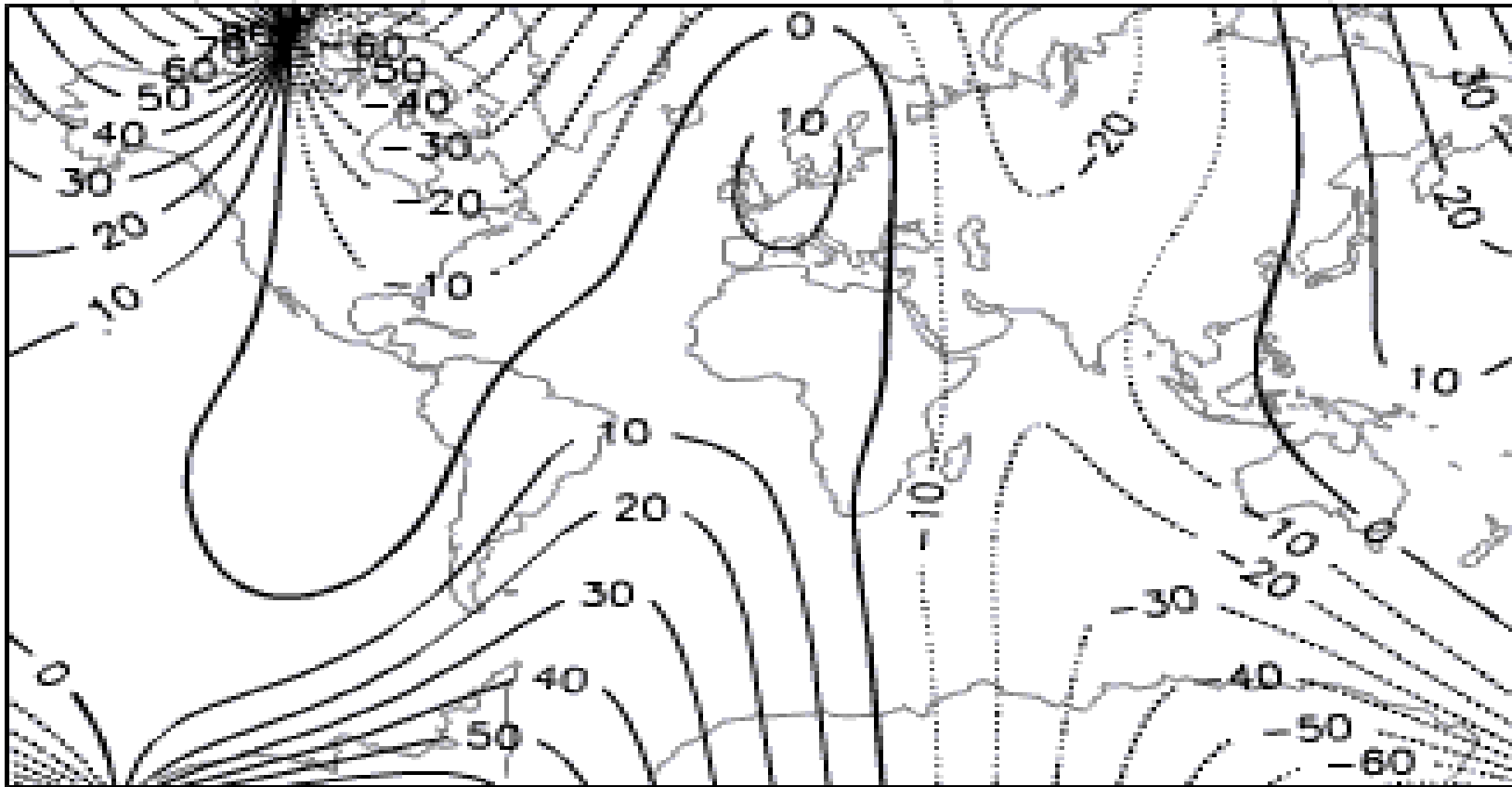
Ampliar espiroquetes



ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. Estructures relacionades amb la motilitat.
- II. Magnetosomes. Vesícules de gas.
 5. Magnetosomes
 6. Vesícules de gas
- III. Estructures d'adherència: Càpsules, fímbries.
- IV. Materials de reserva i altres inclusions citoplasmàtiques.

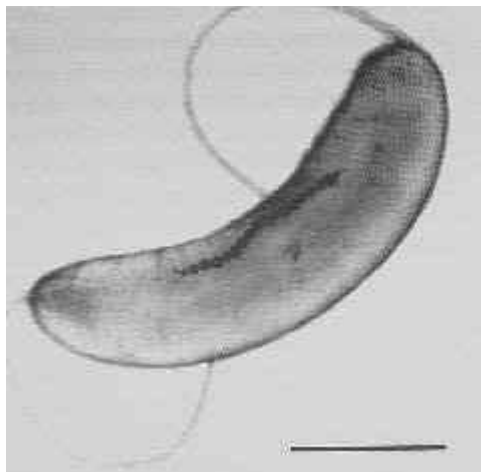
1590
Declination (degrees east)

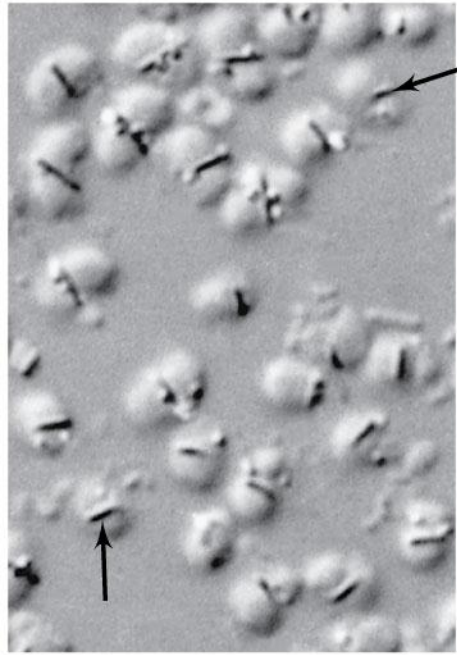


<http://geomag.usgs.gov>

Model by A. Jackson, A. R. T. Jonkers, M. R. Walker,
Phil. Trans. R. Soc. London A (2000), 358, 957–990.

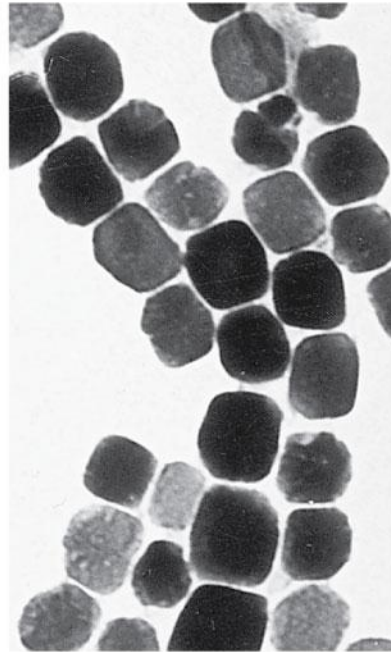
- Cadenes de 5-40 partícules magnètiques de magnetita (Fe_3O_4) i greigita (Fe_3S_4) que permeten orientar l'espíril *Magnetospirillum magnetotacticum* al llarg de les línies geomagnètiques.





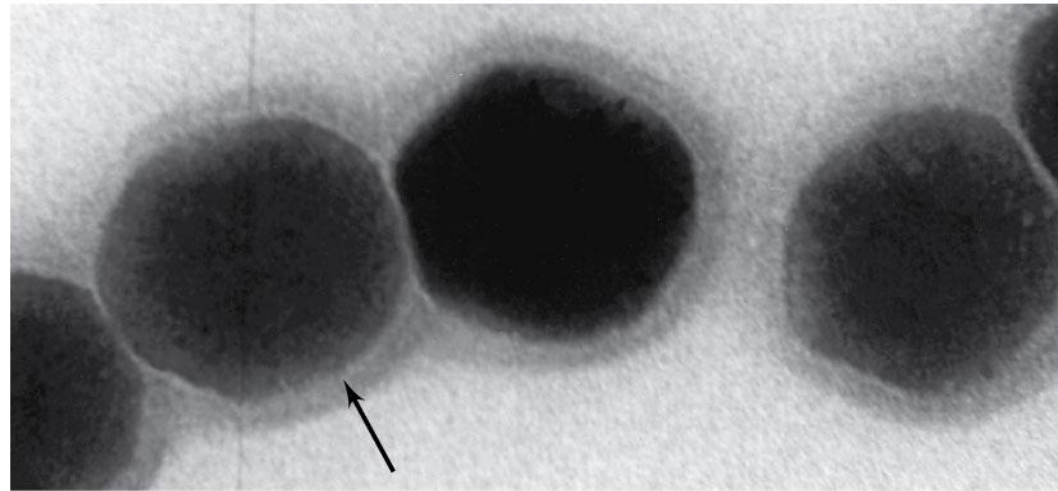
Stefan Spring

(a)



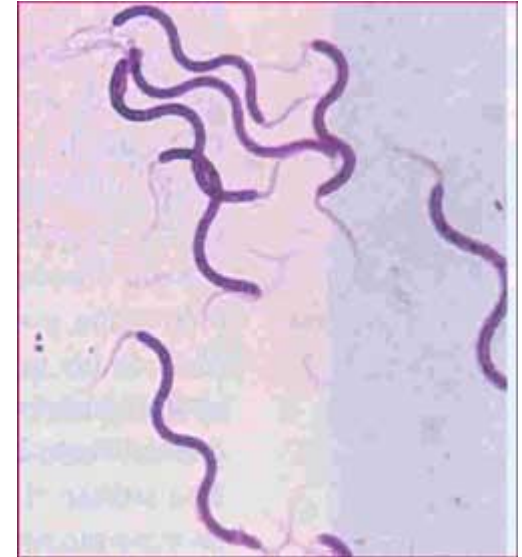
R. Blakemore and W. O'Brien

(b)



Dennis Bazylinski

(c)

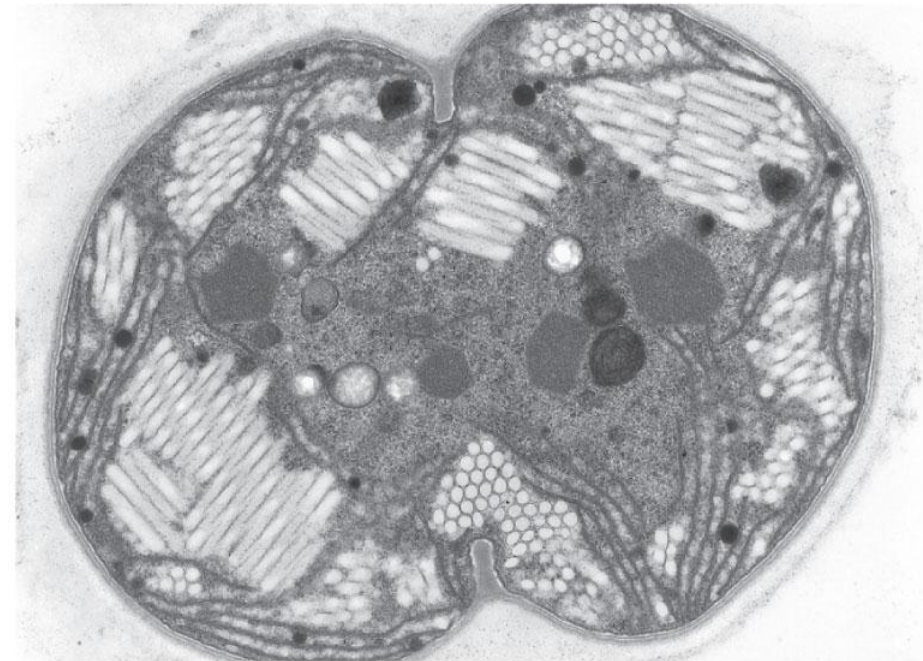


6. Vesícules de gas

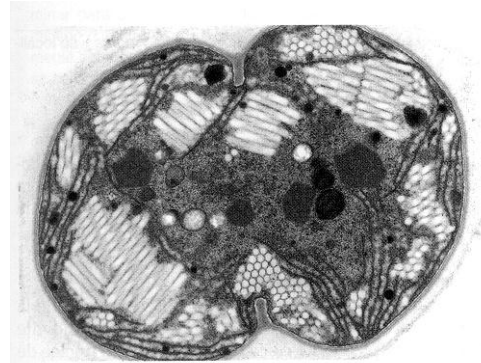
- Confereixen flotabilitat a les cèl·lules planctòniques
- Estructures proteiques en forma de fus
- Impermeables a l'aigua



(a)



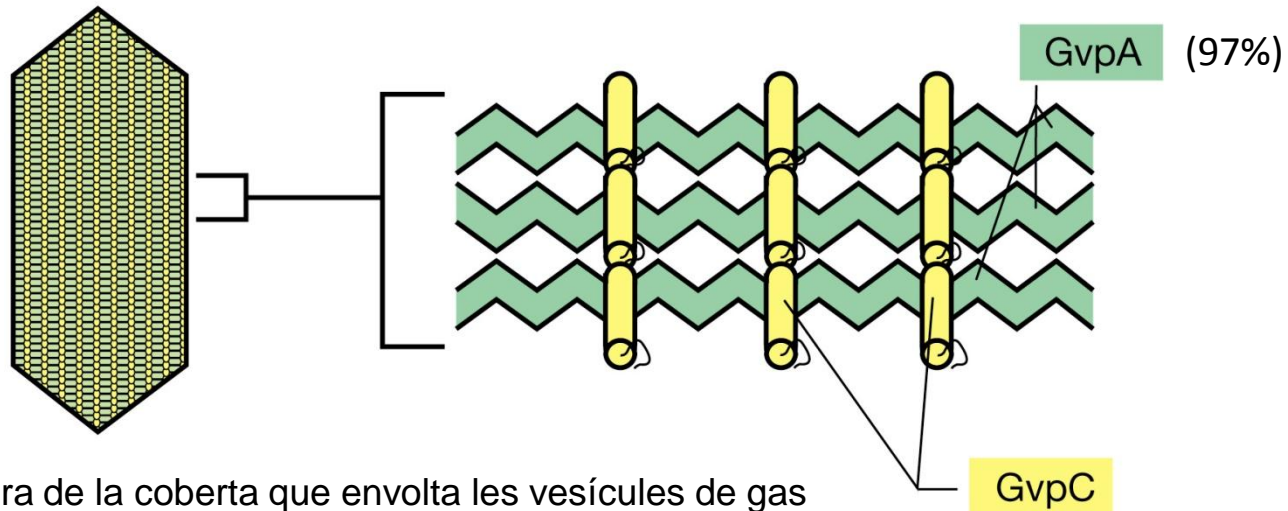
(b)



Micrografia electrònica d'un bacteri mostrant vesícules de gas



Vesícules de gas aïllades



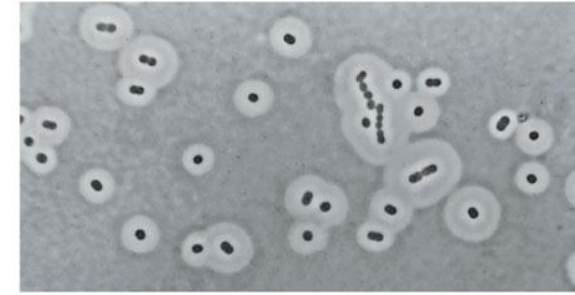
Estructura de la coberta que envolta les vesícules de gas

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. Estructures relacionades amb la motilitat.
- II. Magnetosomes. Vesícules de gas.
- III. Estructures d'adherència
 7. Càpsules
 8. Fímbries
 9. *Pili*
- IV. Materials de reserva i altres inclusions citoplasmàtiques.

7. Càpsules i capes mucoses

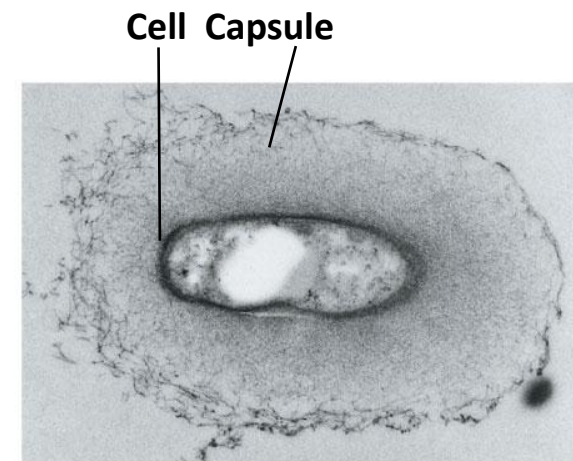
- Capes de polisacàrids
 - Primes o gruixudes, rígides o flexibles
- Intervenen en l'adhesió a superfícies
- Protecció front a la fagocitosi
- Resistència a la dessecació



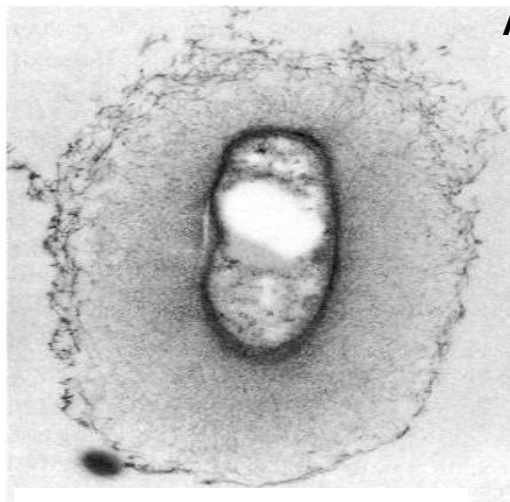
(a)



(b)

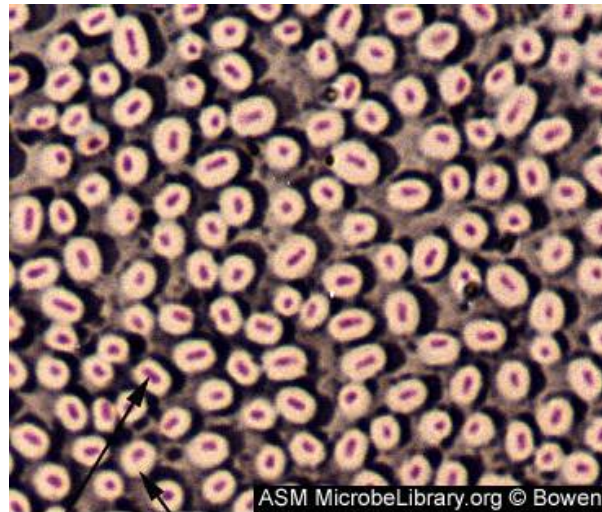


(c)



A

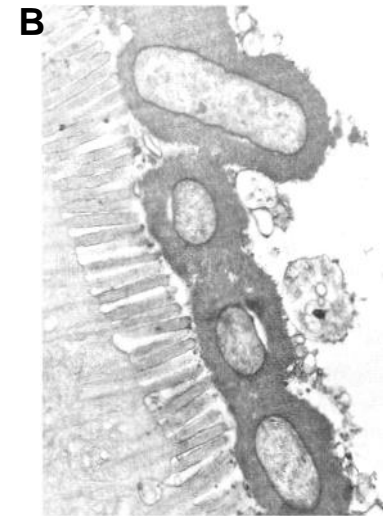
Frank Ouzo and Richard Heinen



Cell

Capsule

ASM MicrobeLibrary.org © Bowen



B

C

- A. Càpsula de *Azotobacter*. Microscopi electrònic
- B. Càpsules de *Klebsiella pneumoniae*. Tinció negativa, microscopi òptic
- C. Cèl·lules de *E. coli* adherides per la càpsula a cèl·lules intestinals
- D. Càpsules de *Bacillus* sp. Tinció negativa, microscopi òptic



D

ASM MicrobeLibrary.org © Smith

Colònies de enterobacteris en medi general sense càpsula (A) i amb càpsula (B)



A



B

Composició de les càpsules

A. Polisacàridiques:

-Heteropolisacàrids aniònics: (sucres, aminosucres, àcids urònics).

La síntesi de la càpsula no depèn del medi

-Homopolisacàrids neutres:

Dextrans: poliglucoses. La síntesi depèn del medi.
Streptococcus mutans

Levans: polifruïctoses. La síntesi depèn del medi. *Zymomonas*
Cel·lulosa. *Acetobacter*

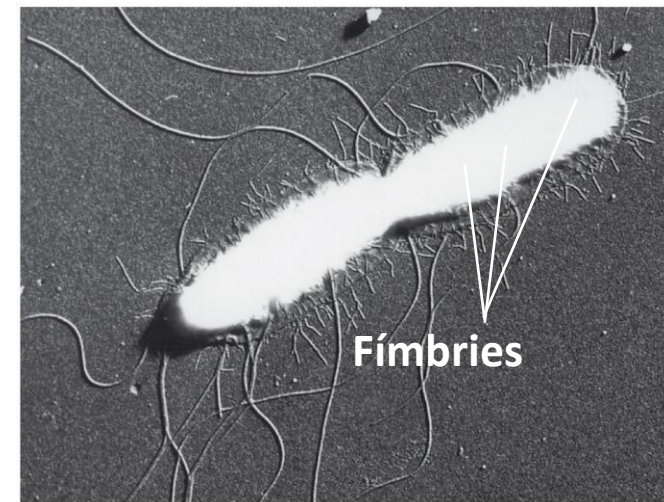
-Alginat: (àcids urònics). *Pseudomonas aeruginosa*

B. Polipeptídiques:

Bacillus anthracis

8. Fímbries

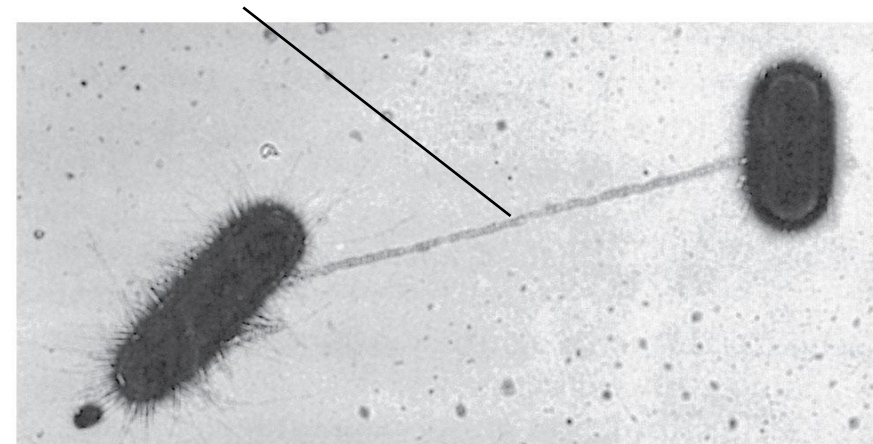
- Estructures filamentoses proteiques
- Permeten adhesió a superfícies o formació de pel·lícules
- Tipus:
 - I, II, III: Adhesió bacteriana (factor de virulència) *E.coli*, *Corynebacterium*,...
 - IV: Motilitat
 - VII: pel sexual



9. Pili

- Estructures filamentoses proteiques
- Mes llargues que les fímbríes
- Intervenen en l'adhesió a superfícies
- Permeten l'intercanvi genètic entre cèl·lules (conjugació)
- Pili Tipus IV intervenen en la motilitat per espasmes

Pili recobert de fags

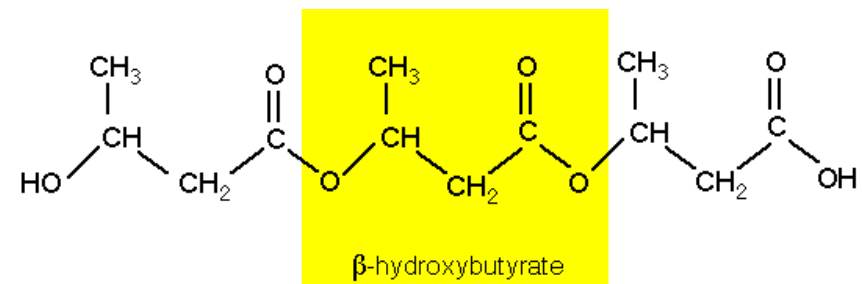
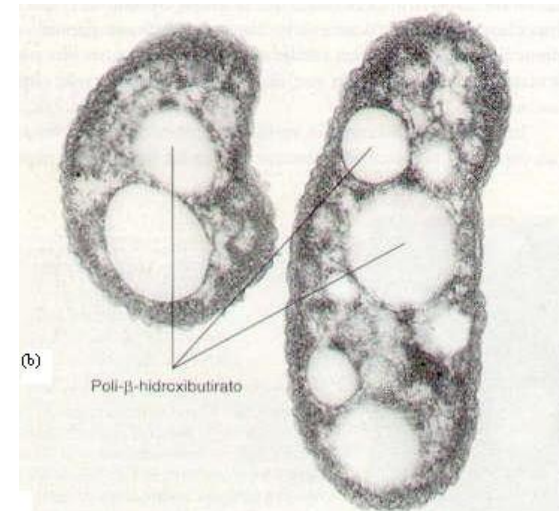
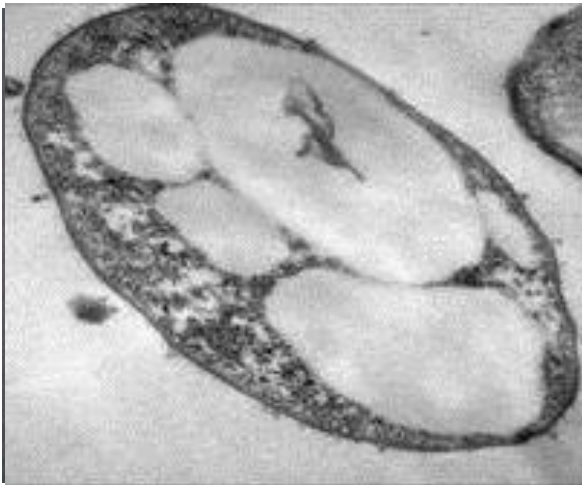


ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. Estructures relacionades amb la motilitat.
- II. Magnetosomes. Vesícules de gas.
- III. Estructures d'adherència
- IV. Materials de reserva i altres inclusions citoplasmàtiques
 10. PHB
 11. Acumulacions de fosfat i sofre
 12. Prosteques
 13. Carboxisomes
 14. Enterosomes

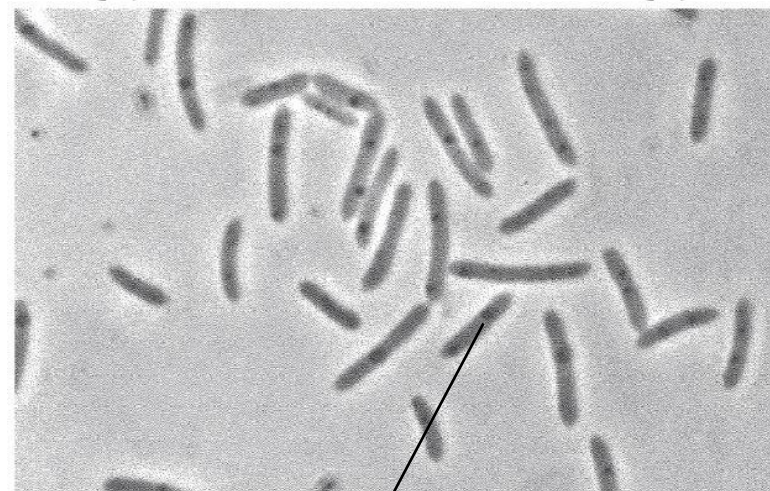
10. Polímers d'emmagatzemament de carboni

- Àcid poli- β -hidroxibutíric (PHB): lípid
- Glicogen: polímer de glucosa



11. Acumulacions de fosfat i sofre

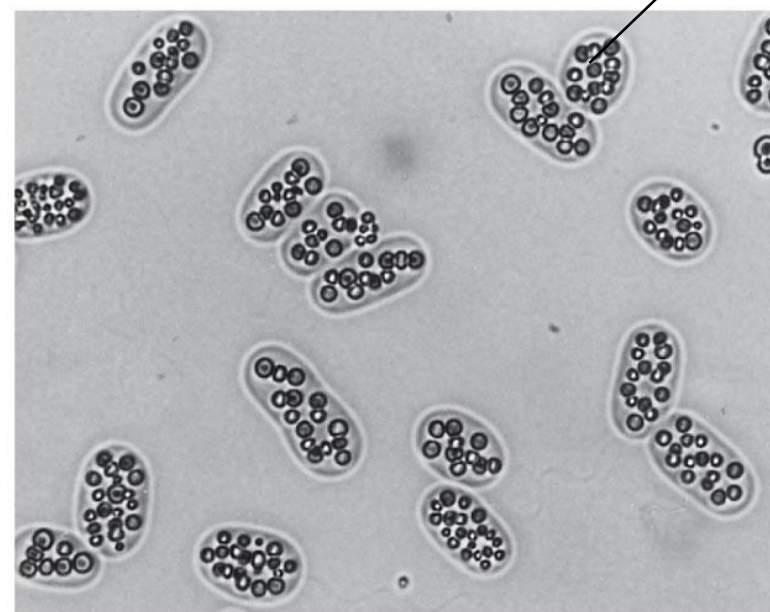
- Polifosfats: acumulacions de fosfat inorgànic
- Globuls de sofre: compostos de sofre elemental



(a)

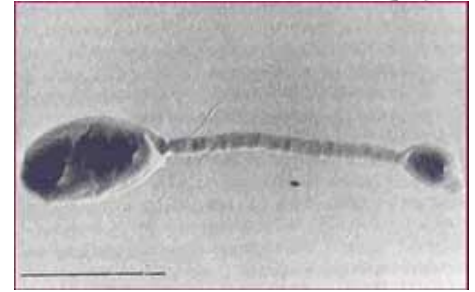
Polifosfat

Sofre

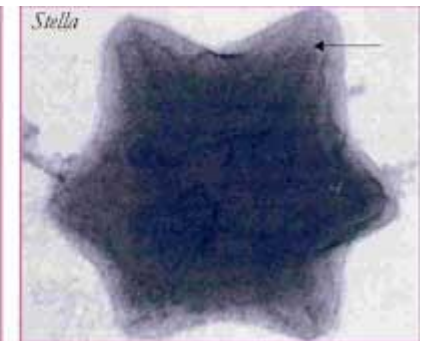
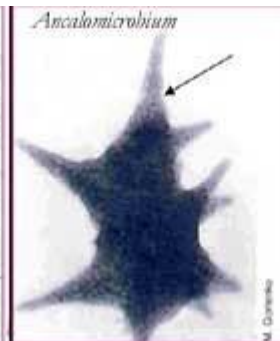
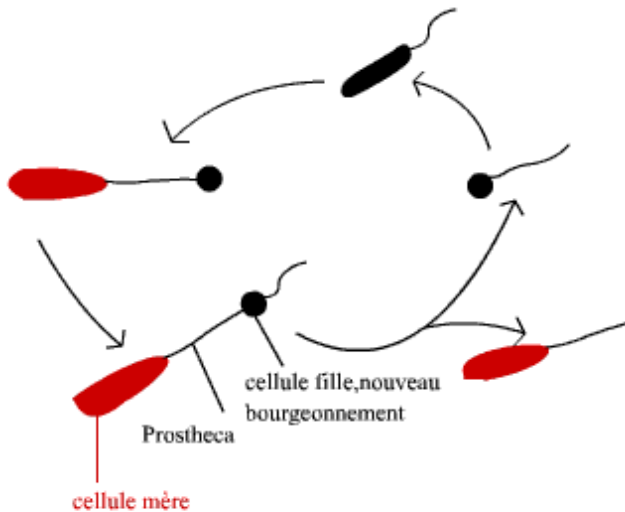


(b)

12. Prostèques

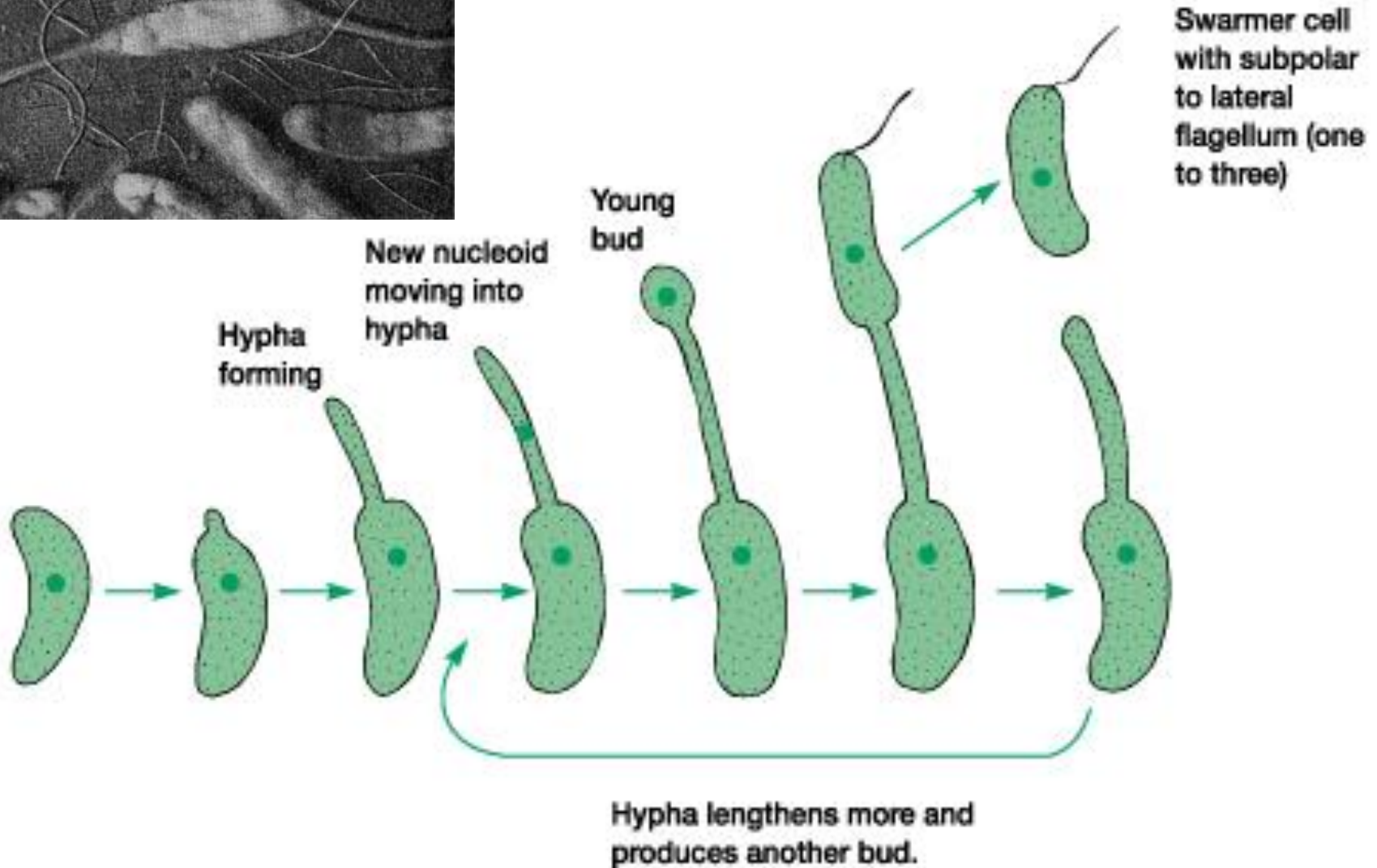


- Extensió filiforme o cònica de la cèl·lula limitada per la capa de mureïna i la membrana externa.
- Té diverses funcions: retardar la sedimentació de les cèl·lules, augmentar la superfície de la cèl·lula amb l'objectiu d'incorporar-hi els nutrients amb major eficiència, reproducció.



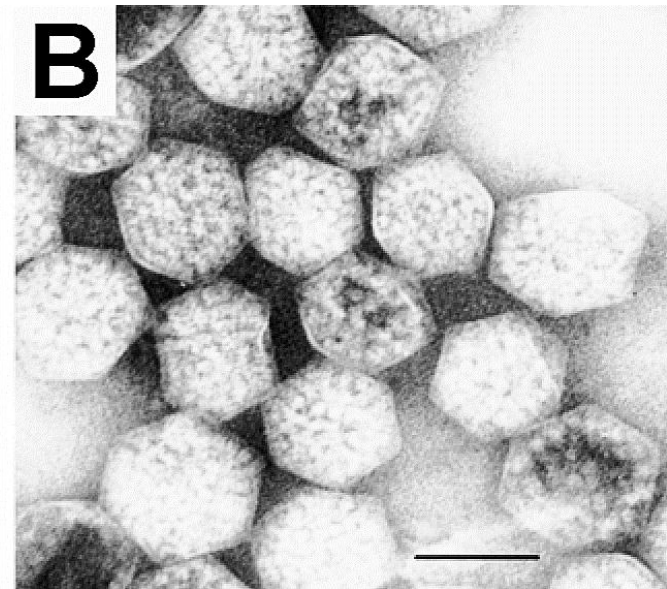
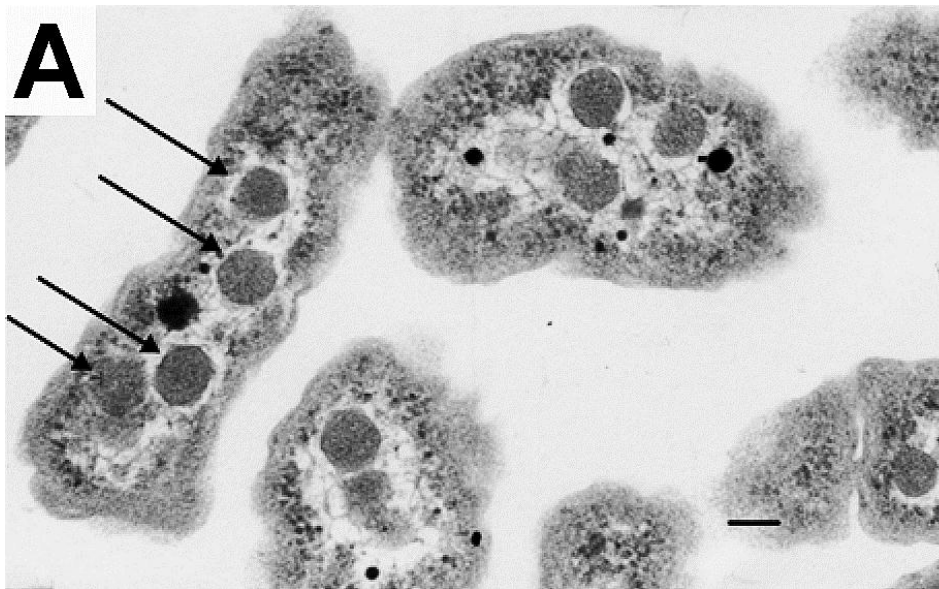


Hyphomicrobium



13. Carboxisomes

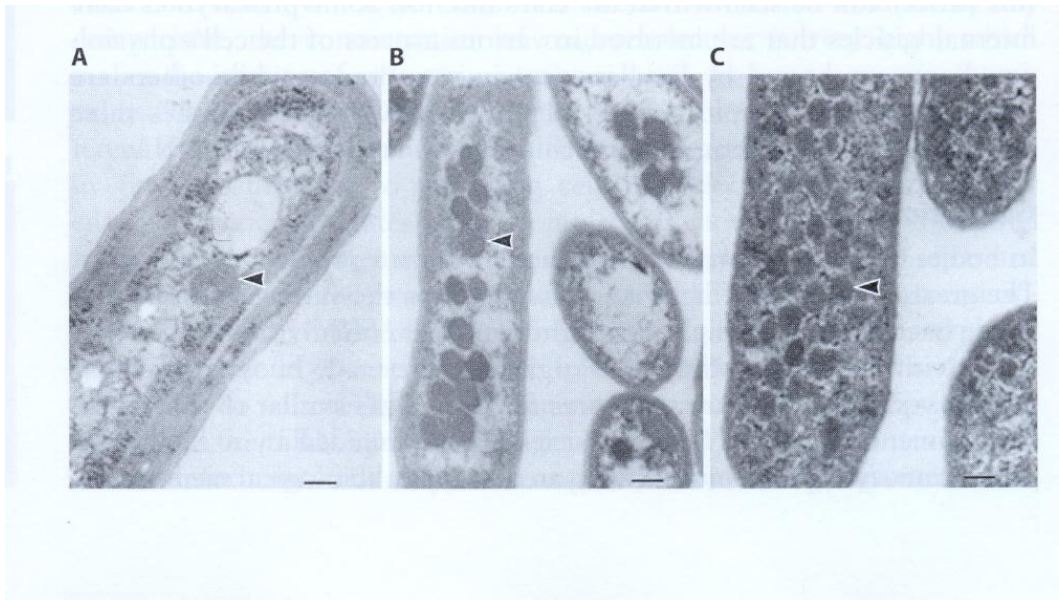
- Inclusions citoplasmàtiques de forma polièdrica presents en alguns bacteris. Contenen l'enzim Ribulosa-1,5-bisfosfat-carboxilasa-oxigenasa (RuBisCO), encarregat de la fixació del diòxid de carboni durant la fotosíntesi.
- Presents en cianobacteris, bacteris nitrificants, bacteris fotosintètics i bacteris quimiolitotròfics.



Halothiobacillus neapolitanus

14. Enterosomes

- Estructures similars als carboxisomes presents en bacteris heteròtrofs (*Salmonella*, *E. coli*). No contenen RuBisCo, però sí propandiol o etanolamina, necessaris per al metabolisme d'alguns substrats com p.e. la fucosa

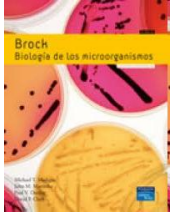


- A. Carboxisomes en un cianobacteri
- B. Carboxisomes en un quimioautòtrof
- C. Enterosomes en *Salmonella*

ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. **Diferenciació estructural i/o funcional en procariotes. Bacteris unicel·lulars: creixement i divisió cel·lular: processos implicats.**
- II. **Bacteris filamentosos i micelials.**
- III. **Alternança d'estats cel·lulars: endòspores bacterianes.**

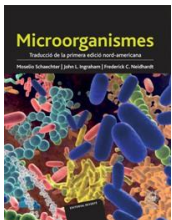
Bibliografia



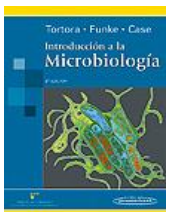
“Brock-Biología de los Microorganismos” Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 4



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein” Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítol 3



“Microorganismes” Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítols 2, 3



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 4

ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. **Diferenciació estructural i/o funcional en procariotes. Bacteris unicel·lulars: creixement i divisió cel·lular: processos implicats.**
- II. Bacteris filamentosos i micelials.
- III. Alternança d'estats cel·lulars: endòspores bacterianes.

Creixement cel·lular i fissió binària

- Creixement: increment en el nombre de cèl·lules
- Fissió binària: divisió cel·lular i duplicació de la seva mida
- Temps de generació: temps requerit per una població per duplicar el seu nombre



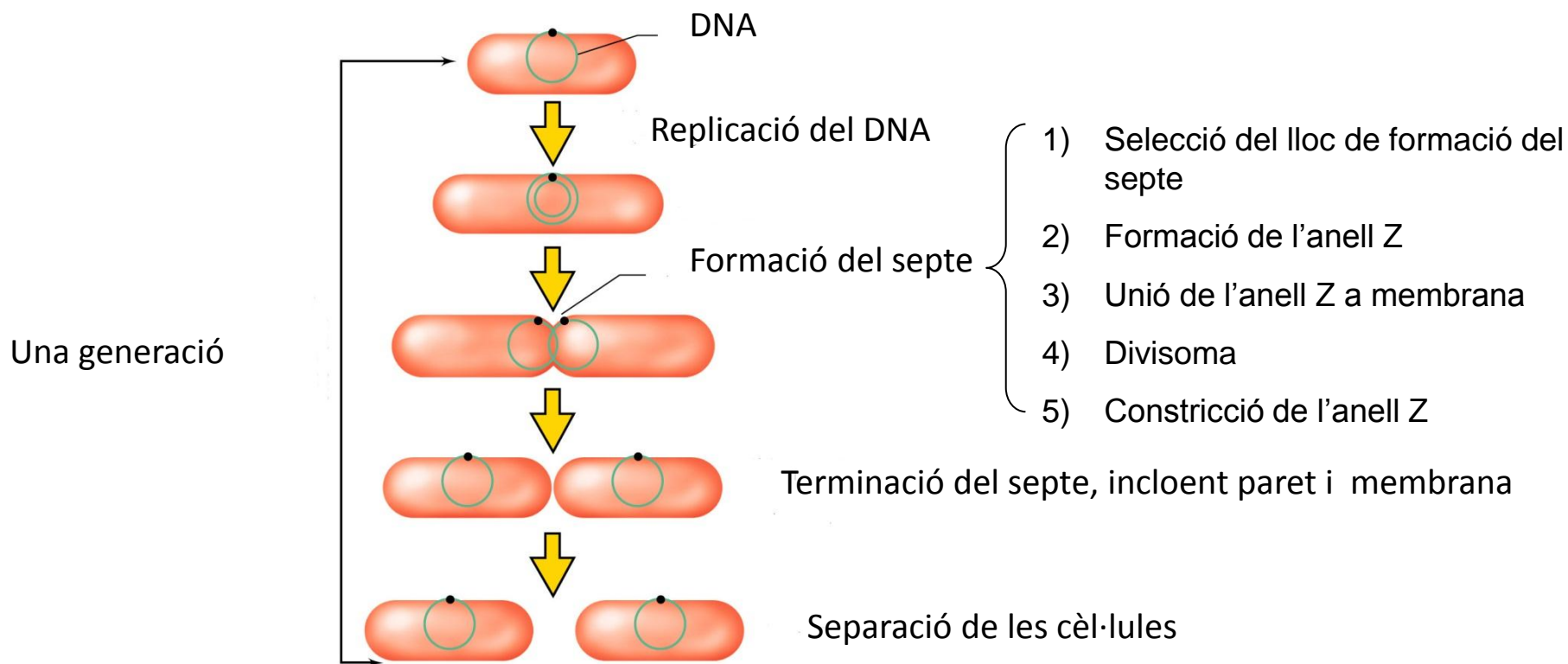
Creixement bacterià

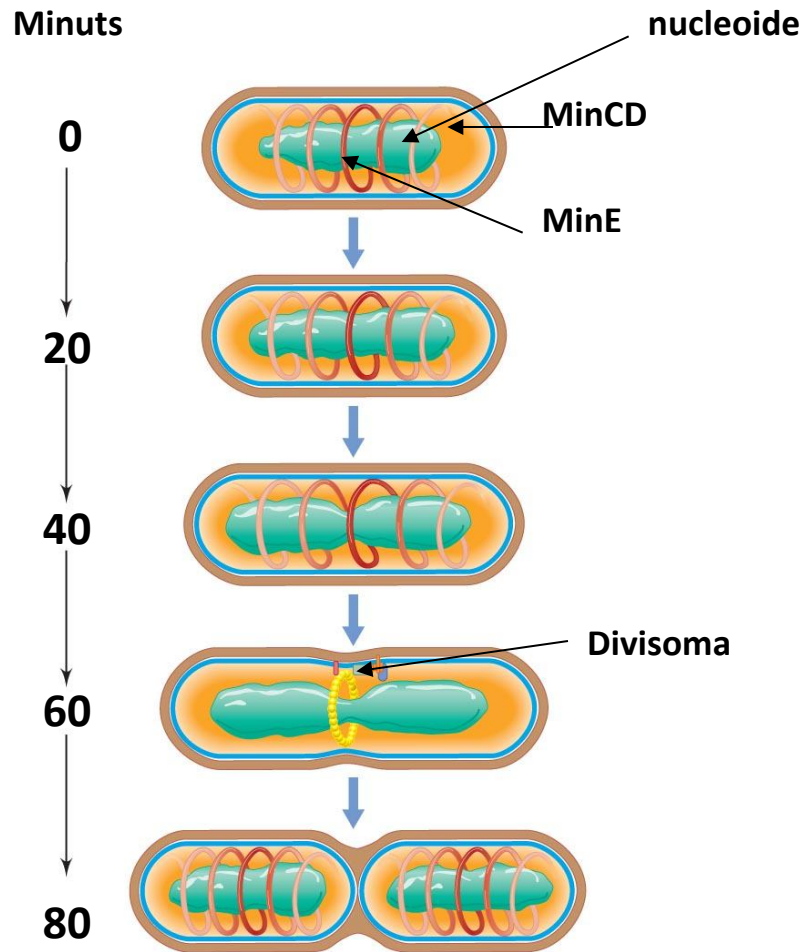


Fissió binària

MODELS DE DIVISIÓ CEL·LULAR

FISSIÓ BINÀRIA





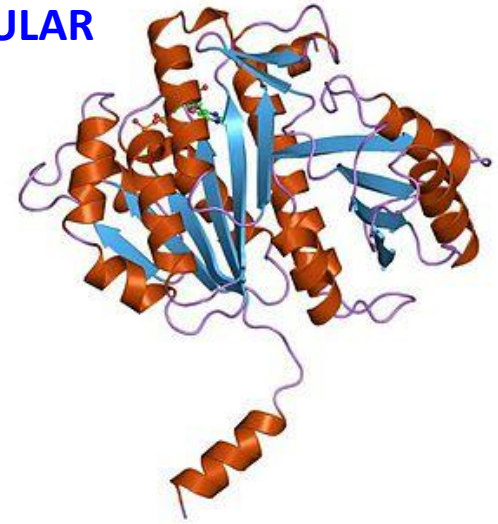
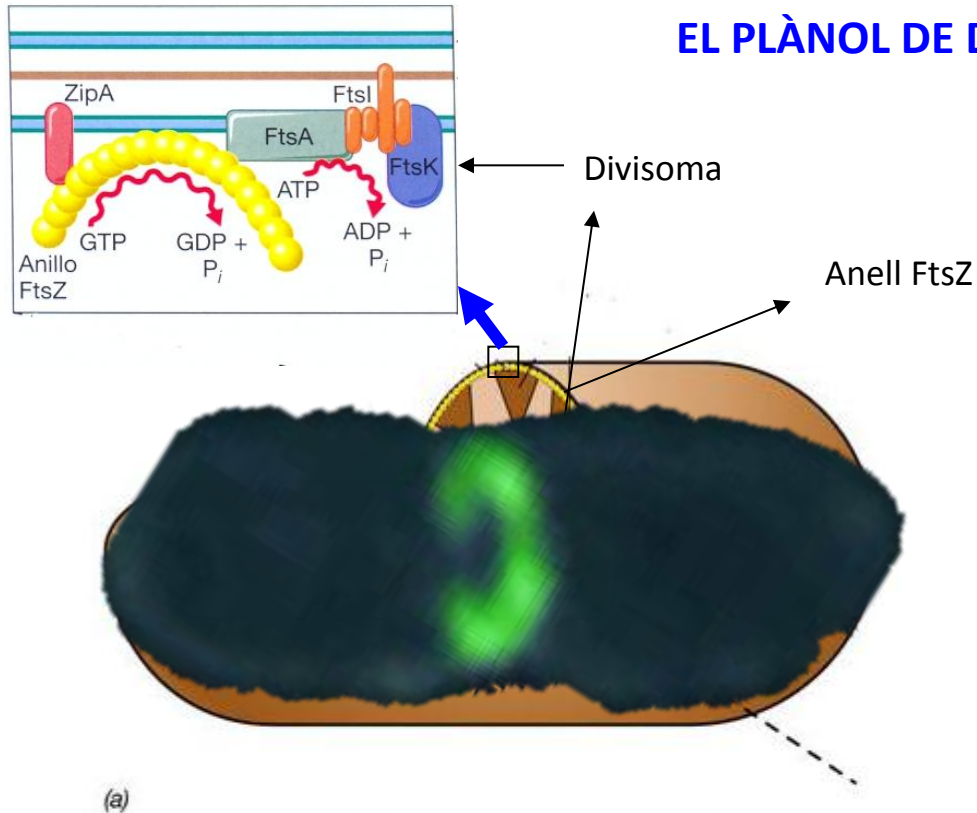
Com es forma el plànol de divisió cel·lular enmig de la cèl·lula?

En *E. coli*, les proteïnes MinC, MinD i MinE actuen determinant el plànol de divisió. Estan situades baix la membrana cel·lular i formen estructures en espiral que oscil·len movent-se d'un pol a l'altre.

MinC i MinD inhibeixen la formació del complex de divisió. Com aquestes proteïnes es troben més temps als pols cel·lulars, l'anell de divisió es forma al centre de la cèl·lula.

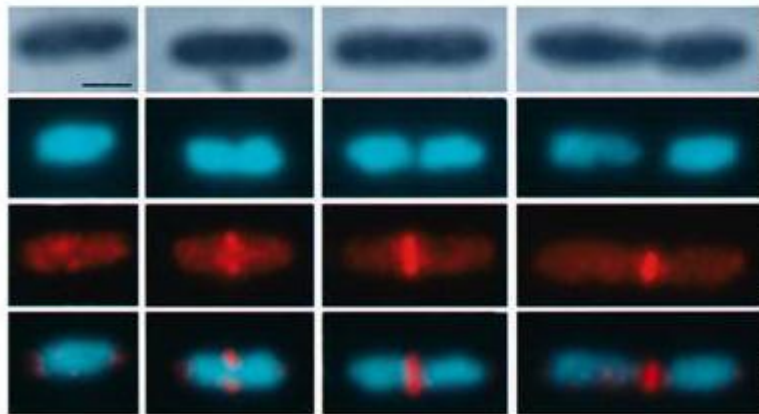
MinE dirigeix la localització de MinCD als pols i assenyala el lloc de formació del septe.

EL PLÀNOL DE DIVISIÓ CEL·LULAR



a) Tall d'un bacil mostrant l'anell de la proteïna FtsZ

(a)



(b)

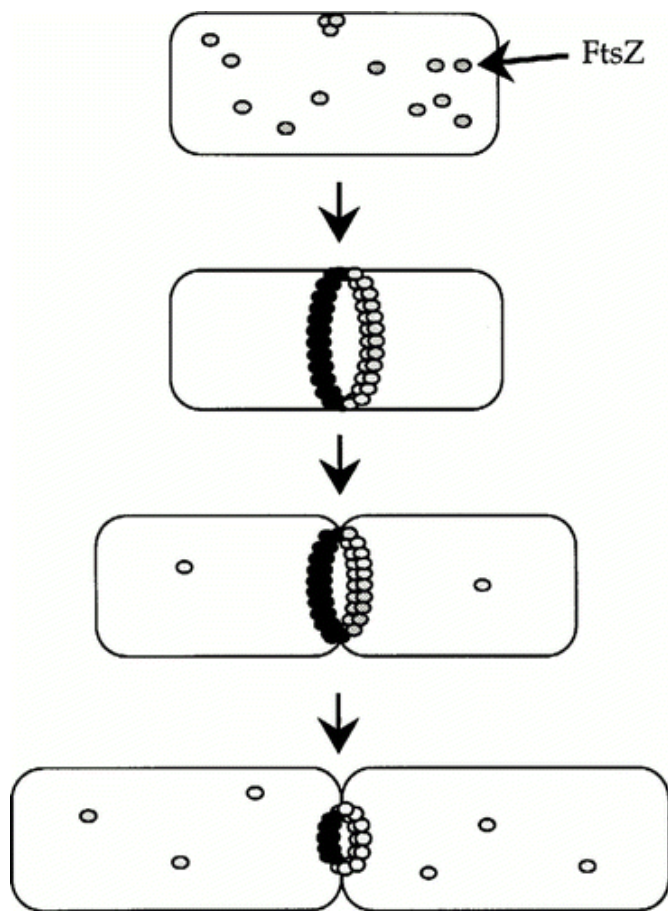
b) Cicle de divisió cel·lular en *E. coli*:

Primera fila: Contrast de fases.

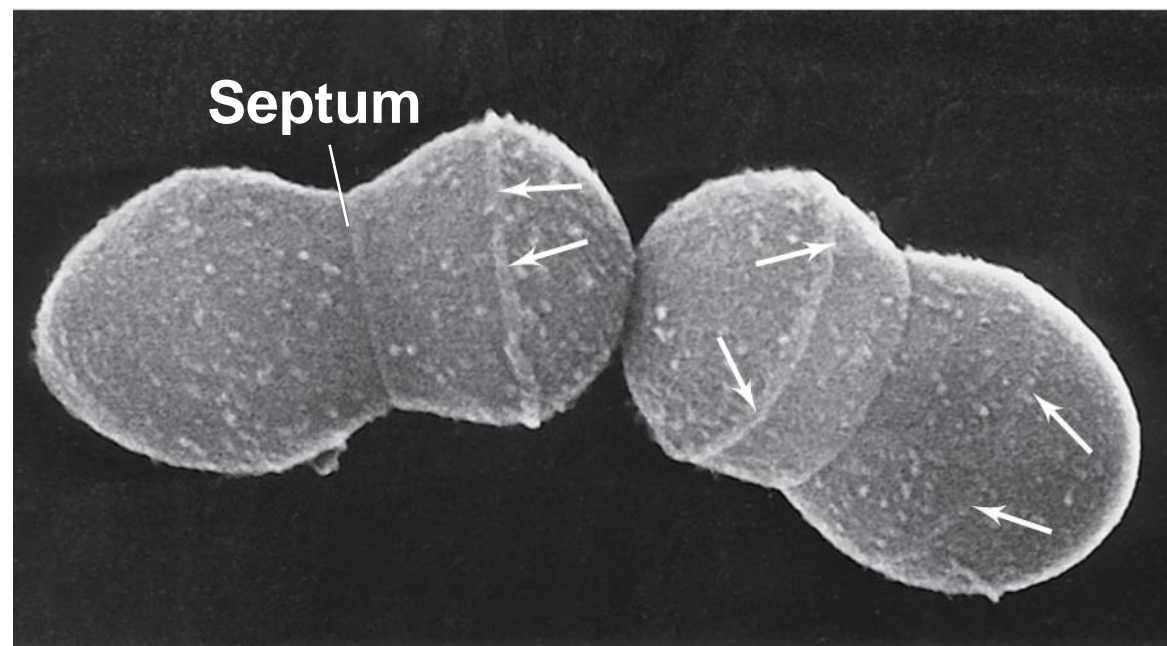
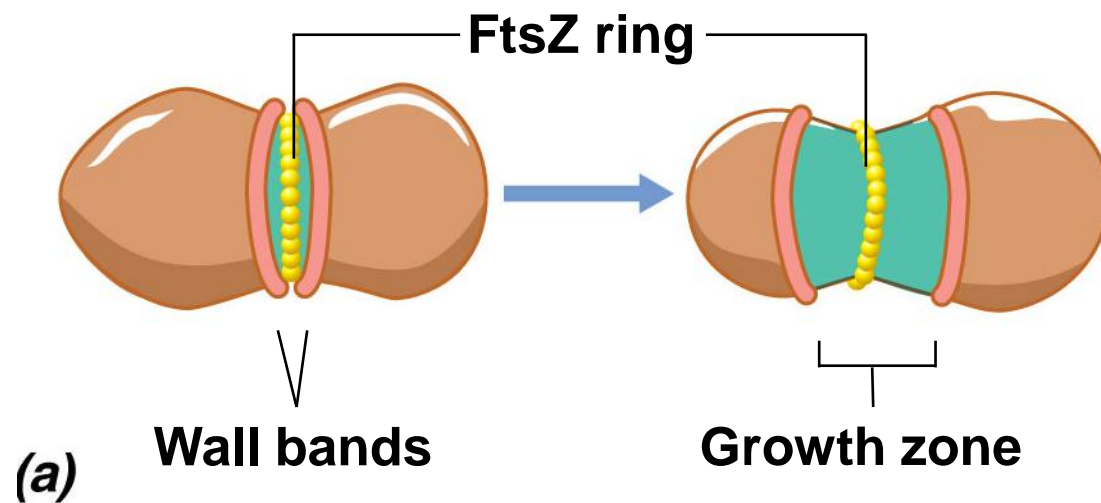
Segona fila: Tinció del nucleoide (blau)

Tercera fila: Tinció de la proteïna FtsZ (roig)

Quarta fila: Tinció del nucleoide i FtsZ



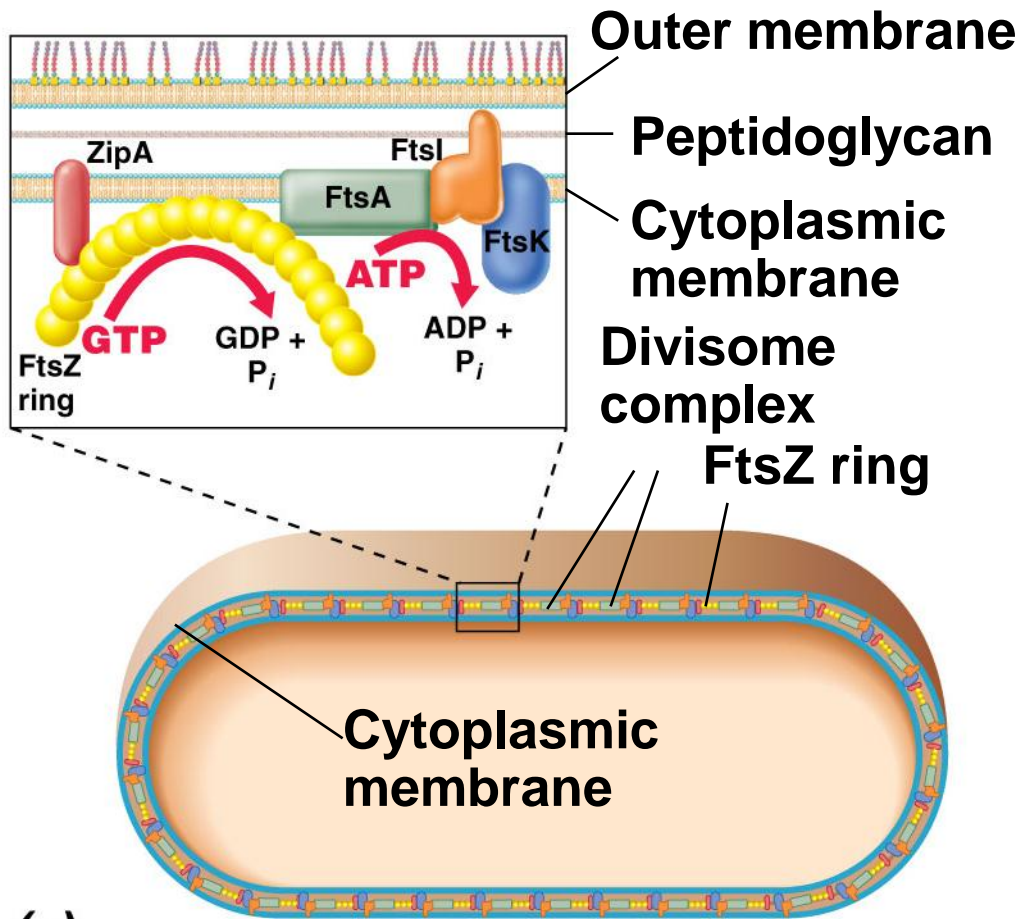
Temps d'execució=1 min



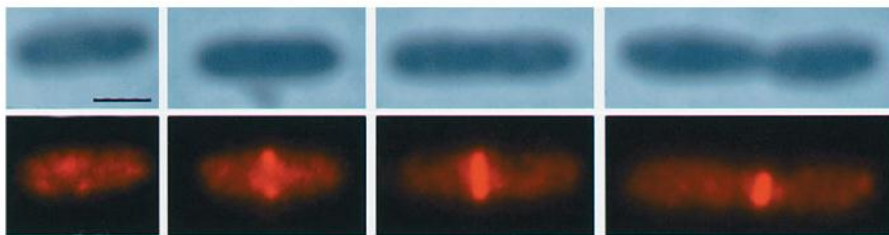
Proteïnes Fts (*filamentous temperature-sensitive*)

Essencials per a la divisió cel·lular en tots els procariotes

- Interactuen per formar el divisoma (aparell de divisió cel·lular)
 - FtsZ: forma l'anell al voltant del centre de la cèl·lula; relacionada amb la tubulina
 - ZipA: àncora que connecta l'anell FtsZ a la membrana citoplasmàtica
 - FtsA: ajuda a connectar l'anell FtsZ a la membrana i també recluta altres proteïnes del divisoma
 - Relacionada amb l'actina

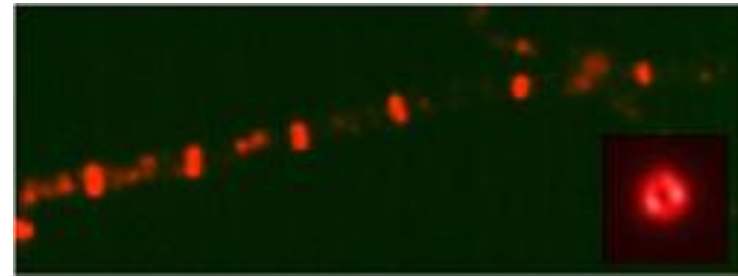


(a)

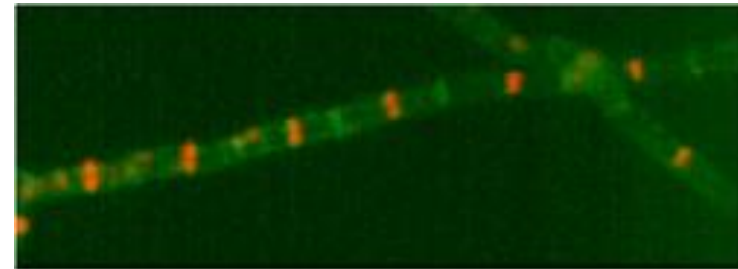


T. den Blaauwen & Nanne Nanninga,
Univ. of Amsterdam

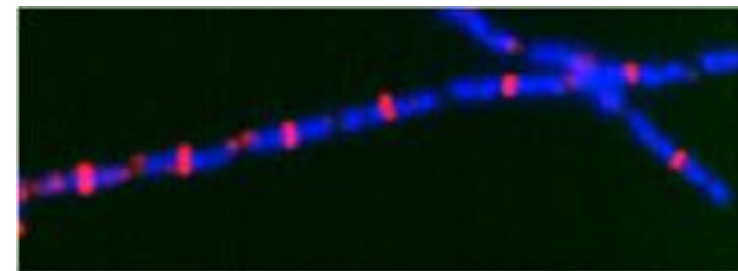
(b)



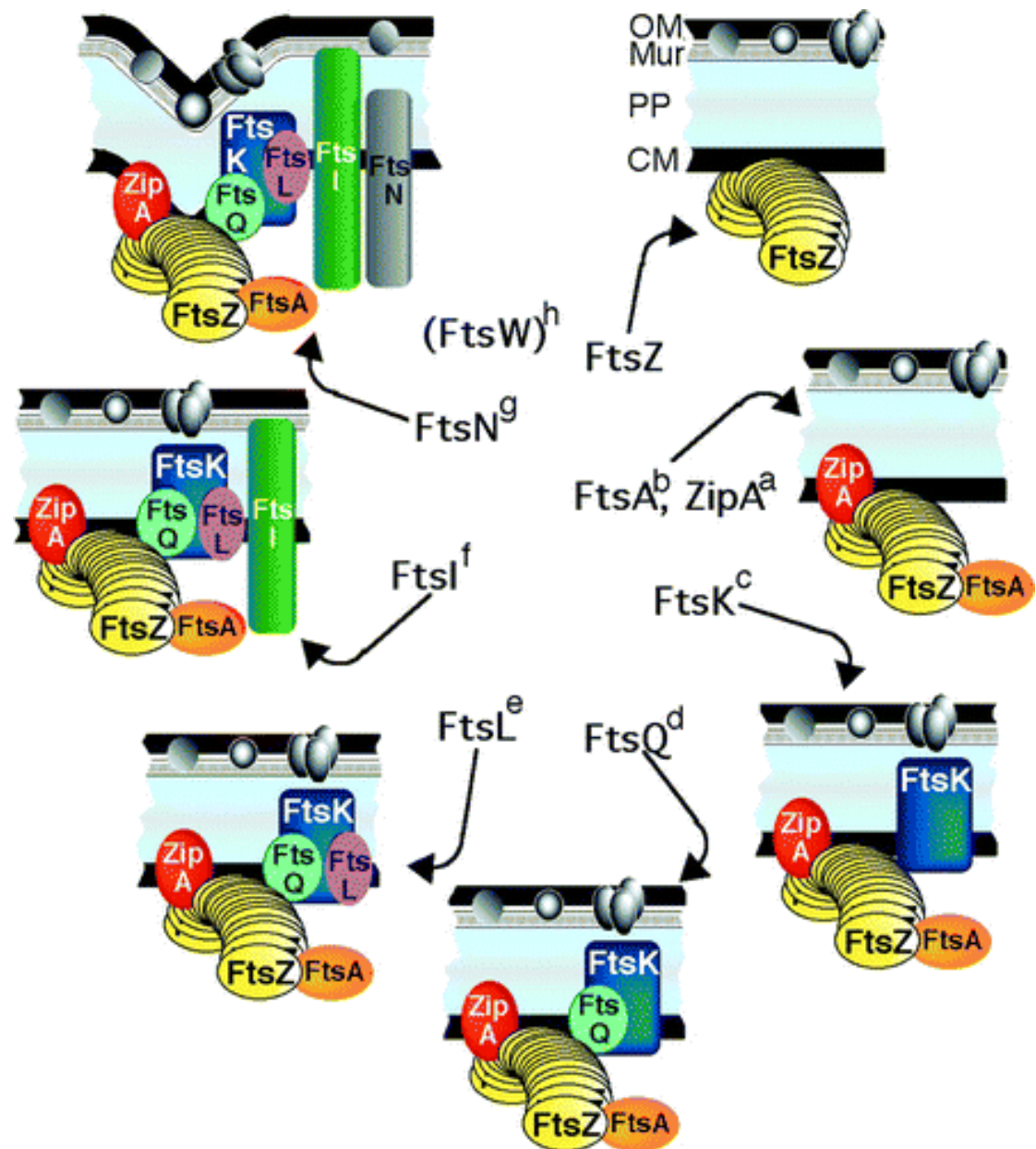
FtsZ localization (red) in a chain of exponentially growing wild type *B. subtilis*.



Overlay of images of FtsZ and bacterial cell wall (green).

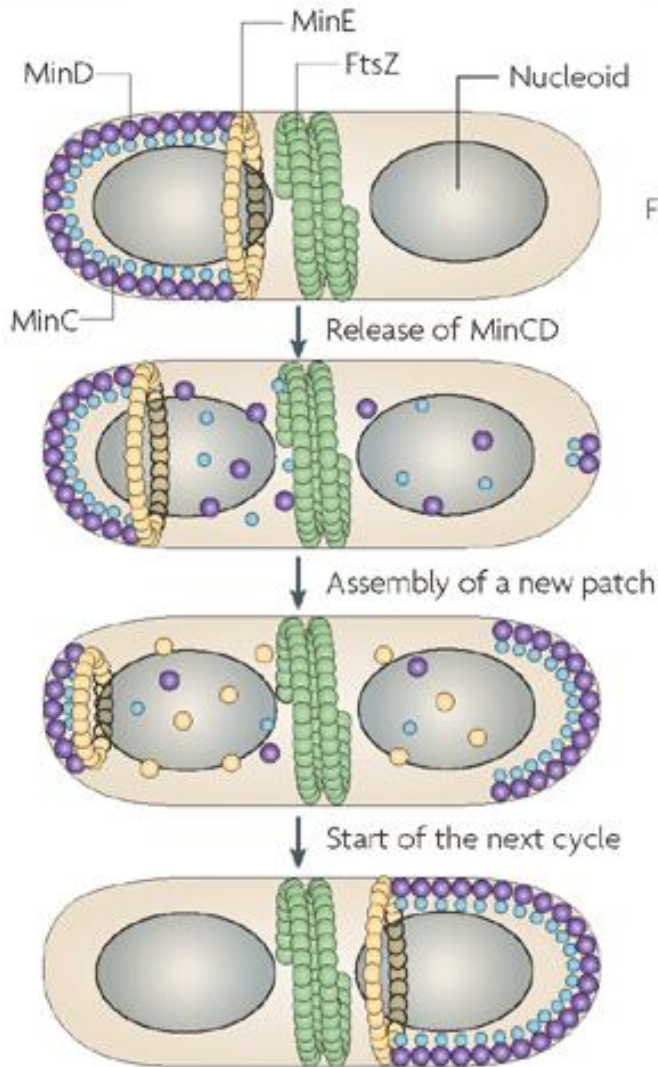


Overlay of images of FtsZ and bacterial nucleoids (blue).

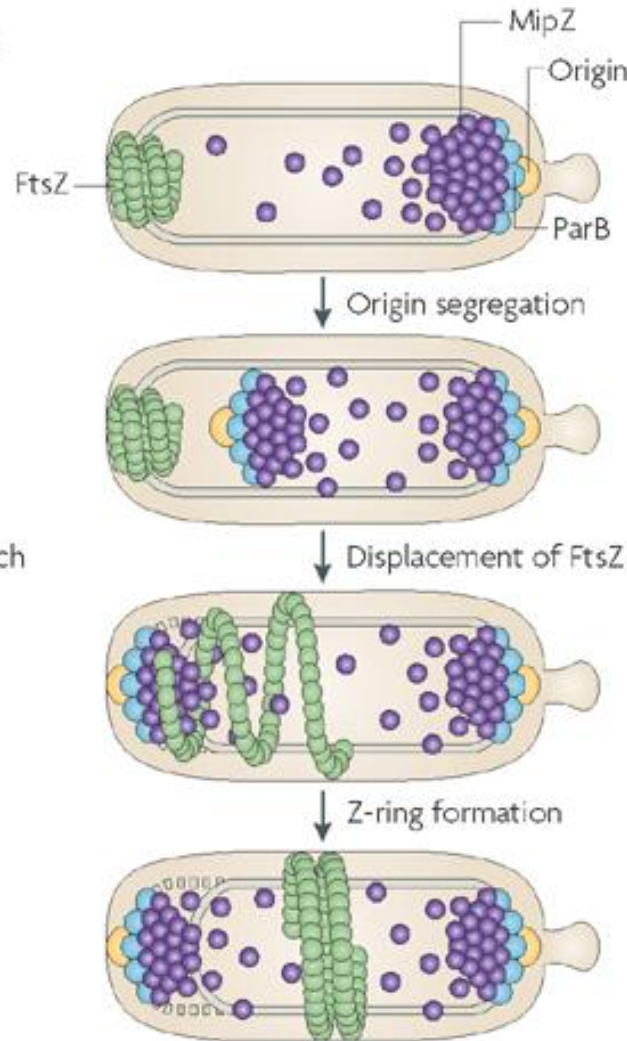


Assembly of the *E. coli* cell division apparatus. *OM*, outer membrane; *Mur*, murein; *CM*, cytoplasmic membrane; *PP*, periplasm.

a *E. coli*



b *C. crescentus*



Escherichia coli:

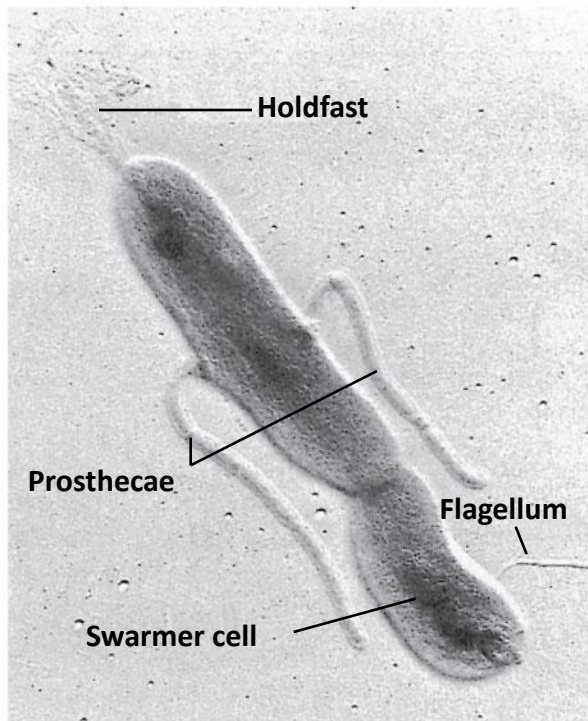
assembly of the FtsZ ring is restricted to the mid-cell by nucleoid occlusion and the MinE-driven pole-to-pole oscillation of the cell-division inhibitor MinCD.

Caulobacter crescentus:

Division is mediated by MipZ, an inhibitor of FtsZ polymerization that forms a complex with the DNA-binding protein ParB at the chromosomal origin of replication.

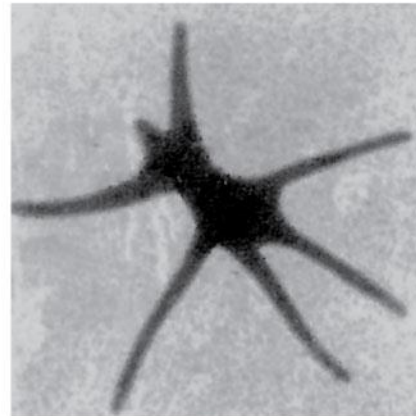
ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

- I. Diferenciació estructural i/o funcional en procariotes. Bacteris unicel·lulars: creixement i divisió cel·lular: processos implicats.
- II. **Bacteris filamentosos i micelials.**
 1. **Gemmació simple**
 2. **Gemmació a partir d'hifes**
 3. **Divisió de bacteris amb prosteca**
 4. **Creixement polar**
 5. **Bacteris filamentosos**
 6. **Bacteris micelials**
 7. ***Bdellovibrio***
- III. Alternança d'estats cel·lulars: endòspores bacterianes.



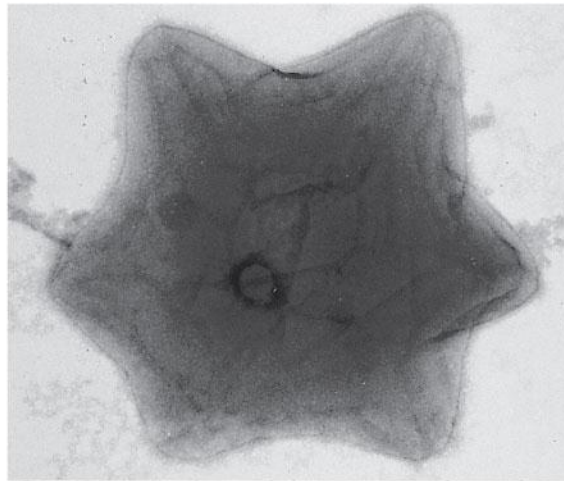
J. L. Pate

(a)



J. T. Staley

(b)



H. Schlesner

(c)

ALTRES TIPUS DE DIVISIÓ CEL·LULAR

Les cèl·lules resultants de la divisió són iguals (creixement intercalar):



Fisió binària

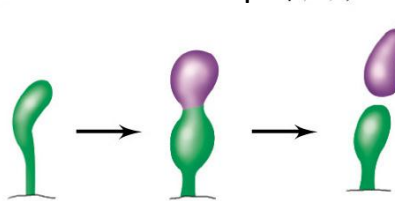
Les cèl·lules resultants de la divisió són desiguals (creixement polar):



•Gemmació simple: *Pirellula*



•Gemmació a partir d'hifes: *Hyphomicrobium*, *Pedomicrobium*



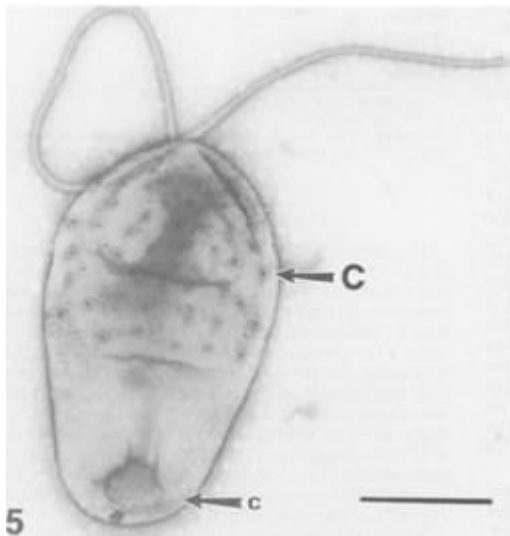
•Divisió de bacteris amb prosteca: *Caulobacter*



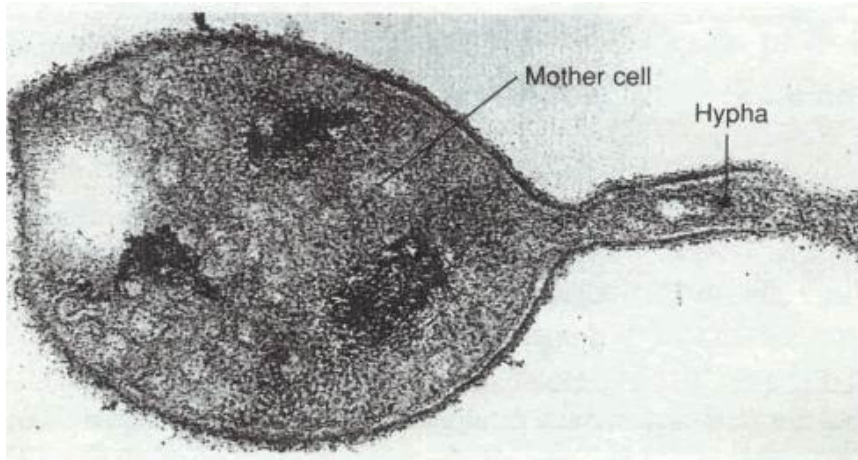
•Creixement polar sense diferenciació de grandària cel·lular: *Rhodopseudomonas*, *Nitrobacter*

1. Gemmació simple

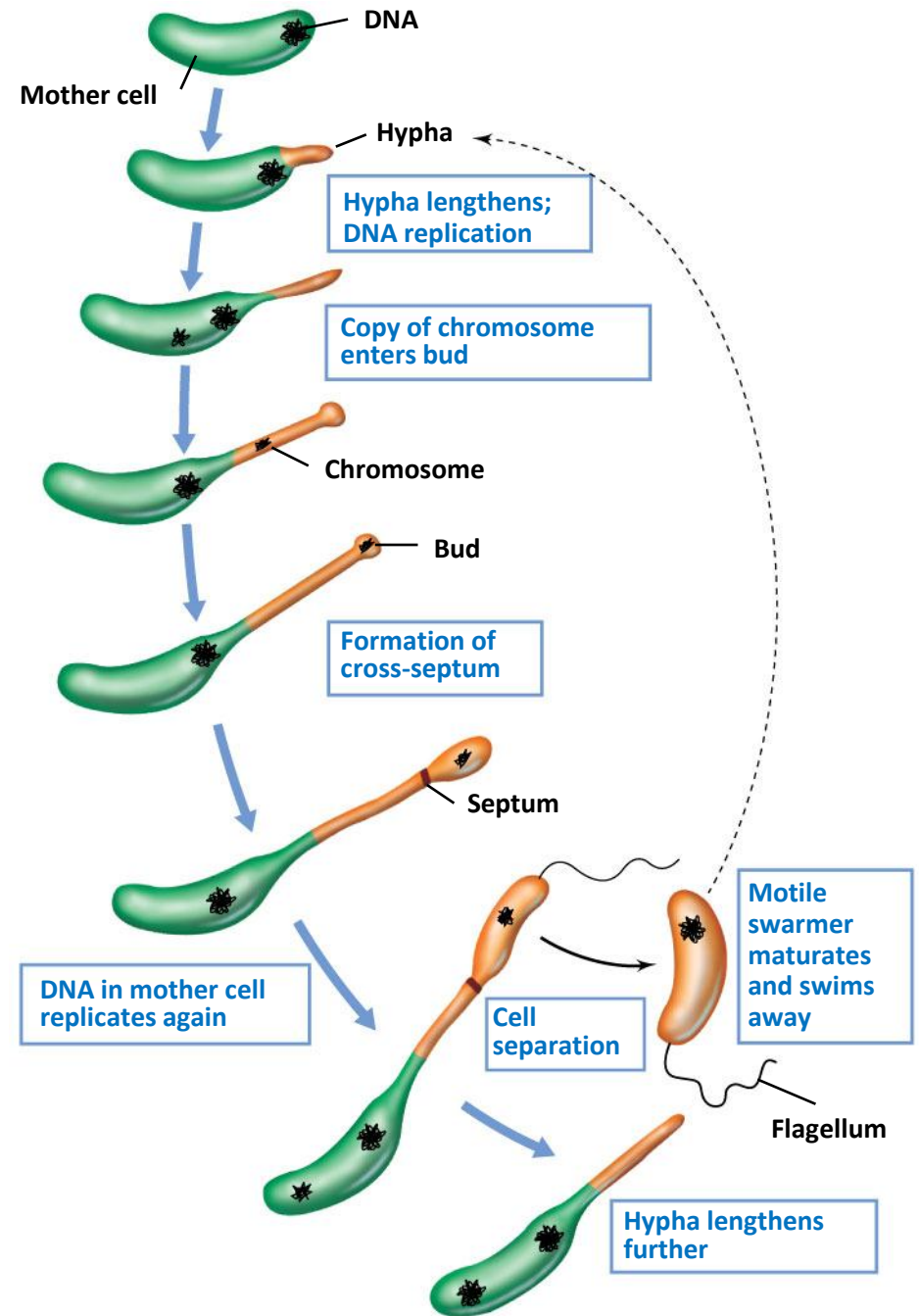
- *Pirellula*



2. Gemmació a partir d'hifes

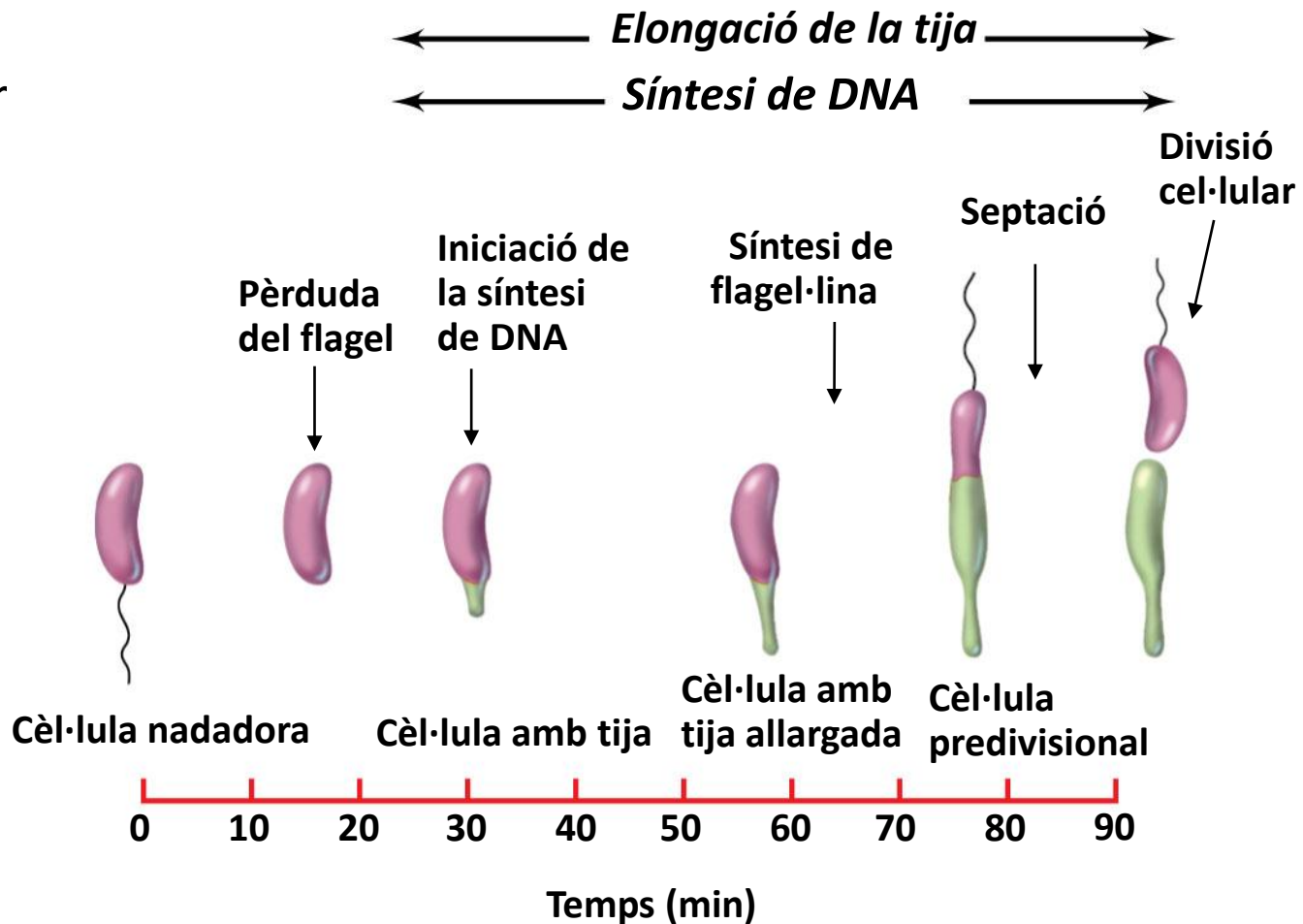


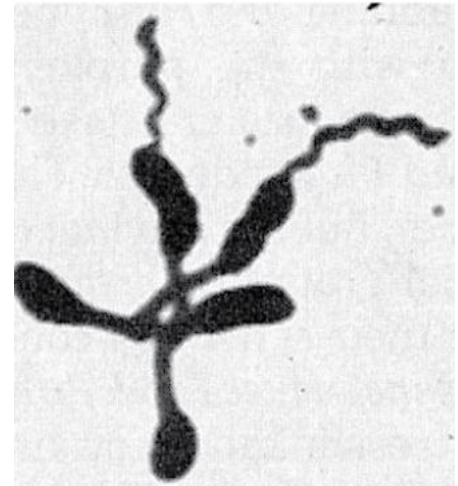
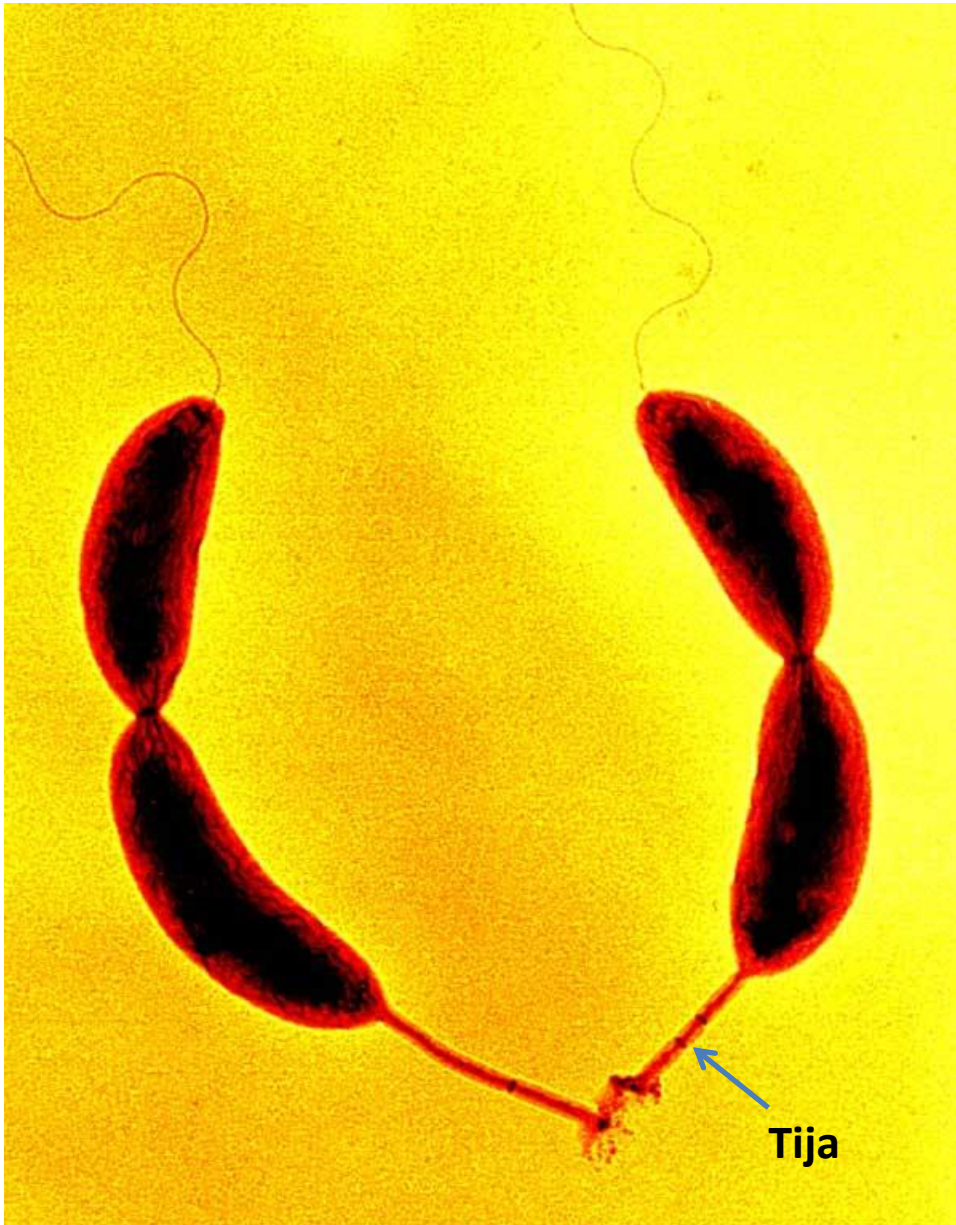
Hyphomicrobium



3. Divisió de bacteris amb prosteca

- *Caulobacter*

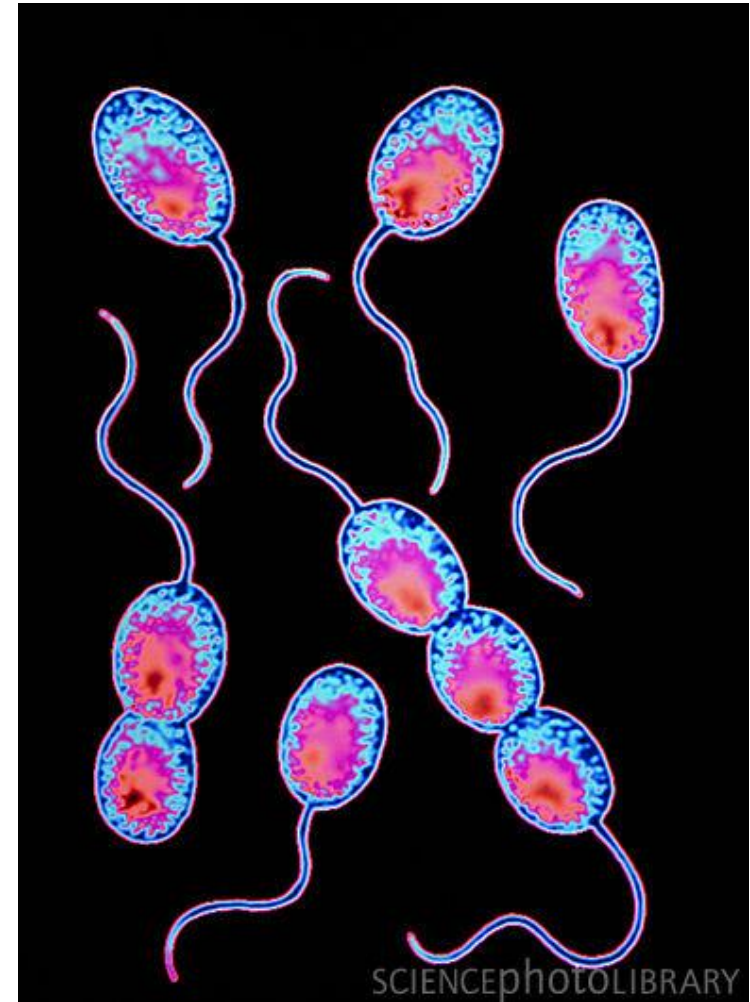




4. Creixement polar



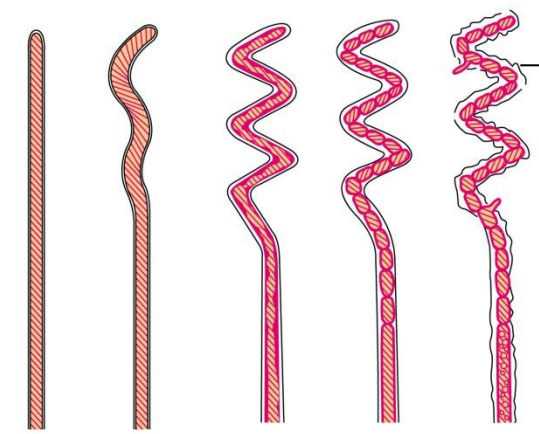
Rhodospirillum rubrum



5. Bacteris filamentosos



Colònies de *Streptomyces*

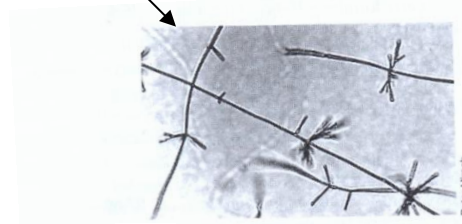
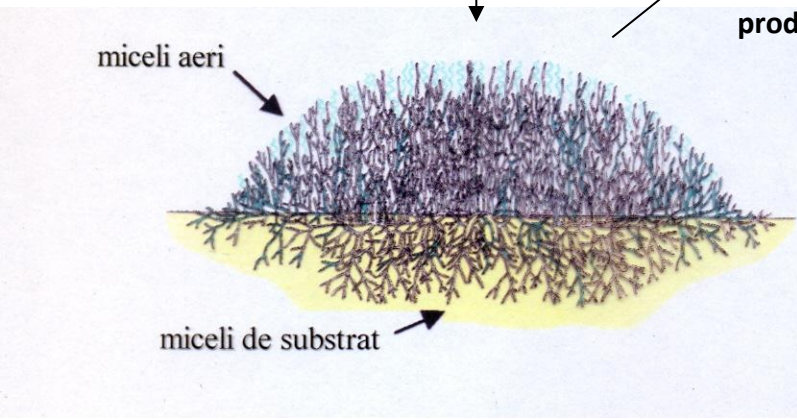


Growth phase Tip curls Partitioning of tip Cell walls thicken and constrict Spores mature

Tipus d'espores



Les hifes aèries es diferencien produint espores



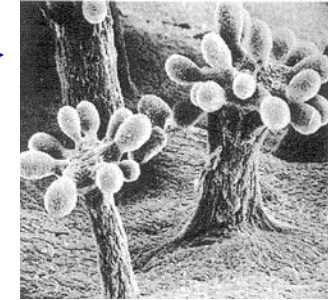
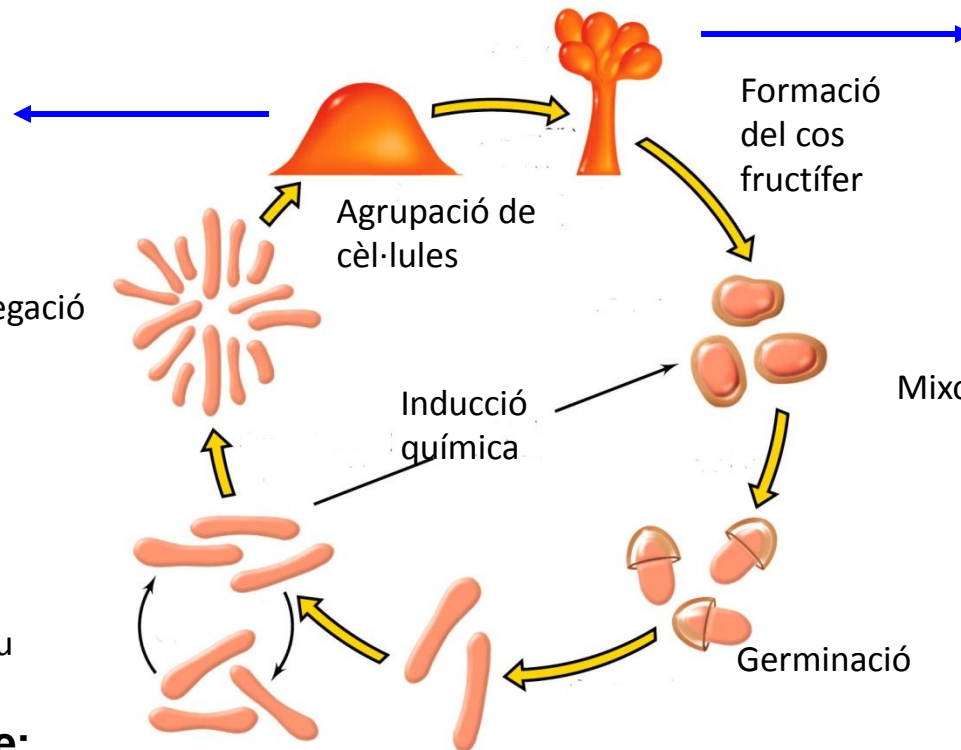
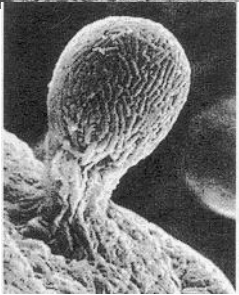
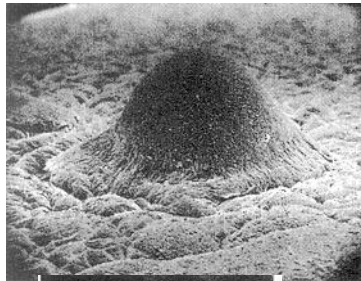
Peter Hirsch

Diferents estructures formadores d'espores



Huberty Mary P. Lechner

6. Bacteris micelials



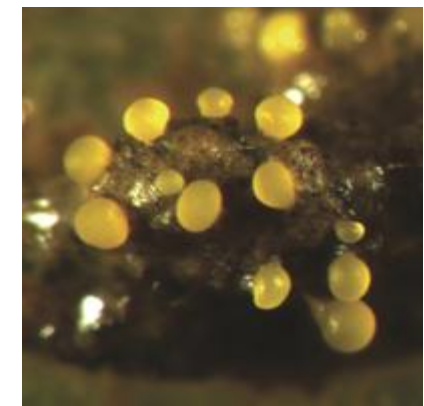
Mixospores

Germinació

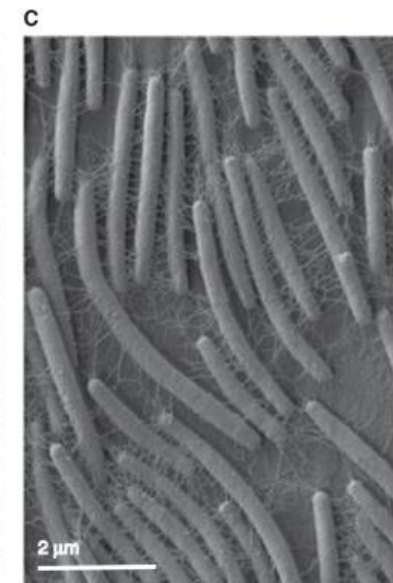
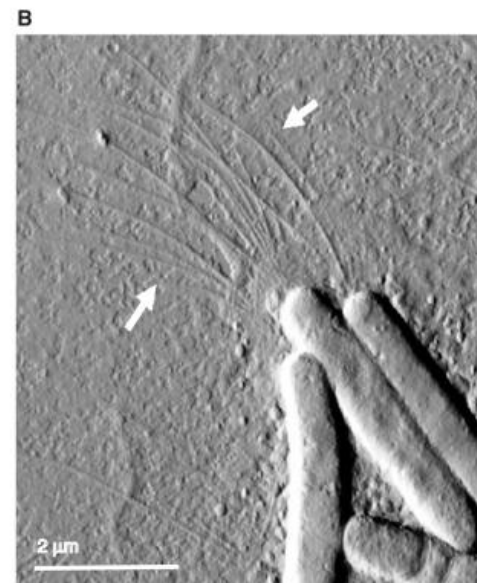
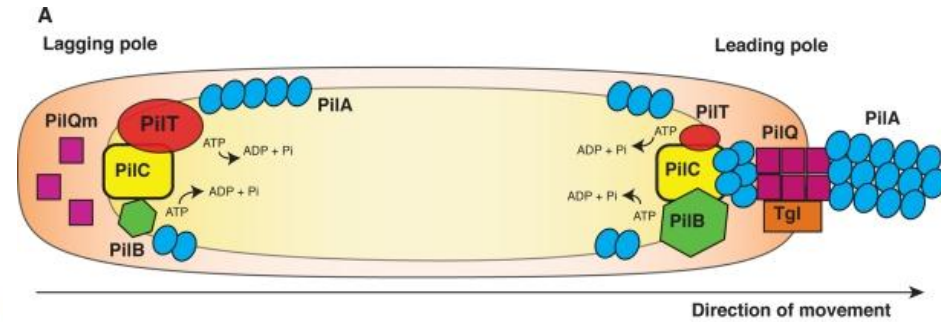
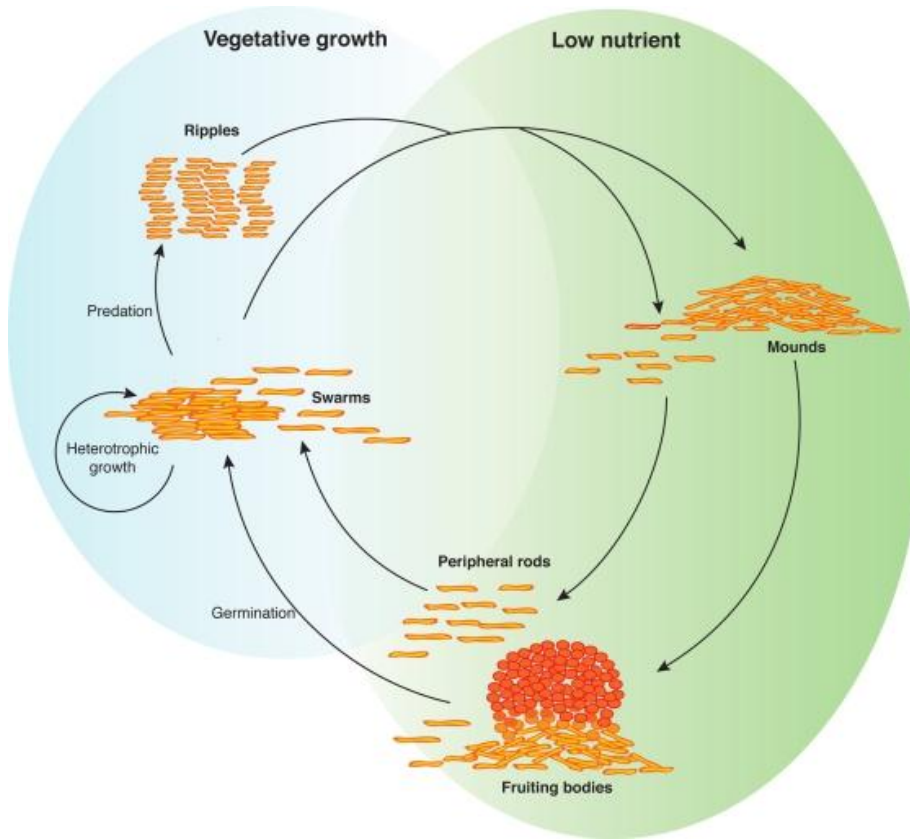
Cicle vegetatiu

Alternança entre:

- **Formes unicel·lulars**
Metabòlicament activa: cèl·lula vegetativa
Metabòlicament inactiva: mixospora
- **Formes pluricel·lulars: cos fructífer**



Myxococcus xanthus

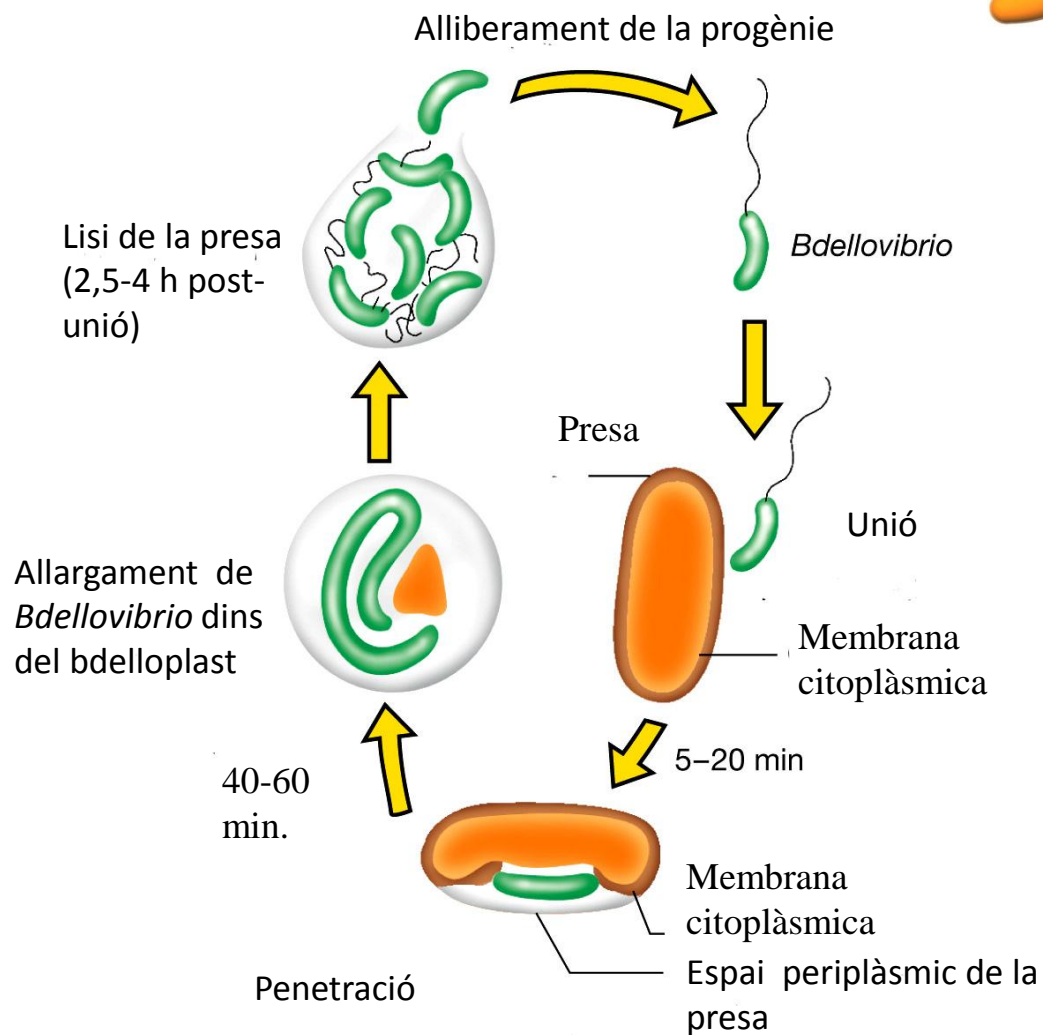


[Microbiol Mol Biol Rev.](#) 2010 Jun;74(2):229-49.

Gliding motility revisited: how do the myxobacteria move without flagella?

[Mauriello EM](#), [Mignot T](#), [Yang Z](#), [Zusman DR](#).

7. *Bdellovibrio*



Alternança entre dos estats

- Formes extracel·lulars infeccioses
- Formes intracel·lulars reproductives

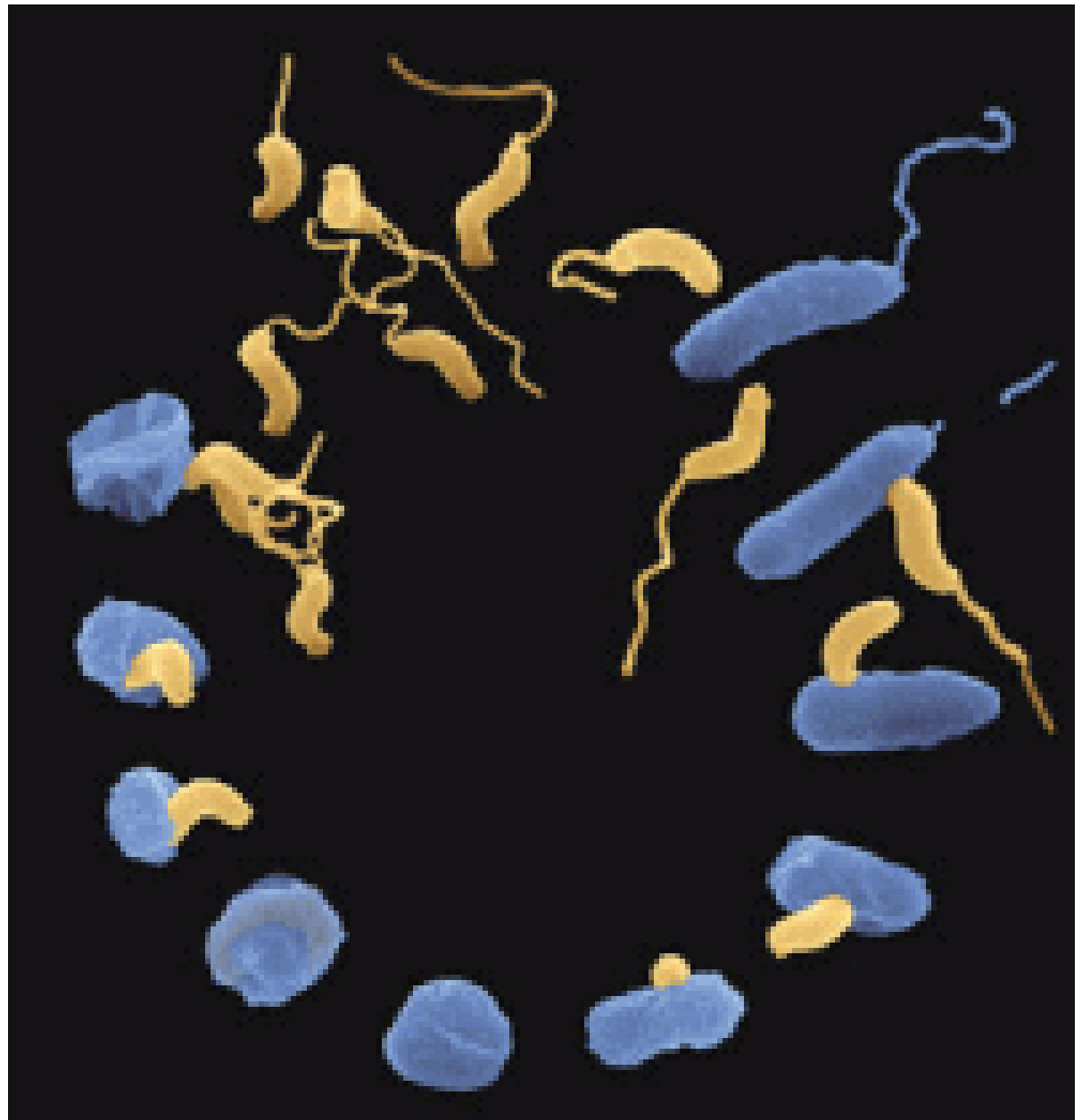




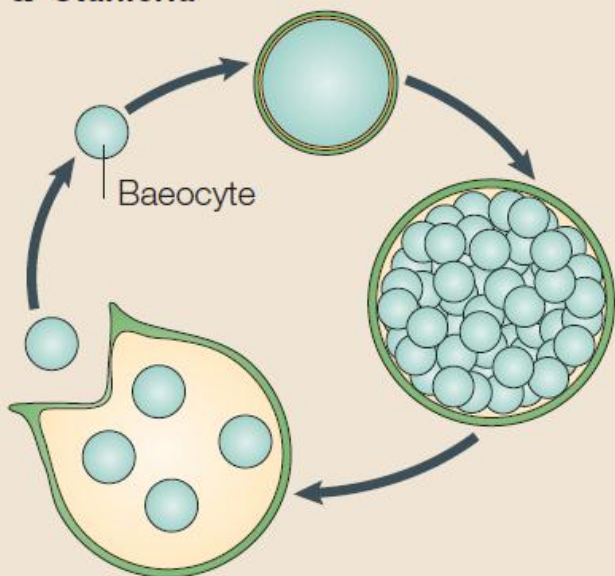
Susal Koval and Ryan Chanyi



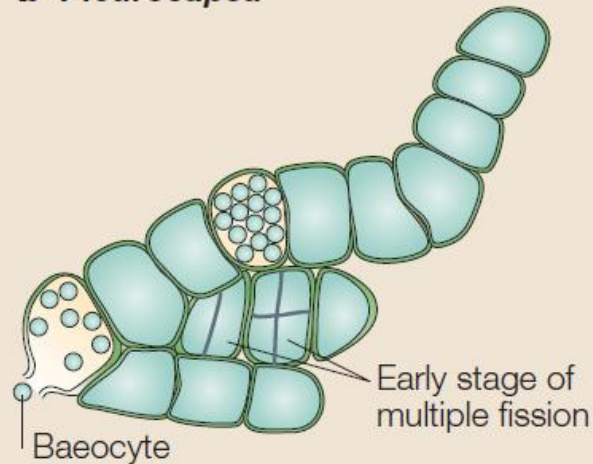
Cicle de vida de
Bdellovibrio



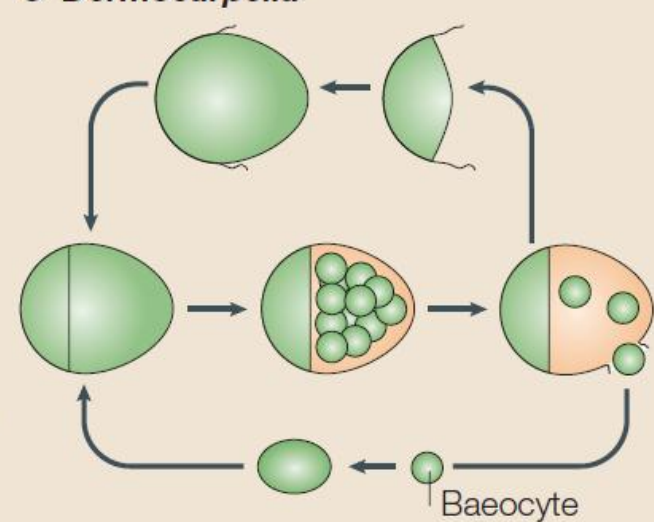
a *Stanieria*



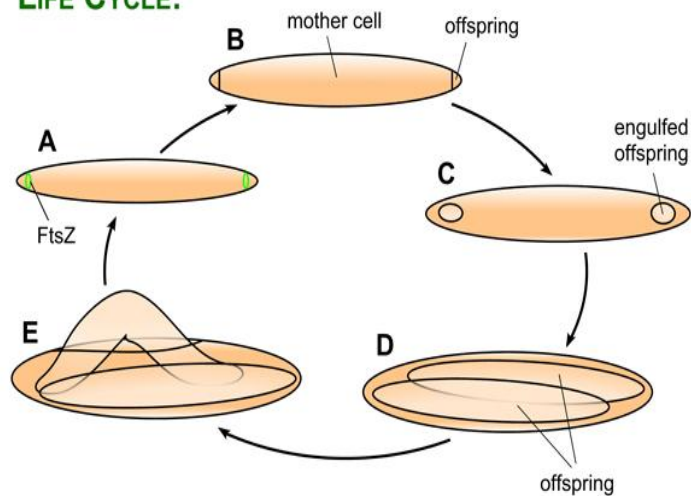
b *Pleurocapsa*



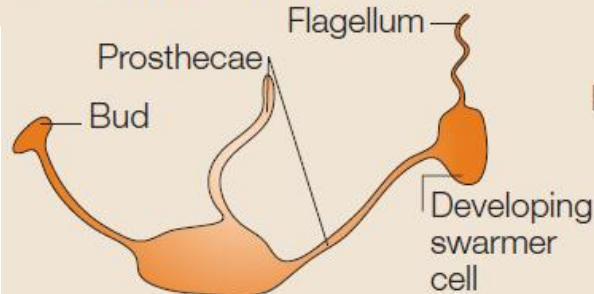
c *Dermocarpella*



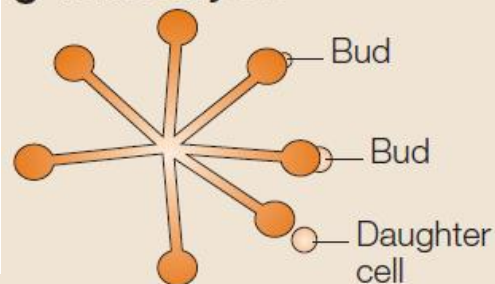
**THE EPULOPISCIUM
LIFE CYCLE:**



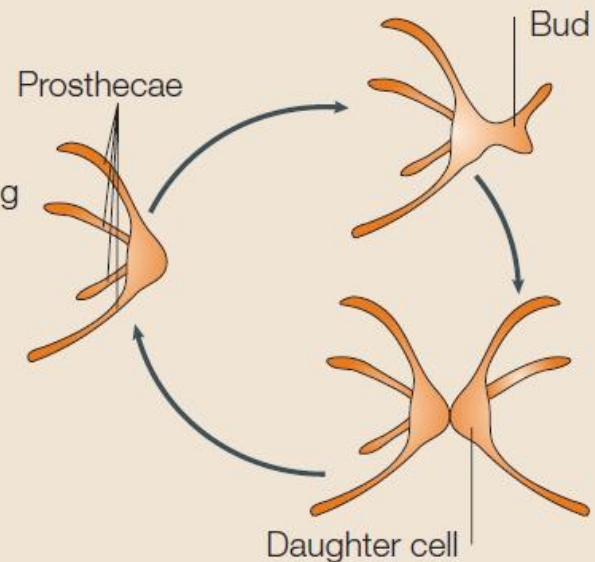
e *Pedomicrobium*



g *Planctomyces*



f *Ancalomicrobium*



REVIEWS

ALTERNATIVES TO BINARY FISSION IN BACTERIA

Esther R. Angert

Abstract | Whereas most prokaryotes rely on binary fission for propagation, many species use alternative mechanisms, which include multiple offspring formation and budding, to reproduce. In some bacterial species, these eccentric reproductive strategies are essential for propagation, whereas in others the programmes are used conditionally. Although there are tantalizing images and morphological descriptions of these atypical developmental processes, none of these reproductive structures are characterized at the molecular genetic level. Now, with newly available analytical techniques, model systems to study these alternative reproductive programmes are being developed.

Conceptually, cell propagation by binary fission is a simple process: a cell merely needs to grow to twice its size, and then split in two. But to remain competitive, let alone viable, a prokaryotic cell must divide at the appropriate time and at the correct location in the cell, and must ensure that each progeny daughter cell receives a complete complement of genes with high fidelity. Bacterial models that have been used for the study of cell division include the Gram-negative proteobacterial species *Escherichia coli* and *Caulobacter crescentus*, and the low-GC Gram-positive bacterium *Bacillus subtilis*. These models have provided insight into cell division and continue to reveal surprising findings¹. The cell biology and genetics of cell division in these and other model organisms have been discussed in recent reviews²⁻⁸. As important cell-division components are revealed, and their genetic homologues in other systems are discovered and characterized, a framework of core mechanisms that are conserved among prokaryotes is emerging (TABLE 1).

Binary fission: *Bacillus subtilis*

In this review, *B. subtilis* will be used as a model to introduce the general mechanisms and regulation of cell division in bacteria (FIG. 1a). During growth, *B. subtilis*, in common with other rod-shaped bacteria, elongates. When it reaches about twice its starting length, the cell divides in the middle by binary fission. Concurrent with growth, the genetic material of the cell replicates and

segregates into incipient daughter cells in a controlled manner². Although the timing of replication initiation with respect to the cell-division cycle, and the maintenance of NUCLEOID position are tightly controlled in bacteria, master cell-cycle regulators have only been identified in *C. crescentus*^{9,10}. The mechanisms that are responsible for the observed rapid movement of replication origins to polar positions and the segregation of nucleoids have yet to be discerned^{7,11}. However, DNA-binding proteins that maintain nucleoid structure and that seem to have a role in nucleoid segregation (such as SMC in *B. subtilis*) have been identified in various bacteria¹²⁻¹³ (TABLE 1). Other cellular components that are implicated in DNA segregation include the actin-like protein MreB¹⁴.

For cell division to occur, the division apparatus must assemble at the site of future cytoplasmic cleavage. FtsZ, a structural homologue of the eukaryotic CYTOSKELETAL element tubulin¹⁵, assembles into a ring-like structure at the centre of the cell¹⁶. Other components of the division machinery assemble at the FtsZ ring. These components redirect cell wall growth, and prevent damage to the DNA while the cell envelope invaginates^{6,17}. Finally, the cell divides to form two approximately equivalent daughter cells. Although many of the genes that are involved in cell division have been identified, the mechanisms of action of these gene products are still under intense investigation^{6,18}.

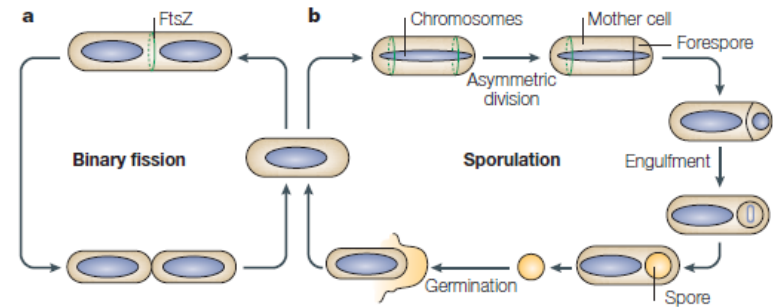


Figure 1 | Life cycles of *Bacillus subtilis*. *B. subtilis* has two alternative life cycles that result in

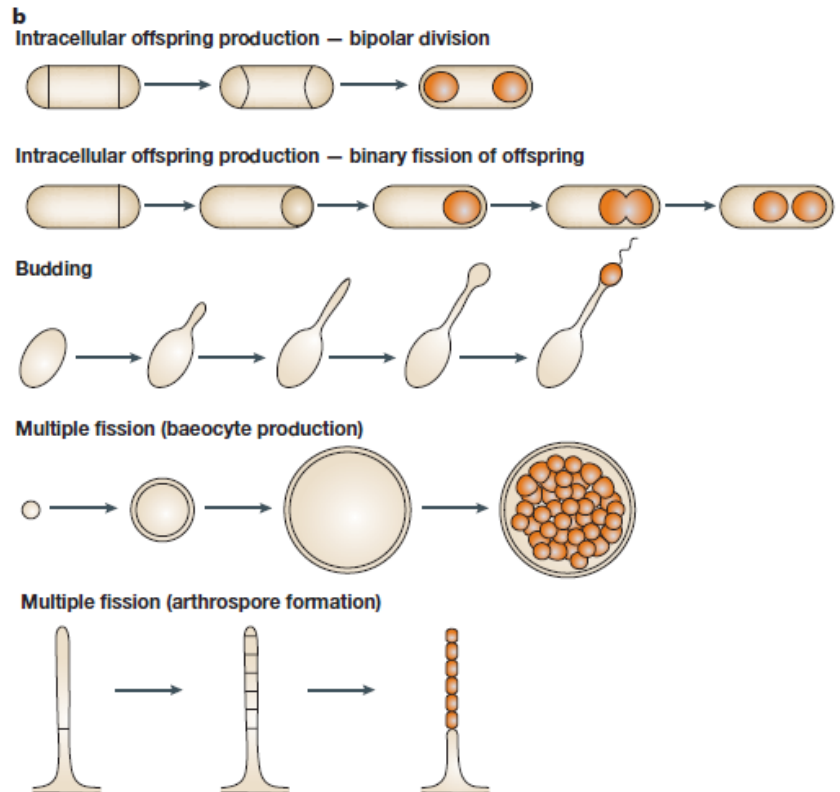


Figure 2 | Evolutionary relationships of model organisms and bacteria that show unusual reproductive strategies. This phylogenetic tree (a) illustrates the diversity of organisms that use

NUCLEOID
The highly organized chromosomal DNA of a bacterial cell.

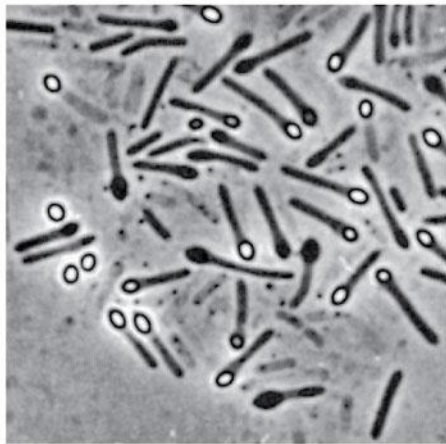
CYTOSKELETON
Internal network of proteins that gives a eukaryotic cell its shape, facilitates its movement and provides a means of internal spatial organization.

Department of Microbiology,
Cornell University,
260A Wing Hall, Ithaca,
New York 14853-5701, USA.
e-mail: em23@cornell.edu
doi:10.1038/nrmicro1096

ESTRUCTURA I FUNCIÓ CEL·LULAR EN PROCARIOTES

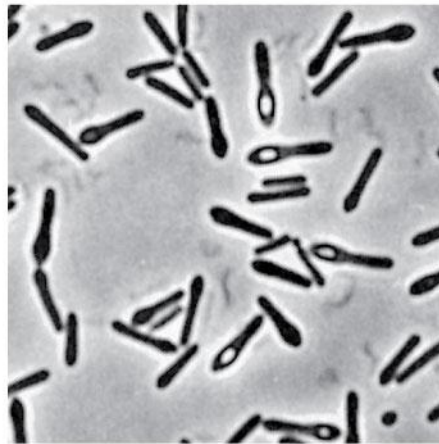
- I. Diferenciació estructural i/o funcional en procariotes. Bacteris unicel·lulars: creixement i divisió cel·lular: processos implicats.
- II. Bacteris filamentosos i micelials.
- III. Alternança d'estats cel·lulars: endòspores bacterianes.

- Cèl·lules altament diferenciades resistents a la calor, als productes químics i a la radiació
- Etapa dorment del cicle de vida dels bacteris
- Ideal per a la dispersió pel vent, l'aigua, o l'intestí dels animals
- Només està present en alguns bacteris gram-positius



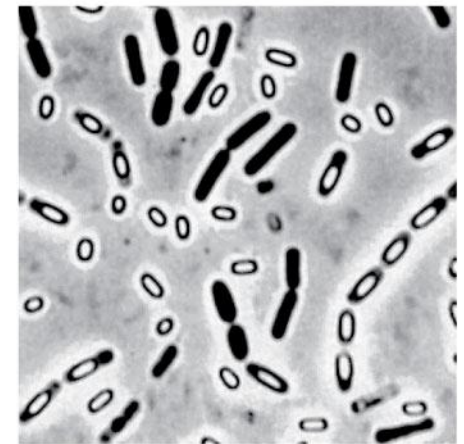
H. Hippe

(a) Terminal
spores



H. Hippe

(b) Subterminal
spores



H. Hippe

(c) Central
spores

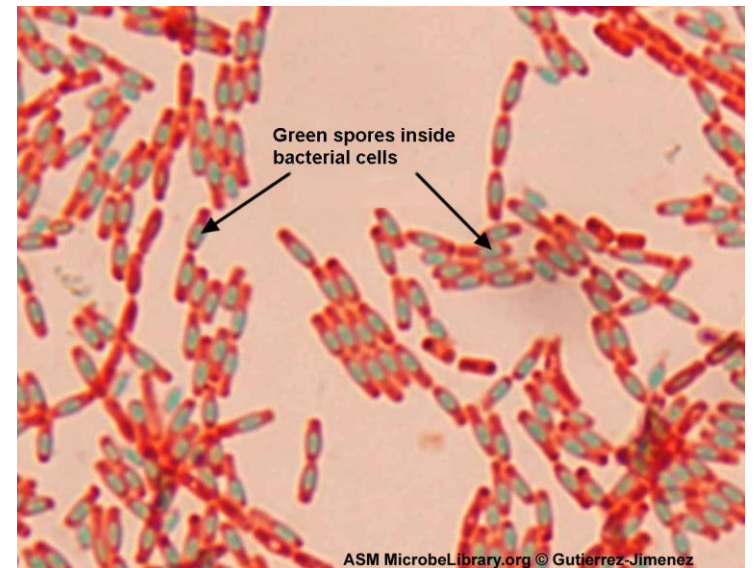
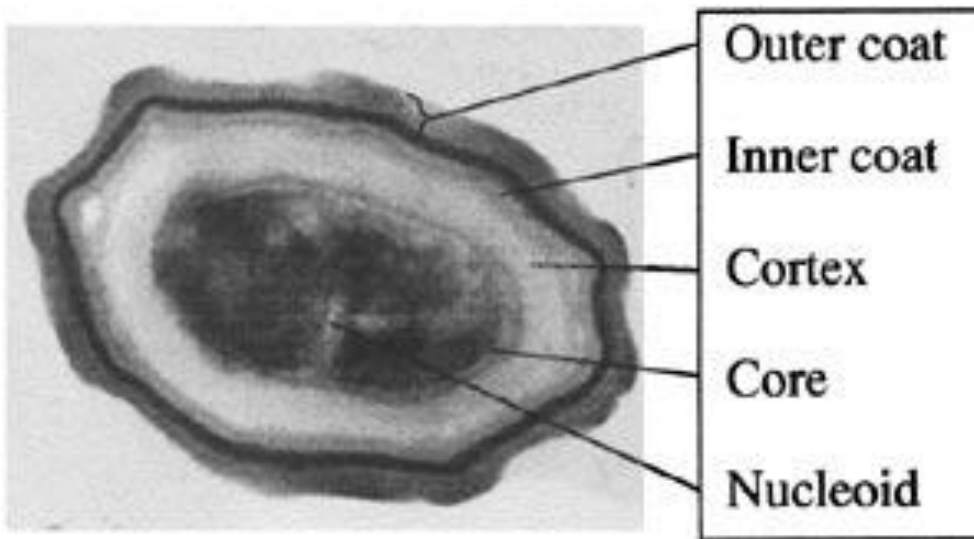
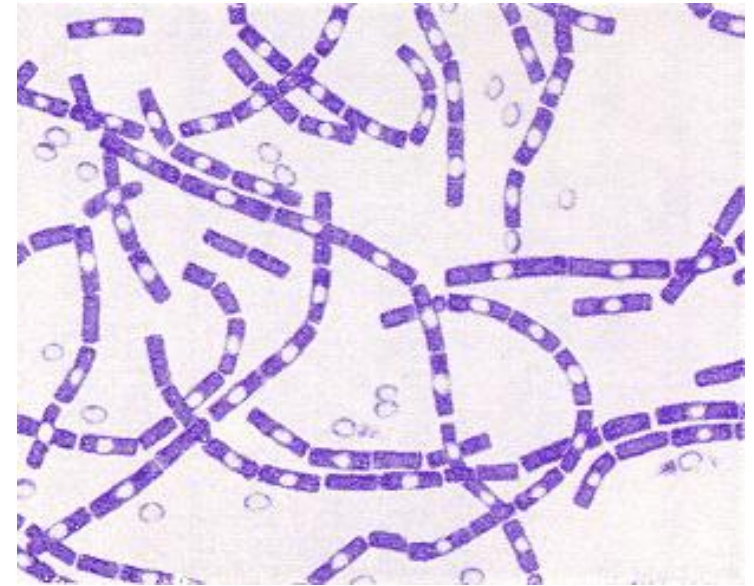
Bacteris formadors d'endòspores (I)

- [Acetonema](#)
- [Alkalibacillus](#)
- [Ammoniphilus](#)
- [Amphibacillus](#)
- [Anaerobacter](#)
- [Anaerospora](#)
- [Aneurinibacillus](#)
- [Anoxybacillus](#)
- [Bacillus](#)
- [Brevibacillus](#)
- [Caldanaerobacter](#)
- [Caloramator](#)
- [Caminicella](#)
- [Cerasibacillus](#)
- [Clostridium](#)
- [Clostridiisalibacter](#)
- [Cohnella](#)
- [Coxiella](#)
- [Dendrosporobacter](#)
- [Desulfotomaculum](#)
- [Desulfosporomusa](#)
- [Desulfosporosinus](#)
- [Desulfoviregula](#)
- [Desulfunispora](#)
- [Desulfurispora](#)
- [Filifactor](#)
- [Filobacillus](#)
- [Gelria](#)
- [Geobacillus](#)
- [Geosporobacter](#)
- [Gracilibacillus](#)
- [Halonatronum](#)
- [Heliobacterium](#)
- [Heliophilum](#)
- [Laceyella](#)
- [Lentibacillus](#)
- [Lysinibacillus](#)
- [Mahella](#)
- [Metabacterium](#)
- [Moorella](#)
- [Natroniella](#)

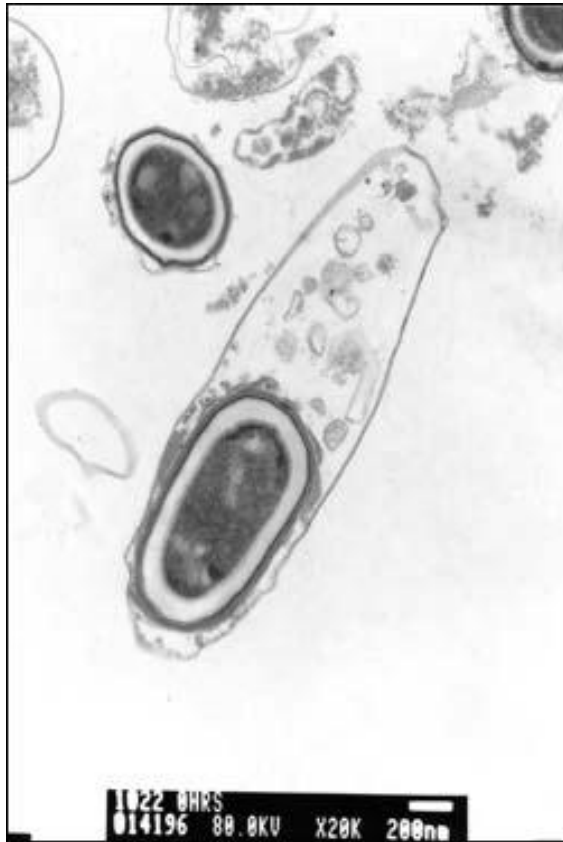
Bacteris formadors d'endòspores (II)

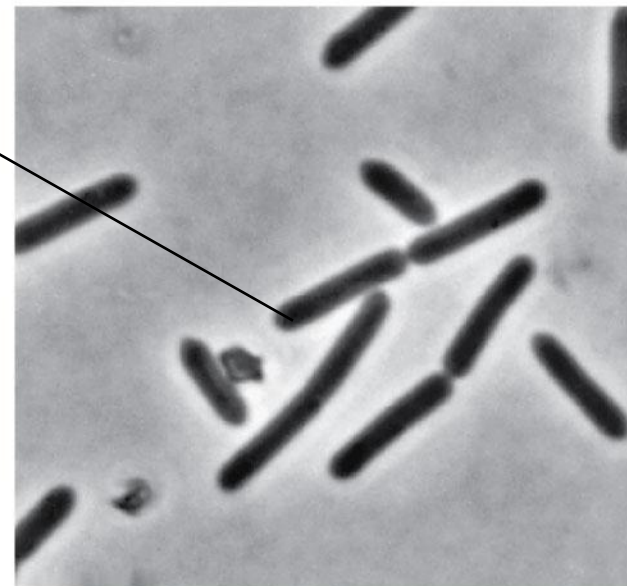
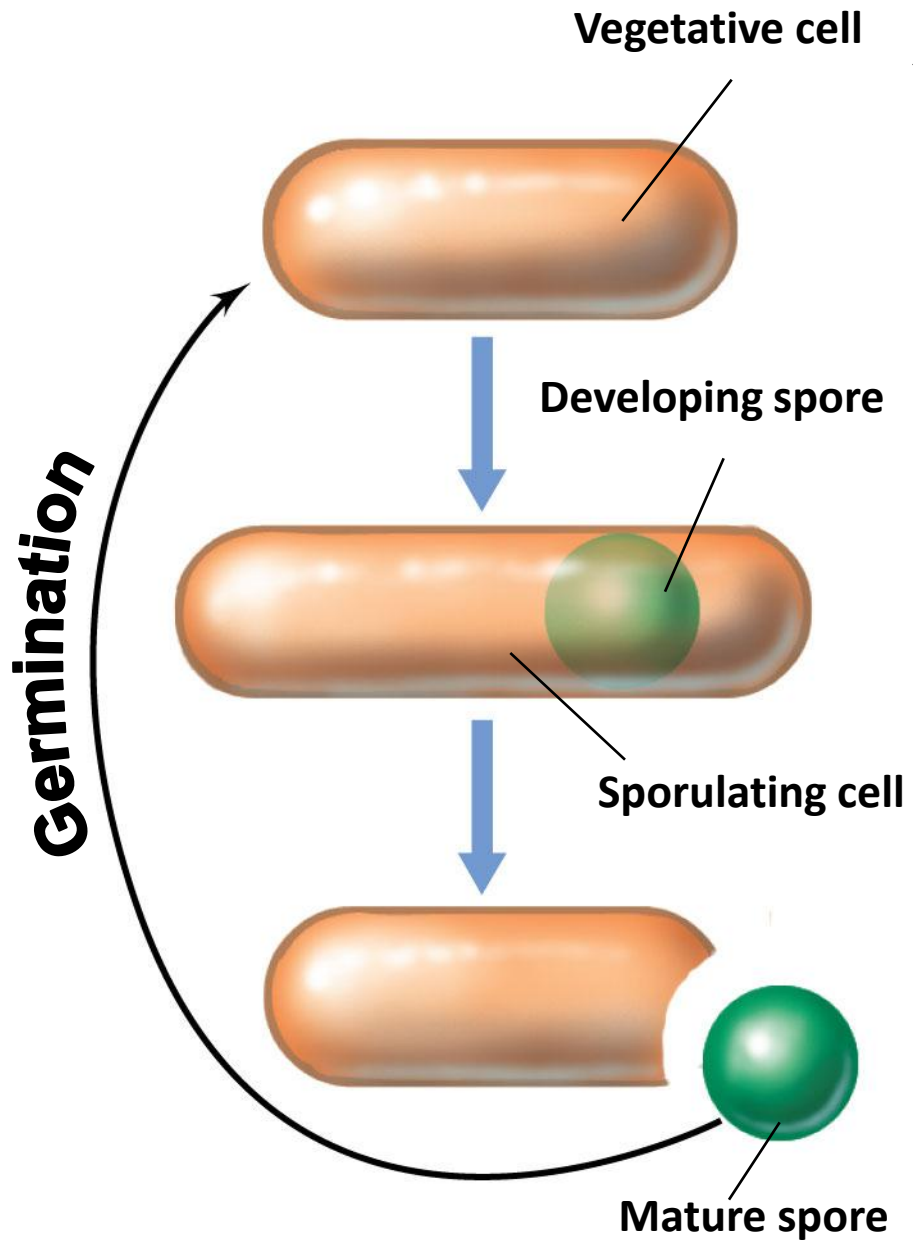
- [*Oceanobacillus*](#)
- [*Orenia*](#)
- [*Ornithinibacillus*](#)
- [*Oxalophagus*](#)
- [*Oxobacter*](#)
- [*Paenibacillus*](#)
- [*Paraliobacillus*](#)
- [*Pelospora*](#)
- [*Pelotomaculum*](#)
- [*Piscibacillus*](#)
- [*Planifilum*](#)
- [*Pontibacillus*](#)
- [*Propionispora*](#)
- [*Salinibacillus*](#)
- [*Salsuginibacillus*](#)
- [*Seionella*](#)
- [*Shimazuella*](#)
- [*Sporacetigenium*](#)
- [*Sporoanaerobacter*](#)
- [*Sporobacter*](#)
- [*Sporobacterium*](#)
- [*Sporohalobacter*](#)
- [*Sporolactobacillus*](#)
- [*Sporomusa*](#)
- [*Sporosarcina*](#)
- [*Sporotalea*](#)
- [*Sporotomaculum*](#)
- [*Syntrophomonas*](#)
- [*Syntrophospora*](#)
- [*Tenuibacillus*](#)
- [*Tepidibacter*](#)
- [*Terribacillus*](#)
- [*Thalassobacillus*](#)
- [*Thermoacetogenium*](#)
- [*Thermoactinomyces*](#)
- [*Thermoalkalibacillus*](#)
- [*Thermoanaerobacter*](#)
- [*Thermoanaeromonas*](#)
- [*Thermobacillus*](#)
- [*Thermoflavimicrobium*](#)
- [*Thermovenabulum*](#)
- [*Tuberibacillus*](#)
- [*Virgibacillus*](#)
- [*Vulcanobacillus*](#)

Espores de *Bacillus*

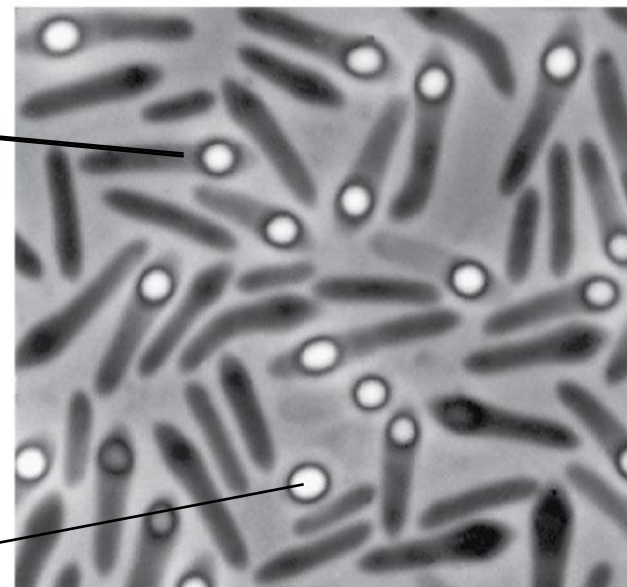


Espores de *Clostridium*





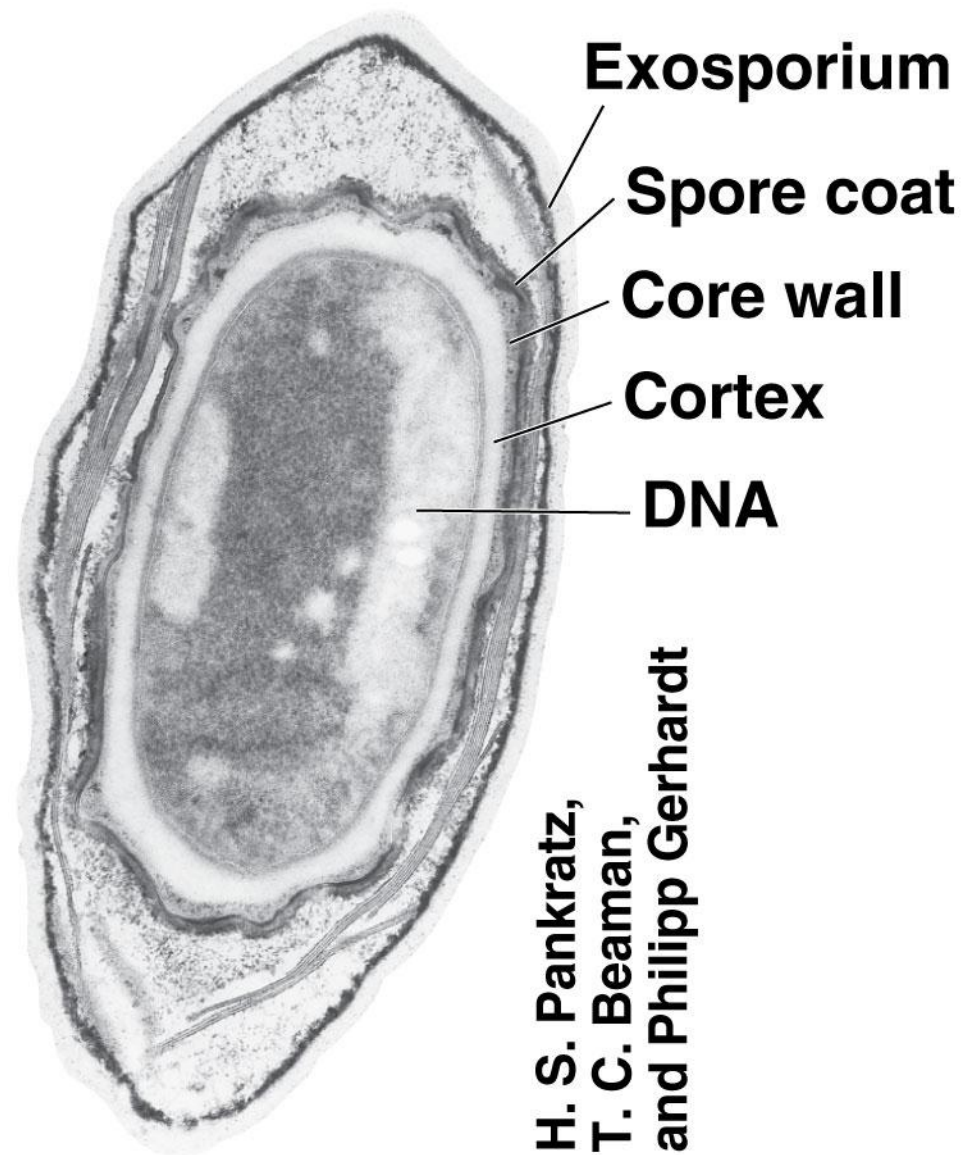
Hans Hippe



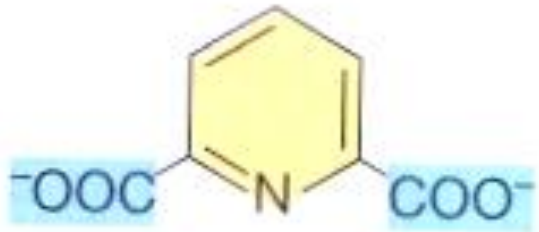
Hans Hippe

Estructura

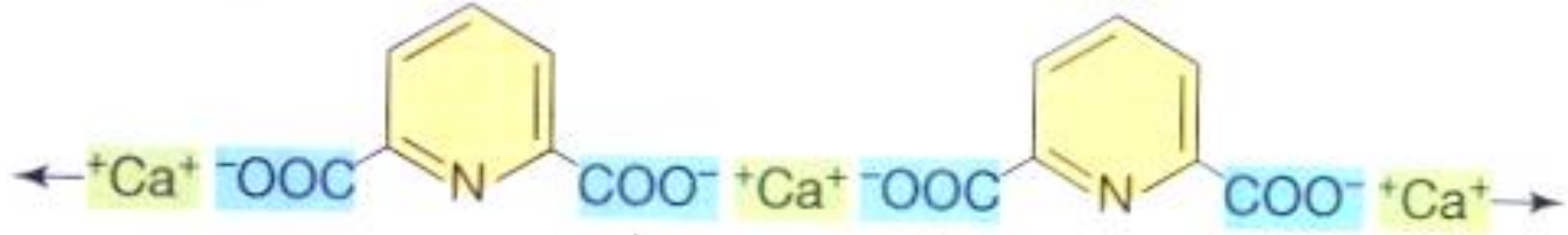
- Complexa
- Conté àcid dipicolínic
- Enriquida en Ca^{2+}
- El nucli conté xicotetes proteïnes solubles en àcid (SASP)



Àcid dipicolínic (DPA)



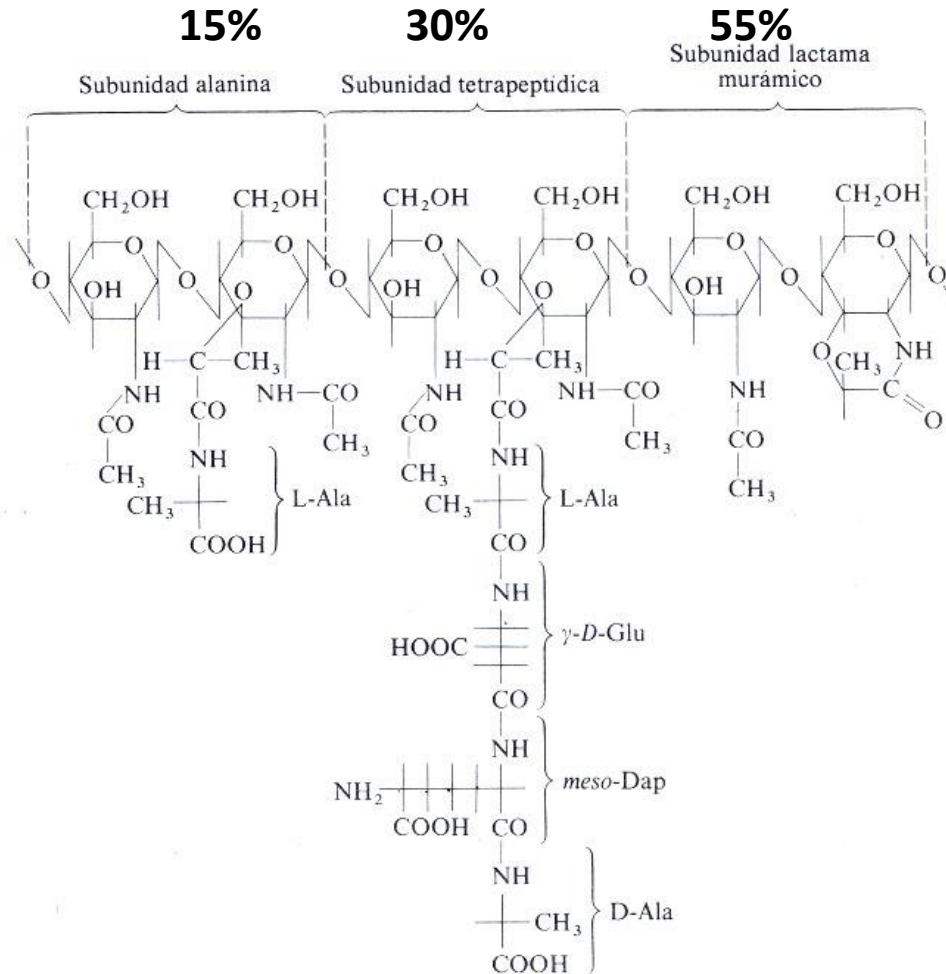
(a)



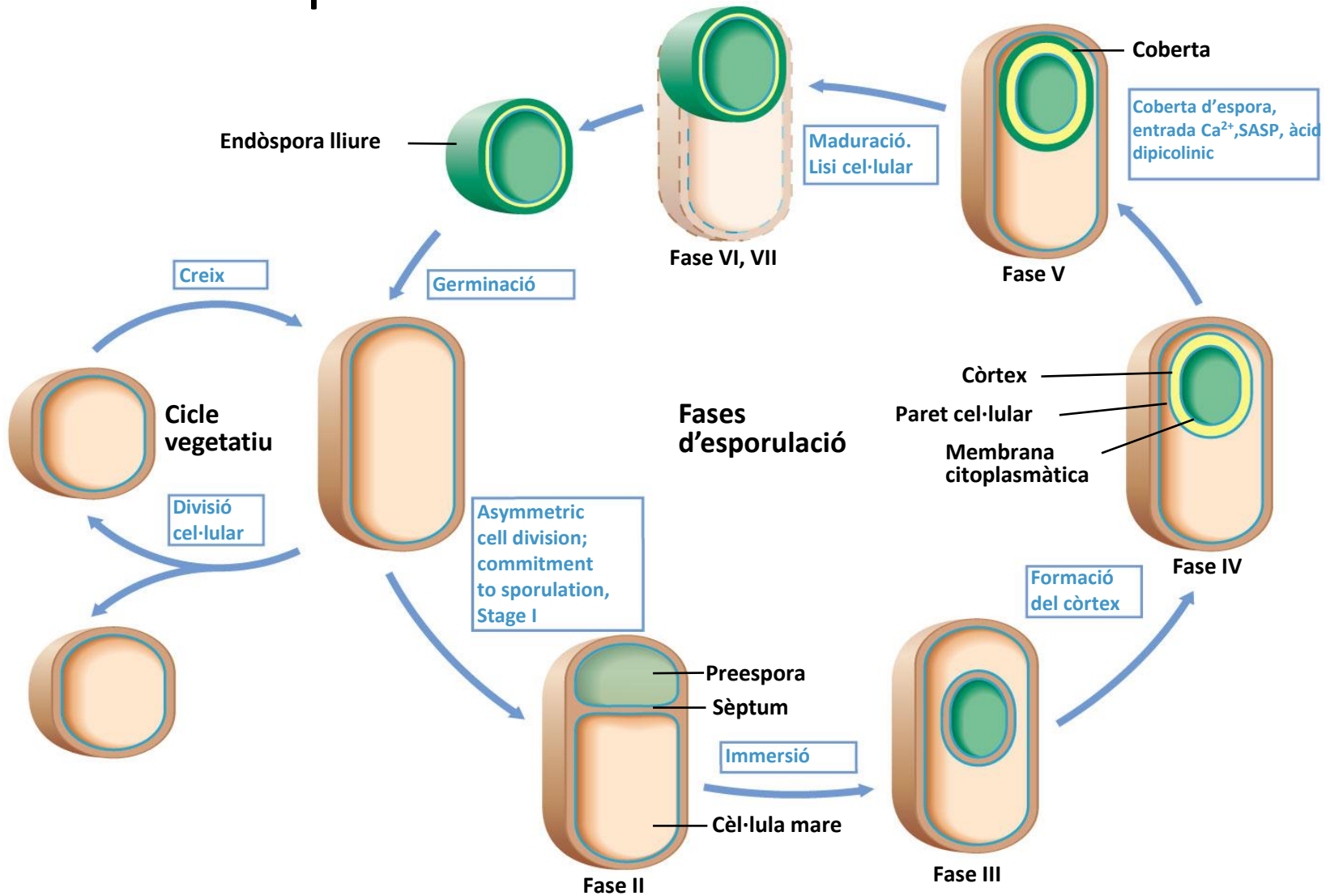
Grupos carboxílicos ácidos

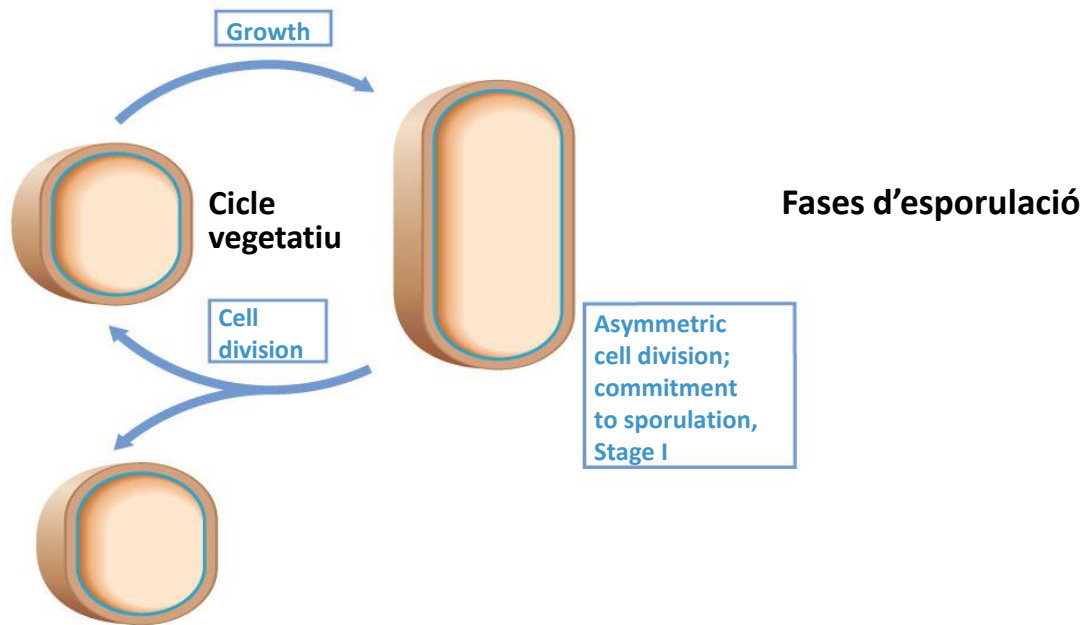
Dipicolinat càlcic

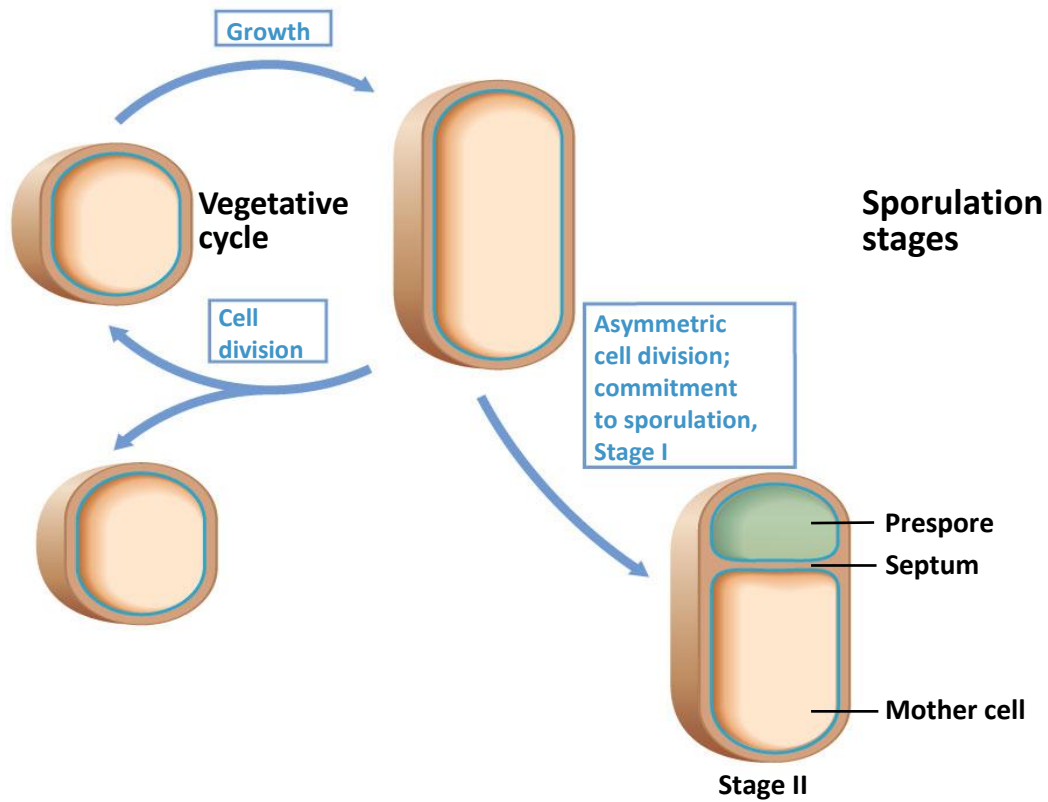
Composició del peptidoglicà en el còrtex de l'endòspora

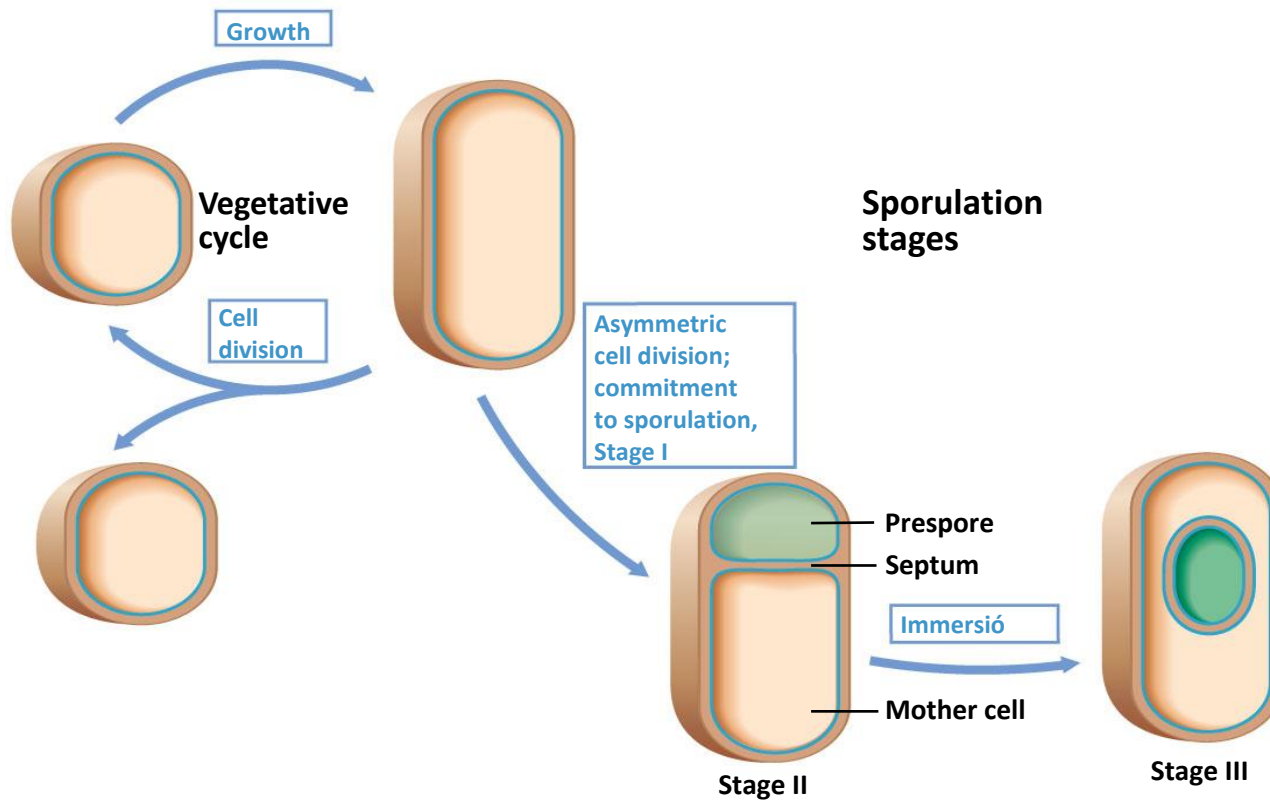


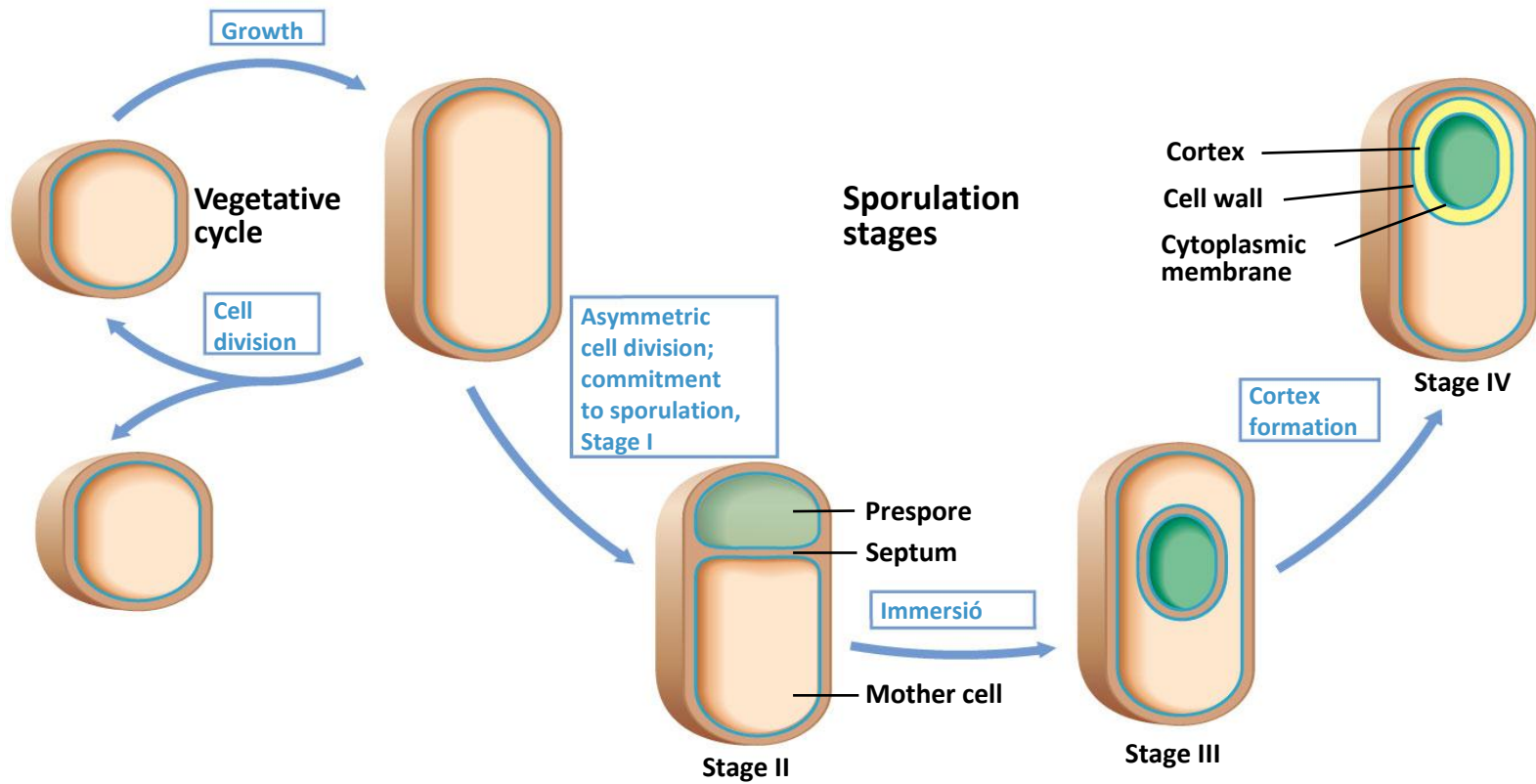
Procés d' esporulació

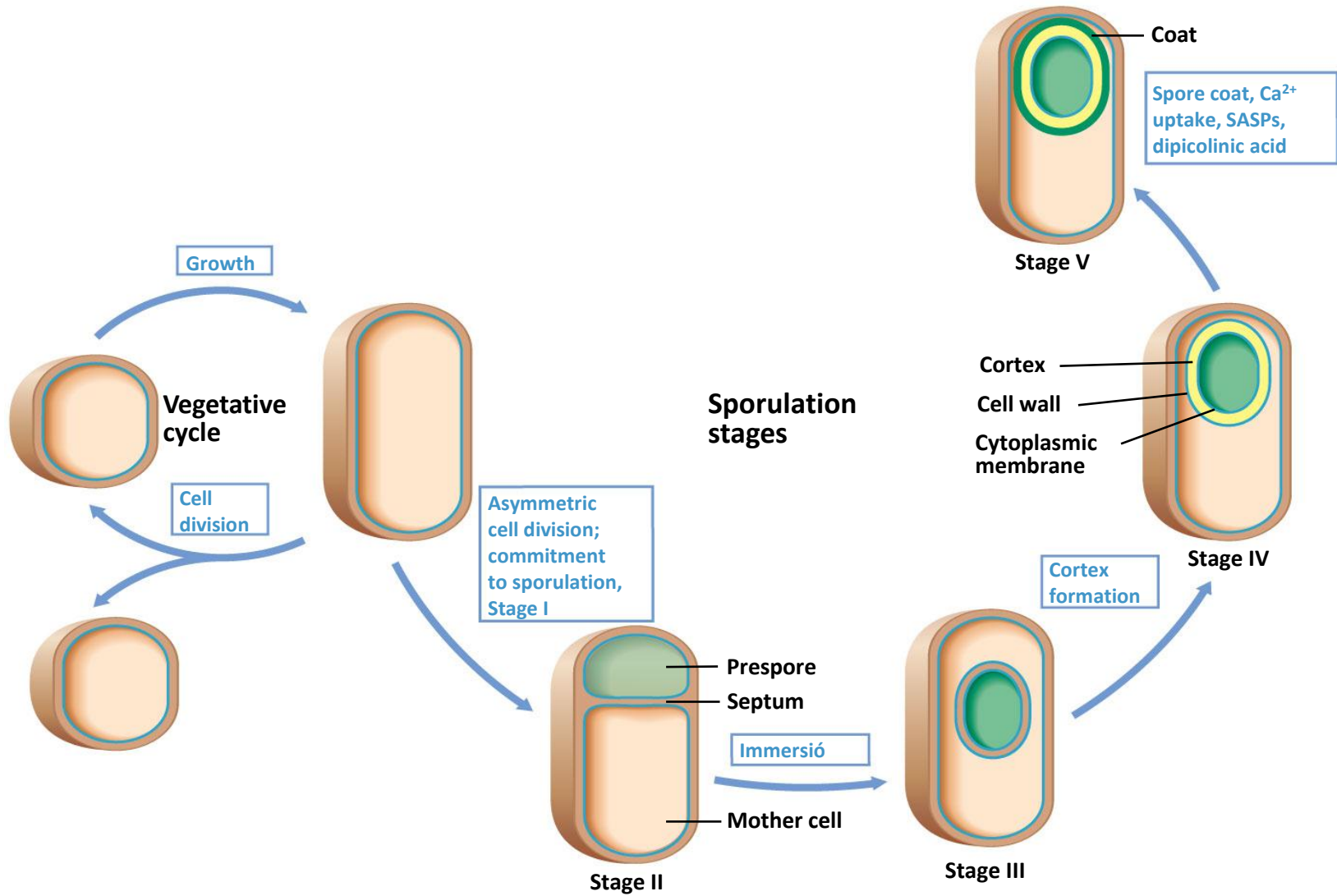


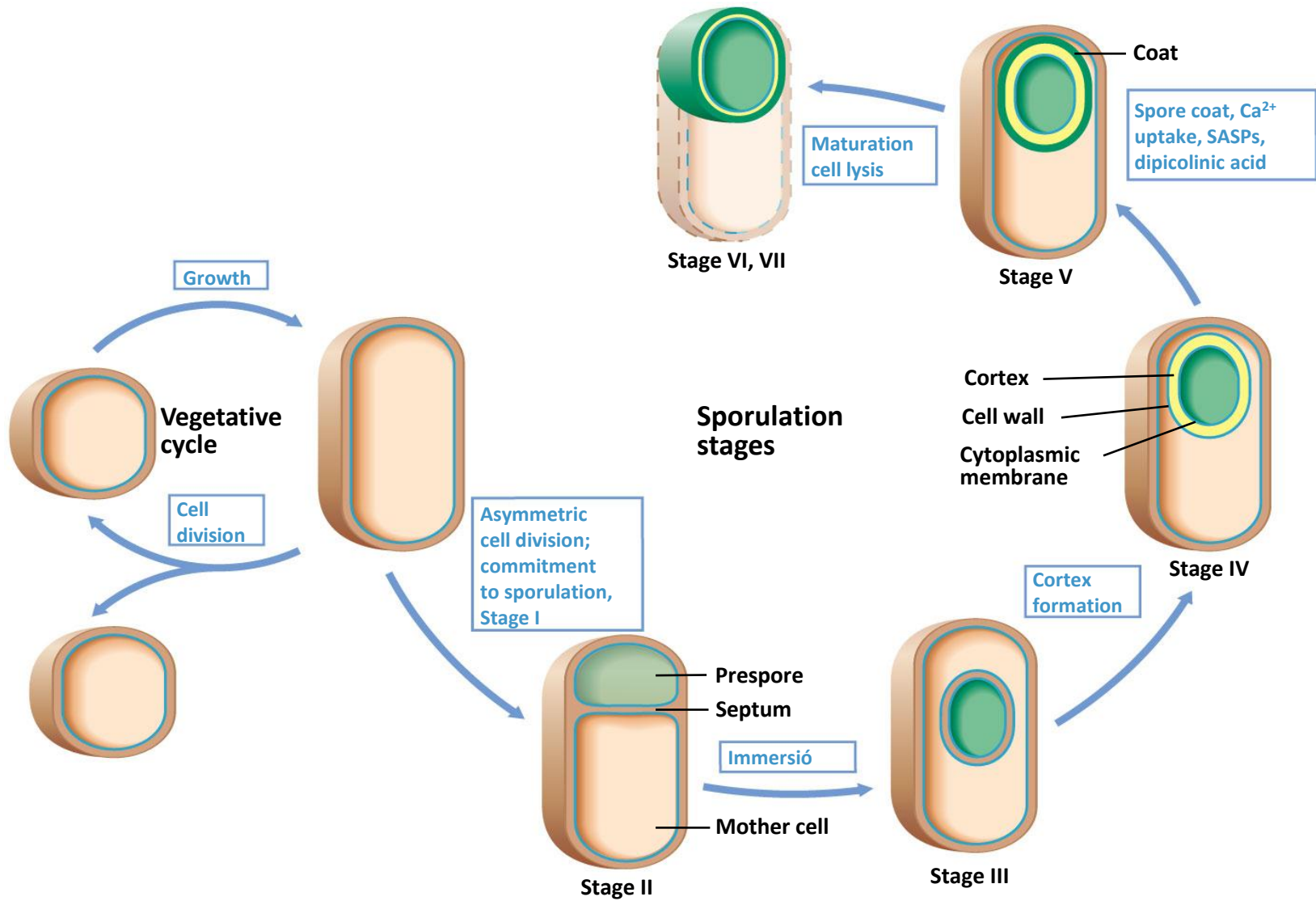


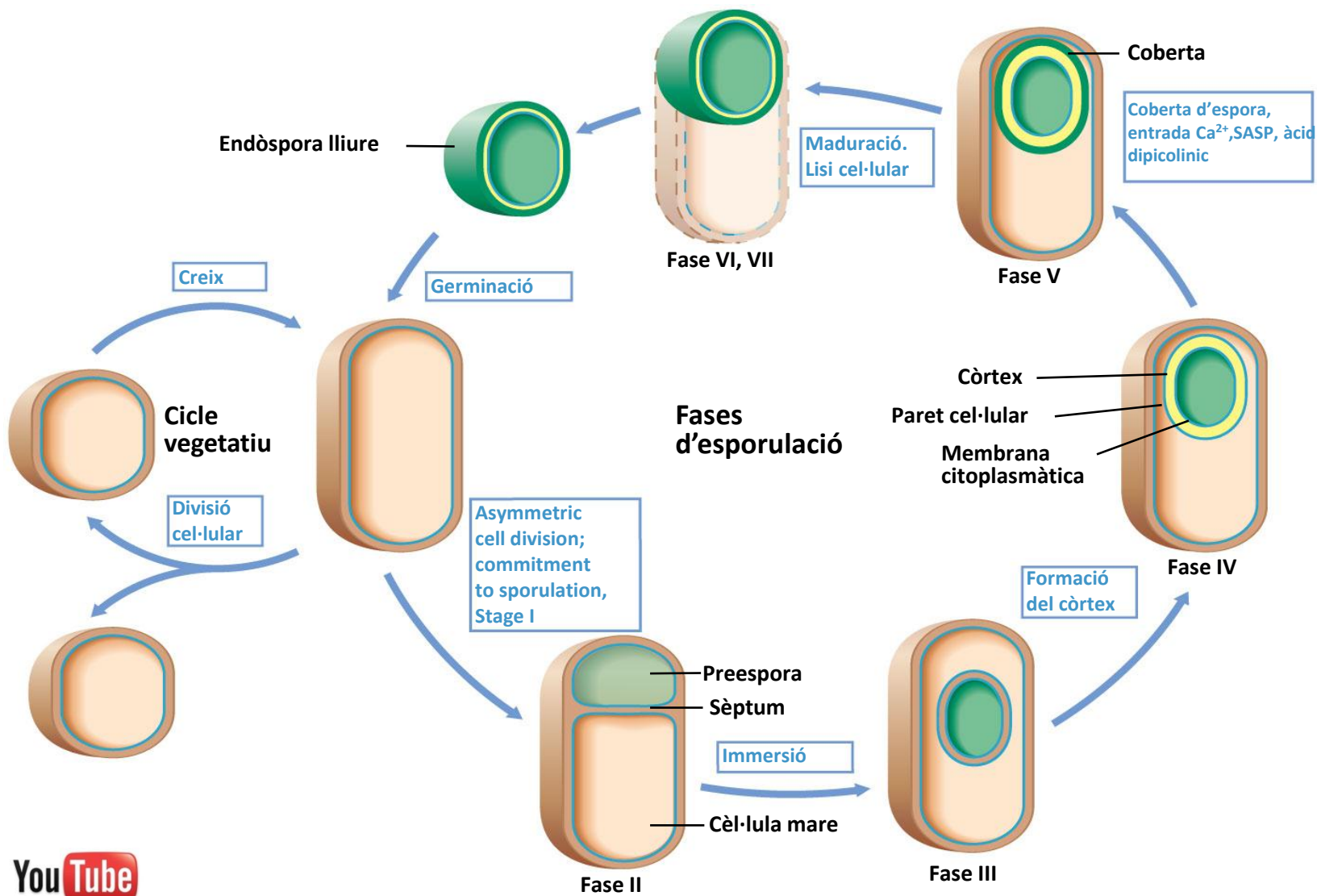












Tema 6. Creixement microbià

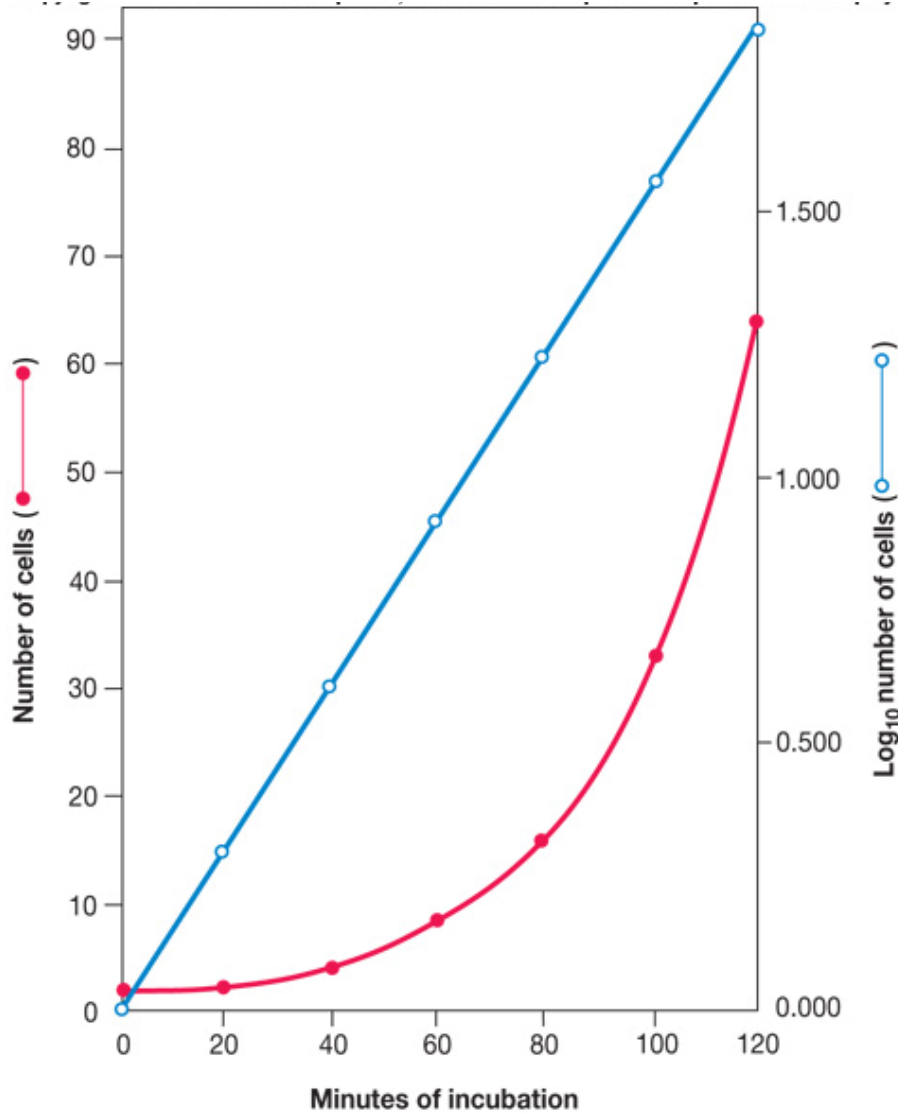
1. Creixement microbià: paràmetres bàsics
2. Corba de creixement real d'una població en ambient tancat: fases
3. Creixement en funció de la concentració de nutrients, rendiment i energia de manteniment.
4. Cultiu continu: definició i paràmetres principals
5. Quimiòstats

Bibliografia:

Madigan, Martinko, Dunlap & Clark. 2009. Biología de los microorganismos. (12^a ed). Capítol 6

Willey, Sherwood & Woolverton. 2009. Microbiología (7^a ed.) Capítol 6

Creixement exponencial (logarítmic) d'una població bacteriana



Temps (minuts)	Nº de divisions	Població final (N _t)
0	0	1
20	1	2
40	2	4
60	3	8
80	4	16
100	5	32
120	6	64

Exemple hipotètic del creixement exponencial d'una població bacteriana partint d'una única cèl·lula (N₀) i amb un temps de divisió de 20 minuts

$$N_t = N_0 \times 2^n$$

Paràmetres relacionats amb el creixement de les poblacions bacterianes

$$N_f = N_0 \times 2^n \quad N_f = N_0 \times 2^{t/g}$$

g: temps de generació, temps que tarda una població en duplicar-se

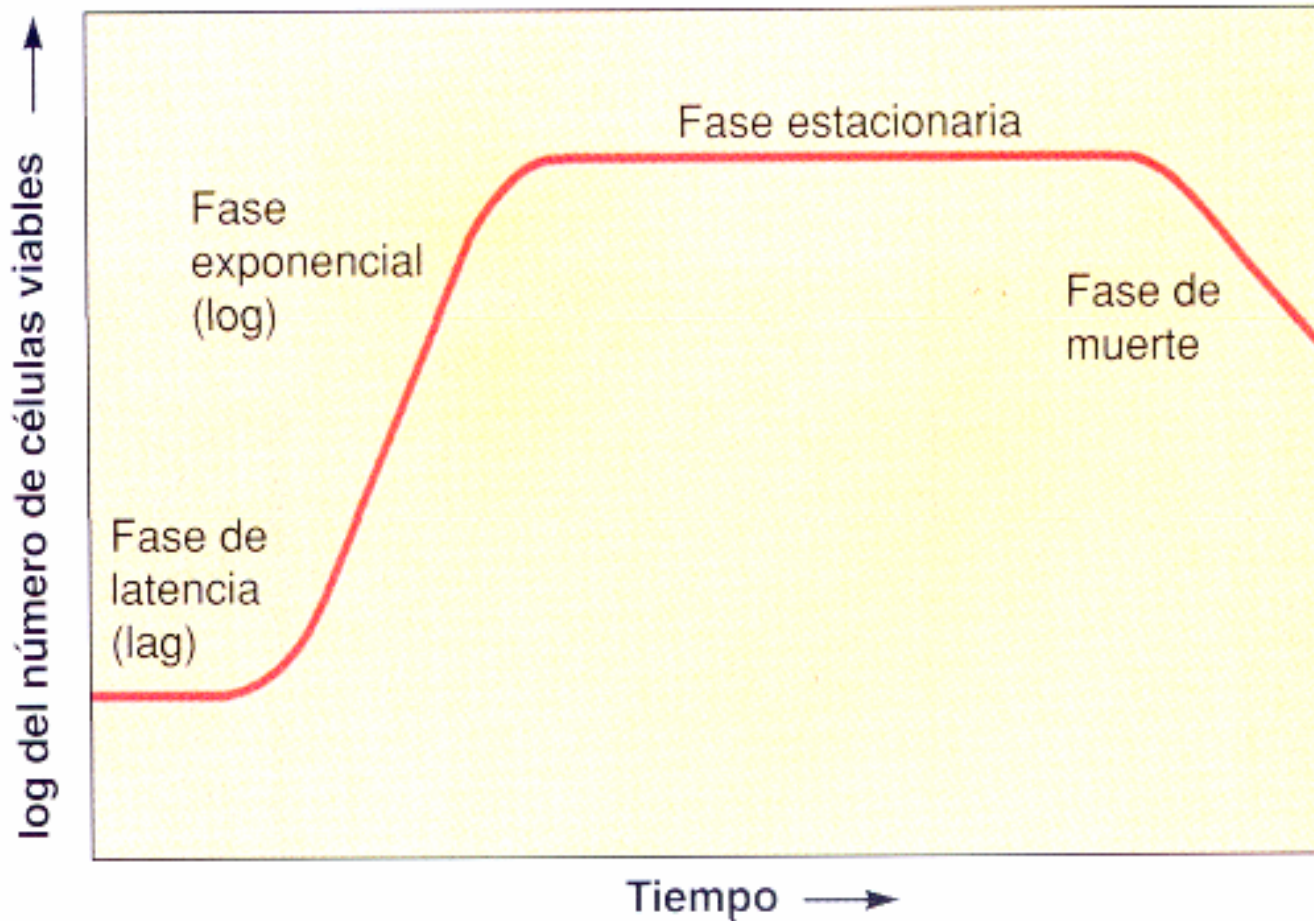
$$g = \frac{t \log 2}{\log N_f - \log N_0}$$

$$\frac{dN}{dt} = \mu N_0$$

μ : taxa específica de creixement

$$\mu = \frac{\log N_f - \log N_0}{t}$$

CORBA DE CREIXEMENT D' UNA POBLACIÓ BACTERIANA

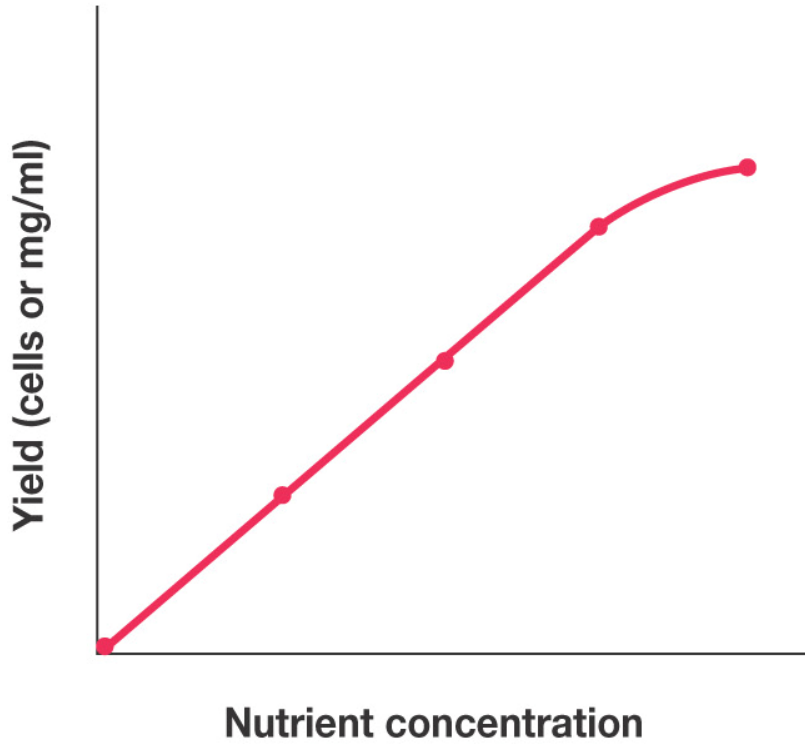


Fase Lag (latència)

- **La cèl·lula sintetitza nous components**
 - **Sintetitza nous materials bàsics (cofactors, ATP, ribosomes,...)**
 - **Per adaptar-se al nou mitjà i/o condicions**
- **Varia en grandària/forma**
 - **Pot tindre que reparar estructures o germinar a partir de un estat de latència**

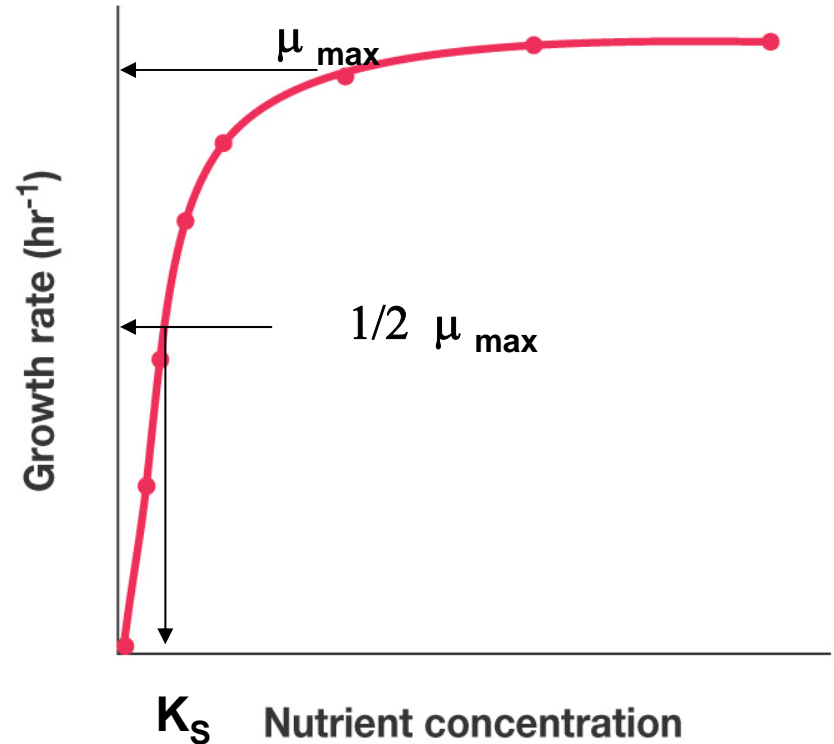
Fase exponencial o logarítmica

- **Les taxes de creixement i divisió són màximes i constants**
- **La població és bastant uniforme en relació amb les seves característiques fisiològiques**
- **En aquesta fase el creixement està equilibrat**
 - **Els constituents cel·lular es produeixen a la mateixa velocitat (la taxa de creixement μ és igual per a tots)**
- **Si canvien les condicions o els nivells de nutrients, el creixement es desequilibra**



(a) Rendiment (Y)

$$Y = \frac{B_f - B_0}{C_0 - C_f}$$



(b) Creixement en funció de la concentració de nutrients

$$\mu = \mu_{\text{max}} \frac{S}{S + K_S}$$

Fase estacionària

- **En sistemes tancats el creixement acaba cessant i el nombre de cèl·lules roman constant**
 - **Cessa la divisió cel·lular o la taxa de creixement se equilibra amb la de mort**

Per què s'arriba a fase estacionària?

- **Limitació de nutrients**
- **Disminueix l'oxigen disponible**
- **Acumulació de deixalles tòxiques**
- **S'alcanza una densitat de població crítica**

Fase estacionària i resposta a la manca de nutrients

- **L'entrada en fase estacionària deguda a la fam i altres tipus d'estrès activen estratègies de supervivència**
 - **Canvis morfològics**
 - **ex, formes de resistència**
 - **Disminució de la grandària, contracció del citoplasma, condensació del nucleoide**
 - **S'indueix (RpoS) la transcripció de gens que codifiquen proteïnes “de la fam”**

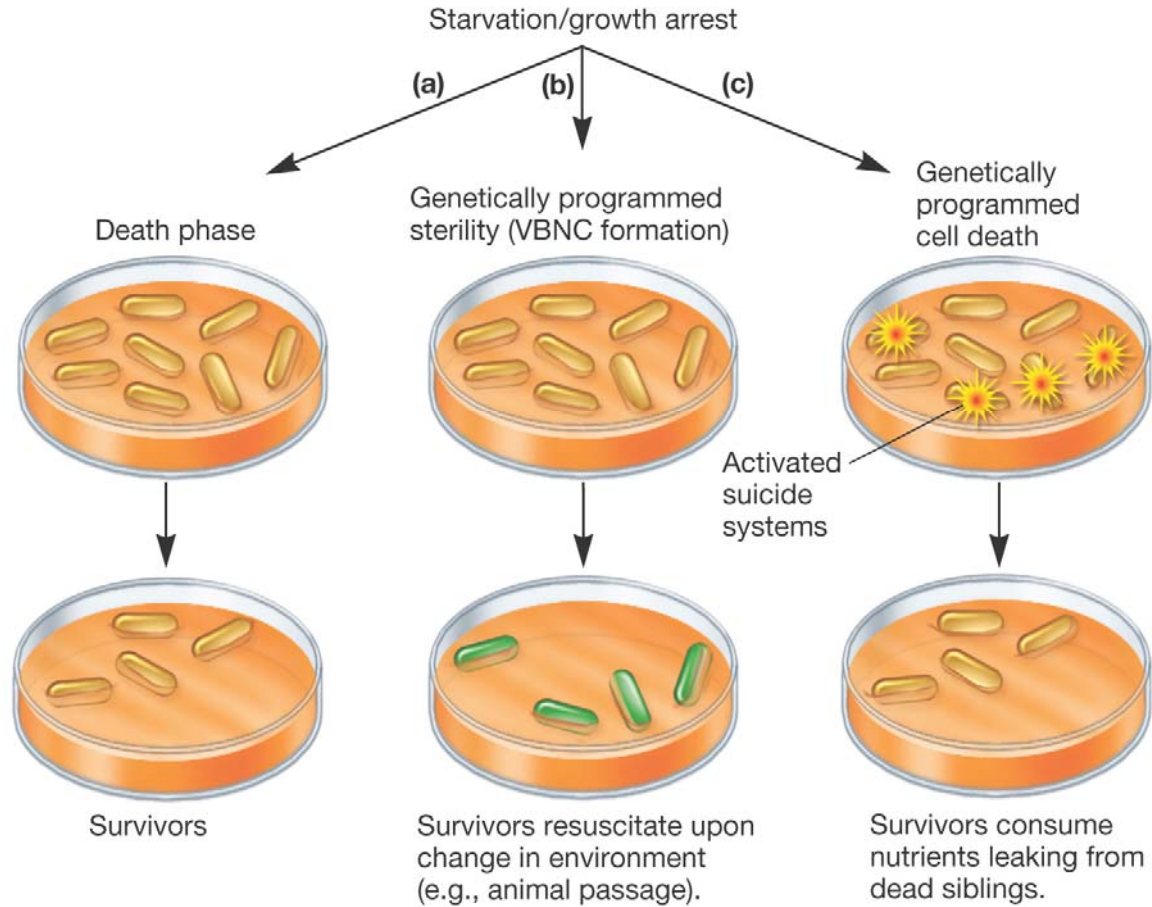
Respostes a la fam

- **Producció de proteïnes específiques**
 - **Incrementen el enllaços creuats en el PG**
 - **La proteïna Dps protegeix al DNA**
 - **Xaperones que eviten la alteració de proteïnes**

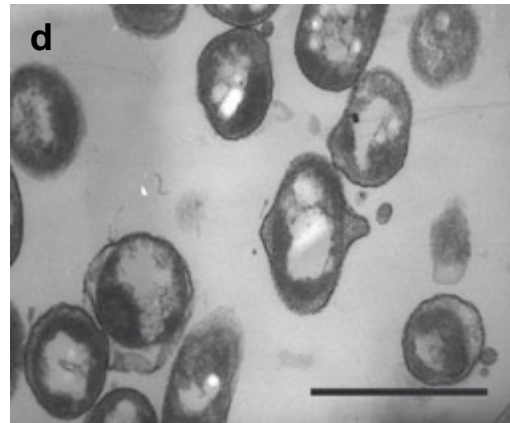
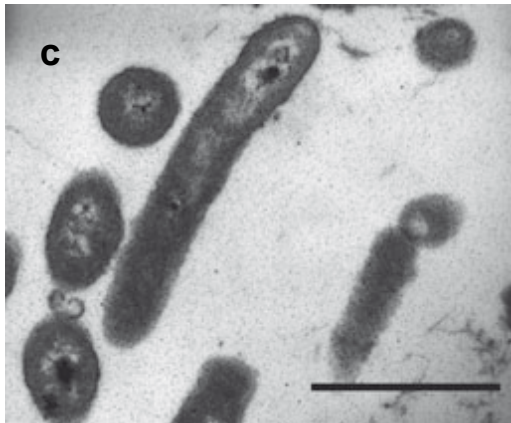
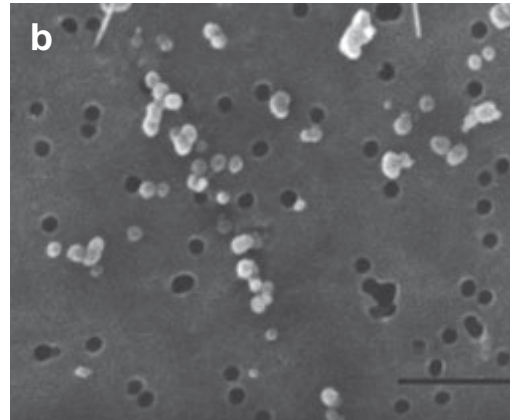
Senescència i fase de mort

- **Cèl·lules Viables No Cultivables (VBNC)**
 - Cèl·lules vives però dorments, no creixen en mitjans de cultiu
- **Mort cel·lular programada**
 - Una fracció de la població està genèticament programada per “suïcidar-se”

Senescència i mort



Canvis morfològics i cèl·lules viables no cultivables

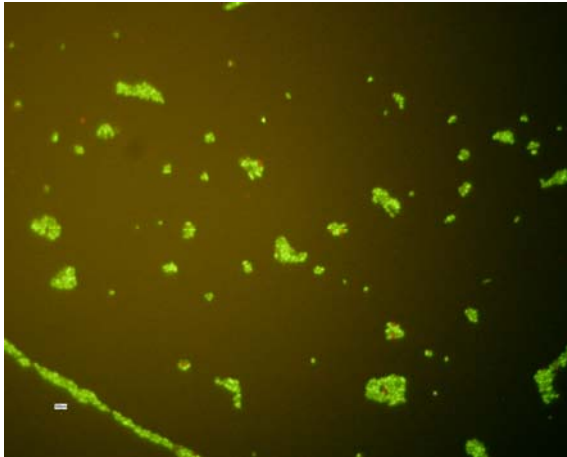


Vibrio cincinnatiensis

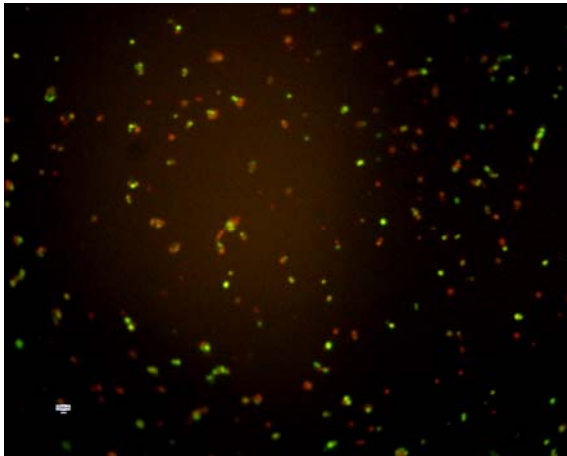
- a) **Cultiu de 24 h**
- b) **Cèl·lules viables no cultivables**
- c) **Secció de les cèl·lules de cultius recents**
- d) **Secció de cèl·lules VBNC**

La barra mesura 1 μ en totes les imatges

Supervivència bacteriana observada amb tinció vital



t = 0 dies



t = 200 dies

Cèl·lules mantingudes en un microcosmos d'aigua natural

Verd: cèl·lules vives

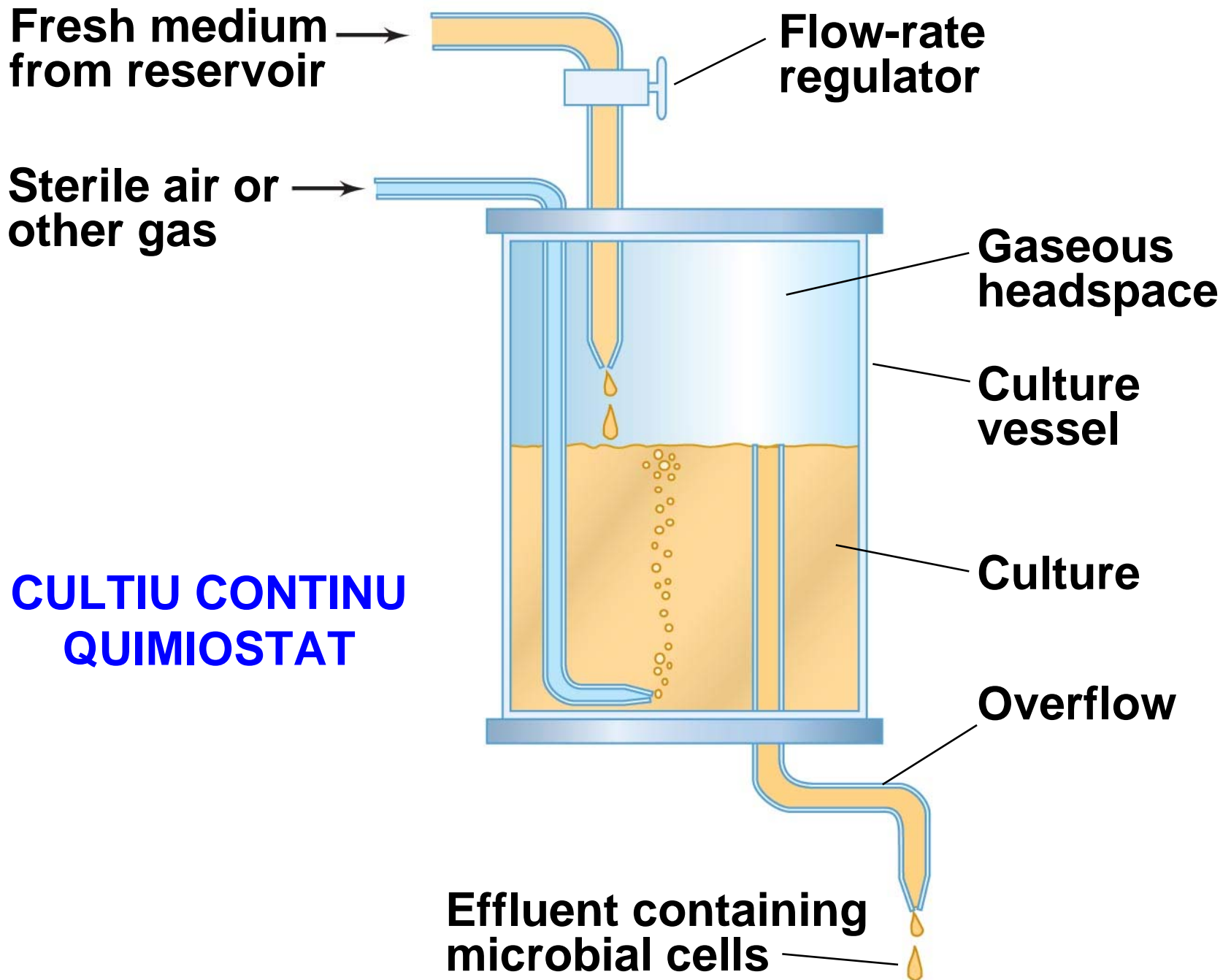
Roig: cèl·lules mortes

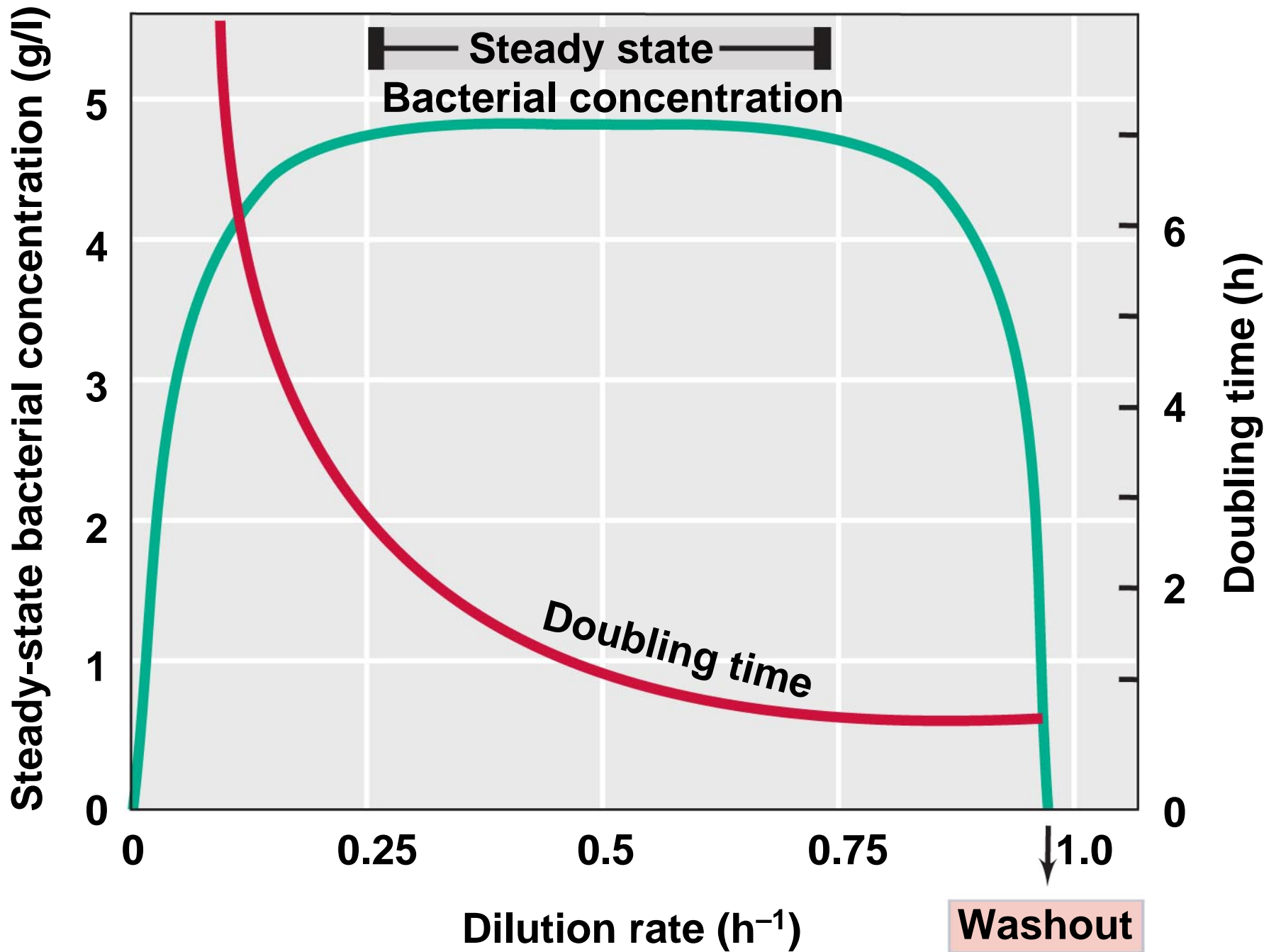
Cultiu continu

- **Creixement en sistemes oberts amb:**
 - provisió contínua de nutrients
 - eliminació contínua de residus
- **Les cèl·lules es mantenen en fase exponencial a concentració de biomassa constant**

Aplicacions

- **Subministre constant de cèl·lules en fase exponencial creixent a una taxa coneguda**
- **Estudi de la dinàmica de creixement amb molt baixes concentracions de substrats (= medi natural)**
- **Estudi d'interaccions microbianes baix condicions similars a les naturals**
- **Microbiologia industrial i dels aliments**





Tema 7. Influència de factors físico-químics en el creixement

1. Temperatura
2. Activitat d'aigua
3. pH
4. Oxigen i radiacions
5. Ambients extrems
6. Inhibidors orgànics i inorgànics del creixement bacterià

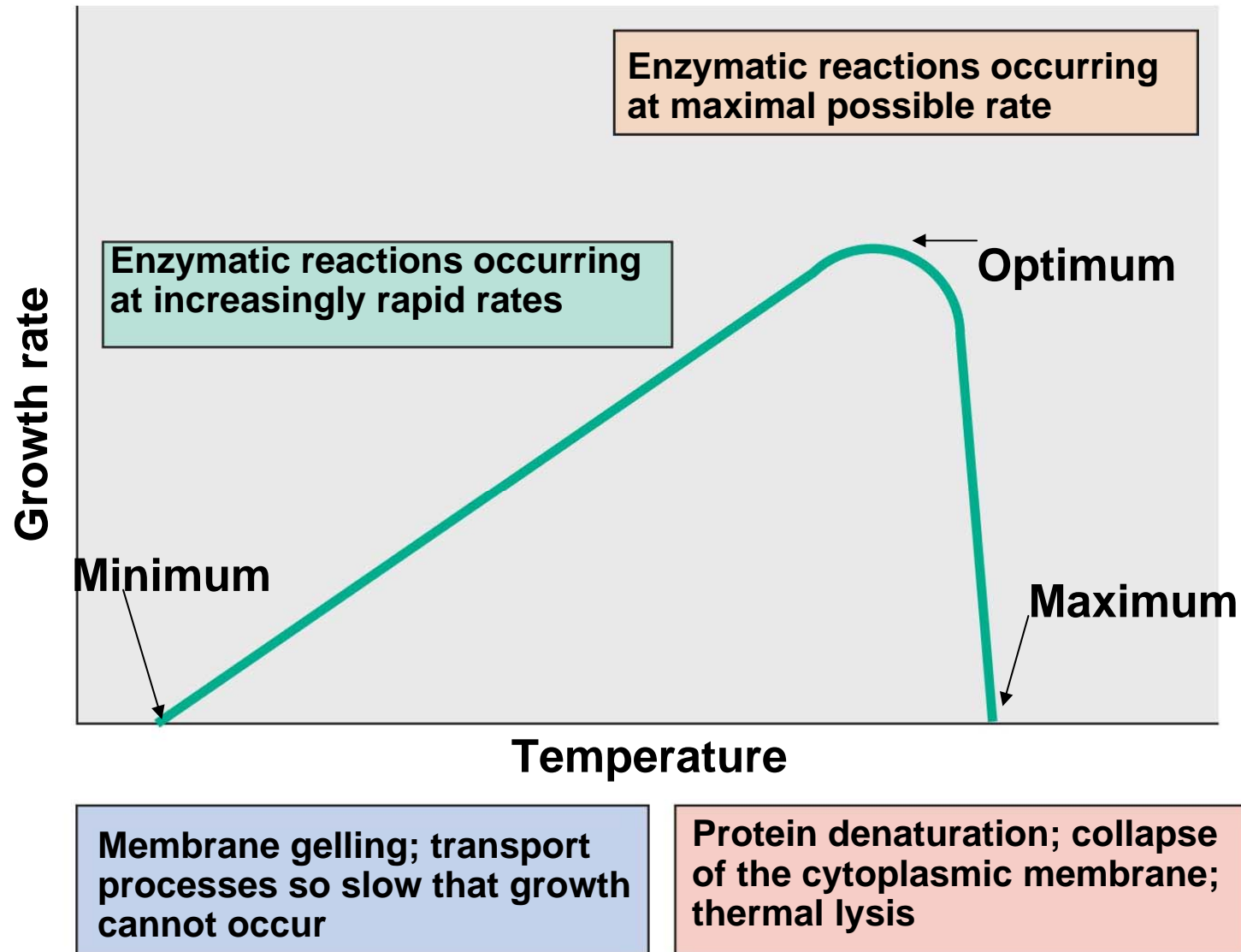
Bibliografia

Madigan, Martinko, Dunlap & Clark. 2009. Biología de los microorganismos. (12^a ed). Capítol 6

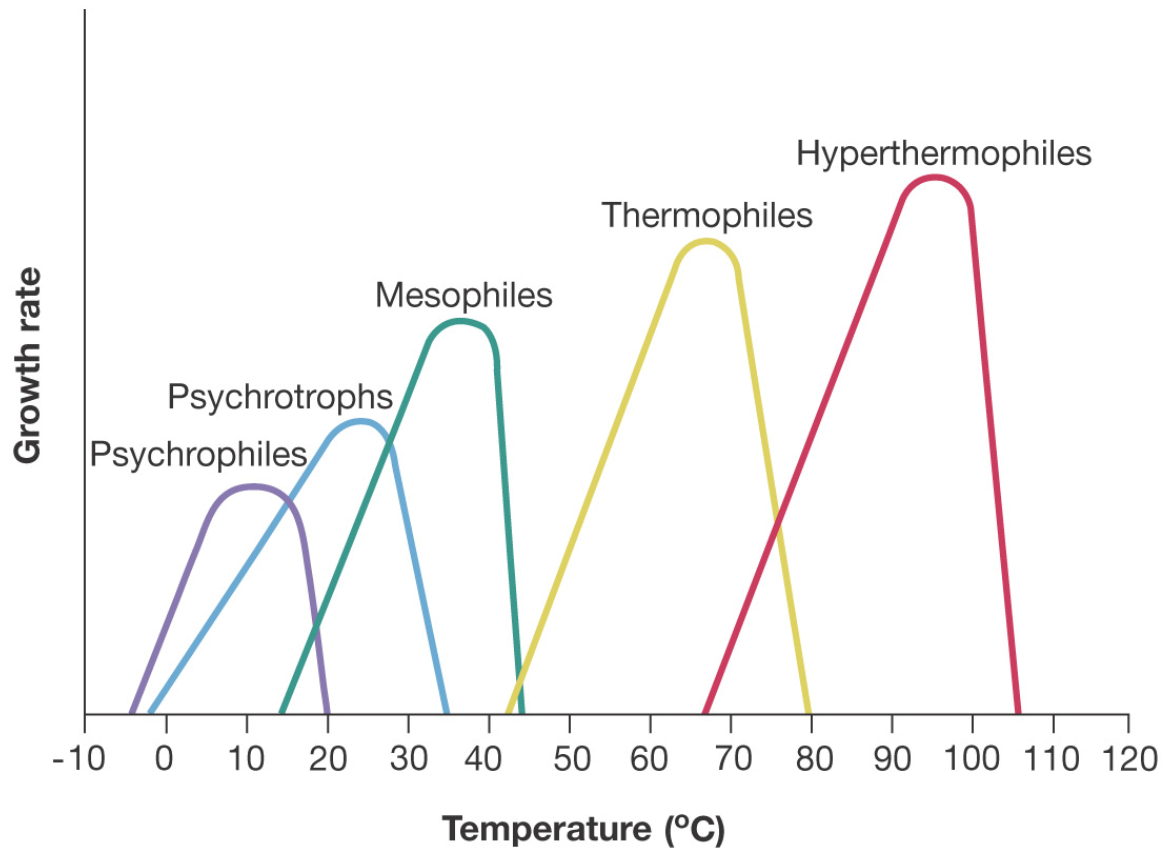
Willey, Sherwood & Woolverton. 2009. Microbiología (7^a ed.) Capítols 6, 7

Schaechter, M., Ingraham, J.L & Neidhardt, F.C. 2006. Microbe. Capítol 4

Efecte de la temperatura sobre la velocitat de creixement i conseqüències de les temperatures extremes.



Classificació dels microorganismes en funció dels rangs de tolerància a la temperatura



TEMPERATURES CARDINALS (°C)

Microorganisme	Mínima	Óptima	Màxima
EUBACTERIS			
Psicròfils			
<i>Bacillus psychrophilus</i>	-10	23-24	28-30
<i>Polaromonas vacuolata</i>	-5	4	14
Mesòfils			
<i>Escherichia coli</i>	10	37	45
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	30	35-36	38
Termòfils			
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	30	60-65	75
<i>Thermus aquaticus</i>	40	70-72	79
ARQUEOBACTERIS			
Termòfils			
<i>Sulfolobus acidocaldarius</i>	60	80	85
Hipertermòfils			
<i>Pyrodictium occultum</i>	82	105	110
<i>Pyrolobus fumarii</i>	90	106	113

Límits de temperatura per a la vida (aigua líquida):

- Punt de congelació de l'aigua de mar al voltant de -2°C
- En el gel de l'oceà antàrtic hi ha zones d'aigua líquida a -15°C
- Aigua líquida a $>300^{\circ}\text{C}$ a elevada pressió (fons dels oceans)
- No més els procariotes creixen a $>65^{\circ}\text{C}$
- Límit superior: soca 121 creix a 121°C

EFFECTES DE LA TEMPERATURA. ADAPTACIONS BACTERIANES

TEMPERATURES BAIXES

Efectes	Adaptacions
Cessa l' activitat enzimàtica	Proteïnes amb més hèlix α i menys fulls β . Augment dels aac polars i disminució dels hidrofòbics
Rigidesa de la membrana citoplàsmica	Àcids grassos insaturats

TEMPERATURES ALTES

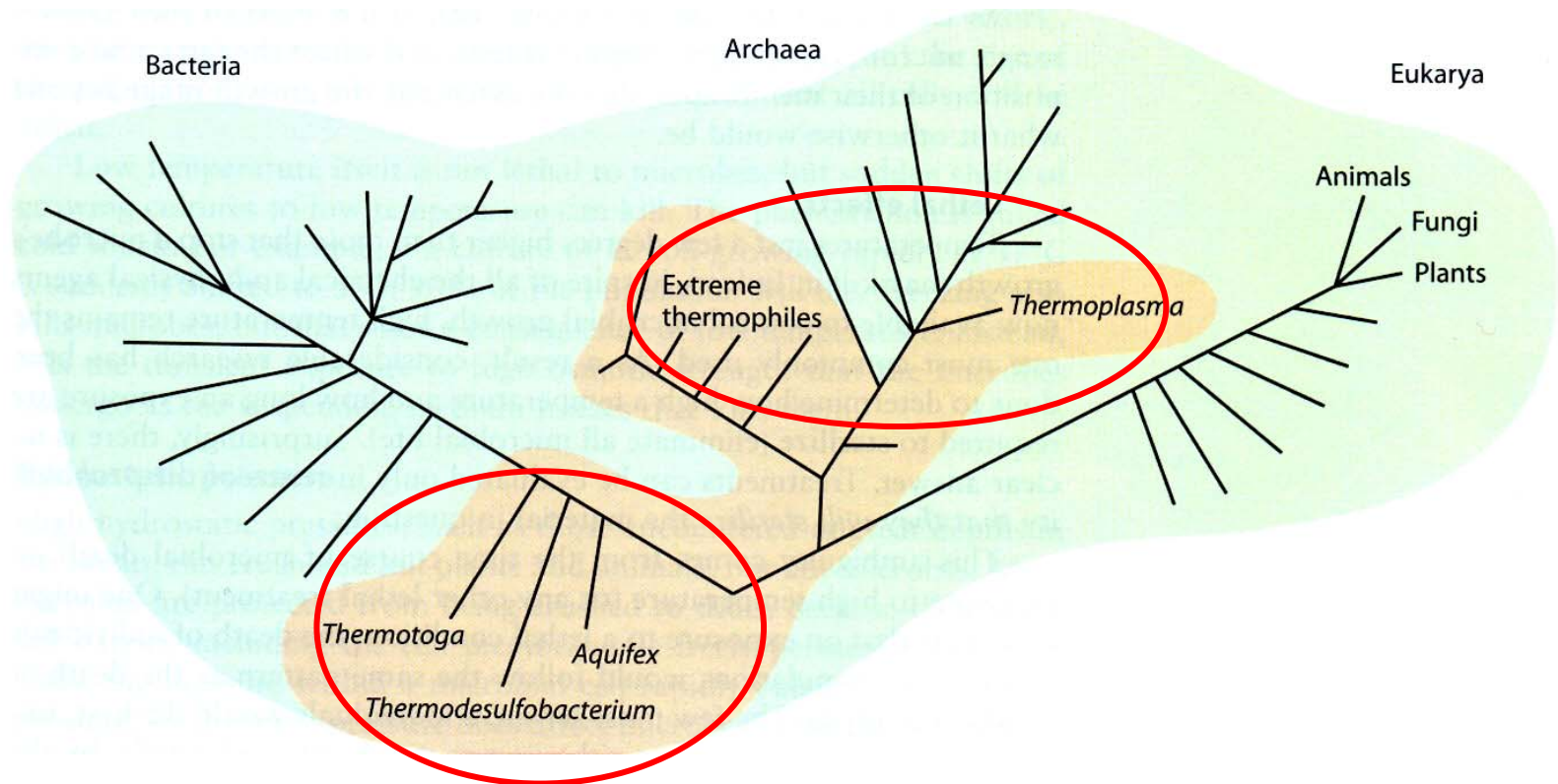
Efectes	Adaptacions
Desnaturalització de proteïnes	Plegament més termostable. Augment d' enllaços iònics, dens empaquetament hidrofòbic
Fluïdesa de la membrana citoplàsmica	Àcids grassos saturats

HIPERTERMÓFILS (Arqueobacteris)

Efectes	Adaptacions
Estabilitat de les proteïnes	Acumulen soluts (di-glicerol-P, di-inositol-P) que estableixen proteïnes
Estabilitat de l'ADN	Girasa reversa: introdueix enrotllament +, més termostable Proteïnes (<i>Sac7d</i> en <i>Sulfolobus</i> , histonas) d' unió a l' ADN que augmenten la T^a de fusió.
Lípids	Membrana d' arqueobacteris

Temperatura

Els eubacteris i arqueobacteris termòfils ($\geq 60^{\circ}\text{C}$) estan agrupats el les branques més antigues de l'arbre filogenètic



Activitat d'aigua

- Tots els organismes requereixen aigua
- Les substàncies dissoltes en aigua alteren el contingut en aigua lliure

ACTIVITAT D'AIGUA (A_w) EN ALGUNES SUBSTÀNCIES

A_w	Material	Microorganisme
1	Aigua pura	<i>Spirillum</i> , <i>Caulobacter</i>
0,98	Aigua de mar	<i>Pseudomonas</i> , <i>Vibrio</i>
0,9	Pernil	<i>Staphylococcus</i> i altres cocs Gram-positius
0,85	Embotits	Llevats, <i>Staphylococcus</i>
0,8	Conserves, mermelada	Llevats, fongs
0,75	Salaons, llacs salats	Halobacteris (arqueobacteris)
0,7	Cereals, fruits secs	Fongs xeròfils
0,55	alteració de l'ADN	

CLASSIFICACIÓ DELS MICROORGANISMES EN FUNCIÓ DE LA SEVA TOLERÀNCIA A LA A_w

- **Osmòfils/Osmotolerants:** Viuen en ambients d' elevada pressió osmòtica

En la natura els ambients de baixa A_w són principalment ambients amb elevades concentracions de NaCl:

- **Halotolerants:** poden créixer sense NaCl o amb baixes concentracions

- **Halòfils moderats:** 2-10% de NaCl (marins)

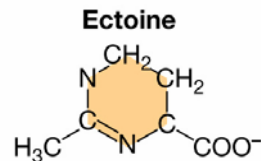
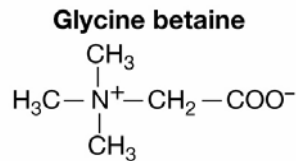
- **Halòfils extrems:** del 20 al 30 % de NaCl (arqueobacteris)

ADAPTACIONS:

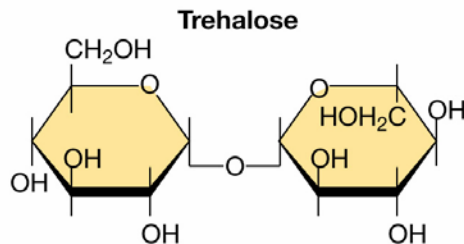
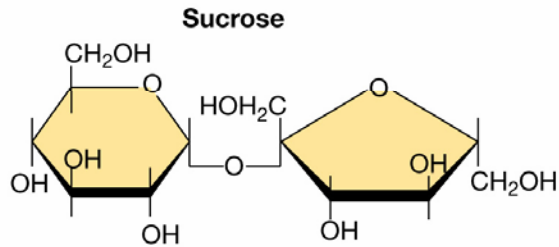
Disminució de la A_w interna per acumulació d'una substància inert i no tòxica → **solut compatible**

Tipus de soluts compatibles:

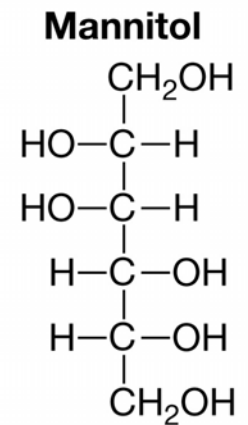
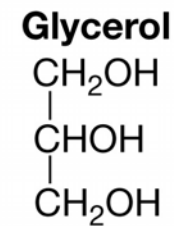
1. Amino acid-type solutes:



2. Carbohydrate-type solutes:

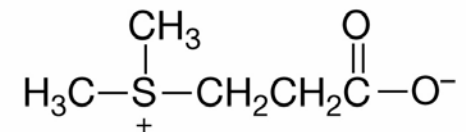


3. Alcohol-type solutes:



4. Other:

Dimethylsulfoniopropionate:



5. Halòfils extrems (arqueobacteris)

K^+

pH i creixement microbià

- El rang de pH per a un microorganisme particular varia en 2-4 unitats
- ¿Com es genera força protó motriu?
- *Picrophilus oshimae* (pH 0.7 - 2)

TIPUS DE MICROORGANISMES EN FUNCIÓ DE LA TOLERÀNCIA AL pH

TIPUS I RANG DE pH	EXEMPLE	AMBIENT
ACIDÒFELS pH 0-5	<i>Picrophilus oshimae</i> <i>Acidithiobacillus thiooxidans</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Contingut gàstric, Sucs cítrics Conserves vegetals Sols àcids
NEUTRÒFELS pH 5,5-8	La majoria de microorganismes	Llet Aigua dolça Aigua de mar
ALCALÒFELS pH 8,5-11,5	<i>Bacillus alcalophilus</i>	Amoníac Lleixiu

Neutròfils (*E.coli*) tolera pH 5-9, pH citoplàsmic 7,4-7,8

Acidòfils (*Acidithiobacillus ferrooxidans*) tolera pH 1,0-7,0, pH citoplàsmic 6,0

Alcalòfils (*Bacillus pseudofirmus* OF4) tolera pH 7,5-10,6, pH citoplàsmic 7,5-8,3

Els microorganismes mantenen el se pH intern proper a la neutralitat

- La membrana és impermeable als protons
- Intercanvi de potassi per protons

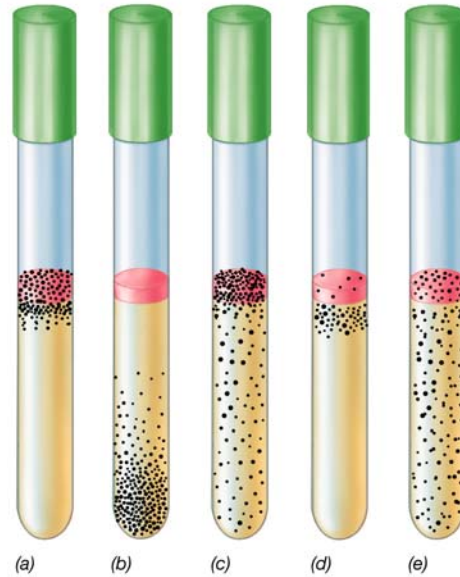
Acidòfils:

- Bombeig de protons al exterior de la cèl·lula
- Síntesi de xaperones de xoc àcid que protegeixen proteïnes

Alcalòfils:

- Obtenció d'energia per força motriu de Na⁺
- Canvis metabòlics que condueixen a una major producció d'àcids
- Antiportadors catió/protó

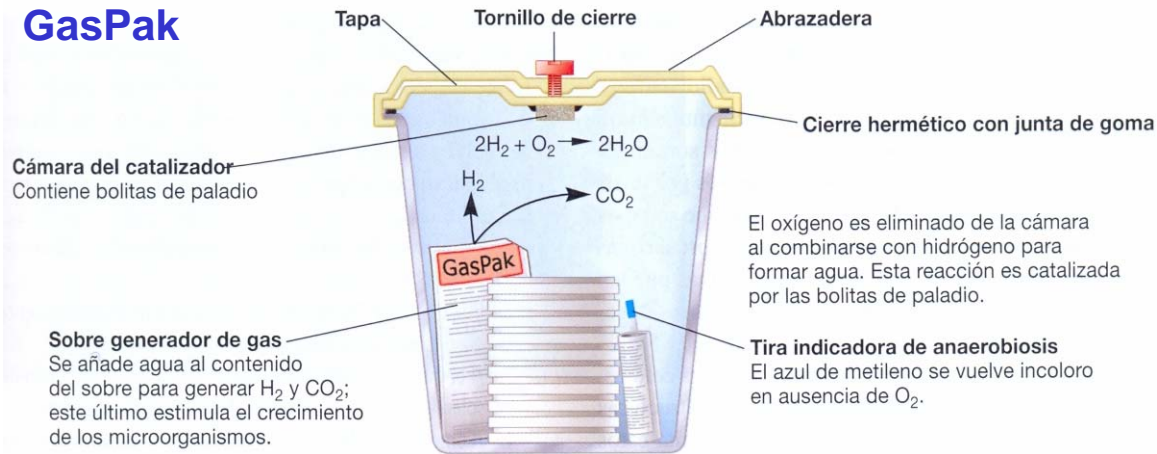
CREIXEMENT BACTERIÀ EN FUNCIÓ DE LA TOLERÀNCIA A L' OXIGEN



- a) Aerobis $ppO_2 = 0,2$ at
- b) Anaerobis
- c) Aerobis facultatius
- d) Microerófilis $ppO_2 < 0,2$ at
- e) Anaerobis aerotolerants

SISTEMES DE MANIPULACIÓ D'ANAEROBIS

Sistema GasPak

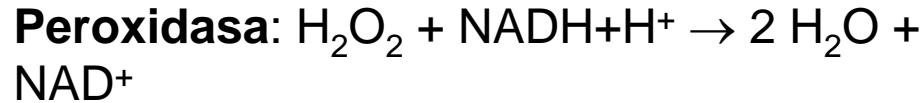
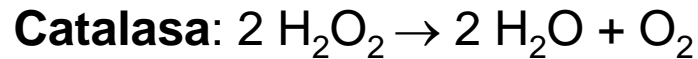
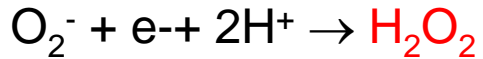


Càmera anòxica per a la manipulació de bacteris anaerobis

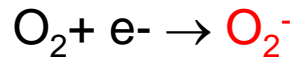
FORMA TÒXICA DE L' OXIGEN

DETOXIFICACIÓ

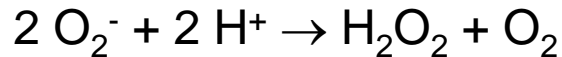
Peròxid de hidrogen



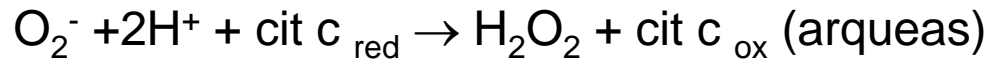
Superòxid



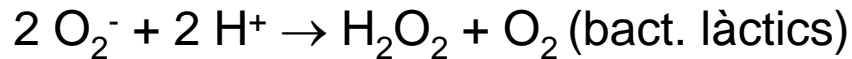
Superòxid dismutasa:



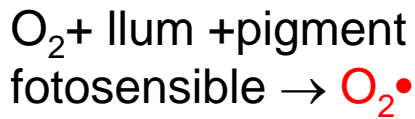
Superòxid reductasa:



Complexos no proteïcs de Mn^{2+}



Singlete d'oxigen



Carotenoides

RADIACIONES

Radiacions ionitzants:

- Efecte mutagénic
- Efecte letal directe i indirecte
- Aplicació como esterilitzant

5 Gy (5×10^4 erg/g) són letals per l'home

Bacteris resisteixen 200-600 Gy

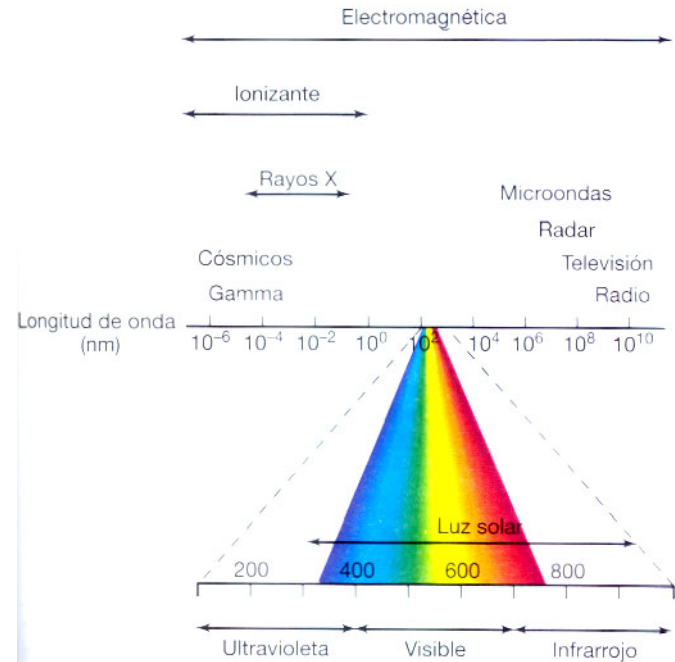
Endòspores resisteixen 2000-3000 Gy

Deinococcus radiodurans (eubacteri)

Thermococcus gammatolerans (arqueu)

UV

- Provoca canvis químics en les molècules absorbents
- Aplicació: esterilització de superfícies



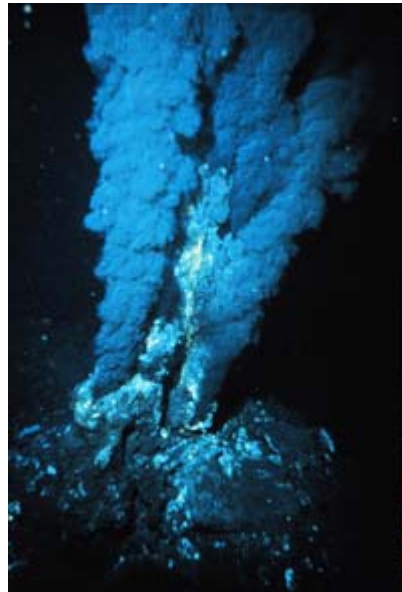
Fred extrem

AMBIENTES EXTREMS



Polaromonas vacuolata

Calor extrem



Methanopyrus kandleri

AMBIENTES EXTREMS

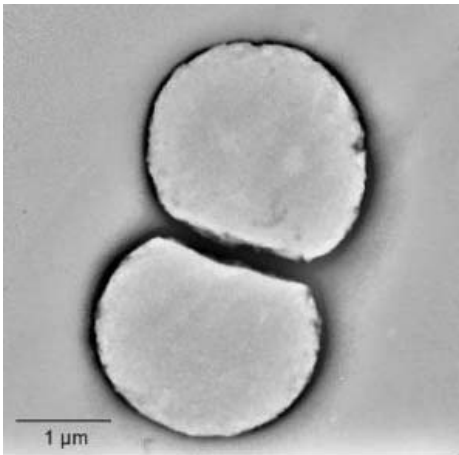
pH baix



pH elevat



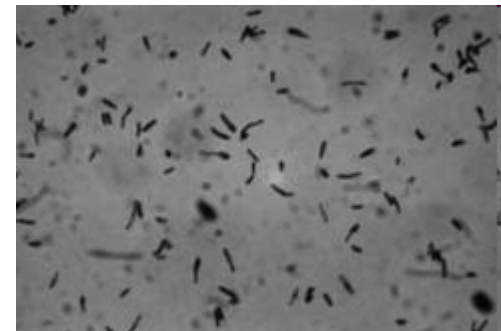
Elevada concentració NaCl



Picrophilus torridus



Natronobacterium gregoryi



Halobacterium salinarum

Algunes aplicacions d'enzims d' extremòfils:

- **Termòfils:** Taq polimerasa, Pfu (*Pyrococcus furiosus*) polimerasa (PCR).
Producció de ciclodextrines (estabilització de substàncies volàtils; indústria farmacèutica i alimentaria)
- **Psicròfils:** processament d'aliments en refrigeració, perfums, detergents (rentat en fred)
- **Acidòfils:** catalitzadors per a la síntesis de compostos en solució àcida, additius per a menjar d'animals.
- **Alcalòfils:** detergents, roba vaquera rentada a la pedra.
- **Halòfils:** indústria del petroli, degradació de la goma tipus guar

INHIBIDORS DEL CREIXEMENT MICROBIÀ

Antimicrobià → Substància química natural o sintètica que mata o inhibeix el creixement dels microorganismes

• **Microbicida** → substància que mata als microorganismes (bactericida, fungicida, ...)

• **Microbiostàtic** → substància que inhibeix el creixement microbià (bacteriostàtic, ...)

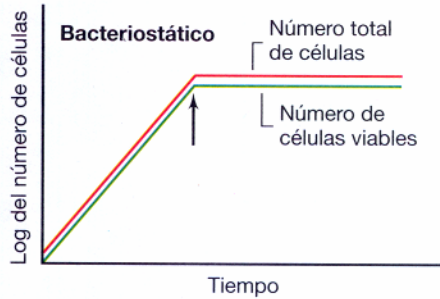
Tipus:

• **Esterilitzants** → agents que produeixen la mort (o pèrdua irreversible de la viabilitat) de tots els tipus microbians d' un material

• **Desinfectants** → agents (generalment químics) que maten als microorganismes patògens d' un material

• **Antisèptics** → substàncies químiques antimicrobianes que eviten la sepsis o putrefacció de materials vius.

TIPUS D' ACCIÓ DELS ANTIMICROBIANS

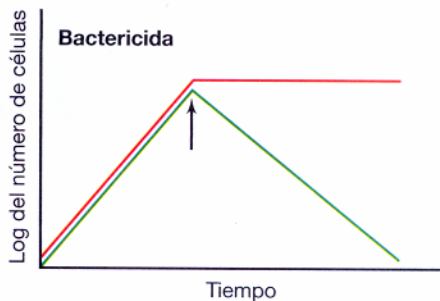


(a)

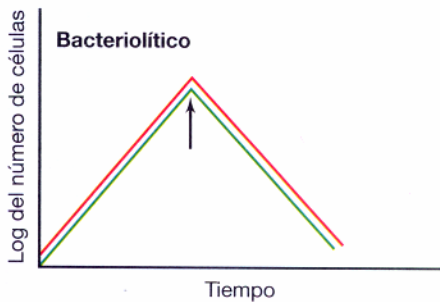
Les fletxes indiquen el moment en el que s'afegeix un antimicrobià a una concentració inhibidora.

Línia roja: número de cèl·lules totals

Línia verda: número de viables

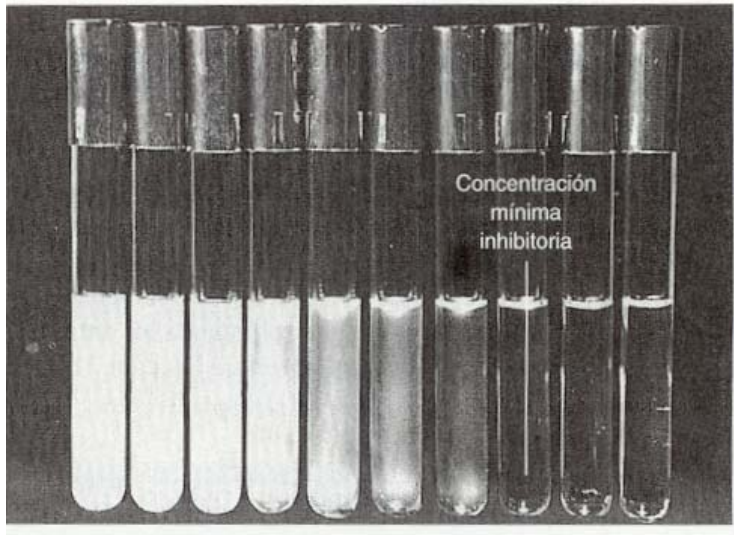


(b)



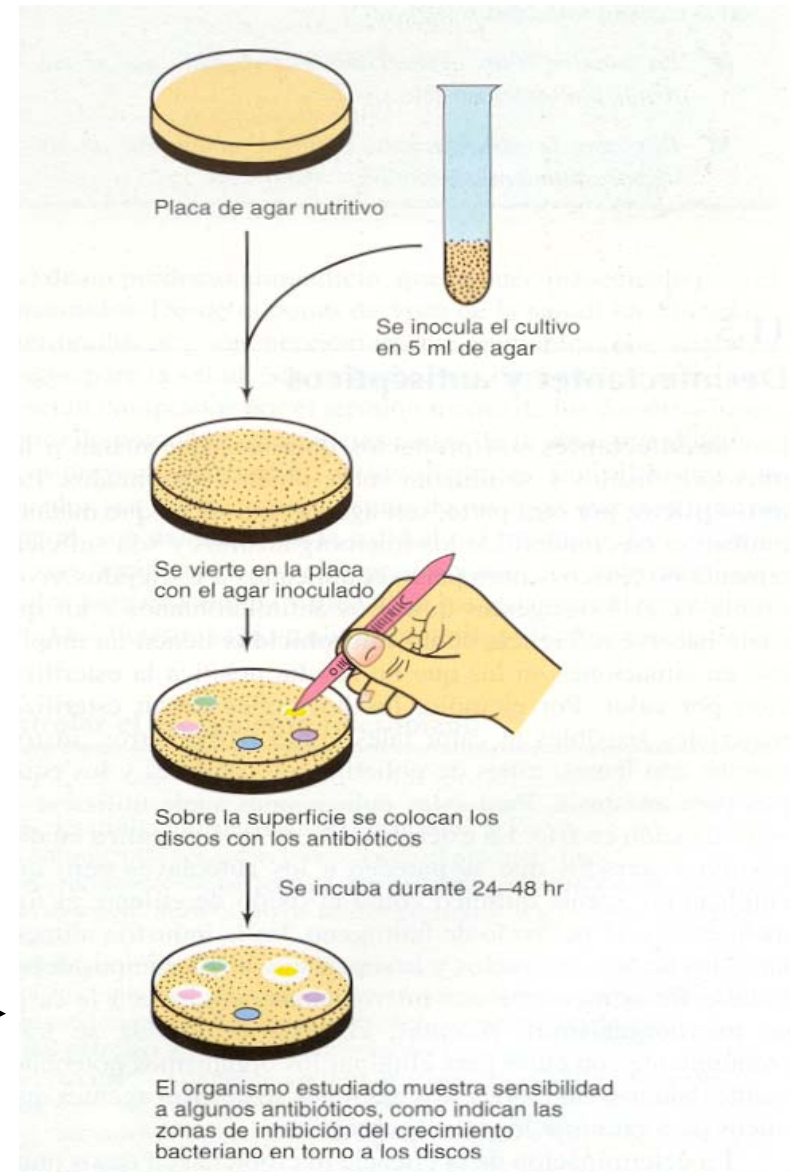
(c)

EVALUACIÓ DE L'ACTIVITAT ANTIMICROBIANA



Determinació de la CMI
(Concentració Mínima
Inhibidora) pel mètode de la
dilució en medi líquid

Mètode de la difusió en agar
(Kirby-Bauer) per a determinar la
resistència/sensibilitat a
antimicrobians



MECANISMES D'ACCIÓ DE DESINFECTANTS I ANTISÈPTICS

Agents que danyen la membrana: alteren l'estructura de membrana produint a) interferències en el transport i metabolisme energètic; b) eixida de molècules de la cèl·lula

- Detergents aniònics i catiònics. Ex. Sals d' amoni quaternari, SDS
- Fenols. Ex. Fenol, hexaclorofens
- Alcohols. Ex. Etanol

Agents desnaturalitzants de proteïnes:

- Àcids i àlcalis forts
- Alcohol

Agents que modifiquen grups funcionals de proteïnes i àcids nucleics:

alteren grups dels centres actius d'enzims i altres proteïnes o alteren grups funcionals d'àcids nucleics

- Metalls pesants, es combinen amb grups $-SH$, $-NH_2$, $-COOH$, $-PO_4^{3-}$
- Oxidants, iode, clor
- Agents alquilants, formaldehid

ANTISÈPTICS, DESINFECTANTS

Antisèptics:

Alcohol (70%)

Compostos fenòlics
(hexaclorofens,
triclosan,etc)

Detergents catiònics
Aigua oxigenada

Desinfectants:

Alcohol

Detergents catiònics

Gas clor

Compostos clorats
(cloramines,
hipoclorits,etc)

Ozó

Formaldehid

Aplicació:

Pell

Sabó, cosmètics,
desodorants

Sabó
Pell

Desinfecció
d'instrumental clínic i
superfícies

Purificació d'aigua
Desinfecció
d'equipaments de
l'indústria alimentària

Desinfectant d'aigua
potable

Solucions 3-8%
desinfectant de
superfícies, vapors
esterilitzants

Mecanisme d'acció:

Dissoldre lípids, desnaturalitzar
proteïnes

Trenca la membrana cel·lular

Fosfolípids de membrana
Oxidant

Els mateixos que com antisèptics

Oxidant

Oxidant

Fort oxidant

Agent alquilant

Tema 8. Principis de nutrició microbiana

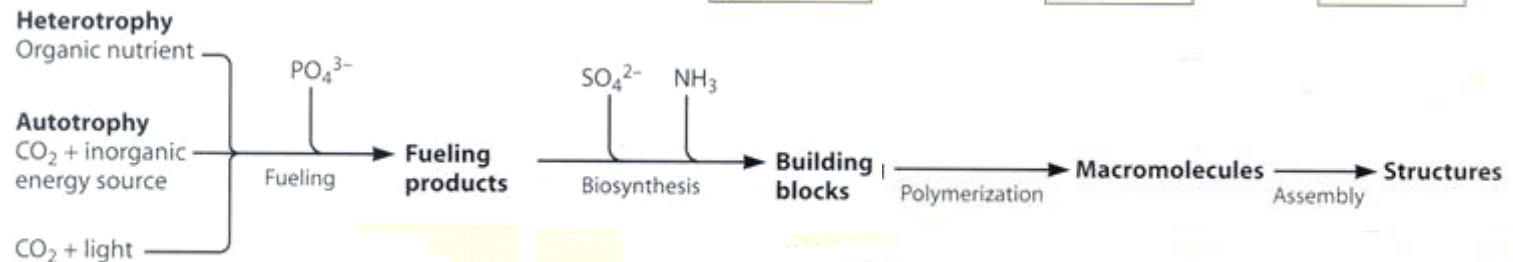
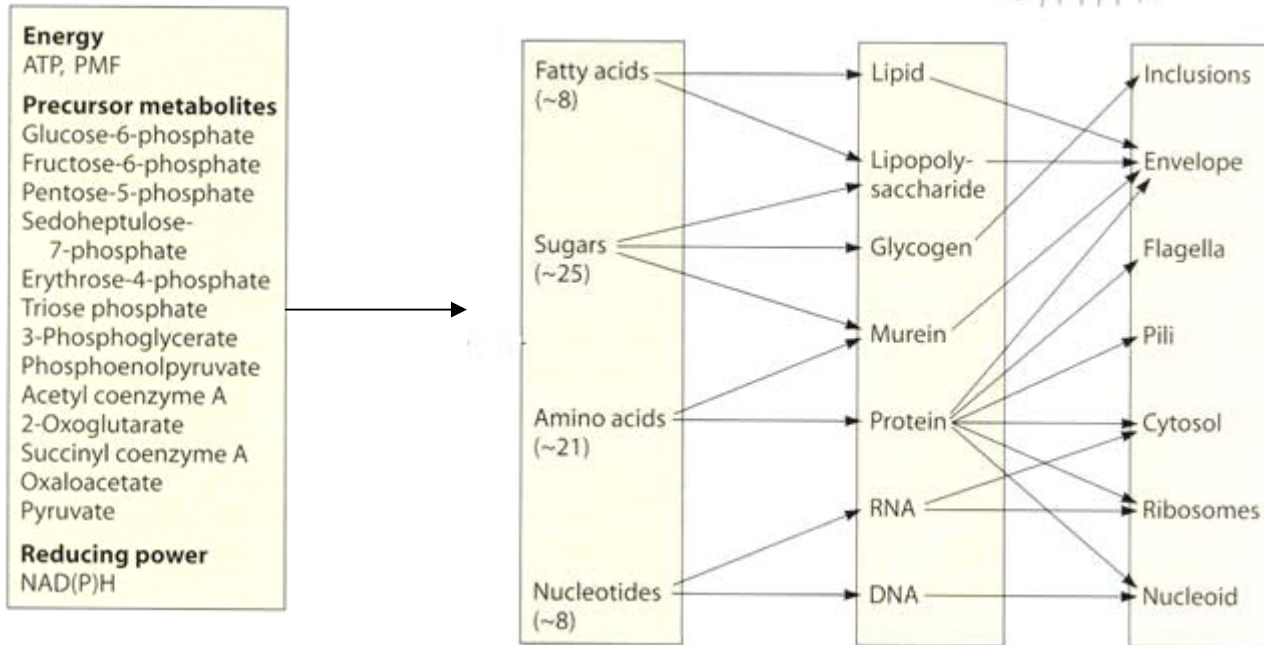
- 1. Principis de nutrició i cultiu microbians. Categories nutricionals**
- 2. Disseny de mitjans i condicions de cultiu.**
- 3. Metabolisme microbià: Fluixos d'energia, poder reductor i metabòlits precursors.**

Bibliografia:

Madigan, Martinko, Dunlap & Clark. 2009. Biología de los microorganismos. (12^a ed). Capítol 5

Willey, Sherwood & Woolverton. 2009. Microbiología (7^a ed.) Capítol 8

Schaechter, M., Ingraham, J.L & Neidhardt, F.C. 2006. Microbe. Capítol 6



Opcions per a la obtenció d' energia

I. Oxidació de compostos químics: **QUIMIOTROFIA**

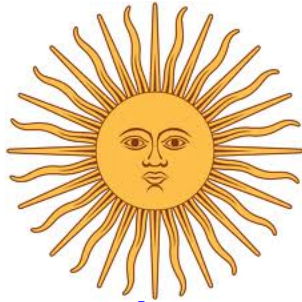
Compost orgànic o inorgànic



Fosforilació a nivell de substrat/Fosforilació oxidativa

ATP

II. Llum: **FOTOTROFIA**



Fotofosforilació

ATP

Opcions per a l'obtenció de poder reductor

Compostos orgànics



ORGANOTROFIA

Compostos inorgànics



LITOTROFIA

Opcions per a l'obtenció de carboni cel·lular

Compostos orgànics



HETEROTROFIA

CO₂



AUTOTROFIA

TIPUS NUTRICIONALS DELS MICROORGANISMES

▶ FONT D' ENERGIA

- Energia química → **QUIMIO-**
- Energia lluminosa → **FOTO-**

▶ FONT DE CARBONI CEL.LULAR

- Inorgànica (CO_2 , CO_3^- , CO_3H^-) → **AUTO-**
- Orgànica → **HETERO-**

▶ FONT DE PODER REDUCTOR

- Inorgànic (H_2 , H_2S ,...) → **LITO-**
- Orgànic → **ORGANO-**

-TROF

Els microorganismes es classifiquen en quatre categories:

FOTO(LITO)AUTOTROFS → Microalgues, bacteris rojos i verds i cianobacteris

FOTO(ORGANO)HETEROTROFS → Bacteris rojos i verds no del sofre

QUIMIO(LITO)AUTOTROFS → Bacteris nitrificants

QUIMIO(ORGANO)HETEROTROFS → Fongs i la majoria de bacteris

Fotòtrofs

Tipus	Donador d'electrons	Font de carboni	Exemple
Fotolitòtrofs	H ₂ O	CO ₂	Plantes, cianobacteris
	H ₂ S, S ⁰ , H ₂	CO ₂	<i>Chromatiaceae</i> , <i>Chlorobiaceae</i>
Fotoorganòtrofs	Substàncies orgàniques	Substàncies orgàniques	<i>Rhodospirillaceae</i>

Quimiòtrofs

Tipus	Donador e ⁻	Acceptor e ⁻	Font de C	Exemple
Quimioorganòtrofs	Orgànic	O ₂	Orgànica	<i>Pseudomonas</i>
	Orgànic	NO ₃ ⁻	Orgànica	<i>Bacillus licheniformis</i>
	Orgànic	SO ₄ ⁼	Orgànica	Reductors de sulfat
	Orgànic	Orgànic	Orgànica	Fermentadors
Quimiolitòtrofs	H ₂	O ₂	CO ₂	Bact. del hidrogen
	H ₂ S	O ₂	CO ₂	Tiobacils
	NH ₃	O ₂	CO ₂	<i>Nitrosomonas</i>
	Fe ²⁺	O ₂	CO ₂	<i>Th. ferrooxidans</i>

Principals elements requerits pel creixement bacterià

I. Macronutrients

Element	Font natural	Subministres en medis de cultiu	Funció en el metabolisme
C	CO₂, compostos orgànics	Sucres, àcids orgànics, aminoàcids, moltíssims compostos o mescles	Principals constituents del material cel·lular
O	H₂O, O₂, compostos orgànics	H₂O, O₂, compostos orgànics	Principals constituents del material cel·lular
H	H₂O, compostos orgànics	H₂O, compostos orgànics	Principals constituents del material cel·lular
N	NH₃, N₂, NO₃⁻, c. orgànics	NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, KNO₃, N₂, c. orgànics amb N	Principals constituents del material cel·lular
P	PO₄³⁻	KH₂PO₄, Na₂HPO₄	Àcids nucleïcs, fosfolípids, nucleòtids
S	SO₄⁼, SO₃⁼, S₂O₃⁼, S^o, c. Orgànics, sulfurs metàl·lics	Na₂SO₄, Na₂S₂O₃, NaS, c. orgànics	Aminoàcids amb sofre (metionina, cisteïna), CoA,etc
K	K⁺, en solució o com sals de potasi	KCl, KH₂PO₄	Principal cation inorgànic cel·lular, cofactor en alguns enzims
Mg	Mg²⁺, en solució o com sals de magnesi	MgCl₂, MgSO₄	Paret cel·lular, membrana, ribosomes, cofactor
Na	Na⁺, NaCl, sals de sodi	NaCl	Implicat en processos de transport
Ca	Ca²⁺, sals de calci	CaCl₂	Paret cel·lular, endòspores
Fe	Fe²⁺ o Fe³⁺, sals de ferro, Fe (OH)₃	FeCl₃, FeSO₄, ferro quelat (EDTA, citrat fèrric, etc)	Citocroms, proteïnes Fe-S, cofactor

II. Micronutrients

Element	Font	Funció
Zn	Zn²⁺	Present en RNA- i DNA-polimerases i altres enzims
Mn	Mn²⁺	Present en la superòxid dismutasa i PSII, cofactor de alguns enzims
Mo	MoO₄⁼	Present en la nitrat reductasa, nitrogenasa i altres enzims
V	Sals	Vanadi nitrogenasa
Ni	Sals	Hidrogenases, ureasa, coenzim F₄₃₀ dels metanògens
Cu	Sals	Citocrom c oxidasa, plastocianina, algunes SOD
Co	Sals	Vitamina B12, transcarboxilasa (bacteris propióniques)

Mitjans de cultiu

Composició química → Definit, complexos

Natura física → Líquids, sòlids, semisòlids

Funció → Generals, enriquits, selectius, diferencials

Mitjà definit, general

Glucosa	1 g/L
Na ₂ HPO ₄	2 g/L
KH ₂ PO ₄	1,5 g/L
(NH ₄) ₂ SO ₄	2 g/L
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,2 g/L
CaCl ₂	0,01 g/L
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0,005 g/L
pH	6,8-7,0

Mitjà general, complex (TSB)

Triptona	17 g/L
Peptona	3 g/L
Glucosa	2,5 g/L
NaCl	5 g/L
K ₂ HPO ₄	2 g/L

Tema 9. Reaccions de proveïment en heteròtrofs aerobis i anaerobis.

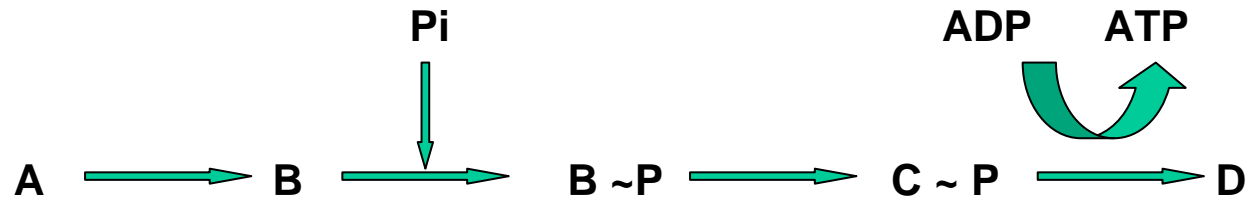
- 1. Quimiorganòtrofs**
- 2. Respiració aeròbia i anaeròbia**
- 3. Fermentacions**
- 4. Vies degradatives**

Bibliografia:

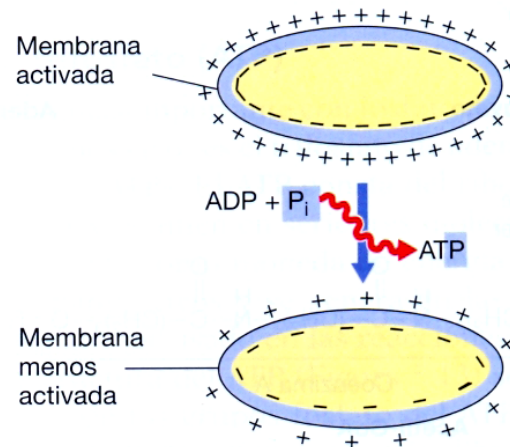
- Madigan, Martinko, Dunlap & Clark. 2009. Biología de los microorganismos. (12^a ed).
Capítols 5, 20 i 21**
- Willey, Sherwood & Woolverton. 2009. Microbiología (7^a ed.) Capítol 9**
- Schaechter, M., Ingraham, J.L & Neidhardt, F.C. 2006. Microbe. Capítol 6**

Mecanismes de conservació de l'energia

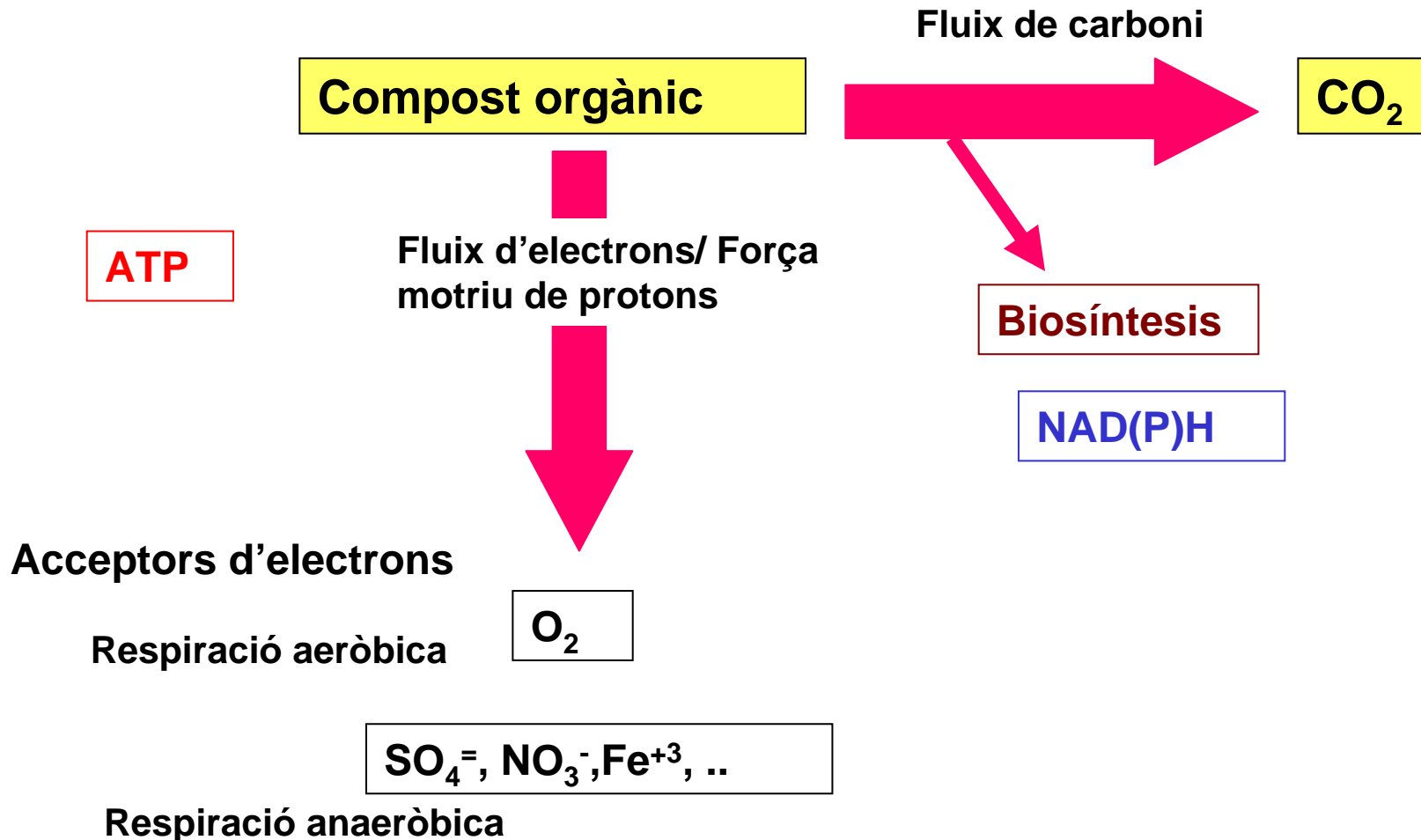
a. Fosforilació a nivell de substrat



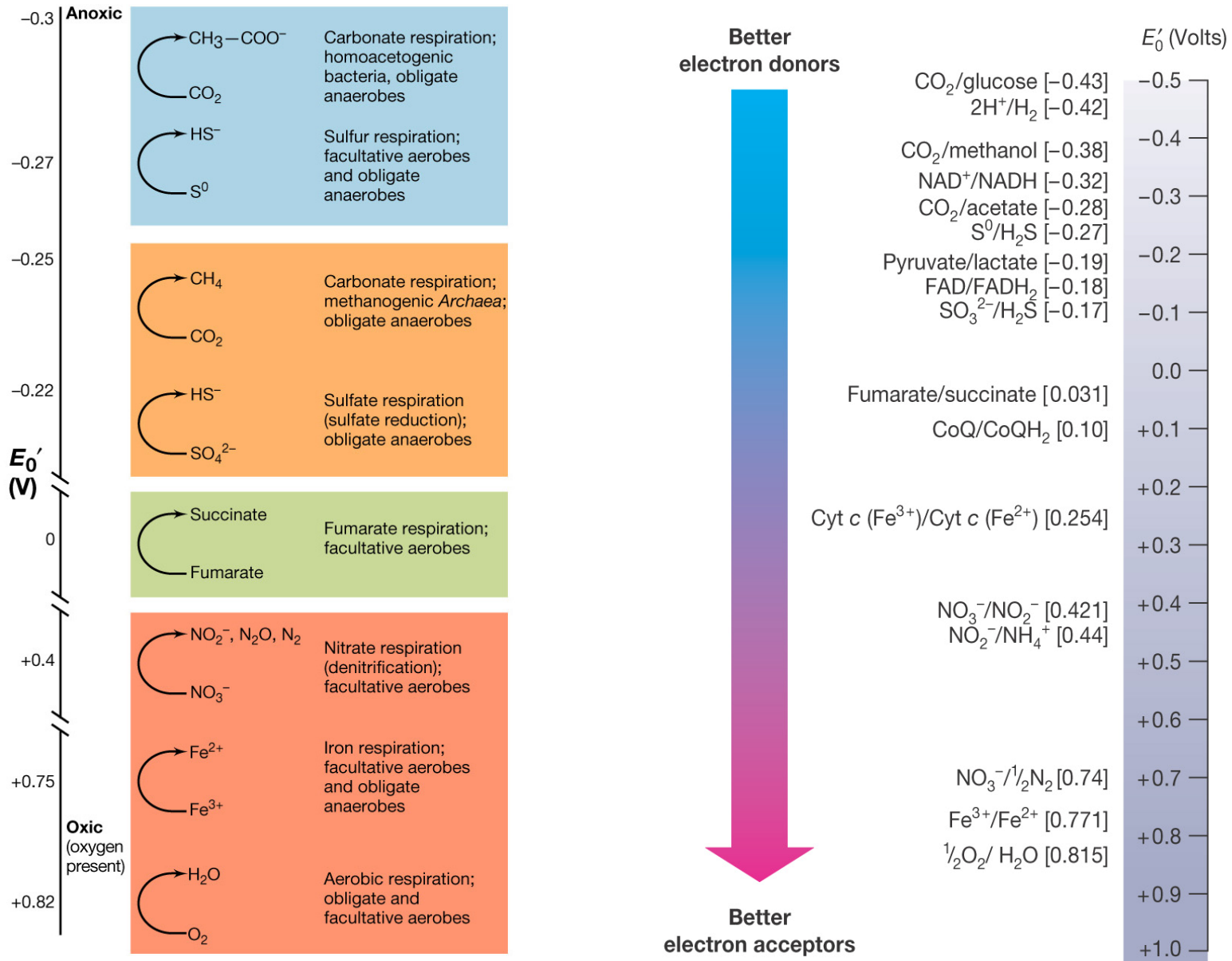
b. Fosforilació oxidativa

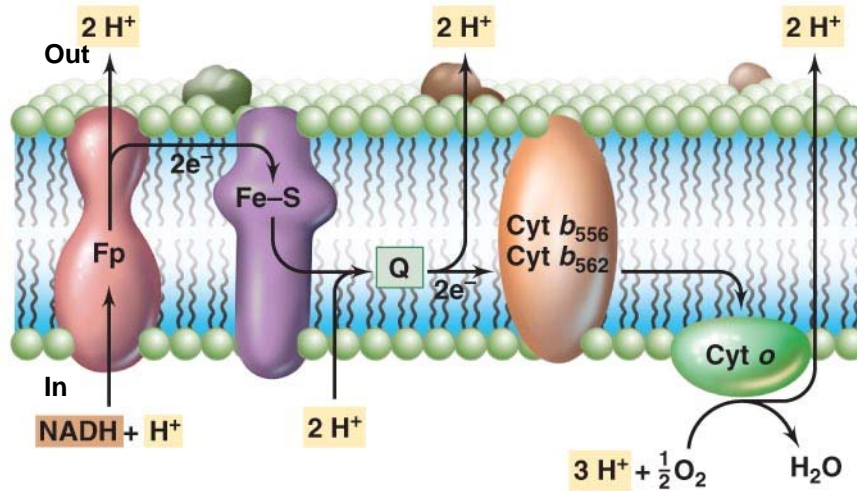


QUIMIOORGANOTROFIA. RESPIRACIÓ



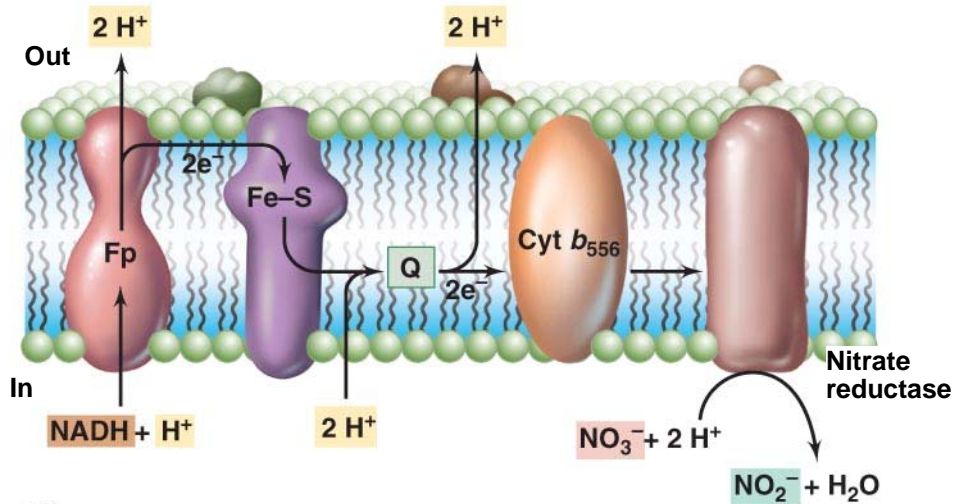
Substrats emprats com acceptors d' electrons en la respiració



Transport d'electrons en la membrana d'*E. coli*

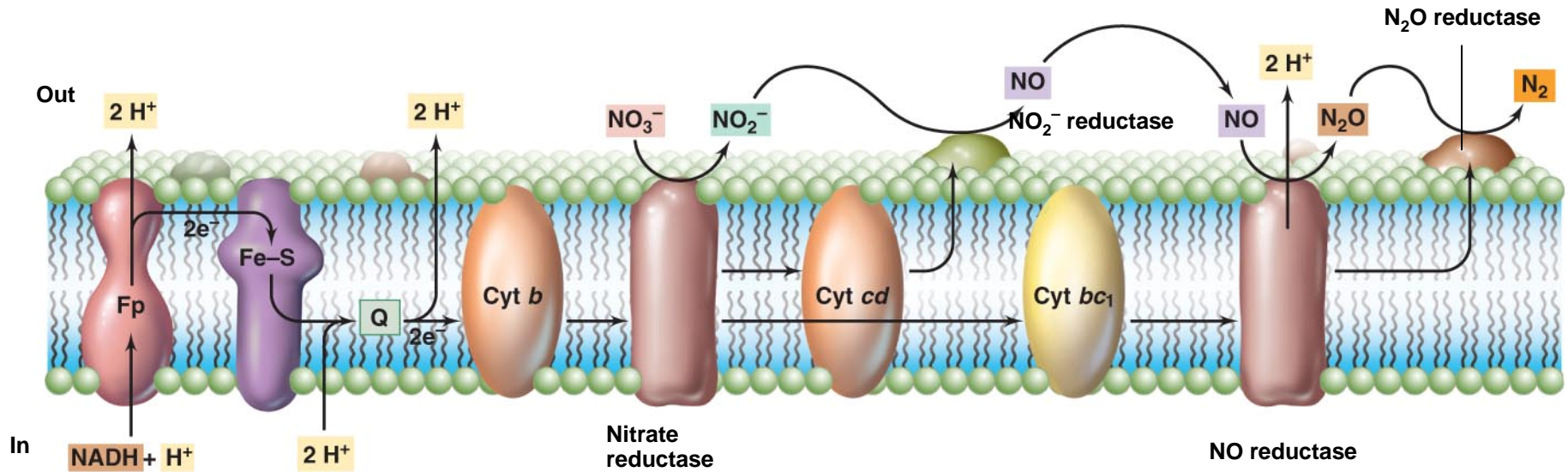
- Oxigen acceptor final d'electrons
- Nitrat acceptor final d'electrons

(a)

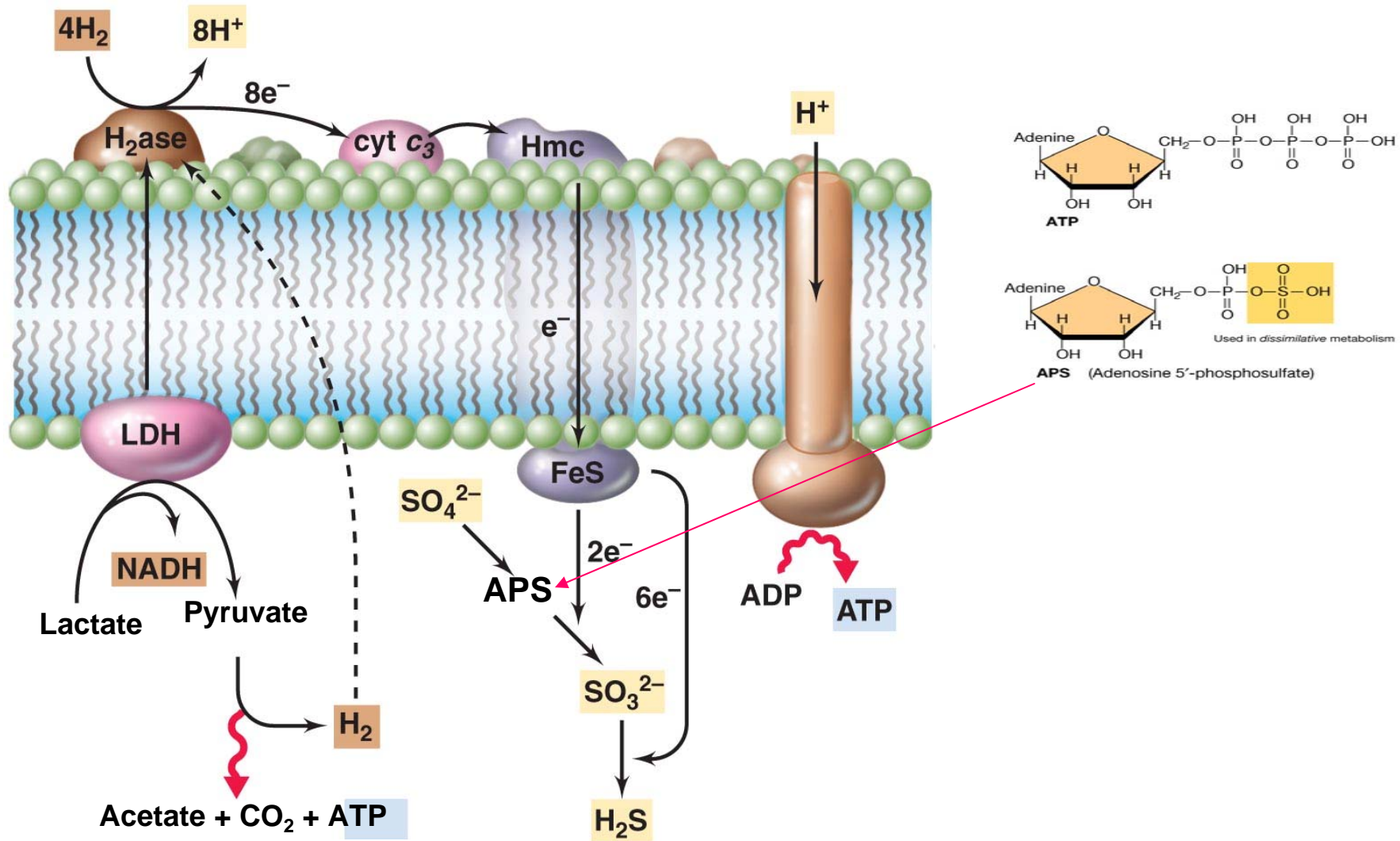


(b)

La respiració aeròbia transporta 6H^+ per cada 2e^- , mentre que la respiració de nitrat transporta 4H^+ .

Respiració de nitrat (desnitrificació) en *Pseudomonas stutzeri*

Respiració anaeròbia de sulfat. Transport d' e- en sulfatorreductors



ALGUNS ACCEPTORS D' ELECTRONS EN RESPIRACIONS ANAERÒBIES

Acceptor	Producte	Distribució
Clorat (ClO_3^-)	Clorur (Cl^-)	Medi natural
Fe^{3+}	Fe^{2+}	Medi natural
Mn^{4+}	Mn^{2+}	Medi natural
Dimetil sulfóxid	Dimetil sulfur	Aigua dolça i marina
Arsenat	Arsenit	Medi natural en baixes concentracions. Contaminant
Óxid de trimetilamina	Trimetilamina	Funcions osmòtiques en peixos marins
Selenat	Selenit	Medi natural en baixes concentracions. Contaminant
Fumarat	Succinat	TCA
Compostos haloganats (tóxics)	Productes no tòxics o menys tòxics	Medi natural en baixes concentracions. Contaminant



Dianne K. Newman and Stephen Tay

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

Biomineralització durant la respiració anaeròbia de *Desulfotomaculum auripigmentum*. Aquest bacteri pot respirar anaeròbiament arseniat (AsO_4^{3-}), reduint-lo a arsenit (AsO_3^{3-}), junt a la reducció de sulfat a sulfur. El resultat és la formació d'un mineral de arsènic i sofre (As_2S_3)

Esquerra: Flascó immediatament després de la inoculació

Dreta: Flascó crescut

Mig: mostra del mineral

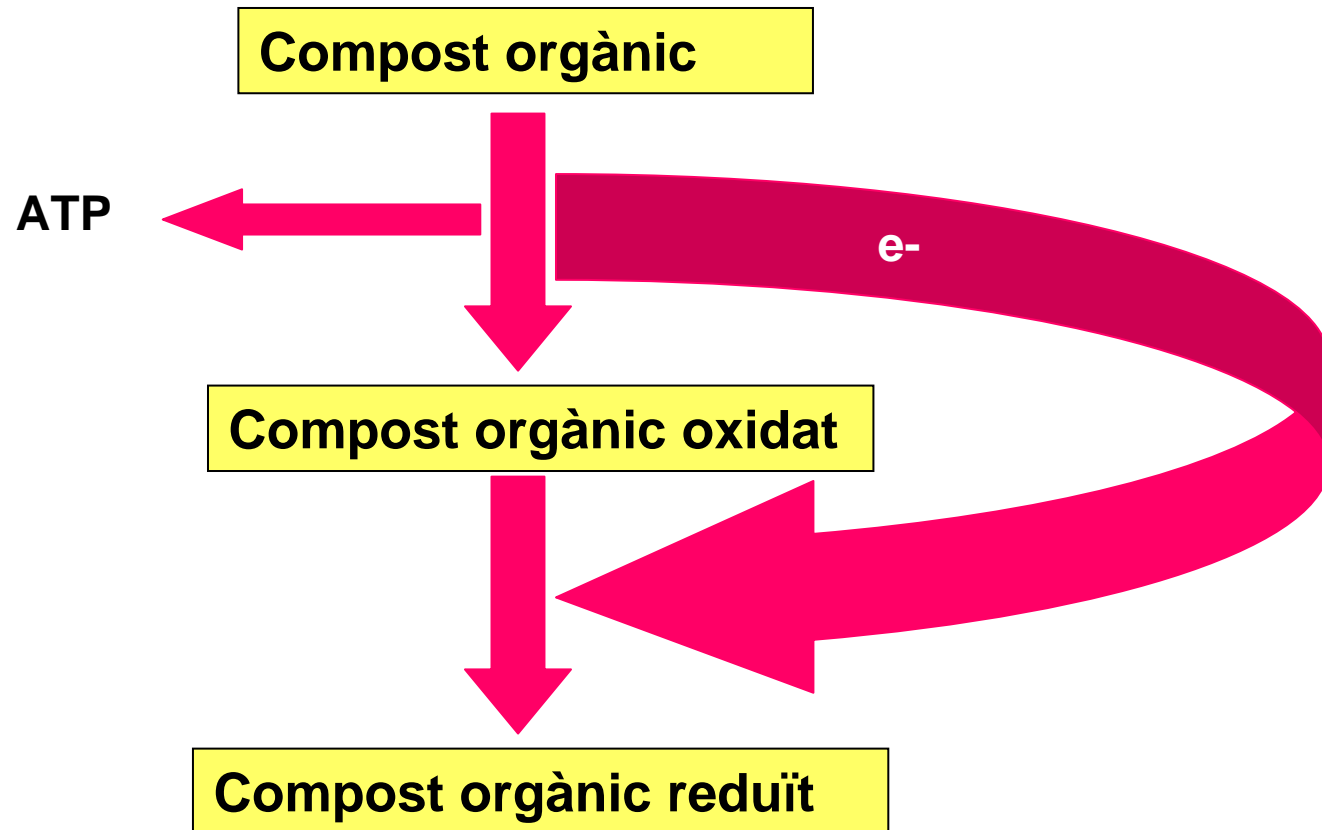
CTE de Bacteria i Archaea

- **Localitzada en la membrana citoplàsmica**
- **Diferències amb la CTE mitocondrial:**
 - **Portadors diferents**
 - **Pot estar ramificada**
 - **Pot ser més curta**
 - **Pot (sol) tenir una ratio P/O menor**
 - **Pot utilitzar acceptors diferents de l'oxigen**

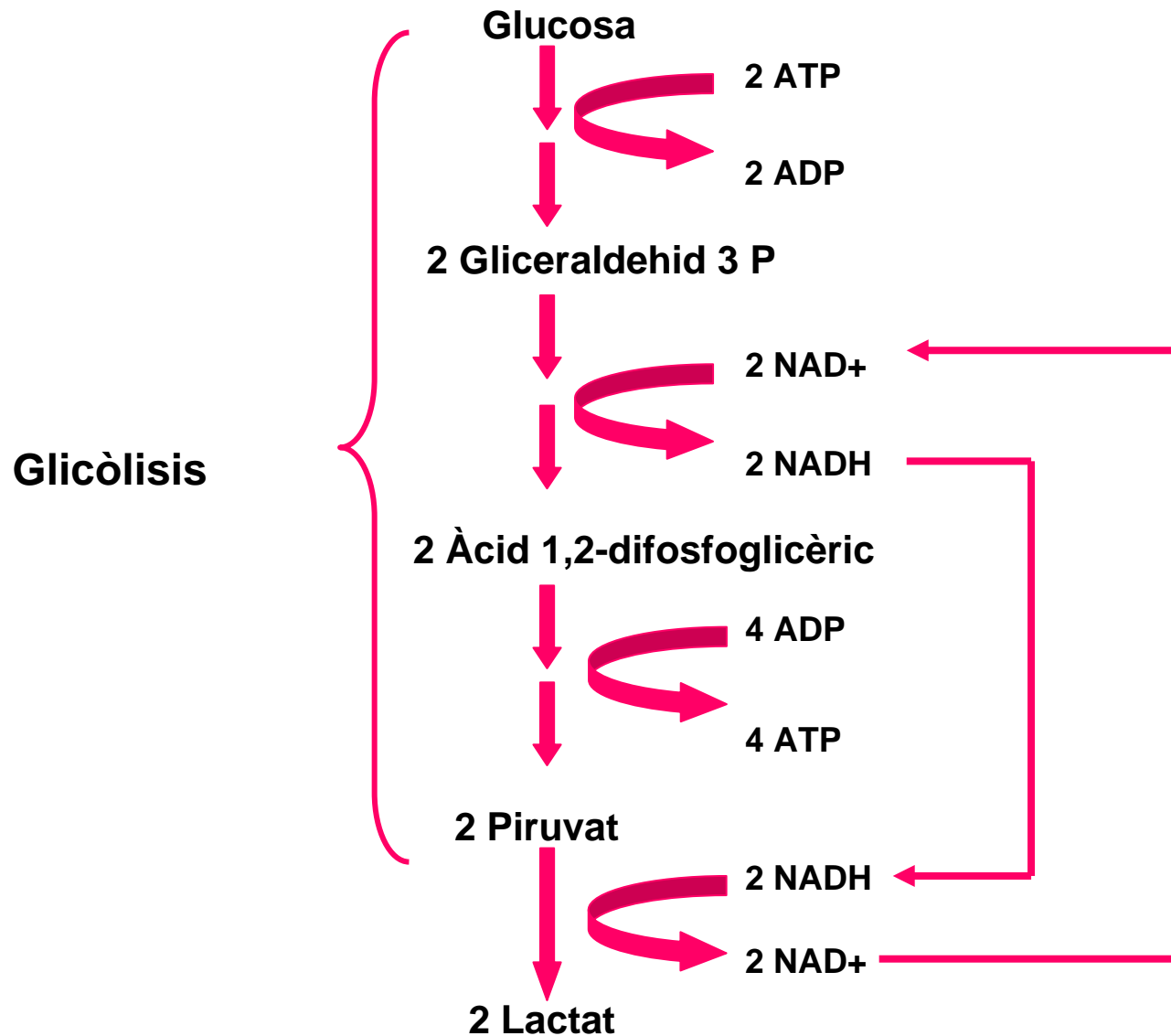
Resum respiració

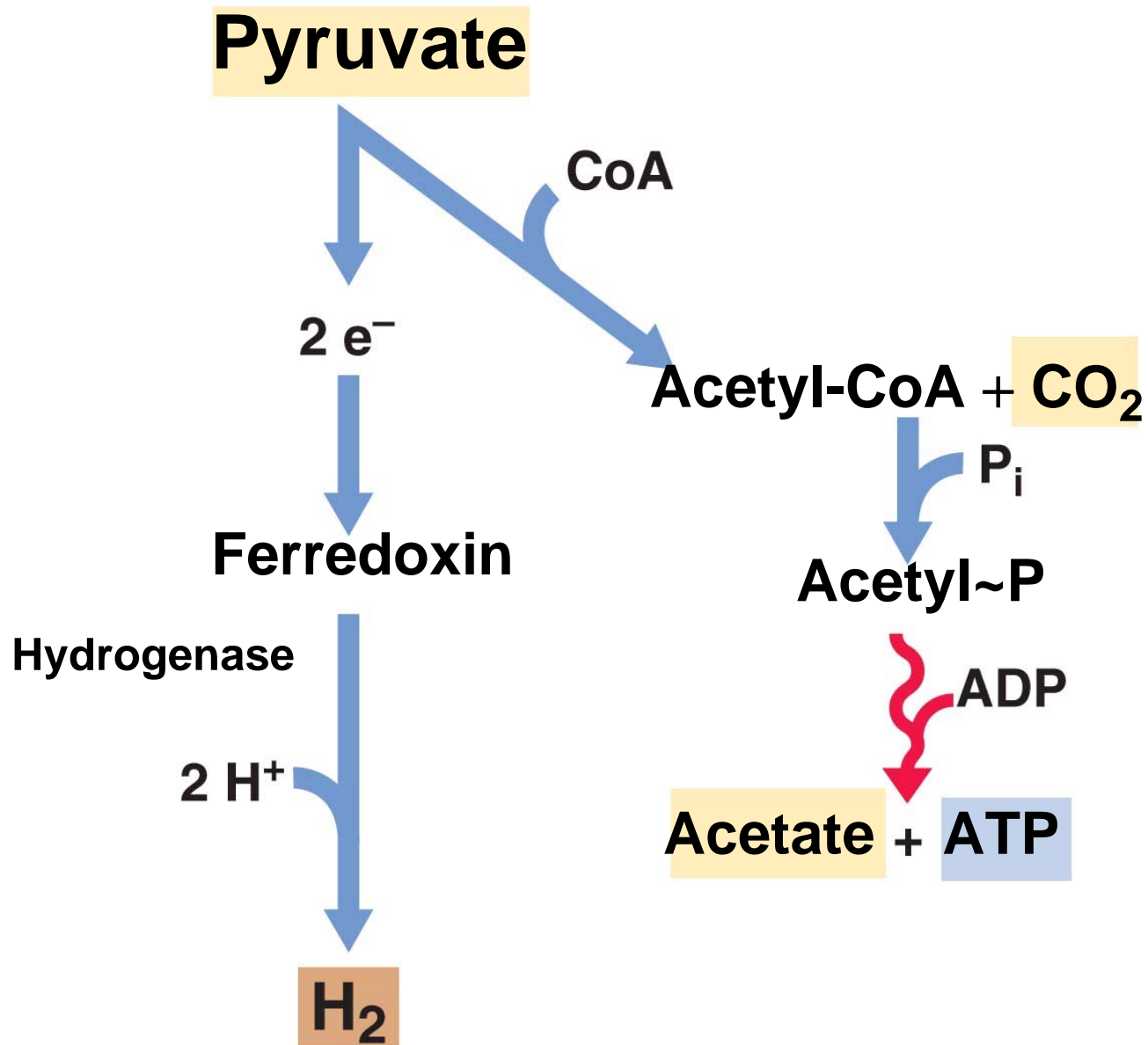
- **Procés d'obtenció d'energia: implica el pas d'electrons, des de un donador inicial fins a un acceptor final, a través d'una cadena de transport generant PMF que és emprada per a sintetitzar ATP**
- **Respiració aeròbia**
 - **Acceptor final d'electrons oxigen**
- **Respiració anaeròbia**
 - **Acceptor final d'electrons diferent de l'oxigen**
 - **NO^{3-} , SO_4^{2-} , CO_2 , Fe^{3+} , o SeO_4^{2-}**

QUIMIOORGANOTROFIA. FERMENTACIÓ



Fermentació homolàctica

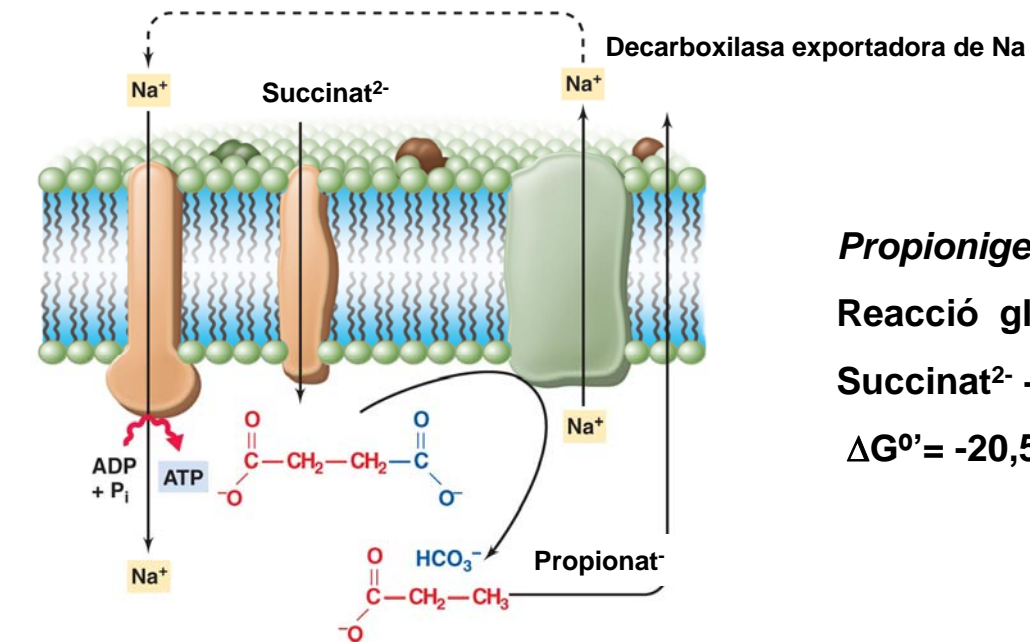


Producció de H₂ en fermentacions

ALGUNES FERMENTACIONS MICROBIANES

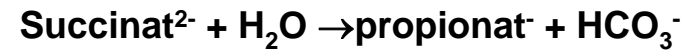
FERMENTACIÓ	REACCIÓ GLOBAL	MICROORGANISME
Alcohólica	Hexoses \rightarrow Etanol + CO ₂	Llevats, <i>Zymomonas</i>
Homolàctica	Hexoses \rightarrow Àc. làctic	<i>Lactobacillus</i> , <i>Lactococcus</i>
Glicerol	4 glicerol + 2 HCO ₃ ⁻ \rightarrow 7 acetat + 5 H ⁺ + 4 H ₂ O	<i>Acetobacterium</i>
Putrescina	Putrescina + 26H ₂ O \rightarrow 6 acetat + 7 butirat + 20 NH ₄ ⁺ + 16 H ₂ + 13 H ⁺	Gram positius anaerobis (sense classificar)
Acetilé	2 acetilé + 3 H ₂ O \rightarrow etanol + acetat + H ⁺	<i>Pelobacter acetylenicus</i>
Propiònica	Lactat \rightarrow Propionat + acetat + CO ₂	<i>Propionibacterium</i>
Caproat	Etanol + acetat + CO ₂ \rightarrow caproat + butirat + H ₂	<i>Clostridium kluyveri</i>

FERMENTACIONS SENSE FOSFORILACIÓ A NIVELL DE SUBSTRAT

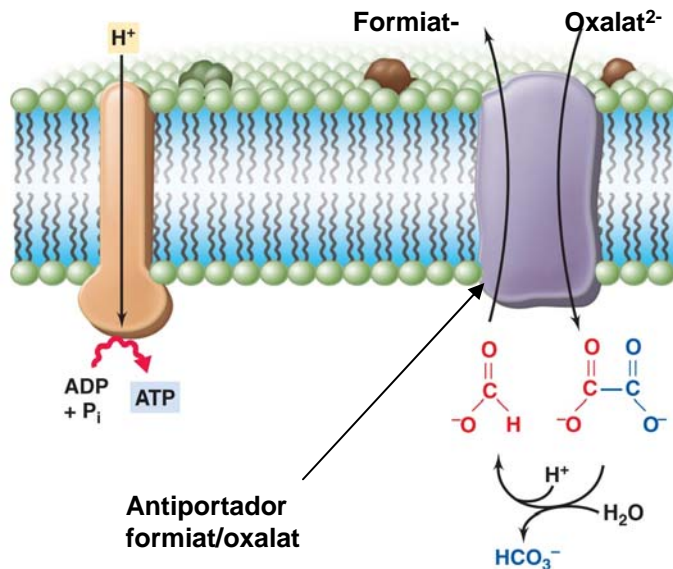


Propionigenium modestum

Reacció global:

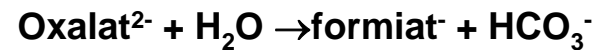


$$\Delta G^{\circ} = -20,5 \text{ kJ/reacció}$$



Oxalobacter formigenes

Reacció global:



$$\Delta G^{\circ} = -26,7 \text{ kJ/reacció}$$

Resum fermentació

- **Utilitza un acceptor d'electrons endògen**
 - generalment un intermediari de la via emprada per a oxidar la font orgànica d'energia (ex. piruvat)
- **No té cadena de transport d'electrons ni se genera una força motriu de protons**
- **ATP sintetitzat solament per fosforilació a nivell de substrat**



Energy

ATP, PMF

Precursor metabolites

Glucose-6-phosphate
Fructose-6-phosphate
Pentose-5-phosphate
Sedoheptulose-7-phosphate
Erythrose-4-phosphate
Triose phosphate
3-Phosphoglycerate
Phosphoenolpyruvate
Acetyl coenzyme A
2-Oxoglutarate
Succinyl coenzyme A
Oxaloacetate
Pyruvate

Reducing power

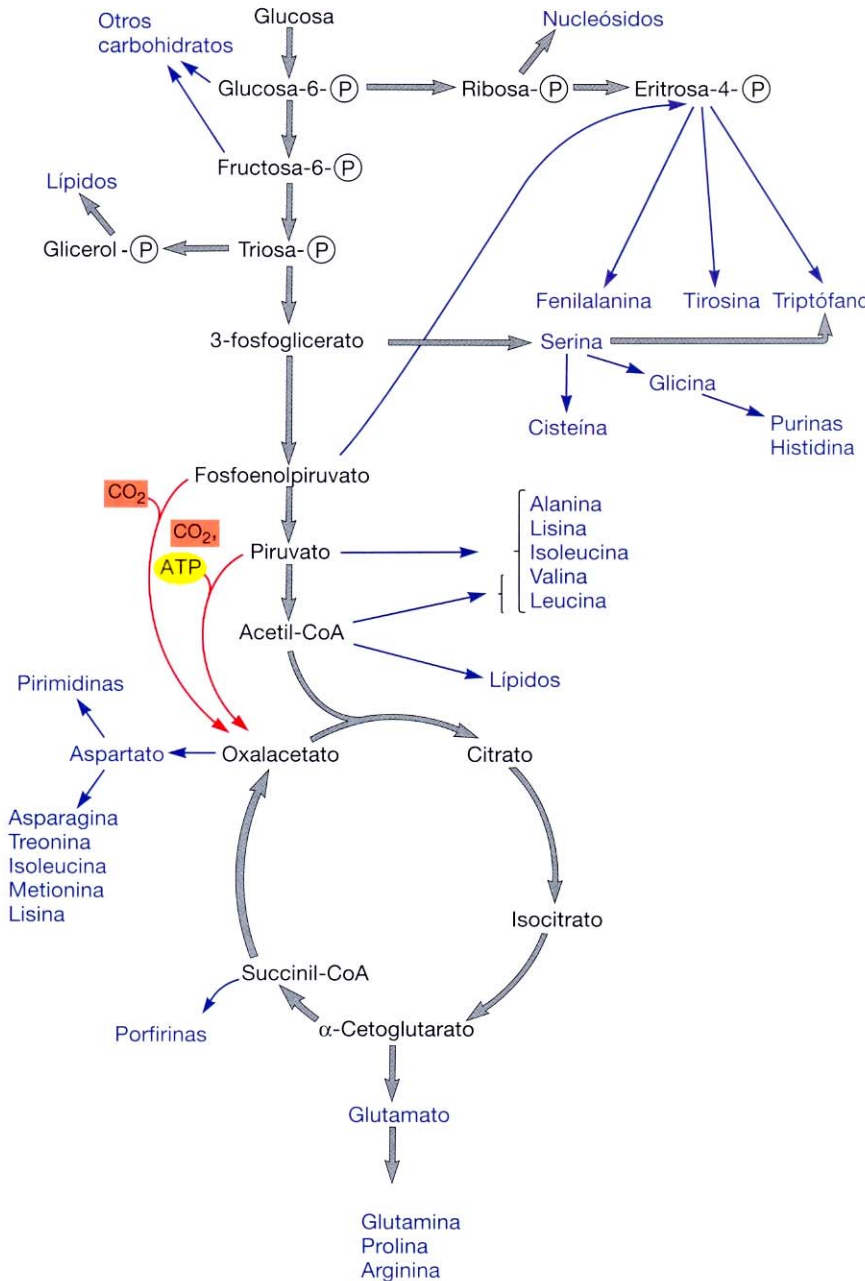
NAD(P)H

Vies degradatives

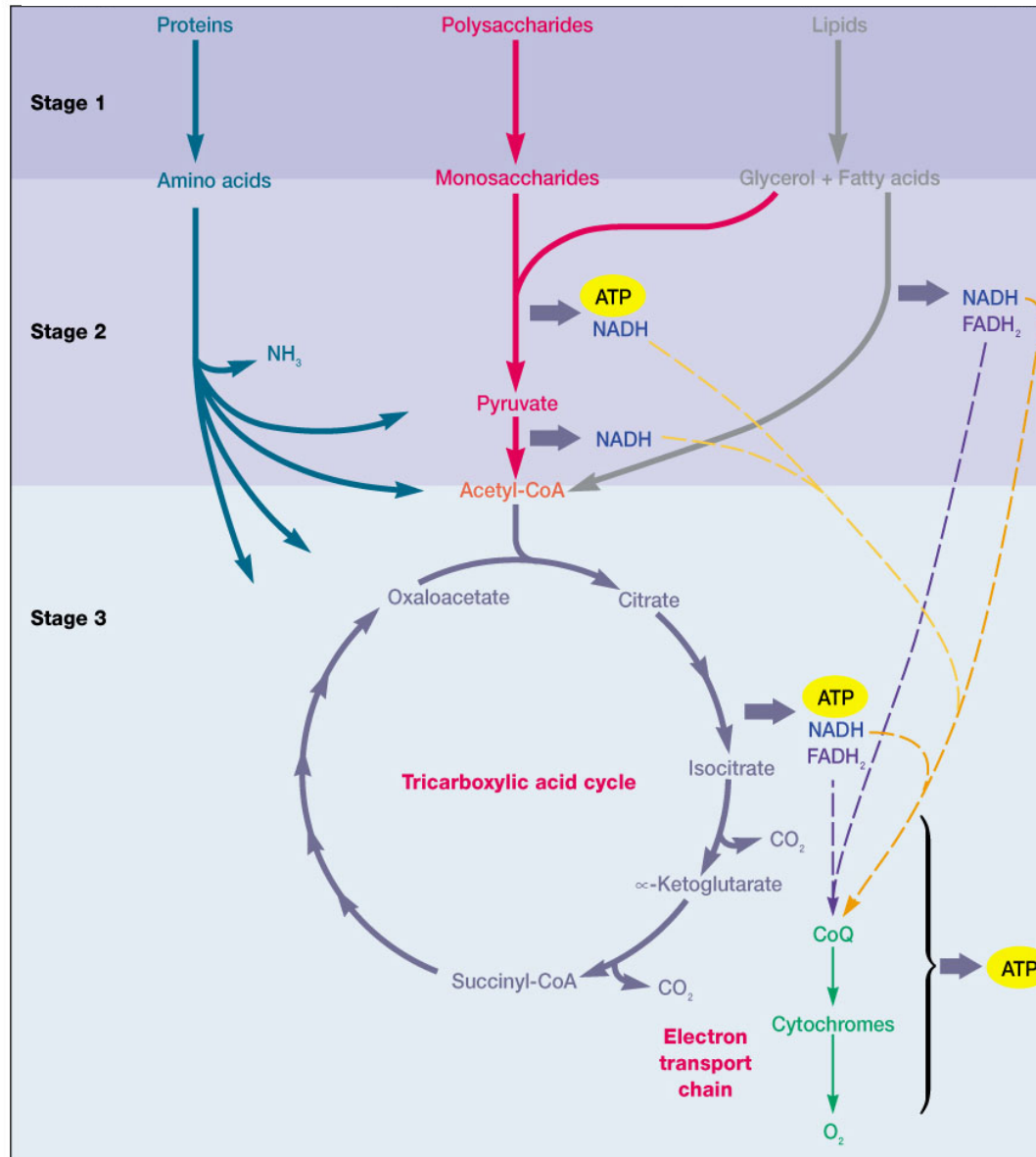
- **Els microorganismes utilitzen moltes substàncies com fonts de carboni (i energia)**
- **La degradació de tals substàncies genera glucosa o intermediaris de les vies emprades en el metabolisme de glucosa**
- **Les vies degradatives dels substrats proporcionen precursors per a biosíntesis → vies amfibòliques**

Degradació de glucosa en quimioorganòtrofs

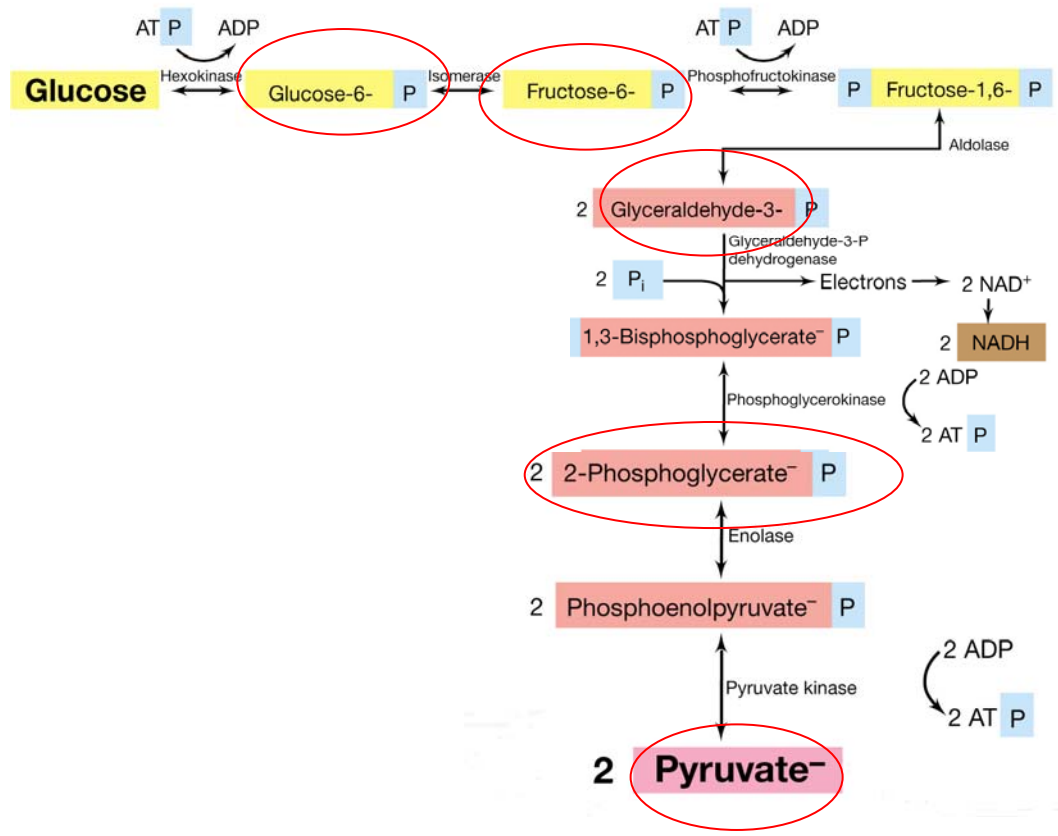
Metabòlits precursors i productes (en blau) sintetitzats a partir d'ells



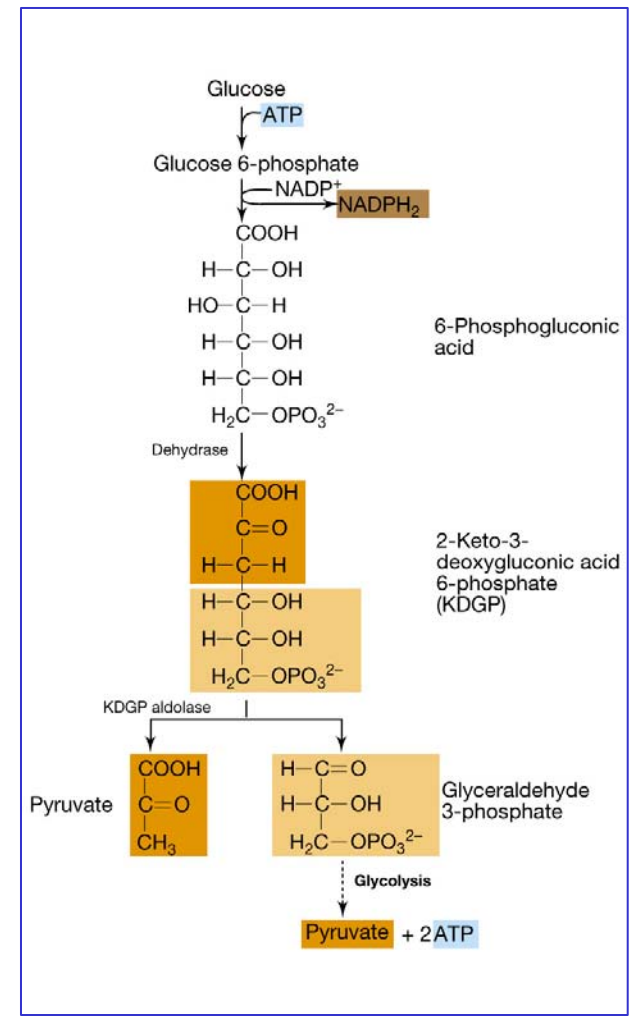
CATABOLISME EN QUIMIÒTROFS



I. DEGRADACIÓ DE GLUCOSA A PIRUVAT



Glicòlisi (Embden-Meyerhoff-Parnas)



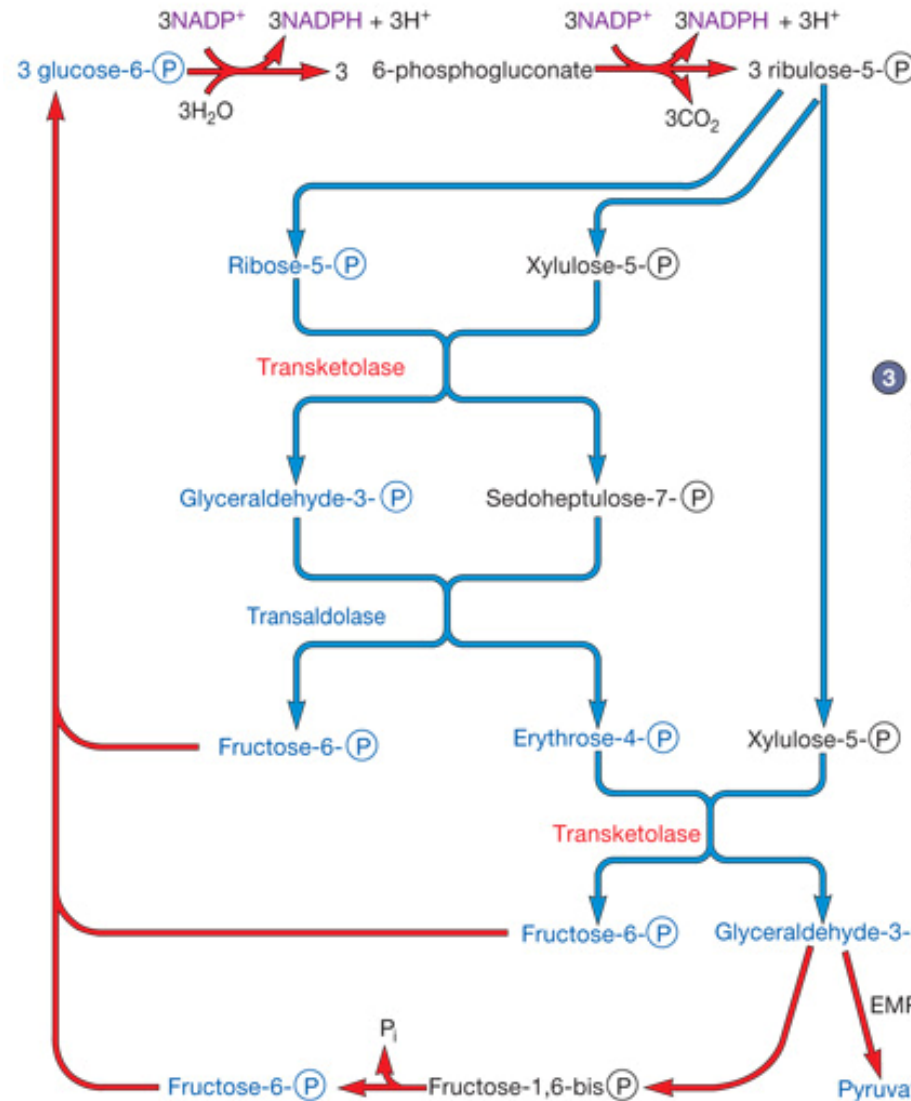
Via Entner-Doudoroff (KDPG)

VIA PENTOSOS-FOSFAT

- Es formen pentoses a partir de hexoses
- Es formen hexoses a partir de pentoses
- Catabolisme de pentoses
- Es produeix NADPH

1 Glucose 6-phosphate, an intermediate of the Embden-Meyerhof pathway and a precursor metabolite, is oxidized. The reaction provides reducing power in the form of NADPH.

2 6-Phosphogluconate is oxidized and decarboxylated. This produces CO₂ and more reducing power in the form of NADPH.



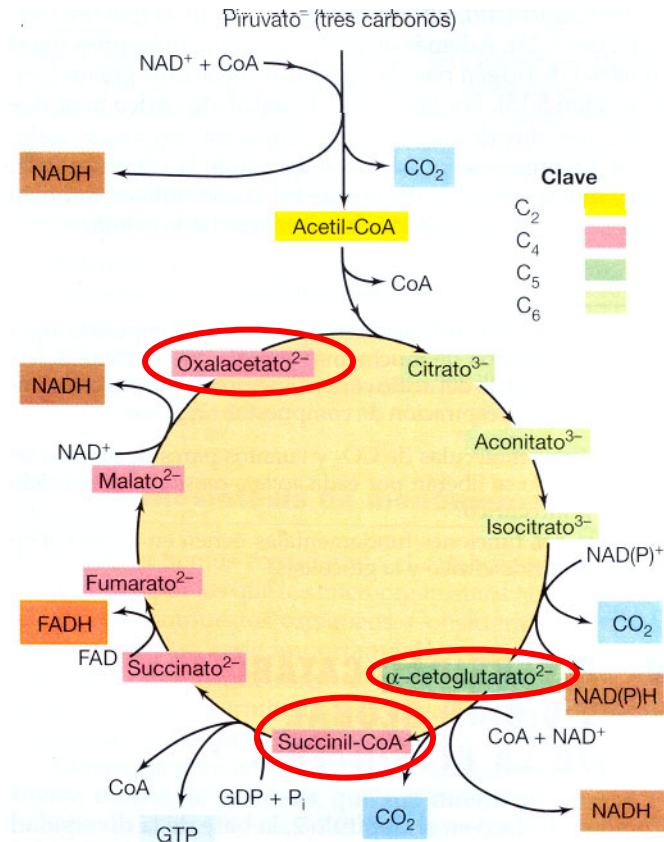
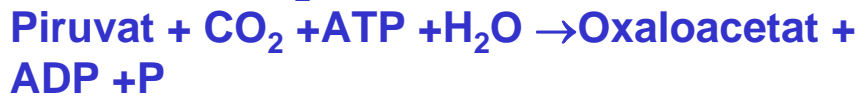
3 Sugar transformation reactions (blue arrows) are catalyzed by the enzymes transaldolase and transketolase. Some of the sugars can be used in biosynthesis or to regenerate glucose 6-phosphate. They also can be further catabolized to pyruvate.

II. OXIDACIÓ D' ACETIL-CoA

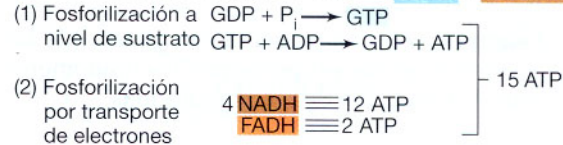
precursors

REACCIONS ANAPLERÒTIQUES DEL CICLE TCA

Fixació de CO₂



(a)



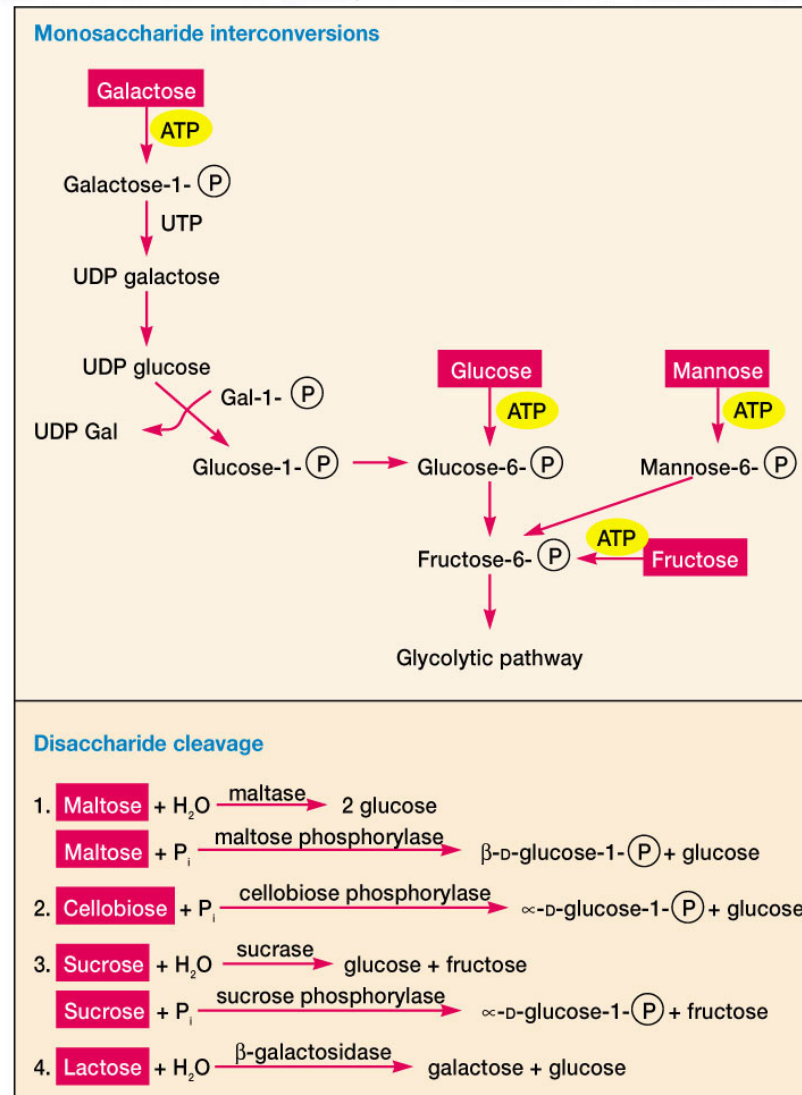
(3) Suma: CAC más glucólisis → 38 ATP por glucosa

(b)

Catabolisme de carbohidrats

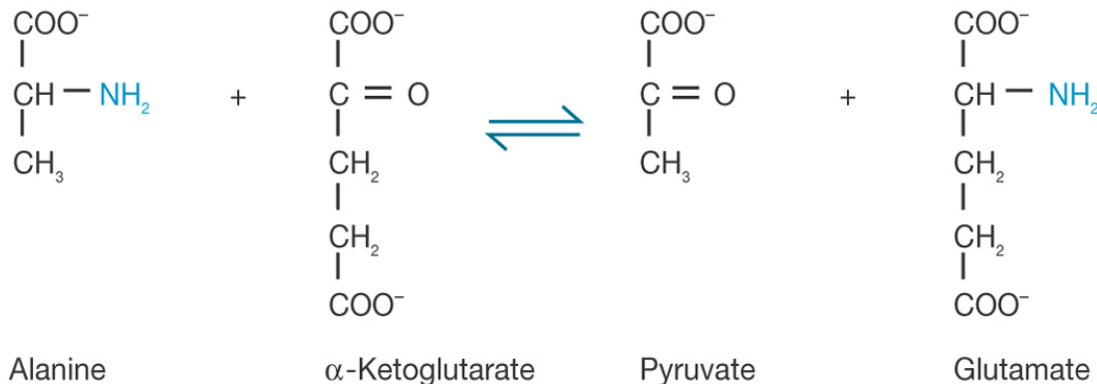
Polisacàrids → degradació per exoenzims → mono i disacàrids

El subministre de polisacàrids pot ser extern (substrats del medi) o intern (material



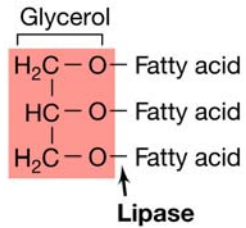
Degradació de proteïnes i aminoàcids

- **Proteases**
 - Hidrolitzen (extracel.lularment) proteïnes a aminoàcids
- **Desaminació**
 - Eliminació del grup amino dels aminoàcids
 - El resultat són àcids orgànics: piruvat, acetil-CoA, o intermediaris del cicle TCA
 - poden ser oxidats per cicle TCA
 - poden ser emprats en biosíntesis
 - **Transaminació**

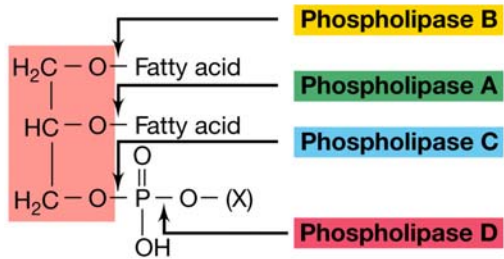


Catabolisme de lípids (triglicèrids)

I. Acció de les lipases

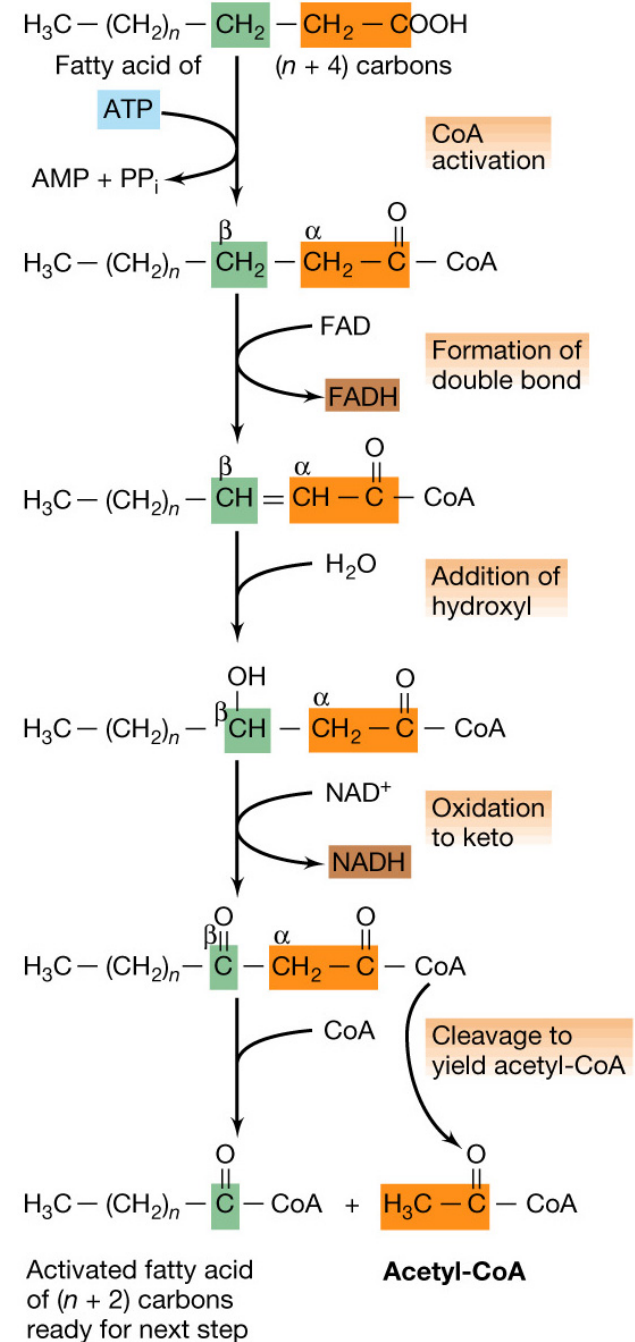


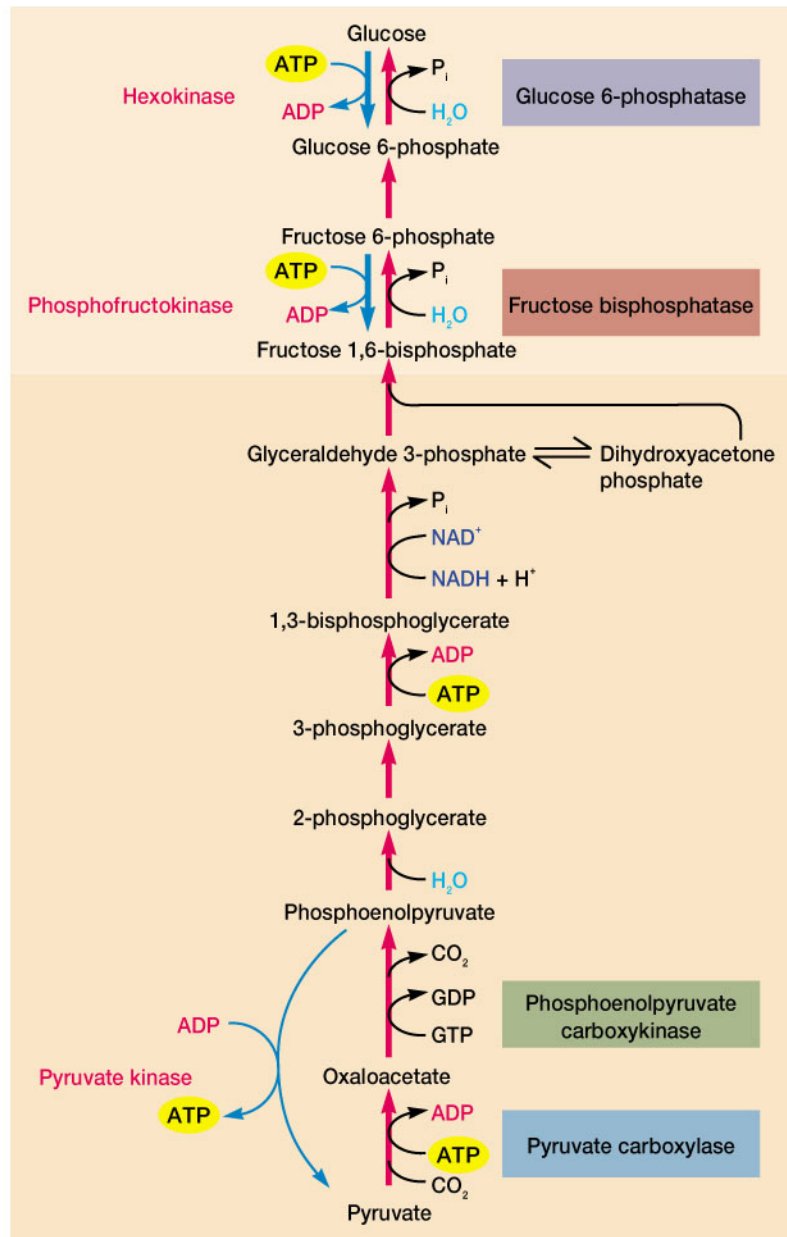
(a)



(b)

II. β-oxidació



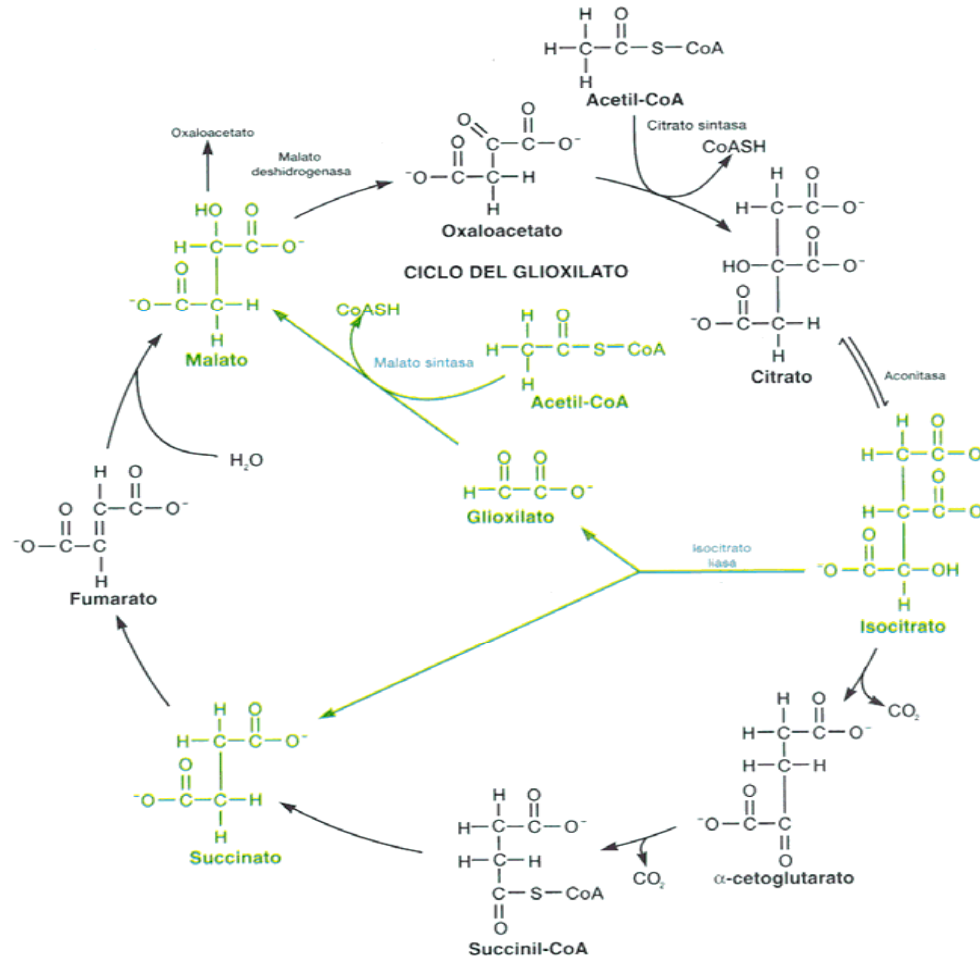


Gluconeogènesis

Es mostren els enzims que catalitzen reaccions diferents a la glucòlisis

REACCIONS ANAPLERÒTIQUES DEL CICLE TCA

Cicle del glioxilat



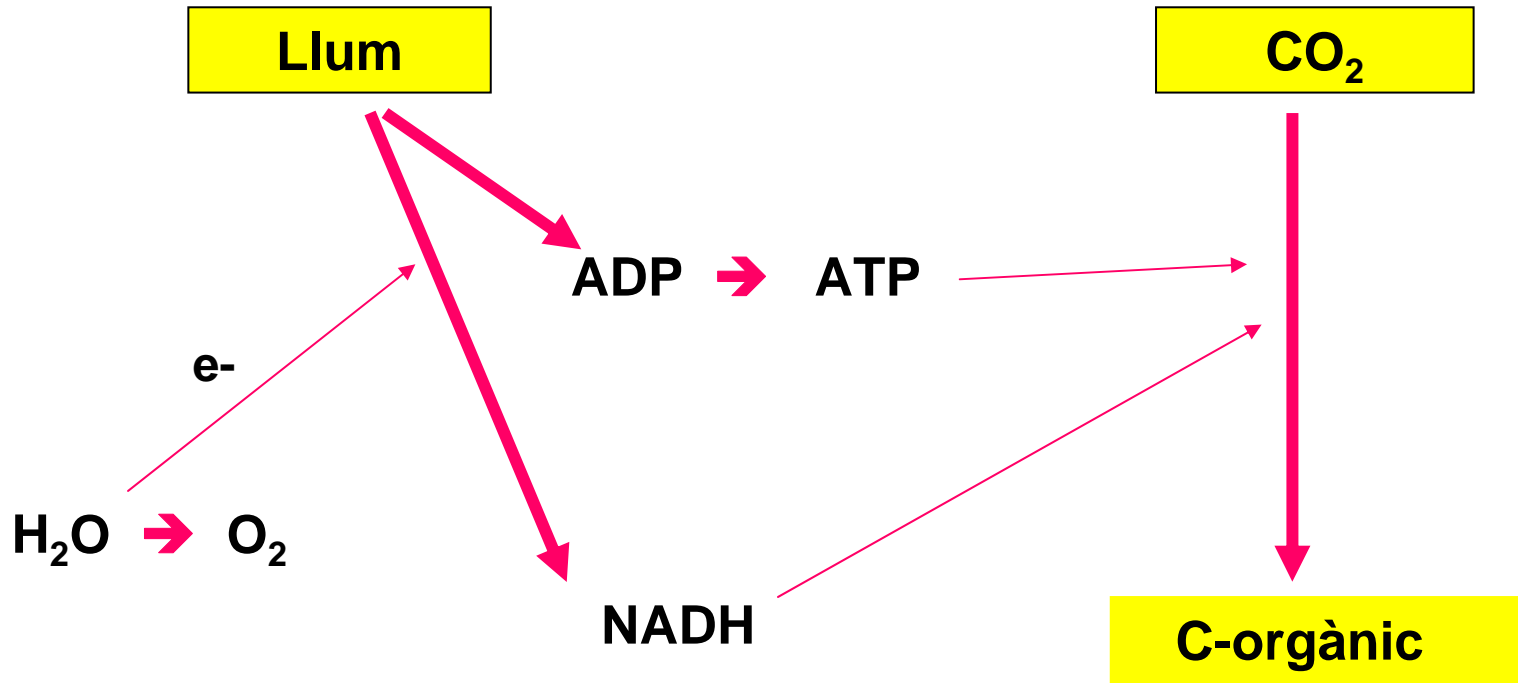
Tema 10. Reaccions de proveïment en autòtrofs.

- 1. Generació de metabòlits precursors: diversitat de rutes autotròfiques.**
- 2. Generació d'ATP i poder reductor en quimiolitòtrofs i fotoautòtrofs: fotosíntesis oxigènica i anoxigènica.**
- 3. Rodospsines bacterianes**

Bibliografia:

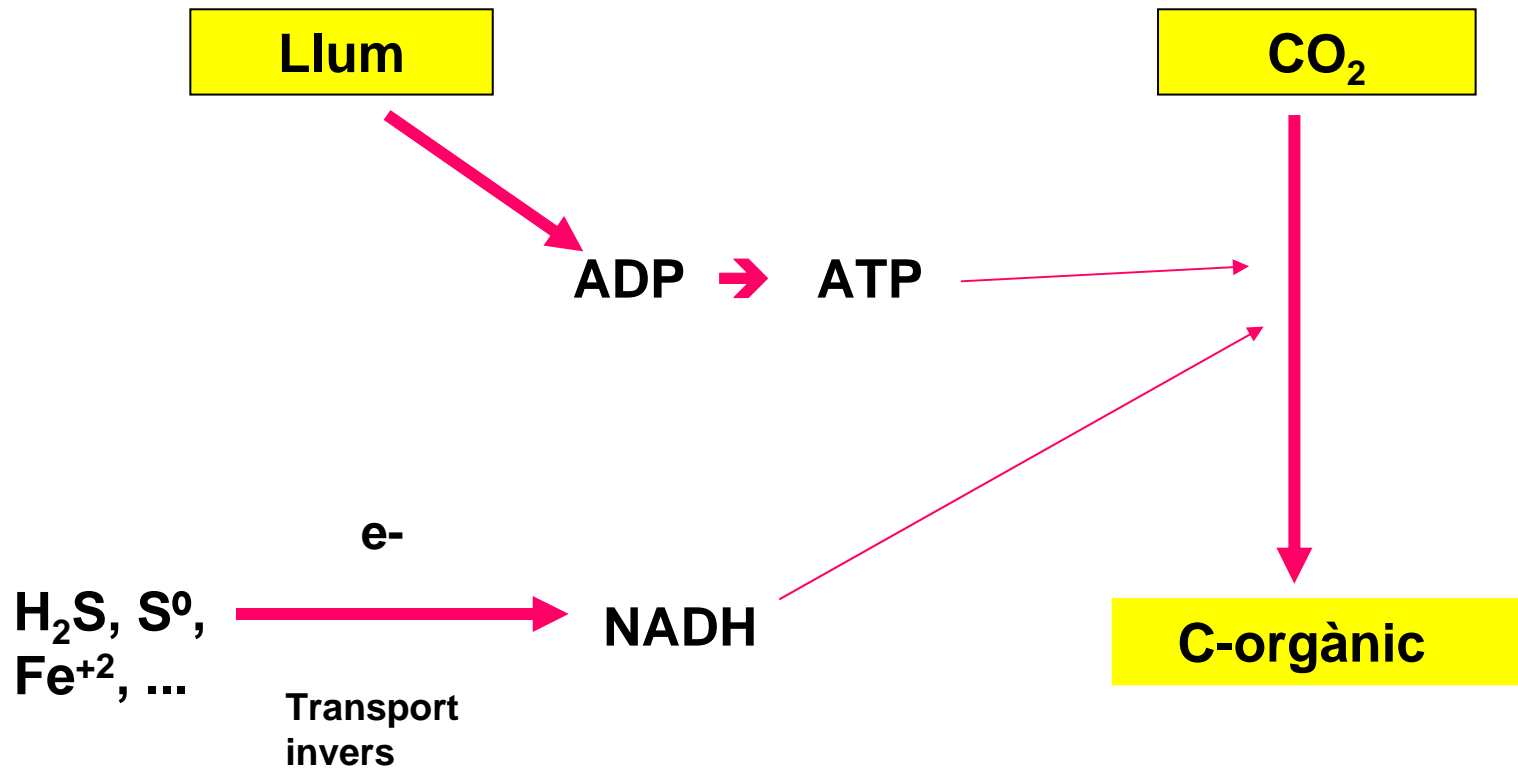
- Madigan, Martinko, Dunlap & Clark. 2009. Biología de los microorganismos. (12^a ed). Capítols 20 i 21**
- Willey, Sherwood & Woolverton. 2009. Microbiología (7^a ed.) Capítol 9**
- Schaechter, M., Ingraham, J.L & Neidhardt, F.C. 2006. Microbe. Capítol 6**

FOTOTROFIA



Fotòtrofs oxigènics

FOTOTROFIA



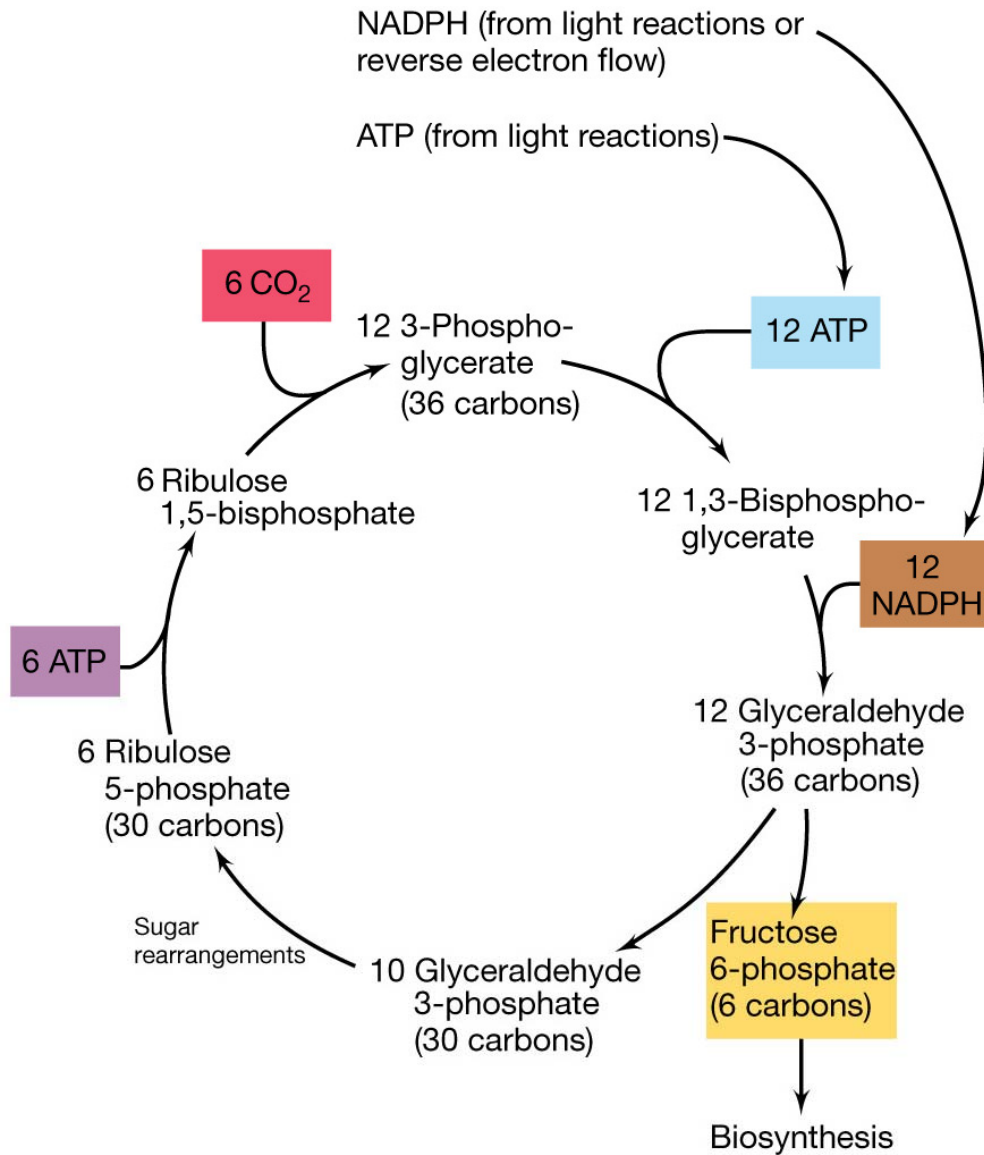
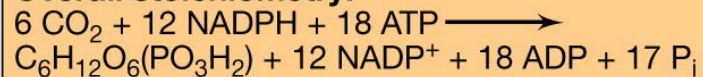
Fotòtrofs anoxigènics

Fotoorganòtrofs

Vies d'obtenció de carboni en autòtrofs

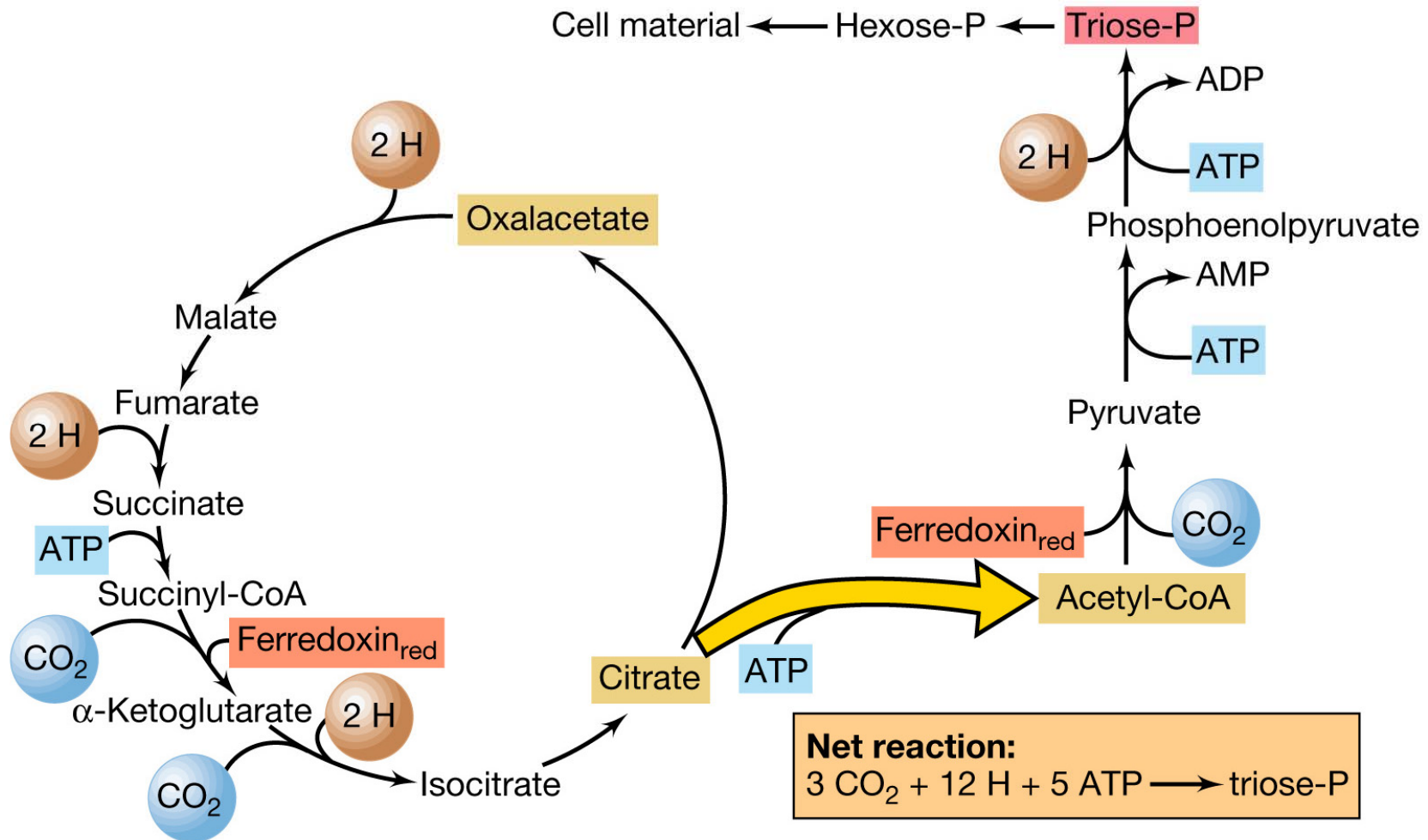
- **Cicle de Calvin → fotòtrofs oxigènics i alguns anoxigènics, quimiolitòtrofs (Bacteria)**
- **Cicle TCA reductiu (invers) → bacteris verds del sofre, quimiolitòtrofs**
- **Cicle del hidroxipropionat → bacteris verds no del sofre (*Chloroflexus*), arqueus**
- **Via acetil-CoA → arqueus, reductors de sulfat**

Cicle de Calvin.

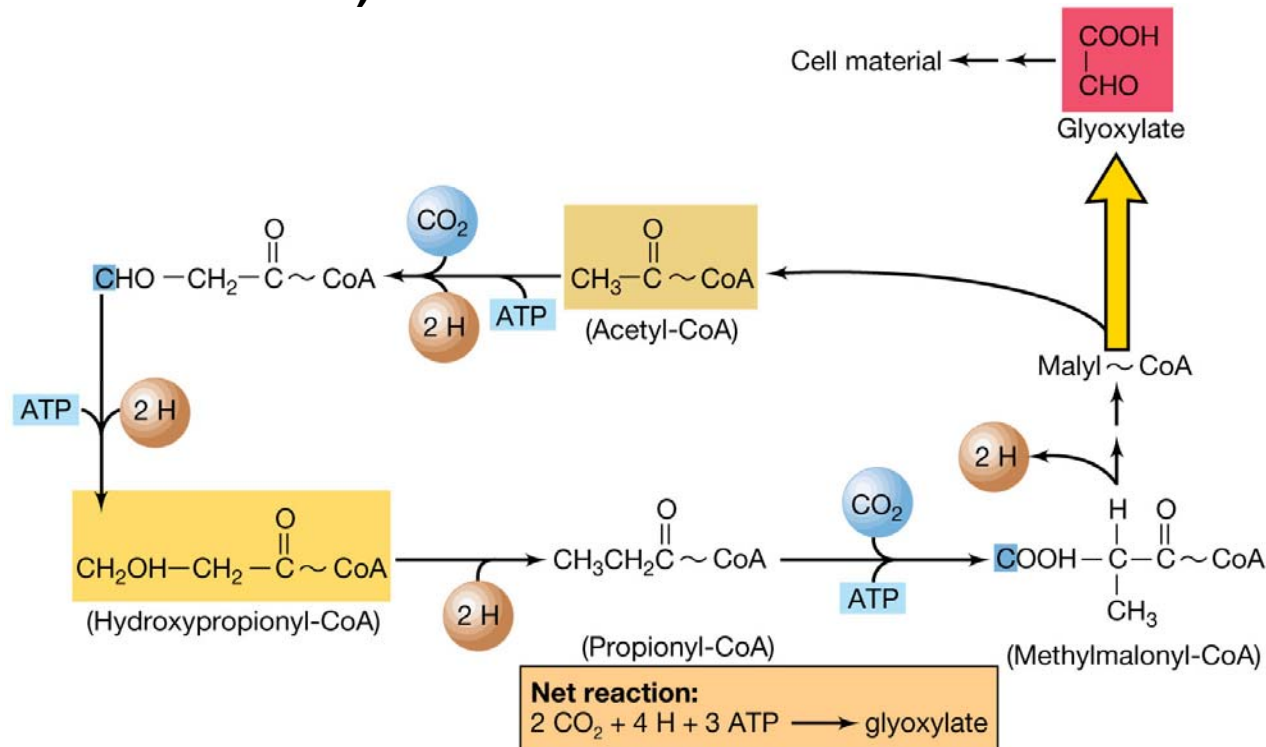
**Overall stoichiometry:**

Cicle TCA invers.

Mecanisme de fixació de carboni en bacteris verds del sofre

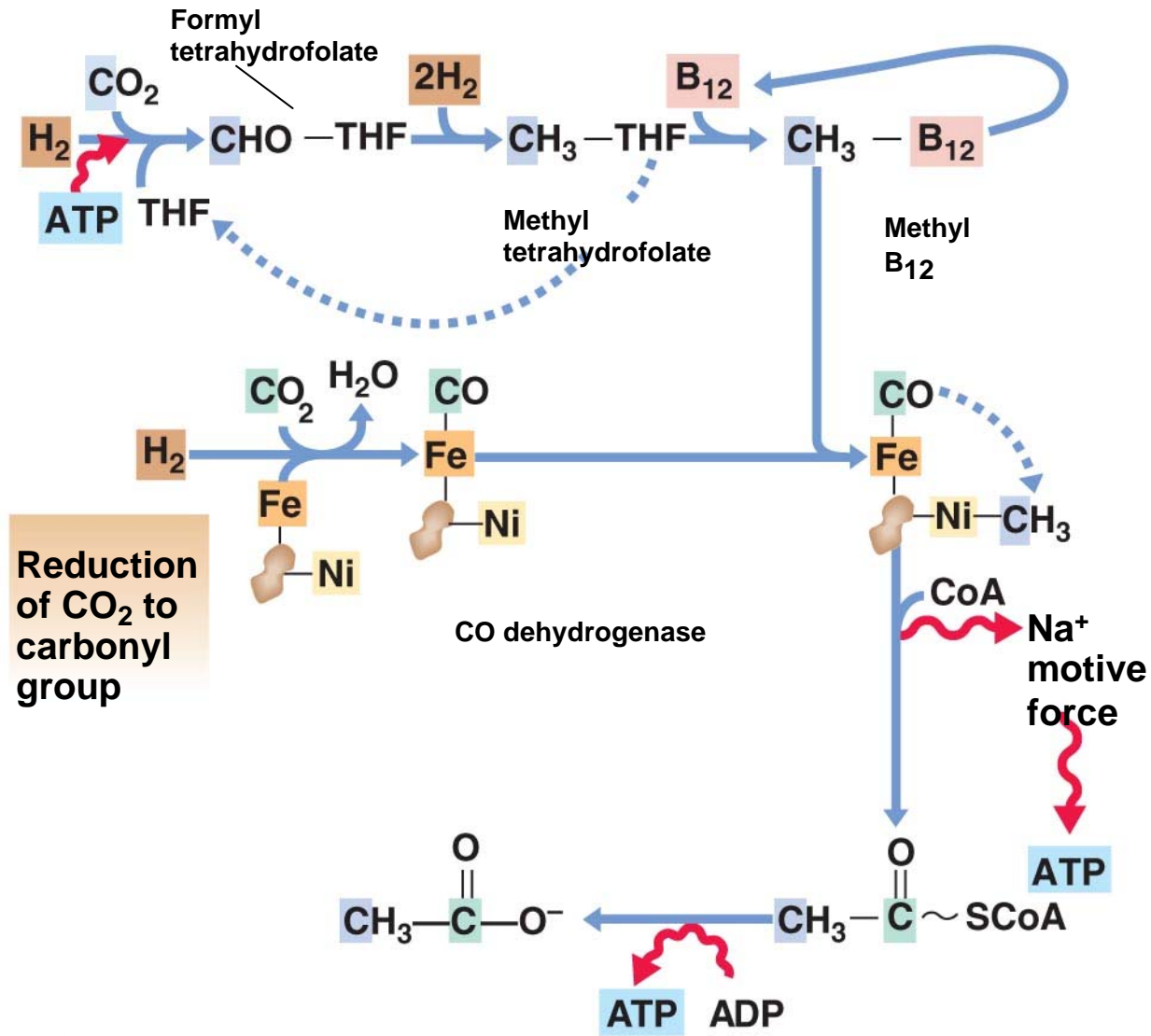


Via del hidroxipropionat. Via de fixació de carboni en *Chloroflexus* (bacteri verd no del sofre)



Els bacteris rojos i verds no del sofre són normalment fotoheteròtrofs

Reduction of CO₂ to methyl group

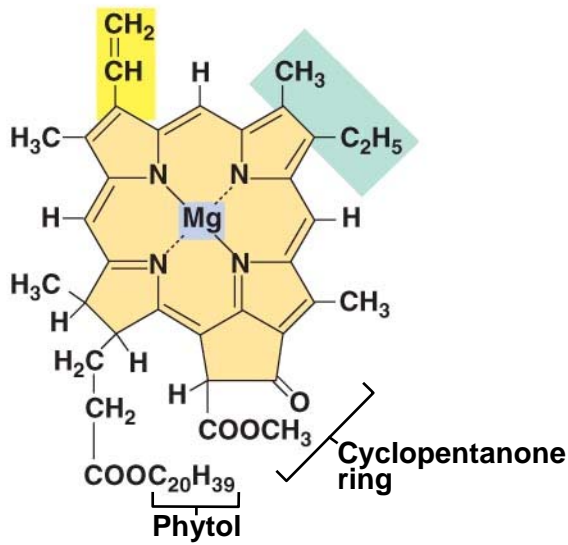


Vies d'obtenció d'energia i poder reductor en autòtrofs

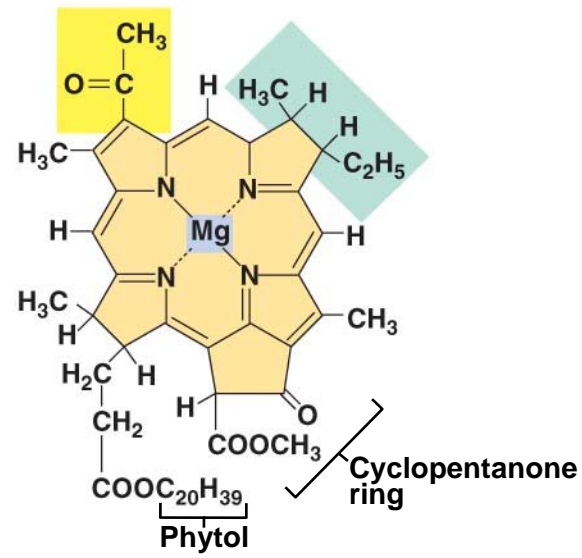
- **Fotosíntesis anoxigènica**
- **Fotosíntesis oxigènica**
- **Quimiolitotròfia**

Pigments en fotòtrofs

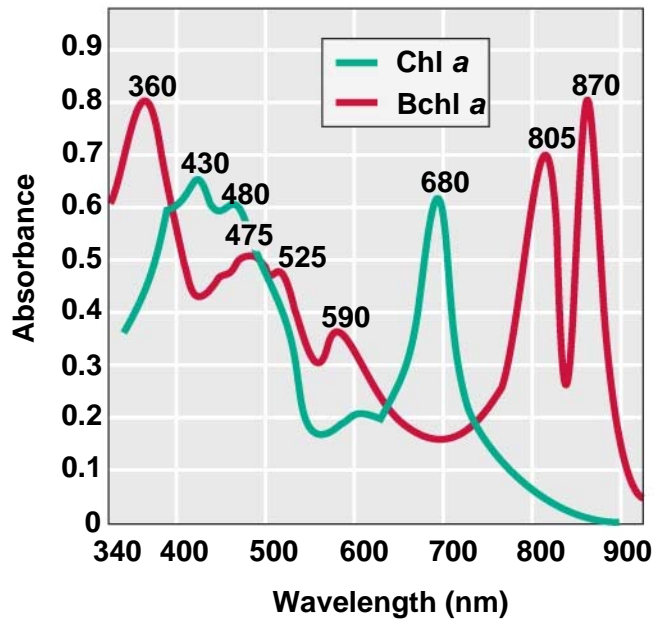
- Clorofil·les i bacterioclorofil·les
 - pigments principals
 - les diferents (bacterio)clorofil·les presenten diferents màxims d'absorció de llum
- Pigments accessoris
 - transfereixen energia de la llum a les (bacterio)clorofil·les
 - carotenoides i ficocobiliproteïnes
 - els pigments accessoris absorbeixen llum a longituds d'ona diferents a les clorofil·les



Chlorophyll *a*

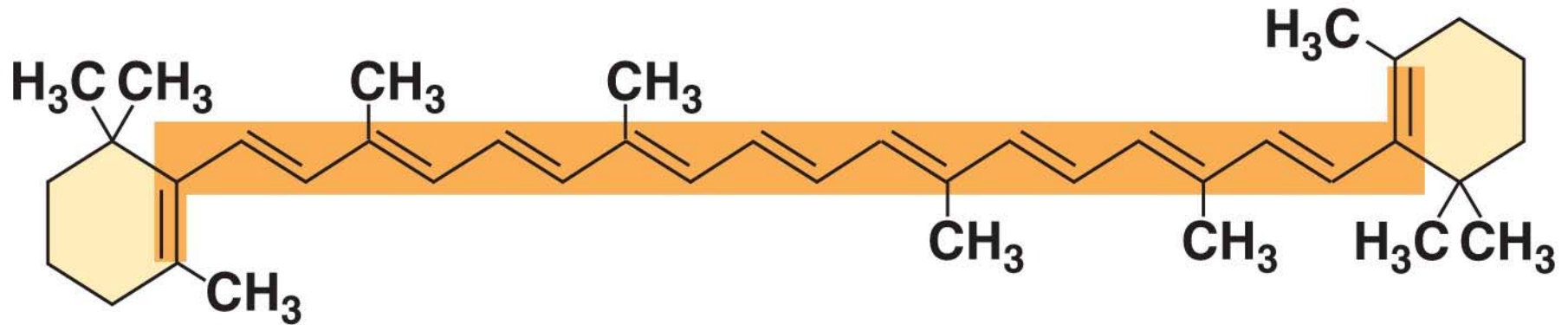


Bacteriochlorophyll *a*

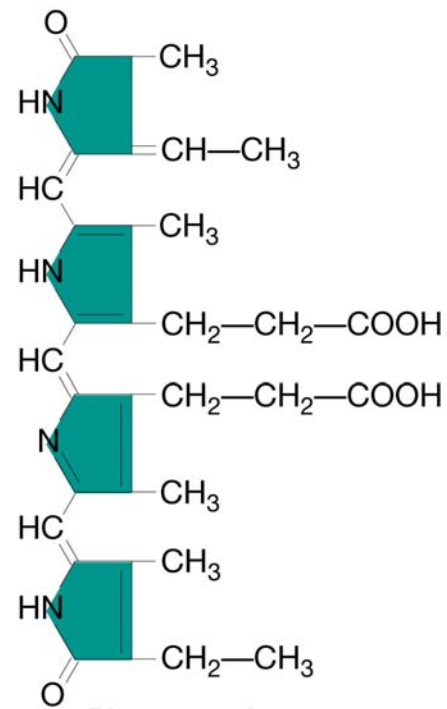


**ESTRUCTURES I
ABSORBÀNCIA DE LA
CLOROFIL·LA A I LA
BACTERIOCLOROFIL·LA A**

Pigments accessoris: carotenoides i ficobiliproteïnes



β -caroteno



(a) Phycocyanin

Organització dels pigments en fotòtrofs

pigments antena

–matrius altament organitzats de clorofil · les i pigments accessoris

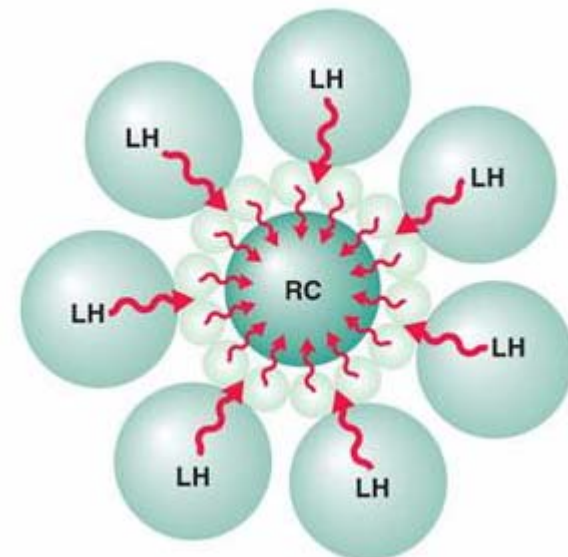
centre de reacció

- la llum captada pels PA es transferida a un centre de reacció implicat en el transport d'electrons fotosintètic

•fotosistemes

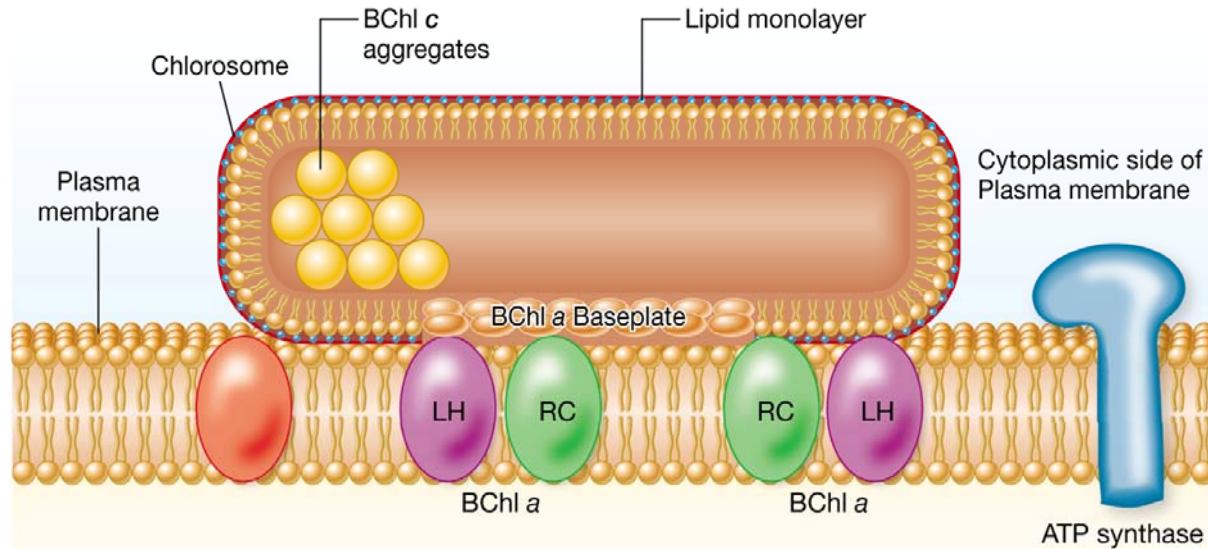
antena i el centre de reacció associat

- flux d'electrons →
PMF → ATP

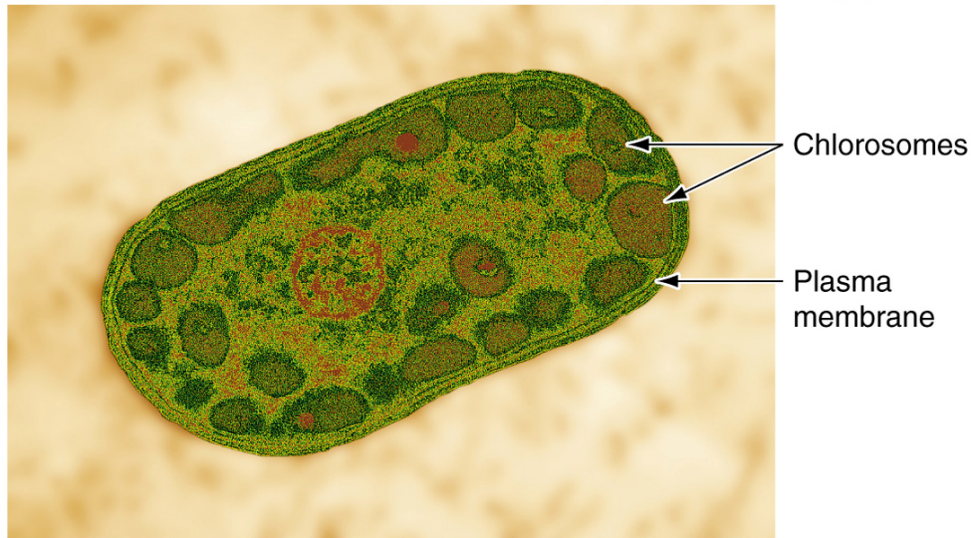


ORGANITZACIÓ DEL APARELL FOTOSINTÈTIC EN BACTERIS VERDS

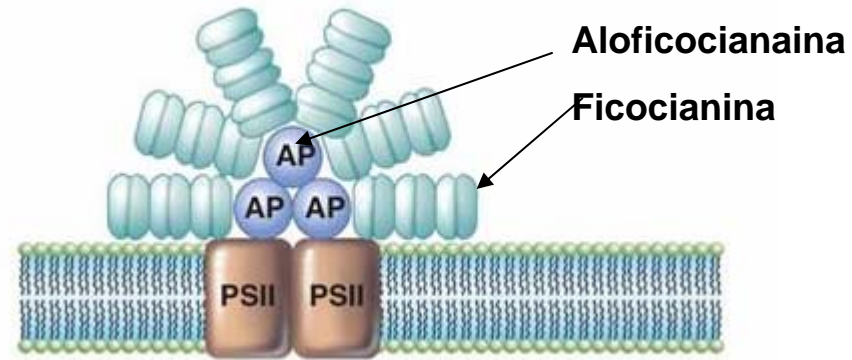
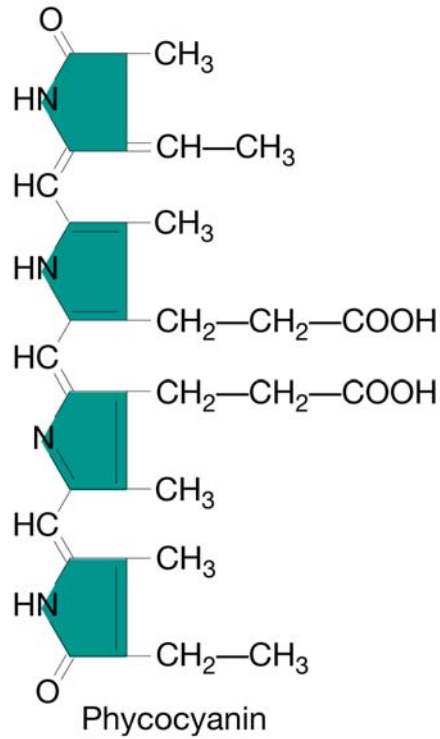
CLOROSOMA



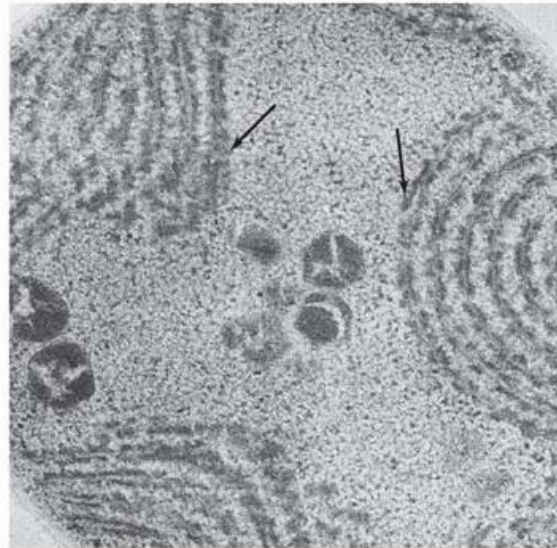
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display



ORGANITZACIÓ DEL APARELL FOTOSINTÈTIC EN CIANOBACTERIS

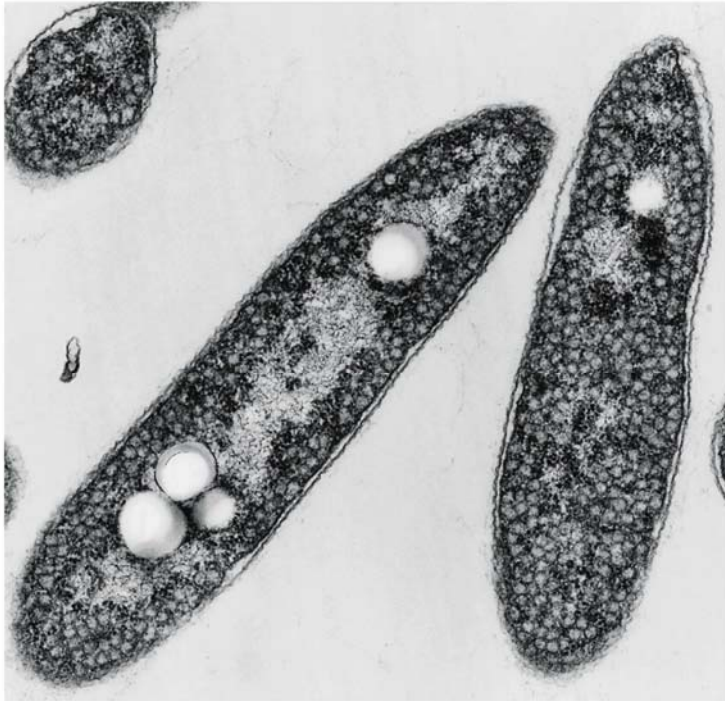


Ficobilisoma



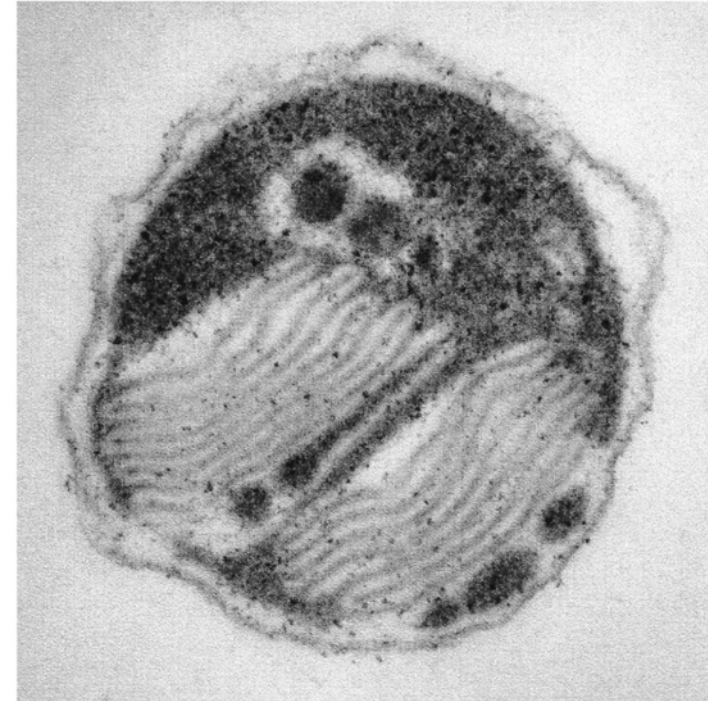
Secció d'un cianobacteri mostrant els ficobilisomes (fletxes)

ORGANITZACIÓ DEL APARELL FOTOSINTÈTIC EN BACTERIS ROJOS



M.T. Madigan

(a)



Steven J. Schmitt and M.T. Madigan

(b)

Membranes internes en bacteris rojos

- a) Membranes vesiculars
- b) Membranes lamelars

Fotosíntesis oxigènica

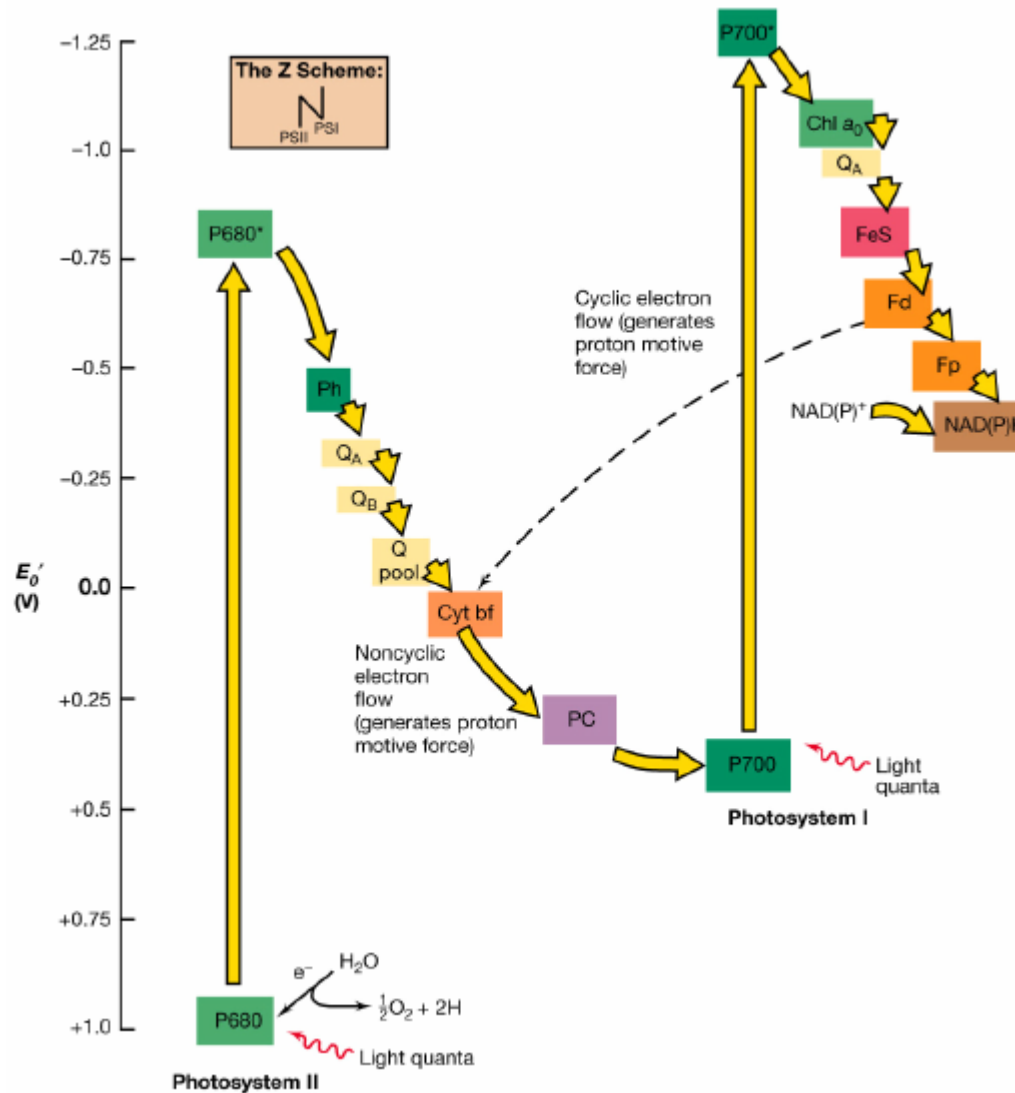
S'utilitza H_2O com a font d'electrons i es produeix O_2

Fluix d'electrons no cíclic obtenint-se ATP + NADPH

Dos fotosistemes

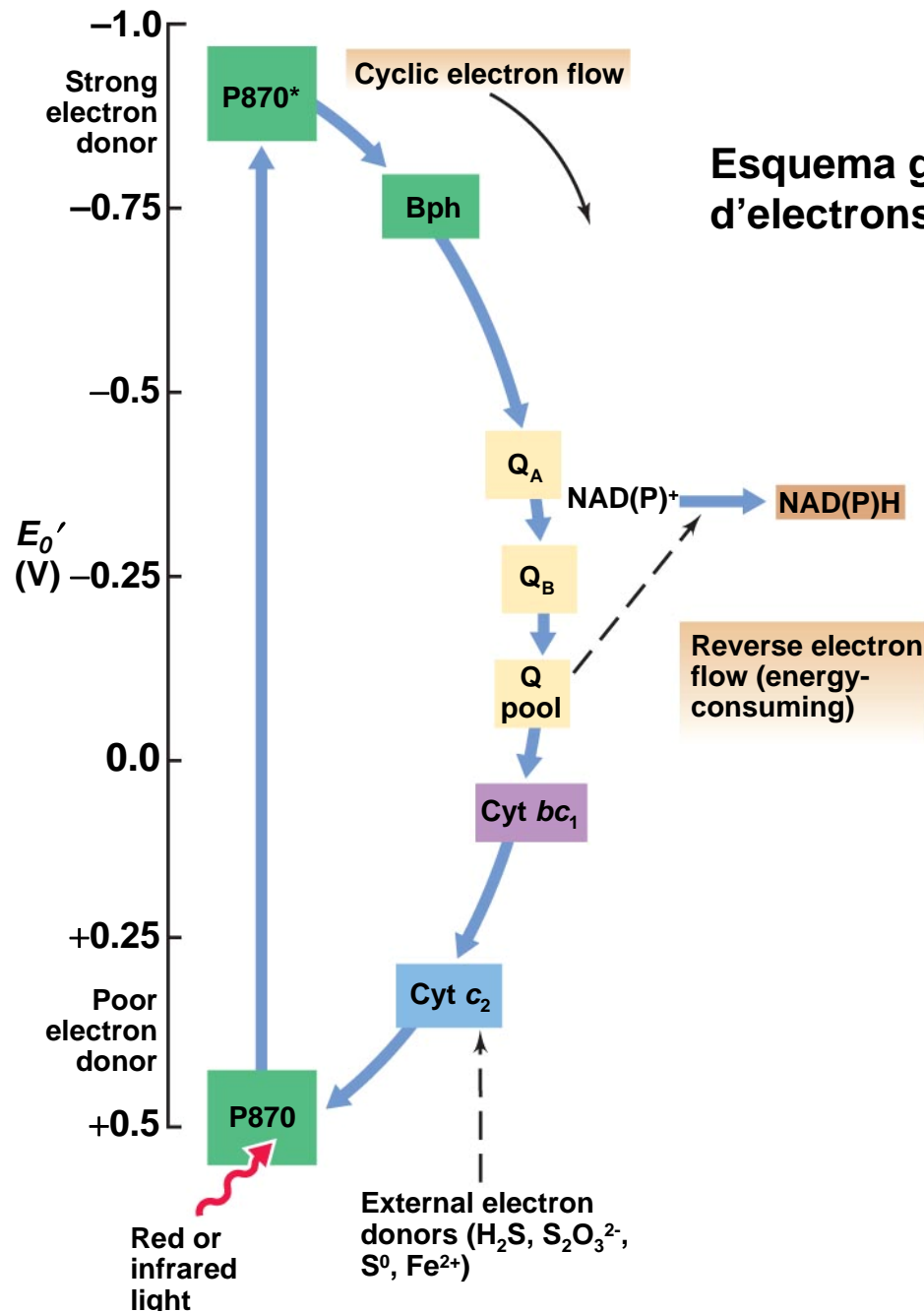
Pot funcionar de forma cíclica emprant només un fotosistema obtenint-se ATP però no NADPH

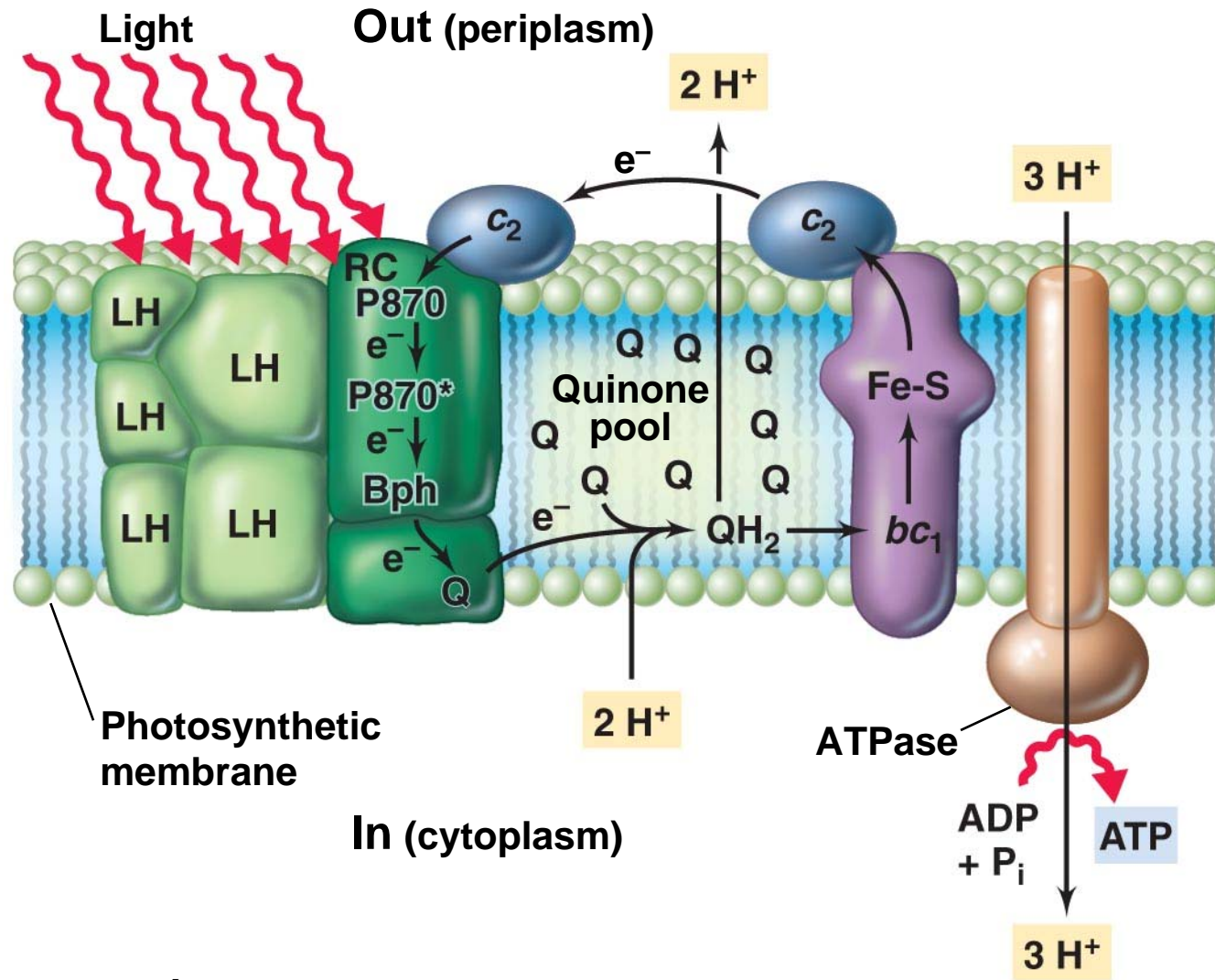
Esquema general del flux d' electrons en la fotosíntesis oxigènica



Fotosíntesis anoxigènica

- No s'utilitza H_2O com a font d'electrons per tant no es produeix O_2
- Només hi ha un fotosistema
- Bacterioclorofil·les
- Dependent d'un donador d'electrons per a obtenir poder reductor per transport invers d'electrons
- La realitzen bacteris fotòtrofs verds, rojos i heliobacteris

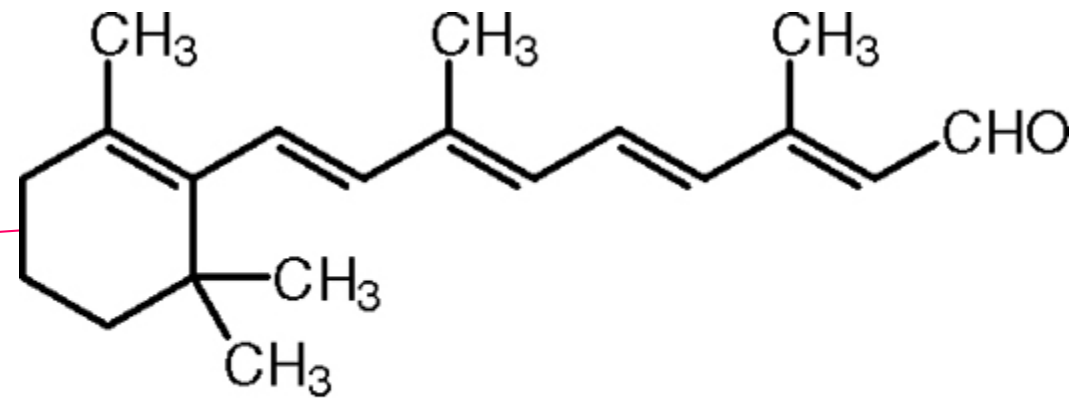
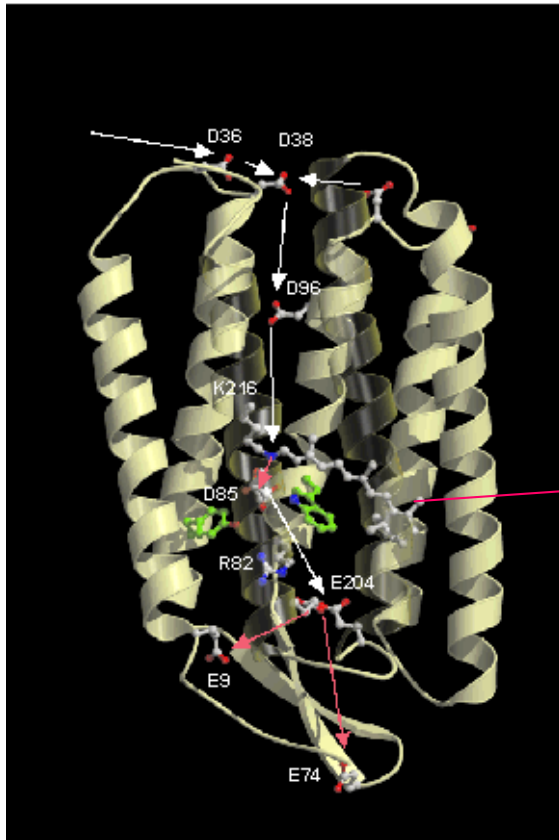




Disposició dels complexos proteics en la membrana fotosintètica d'un bacteri roig

Fototrofia emprant bacteriorodopsina

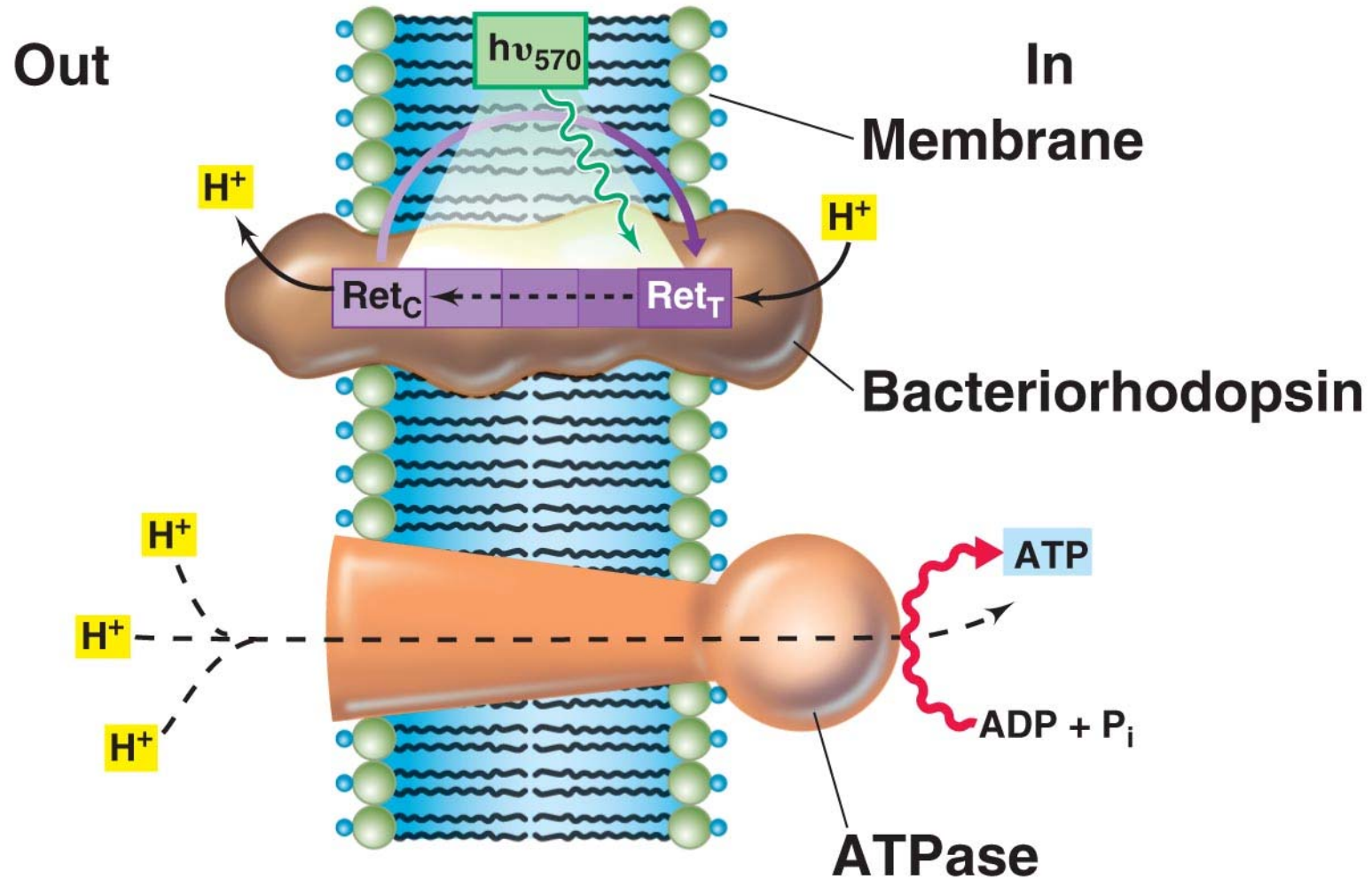
- En alguns archaea
- Bacteriorodopsina: proteïna de membrana unida a retinal
- Funciona com una bomba de protons activada per llum, generant PMF
- El procés NO implica cadena de transport d'electrons



all-trans-retinal

Estructura de la bacteriorodopsina: proteïna transmembrana amb 7 α -hèlix

FOTOFOSFORILACIÓ EN *Halobacterium*

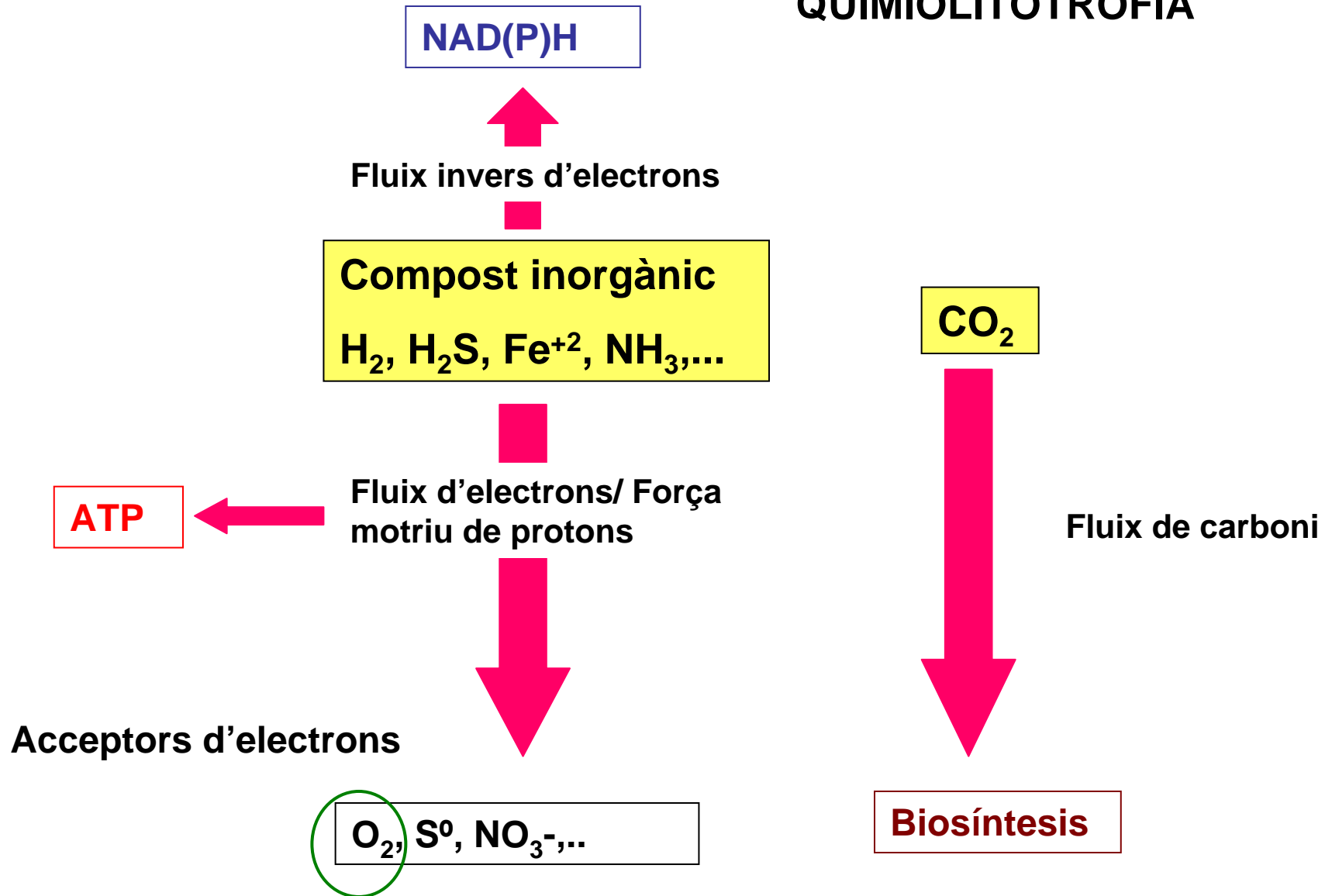


Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

<http://www.youtube.com/watch?v=35-FAWOqpg>

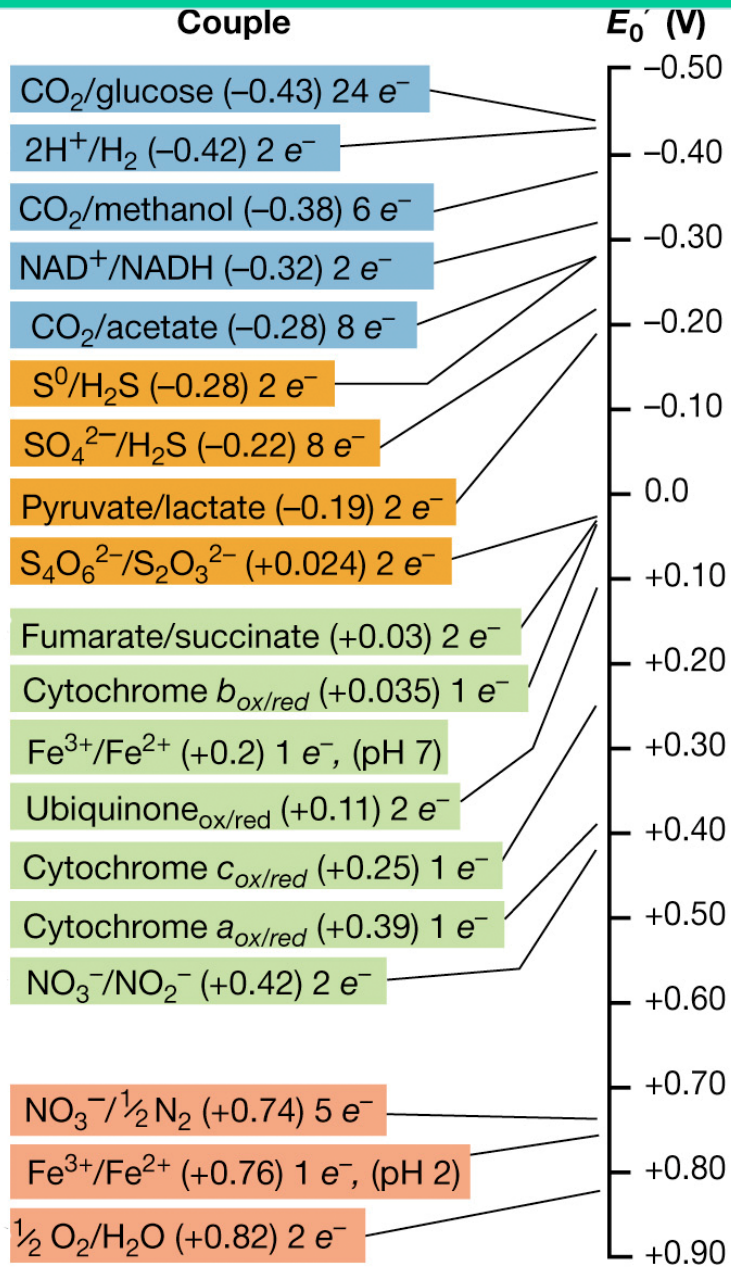
<http://www.youtube.com/watch?v=WxmDzJ8RnWQ>

QUIMIOLITOTROFIA

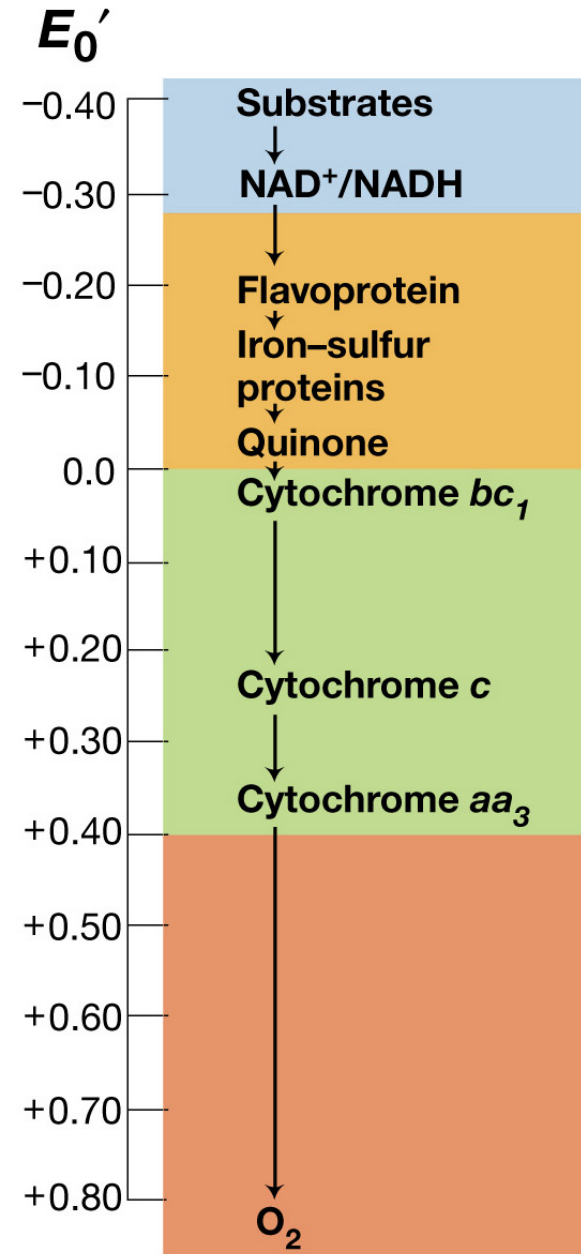


Quimiolitotrofia

- La font d'energia és una molècula inorgànica
- Obtenció d' ATP per fosforilació oxidativa
- Els quimiolitòtrofs s'especialitzen en el donador inorgànic d'electrons
- L'obtenció d'energia a partir dels donadors inorgànics és molt menor que l'obtinguda a partir de glucosa degut als seus potencials redox més positius



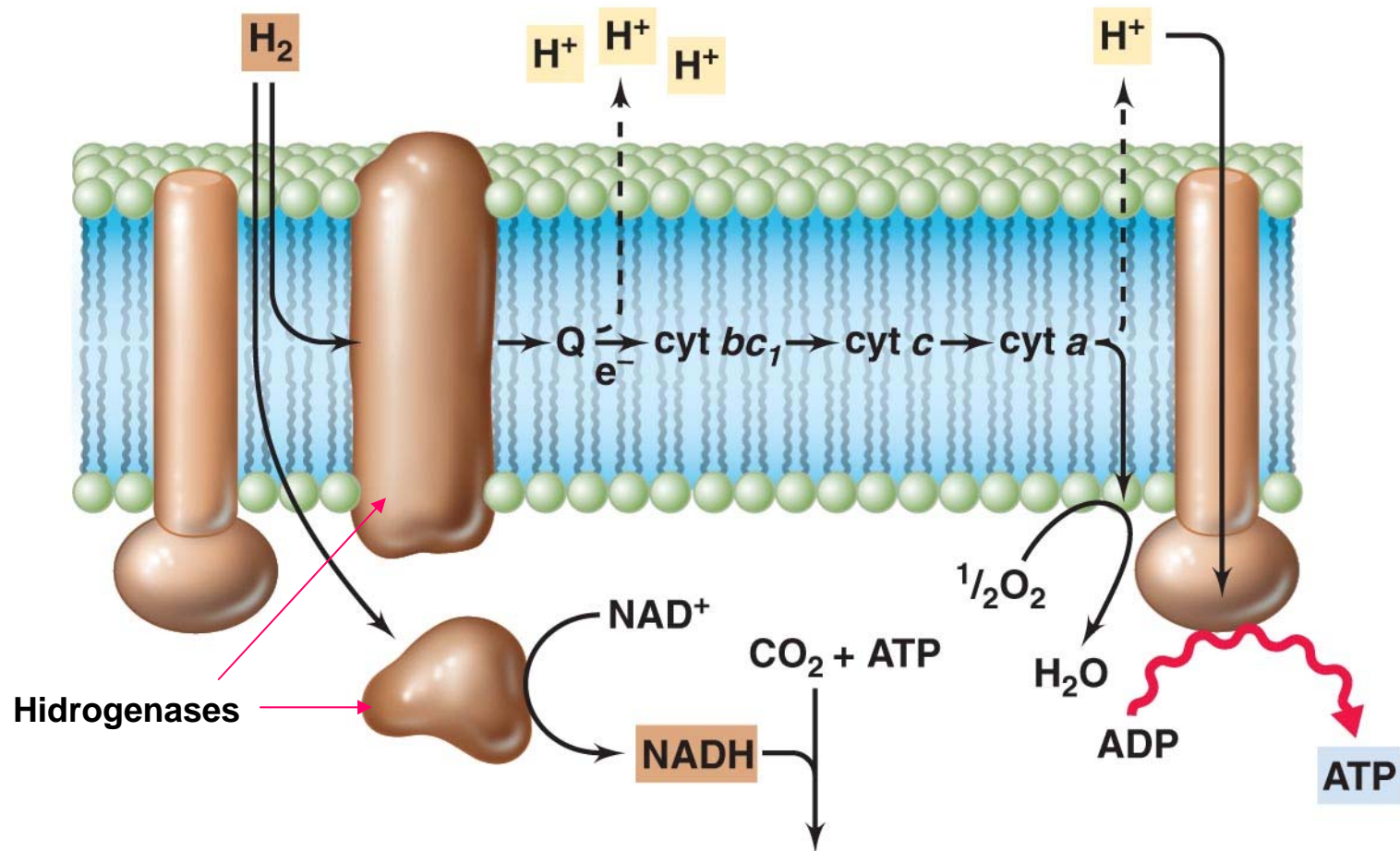
Reduction potential (V)



GRUPS DE QUIMIOLITÒTROFS

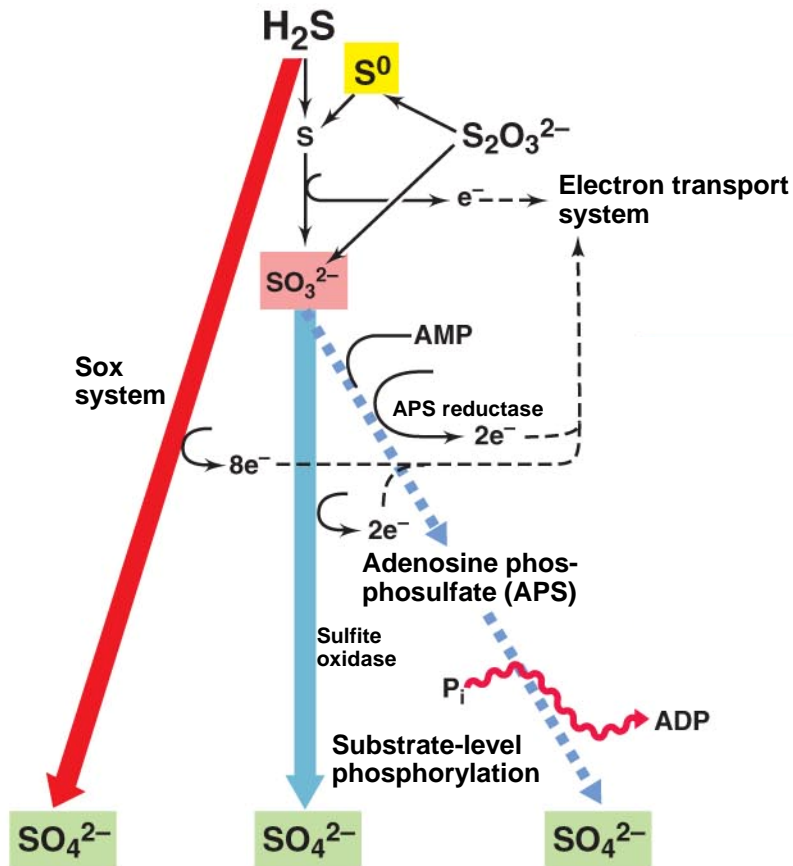
GRUP	SUBSTRAT OXIDABLE	PRODUCTE OXIDAT	ACCEPTOR D' E-	AUTOTROFIA ESTRICTA	EXEMPLES
Bacteris nitrificants:					
Oxidadors d' amoni	$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$	NO_2^-	O_2	+	<i>Nitrosomonas</i>
Oxidadors de nitrit	NO_2^-	NO_3^-	O_2	+	<i>Nitrobacter</i>
Oxidadors de sofre	$\text{H}_2\text{S}/\text{S}^0/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$	O_2 (NO_3^-)	-	<i>Thiobacillus</i> <i>Beggiatoa</i>
Oxidadors de ferro	Fe^{2+}	Fe^{3+}	O_2	+	<i>Acidithiobacillus</i> <i>ferrooxidans</i>
Bacteris del hidrogen	H_2	H_2O	O_2 (NO_3^-)	-	<i>Ralstonia</i> <i>eutropha</i> <i>Hydrogenophaga</i>

QUIMIOLITÒTROFS DEL HIDROGEN

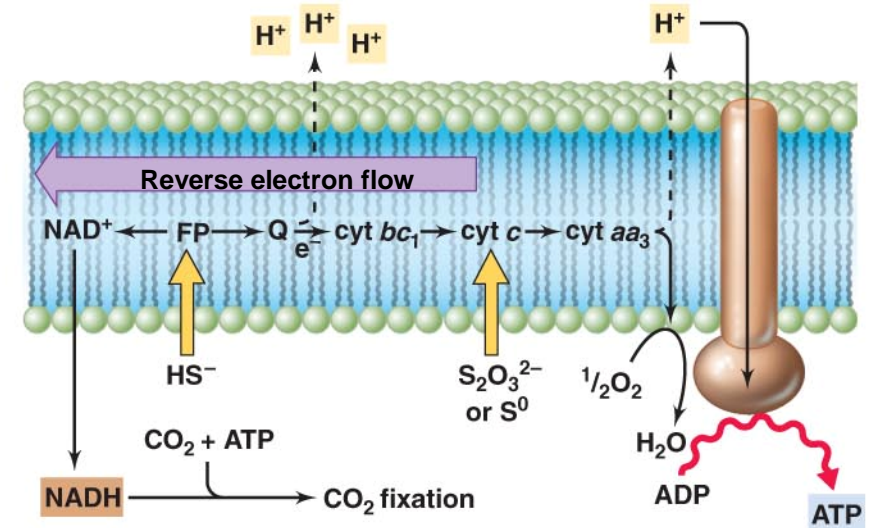


Funció de les hidrogenases soluble (citoplàsmica) i de membrana en bacteris del hidrogen

QUIMIOLITÒTROFS DEL SOFRE

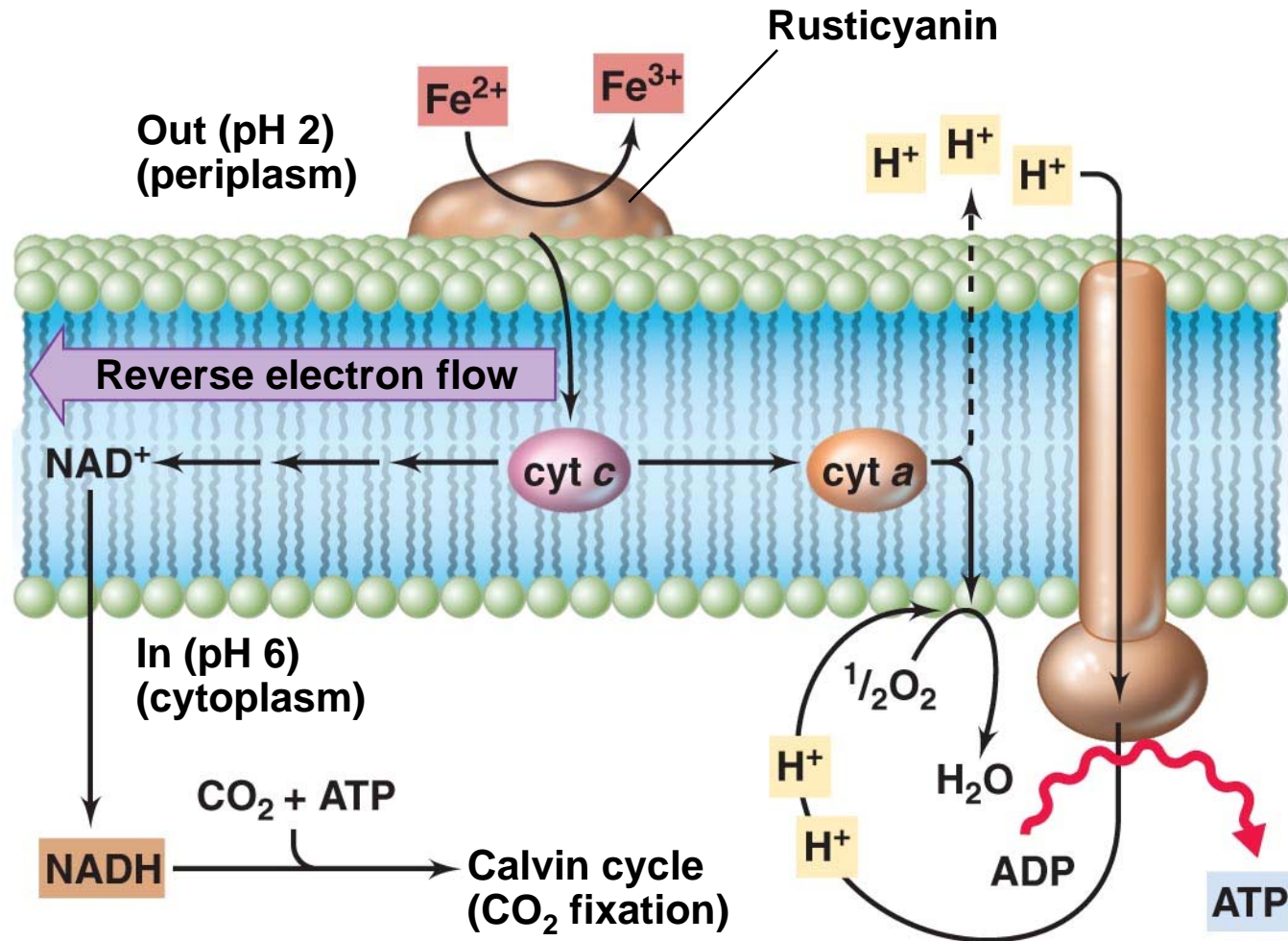


Tres vies d'oxidació de diferents compostos de sofre

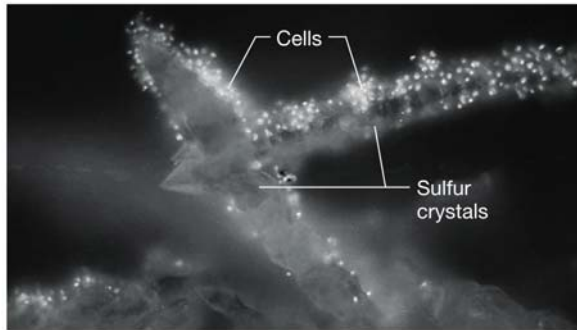


Transport d'electrons en quimiolitòtrofs del sofre: generació de força protonmotriu i obtenció de poder reductor

QUIMIOLITÒTROFS DEL FERRO (*Thiobacillus ferrooxidans*)



Obtenció d' energia i poder reductor en *Th. ferrooxidans*



Bacteris del sofre. *Sulfolobus acidocaldarius* unit a un cristall de sofre



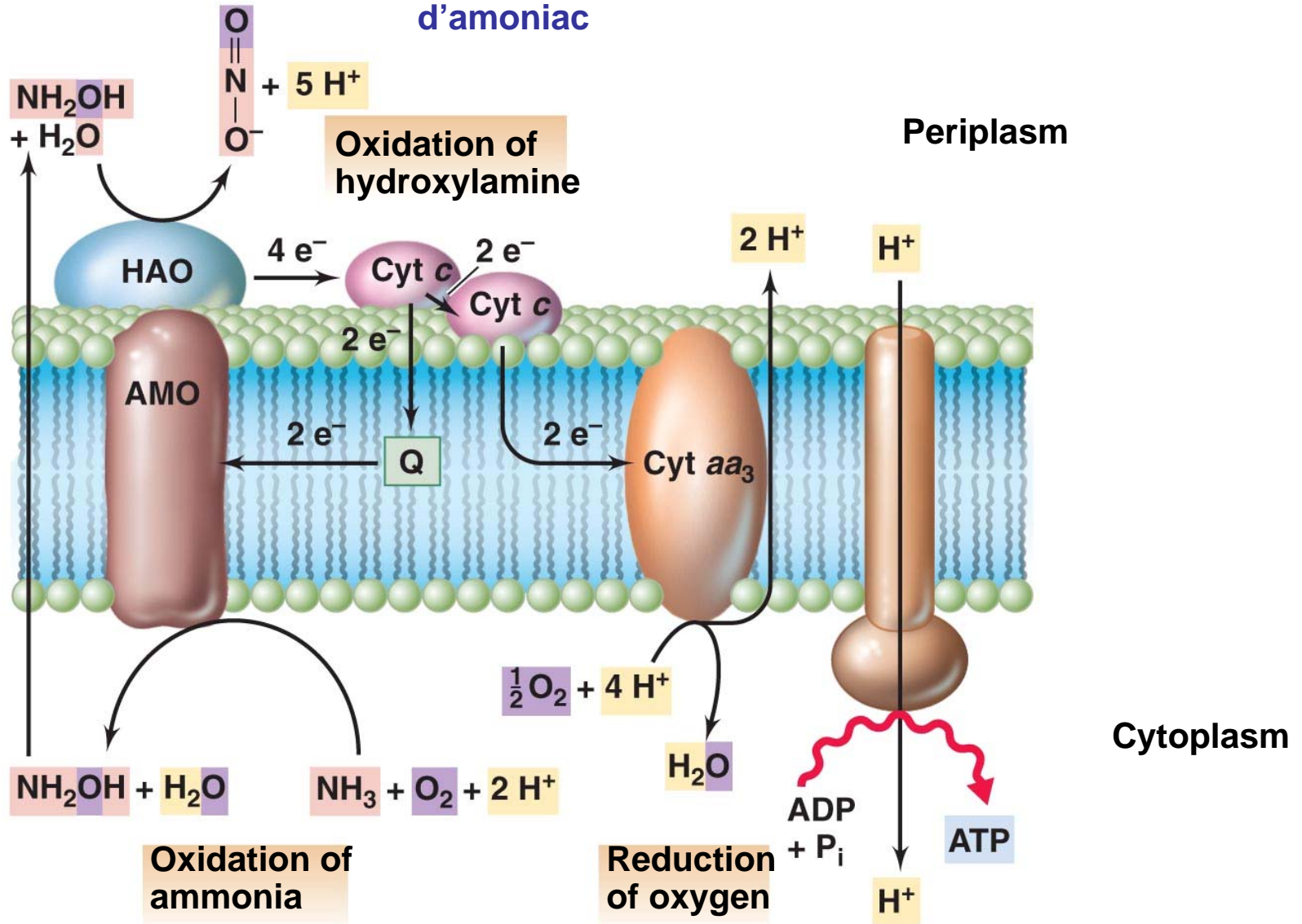
Bacteris del ferro. Cultiu de *Thiobacillus ferrooxidans*. El creixement es detecta per la coloració taronja deguda a la producció de hidròxid fèrric



Aspecte d' una zona on hi ha bacteris oxidadors de ferro

BACTERIS NITRIFICANTS.

Oxidació d'amoniac i flux d'electrons en oxidadors d'amoniac



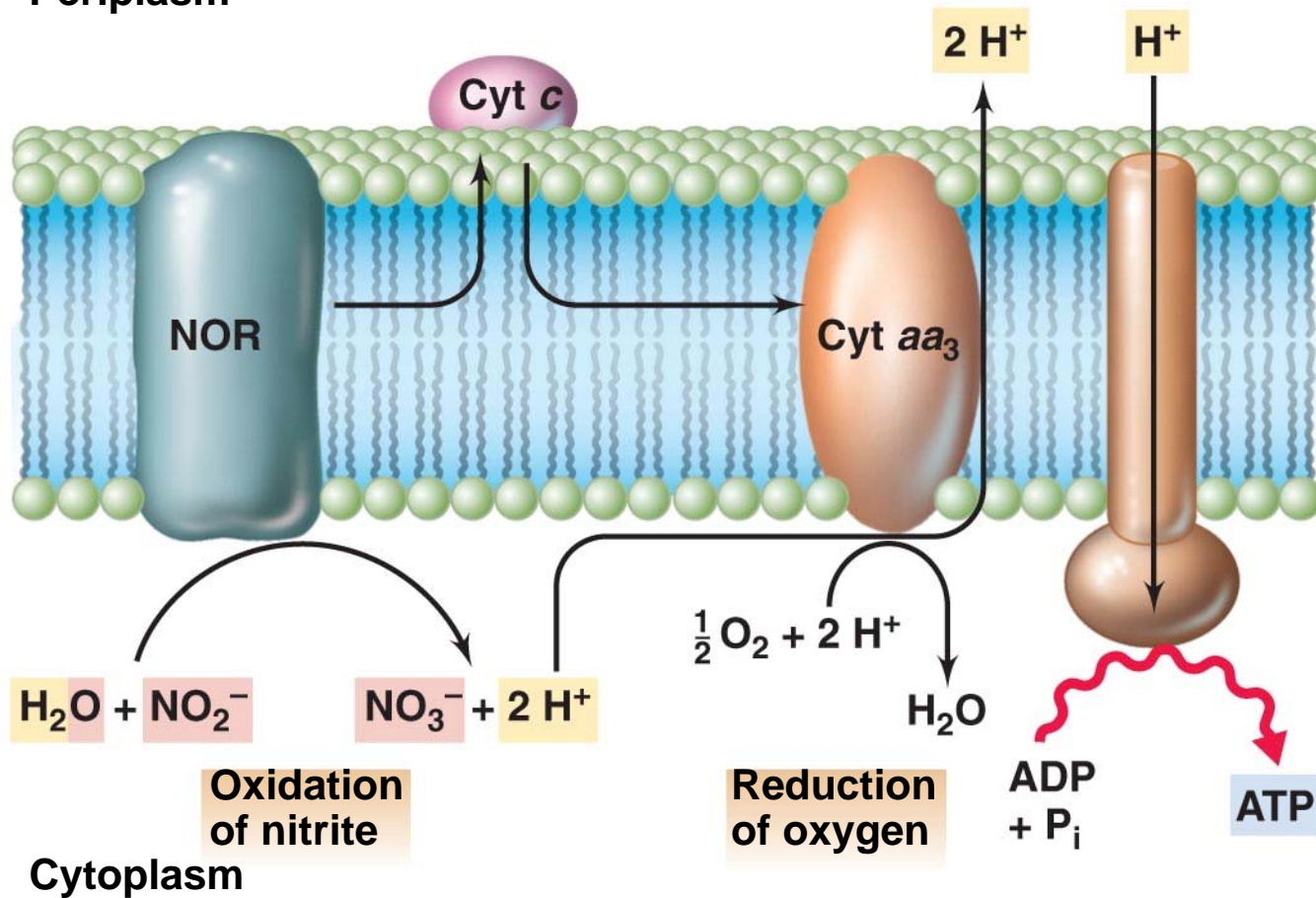
HAO: hidroxilamina oxidorreductasa

AMO: amoniac monooxigenasa

BACTERIS NITRIFICANTS.

Oxidació de nitrit i flux d'electrons en oxidadors de nitrit

Periplasm



NOR: nitrit oxidorreductasa

OXIDACIÓ ANÒXICA D' AMONI: ANAMOX

Oxidació d' amoníac emprant nitrit com acceptor d' electrons (respiració anaeròbia)



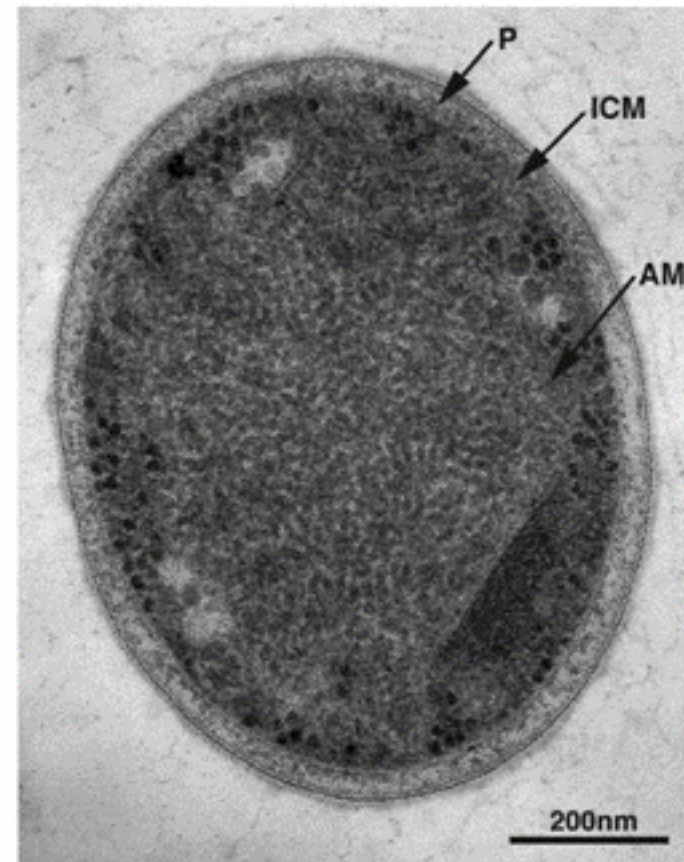
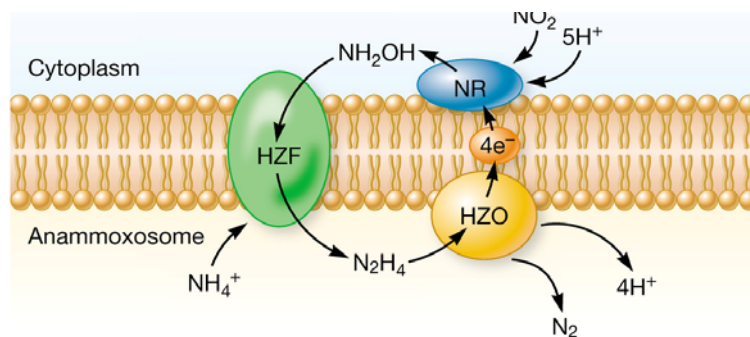
Microorganisme responsable: *Brocadia anammoxidans*
(Planctomycetes)

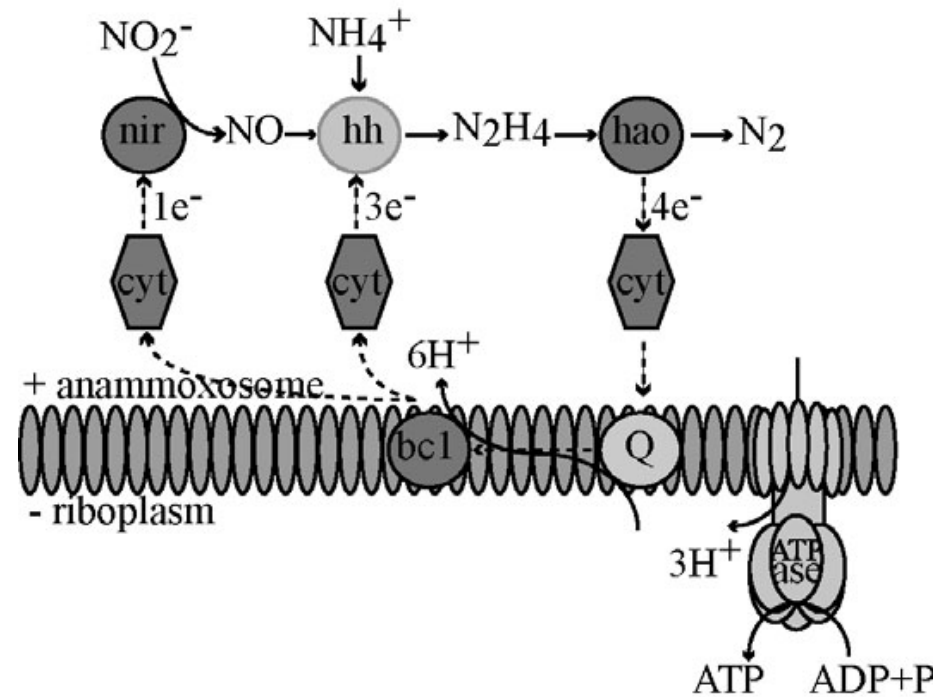
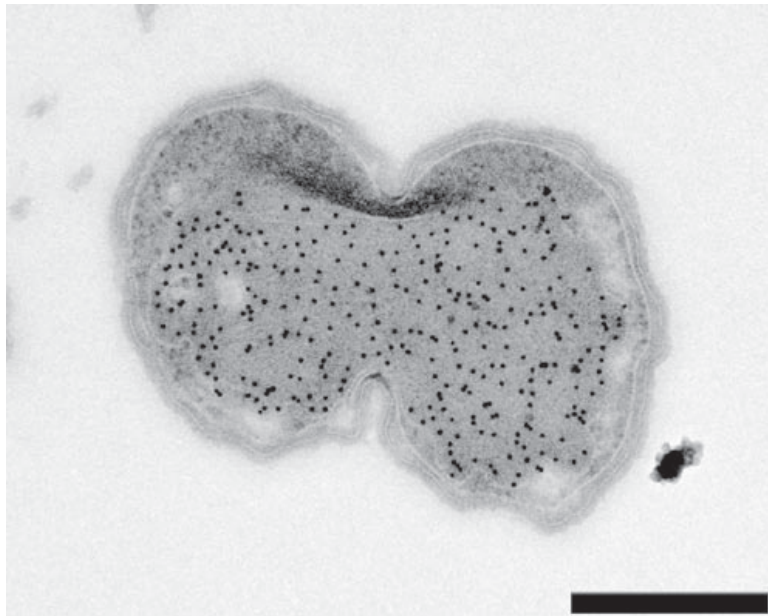
Reaccions en l'anamoxosoma:

HZF: hidracina hidrolasa

NR: nitrit reductasa

HZO: hidracina oxidasa





Localització (punts negres) de hidrazina/hidroxilamina reductasa en el anamoxosoma de *Kuenenia stuttgartiensis*

Jetten et al., 2009. Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. 44: 65-84

Model per a les reaccions anamox acoblades en la membrana del anamoxosoma.

bc1, citocrom *bc1* complex; cyt, citocrom; hao, hidrazina/hidroxilamina oxidoreductasa; hh, hidrazina hidrolasa; nir, nitrit reductasa; Q, co-enzyme Q.

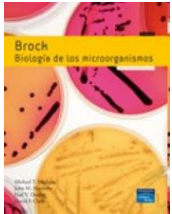
Strous et al. 2006. Nature 440: 790-794

Tema 11

GENÈTICA

- I. Diferències genètiques entre procariotes i eucariotes. Organització genòmica.
- II. Replicació, transcripció, traducció i regulació de l'expressió genètica.
- III. Mutació i recombinació.
- IV. Transferència horitzontal d'informació genètica en procariotes: transformació, conjugació i transducció.

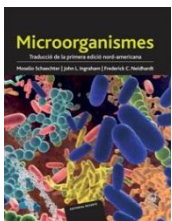
Bibliografia



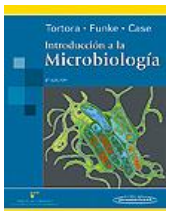
“Brock- Biología de los Microorganismos” Madigan, M.T., J.M Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 11



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein” Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 11, 12 i 13

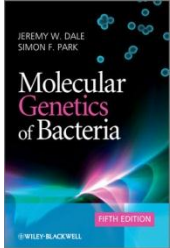


“Microorganismes” Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 10



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 8

Bibliografia



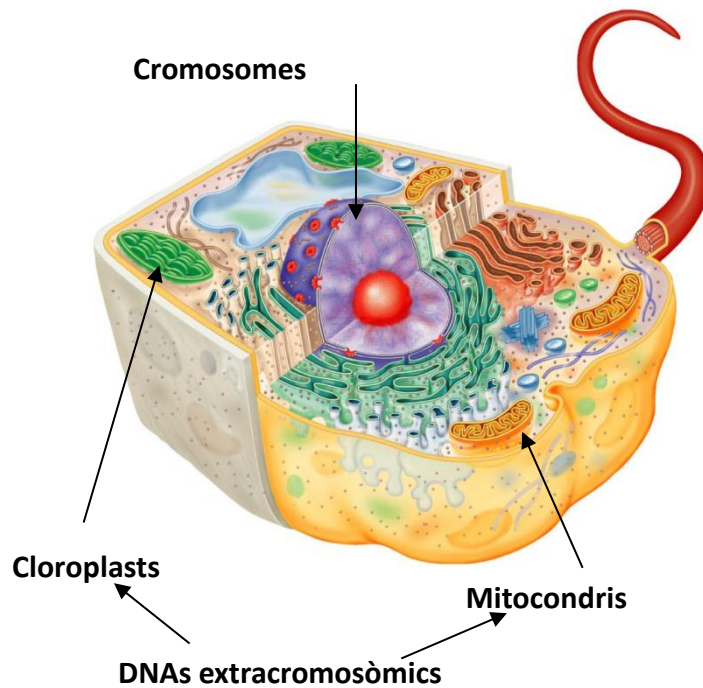
“Molecular Genetics of Bacteria” 5th Edition. Dale, J.W. i Park, S.F. 5^a ed. Wiley. 2010.

Tema 11

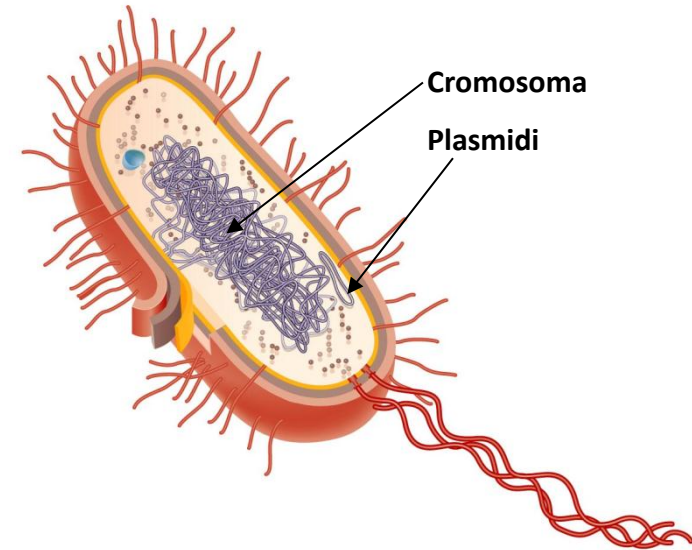
GENÈTICA

- I. Diferències genètiques entre procariotes i eucariotes. Organització genòmica.
- II. Replicació, transcripció, traducció i regulació de l'expressió genètica.
- III. Mutació i recombinació.
- IV. Transferència horitzontal d'informació genètica en procariotes: transformació, conjugació i transducció.

Cèl·lula eucariota



Cèl·lula procariota

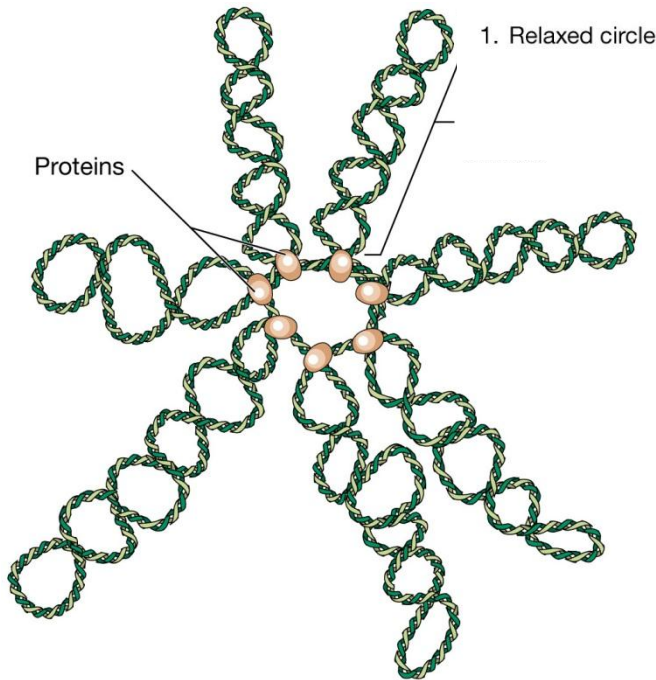
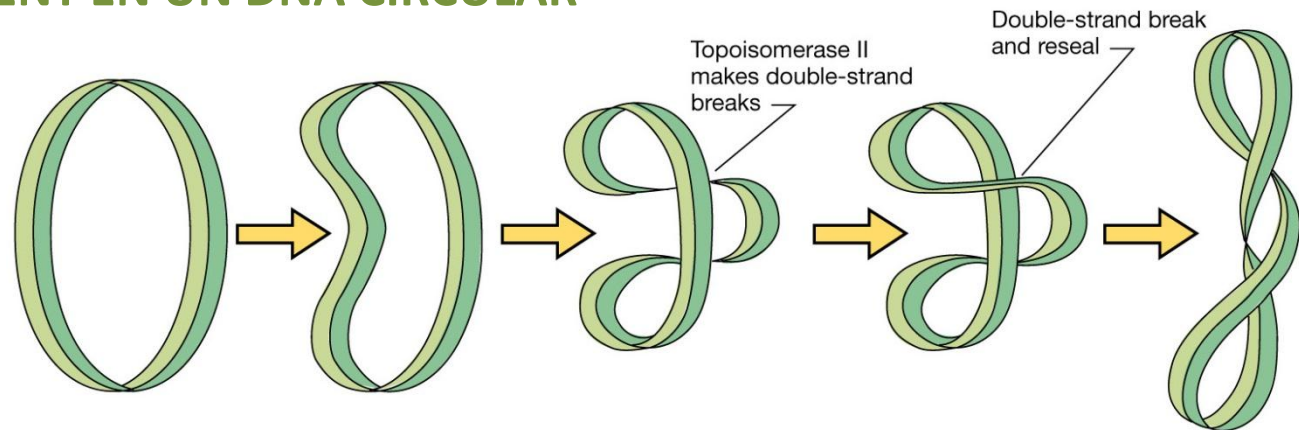


Localització dels genomes de les cèl·lules procariota i eucariota

Algunes característiques genètiques en els tres dominis

	Bacteris	Arqueus	Eucariotes
Orígens de replicació per cromosoma	Haplòides 1	Haplòides 1, 2 o 3	Diplòides Molts
Histones	No	Alguns	Si
ARNm policistrònic	Si	Si	No
Transcripció i traducció acoblades	Si	Si	No
Encapçalament de l'ADN	No	No	Si
Introns	No	Alguns	Si
ARN polimerases	1	1 (similar a la RNA pol-II eucariota)	3
Transcripció en dos sentits	Si	Si	No

SUPERENROTLAMENT EN UN DNA CIRCULAR



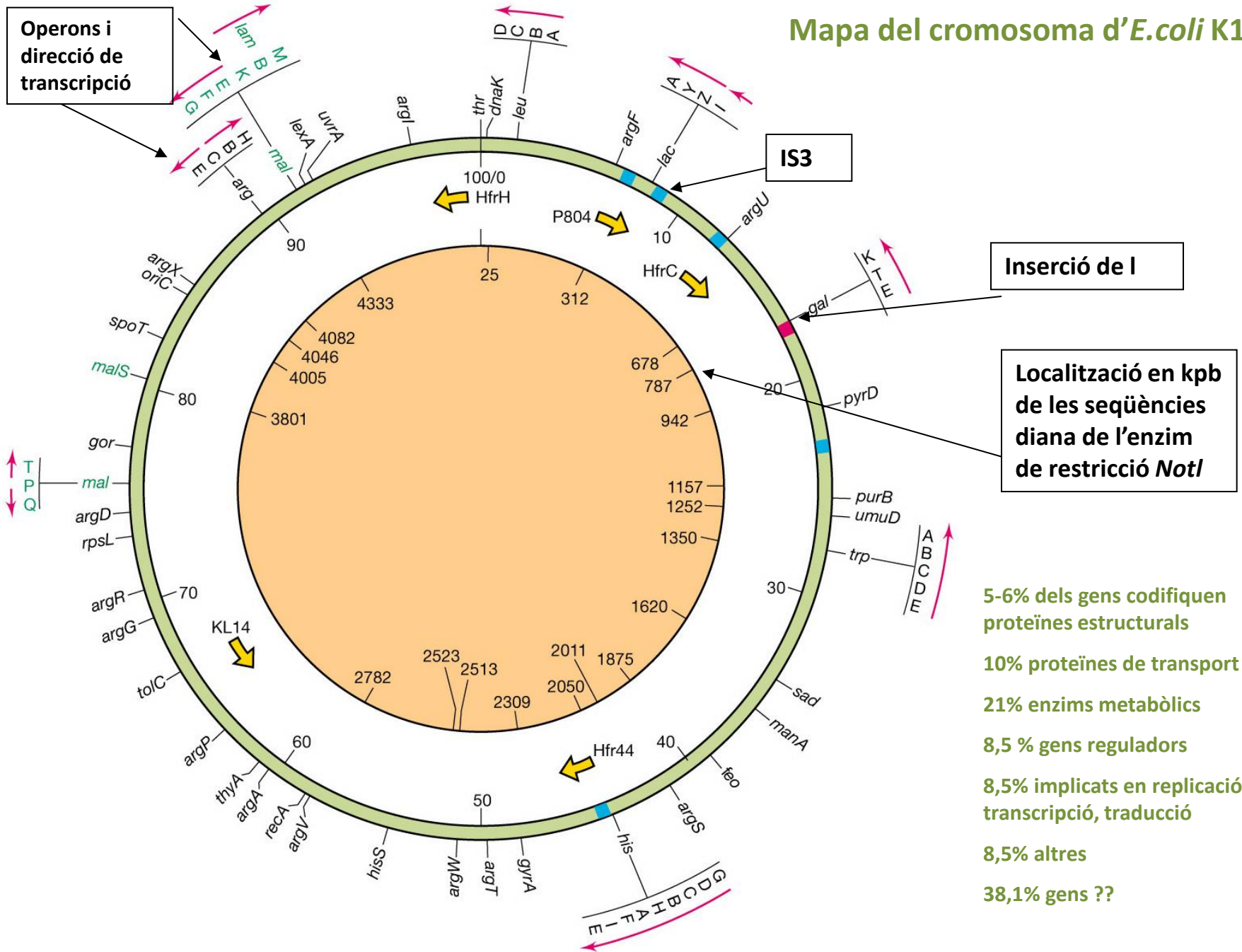
(d) Chromosomal DNA with supercoiled domains

Estructura del cromosoma bacterià, organitzat en dominis superenrotllats

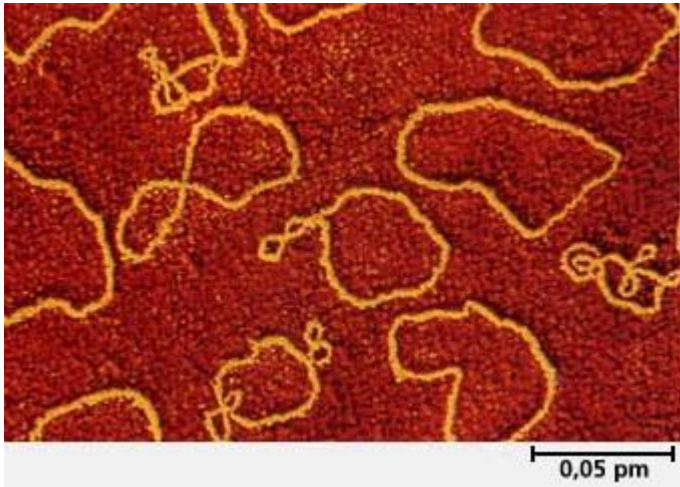
Alguns genomes seqüenciats

Microorganisme	pb	ORF	Característiques
<i>Mimivirus</i>	1200000		Virus
<i>Carsonella rudii</i>	159662	182	Endosimbiont àfids
<i>Nanoarchaeum equitans</i>	490885	552	Genoma no simbiòtic més petit
<i>Mycoplasma genitalium</i>	580070	470	Genoma molt petit
<i>Borrelia burgdoferi</i>	910725	853	Espiroqueta. Cromosoma lineal
<i>Chlamydia trachomatis</i>	1042519	894	Paràsit intracel·lular obligat
<i>Pyrococcus hirokoshii</i>	1738505	2061	Arqueu hipertermòfil
<i>Methanothermobacter thermoautotrophicus</i>	1751377	1855	Metanògen
<i>Caulobacter crescentus</i>	4016942	4288	Cicle cel·lular complex
<i>Escherichia coli</i>	4639221	4288	Model Gram-negatiu
<i>Bacillus subtilis</i>	4214810	4100	Model Gram-positiu
<i>Streptomyces coelicolor</i>	8667507	7846	Cicle cel·lular complex, cromosoma lineal, productor d'antibiòtics
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	9105828	8317	Fixador simbiòtic de nitrogen
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13392000	~6000	Llevat

Mapa del cromosoma d'*E.coli* K12



- 5-6% dels gens codifiquen proteïnes estructurals
- 10% proteïnes de transport
- 21% enzims metabòlics
- 8,5 % gens reguladors
- 8,5% implicats en replicació, transcripció, traducció
- 8,5% altres
- 38,1% gens ??



Plasmidis aïllats



Cromosoma i plasmidis (fletxes)

Principals tipus de plasmidis

Tipus	Nom	Grandària (Kpb)	Nº còpies/ cromosoma	Hoste	Fenotip
Factor de fertilitat	F	95-100	1-3	<i>E.coli, Salmonella, Citrobacter</i>	Pèl sexual, conjugació
Plasmidis R	RP4	54	1-3	<i>Pseudomonas</i> , altres <i>Gram-negatius</i>	Pèl sexual, conjugació, Amp, Kc, Nm, Tc
	R1	80	1-3	<i>Gram-negatius</i>	Amp, Kc, Su, Cm, Sm
	R100	90	1-3	<i>E.coli, Shigella, Salmonella, Proteus</i>	Cm, Sm, Su, Tc, Hg
	pSJ23a	36		<i>Staphylococcus aureus</i>	Pn, Asa, Hg, Gm, Km, Nm, ...
Plasmidis Col	ColE1Clo	9	10-30	<i>E.coli</i>	Colicina E1
	DF13			<i>Enterobacter cloacae</i>	Cloacina DF13
Plasmidis de virulència	Ent (P307)	83		<i>E. coli</i>	Enterotoxina
	K88			<i>E.coli</i>	Adherència
	pZA10	58		<i>S. aureus</i>	Enterotoxina B
	Ti	200		<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Tumors en plantes
Plasmidis metabòlics	CAM	230		<i>Pseudomonas</i>	Degradació càmfora
	TOL	75		<i>Pseudomonas</i>	Degradació tolué
	sym			<i>Rhizobium</i>	Fixació N ₂

Altres plasmidis

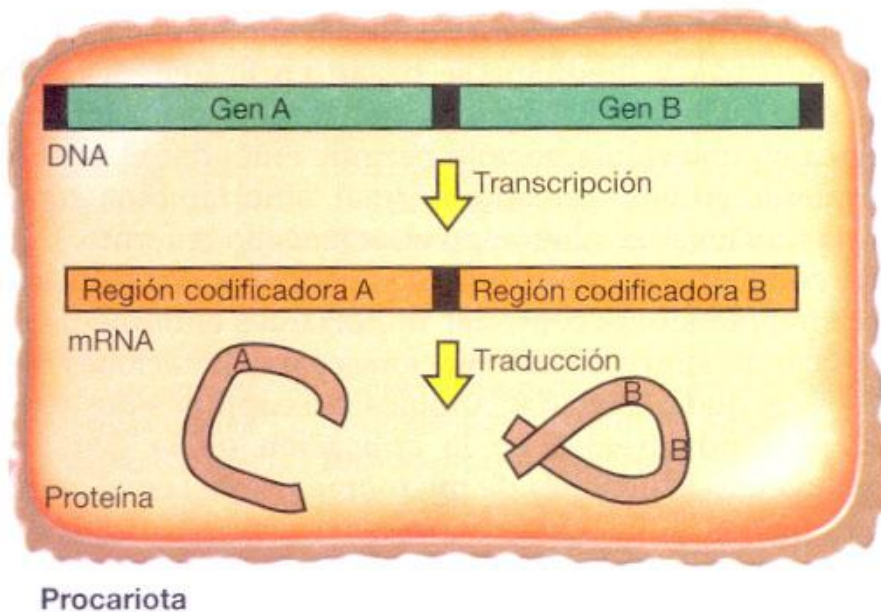
Resistències a antibiòtics	Amp, Kan
En bacteris associats a plantes	Ti <i>Agrobacterium tumefaciens</i>

Tema 11

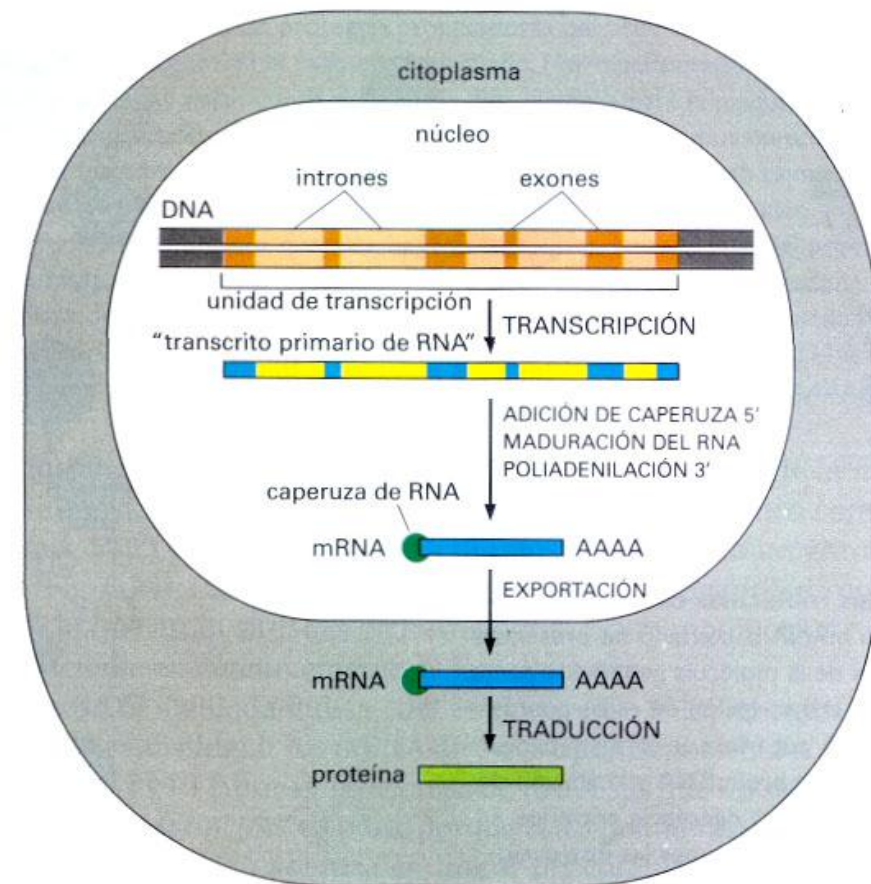
GENÈTICA

- I. Diferències genètiques entre procariotes i eucariotes. Organització genòmica.
- II. Replicació, transcripció, traducció i regulació de l'expressió genètica.
- III. Mutació i recombinació.
- IV. Transferència horitzontal d'informació genètica en procariotes: transformació, conjugació i transducció.

FLUXE D' INFORMACIÓ GENÈTICA EN PROCARIOTES I EN EUKARIOTES



(A) EUKARIOTAS

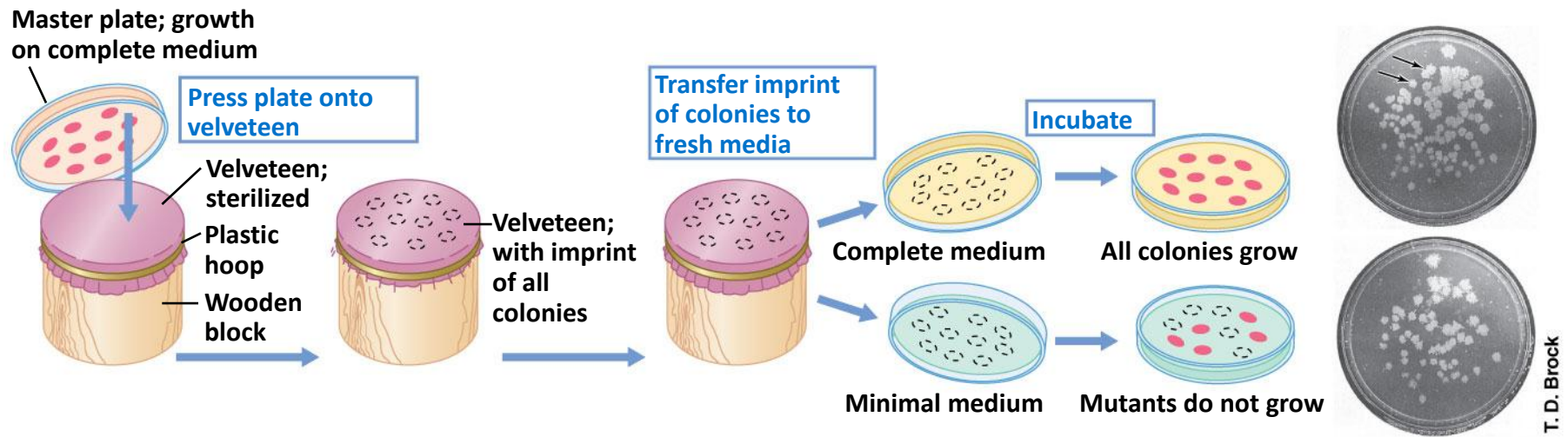


- I. Diferències genètiques entre procariotes i eucariotes. Organització genòmica.
- II. Replicació, transcripció, traducció i regulació de l'expressió genètica.
- III. Mutació i recombinació.
 1. Mutació i mutants.
 2. Bases moleculars de la mutació
 3. Taxes de mutació
 4. Mutagènesi
- IV. Transferència horitzontal d'informació genètica en procariotes: transformació, conjugació i transducció.

1. Mutació i mutants

- Mutació
 - Canvi heretable en la seqüència de DNA que **pot** produir un canvi de fenotip
- Mutant
 - Una soca de cèl·lula (o virus) que difereix de la parental pel que fa al seu genotip (seqüència de nucleòtids del genoma)
- Soca salvatge (*Wild-type strain*)
 - Soca aïllada a la natura
- Selecció
 - Mutacions seleccionables i no seleccionables (escrutini molt tediós)

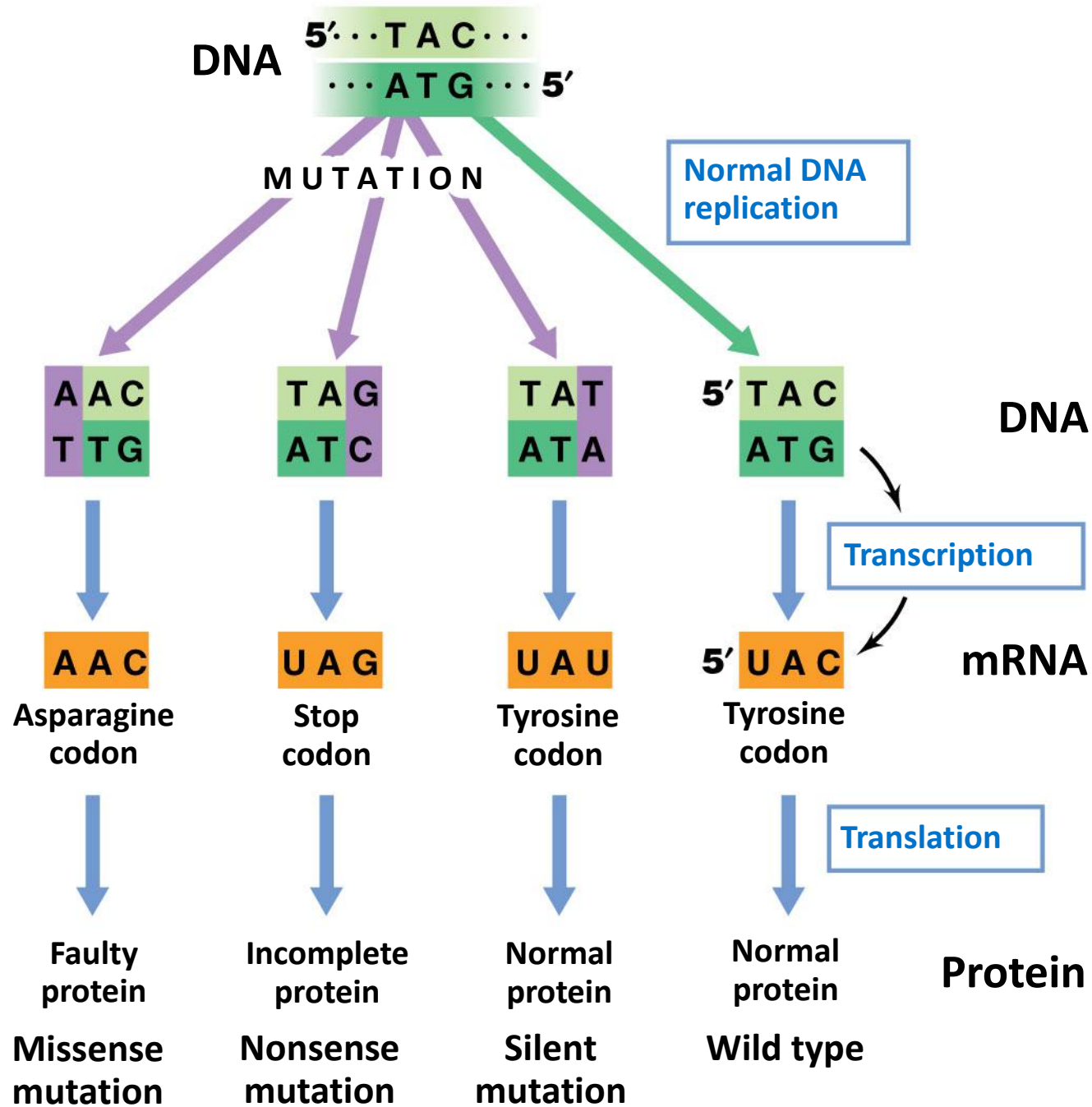
Replica plating: mètode per facilitar l'escrutini de soques (útil per identificar cèl·lules amb requeriments nutricionals – auxòtrofs)



2. Bases moleculars de la mutació

- Mutacions induïdes
 - Realitzades al medi ambient o deliberadament
 - Pot resultar de l'exposició a la radiació natural o a radicals d'oxigen
- Mutacions espontànies
 - Aquelles que es produeixen sense la intervenció externa
- Mutacions puntuals
 - mutacions on només canvien un parell de bases
 - Pot conduir a un canvi d'un sol aminoàcid en una proteïna, una proteïna incompleta, o cap canvi





Asparagine codon

Stop codon

Tyrosine codon

Tyrosine codon

Faulty protein

Incomplete protein

Normal protein

Normal protein

Protein

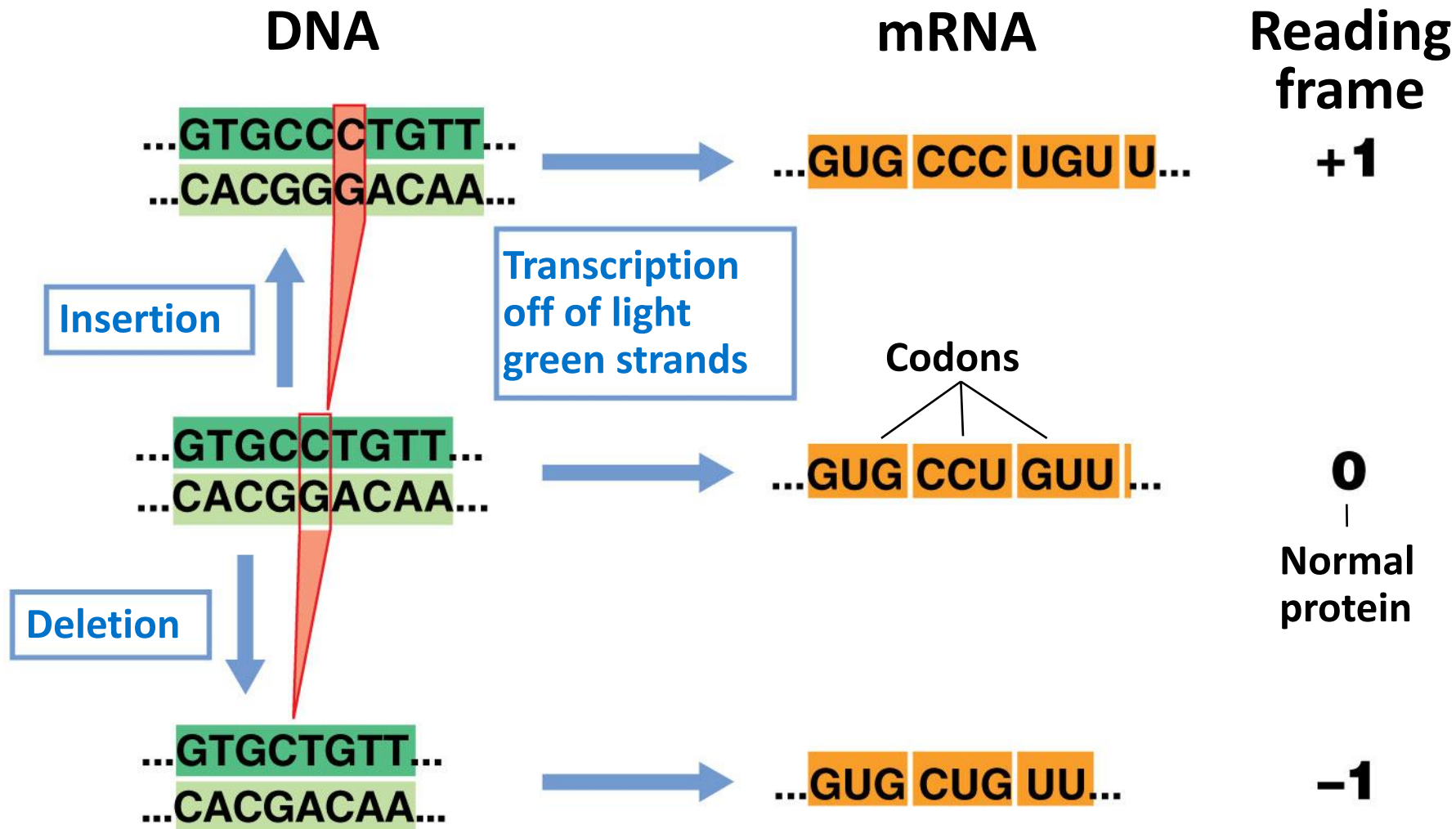
Missense mutation

Nonsense mutation

Silent mutation

Wild type

- Mutació silenciosa
 - No afecta a la seqüència d'aminoàcids
- Mutació de canvi de sentit
 - Aminoàcid modificat, alterat polipèptid
- Mutació sense sentit
 - Codó es converteix en un *stop codon*; polipèptid és incomplet
- Delecions i insercions causen canvis més dramàtics en l'ADN
- Mutació de canvi de fase
 - Delecions o insercions que es tradueixen en un canvi en el marc de lectura
 - Sovint resulten en la pèrdua completa de la funció gènica



- Les mutacions puntuals típicament son reversibles (es torna a l'estat inicial)
- Revertant
 - Soca en la qual es restaura el fenotip original
 - Dos tipus
 - Same-site revertant: la mutació es troba en el mateix lloc que la mutació original
 - Second-site revertant: la mutació es troba en un lloc diferent a l'ADN
 - Mutacions supressores: mutació que compensa l'efecte de la mutació original

3. Taxes de mutació

- Per a la majoria dels microorganismes, els errors en la replicació de l'ADN es produeixen amb una freqüència de 10^{-6} a 10^{-7} per kilobase
- Els virus d'ADN presenten taxes d'error 100–1000× majors
- La taxa de mutació en el genoma d'ARN és 1000 vegades més gran que en els genomes d'ADN
 - Algunes ARN polimerases tenen capacitat de correcció de prova
 - No obstant això, els mecanismes de reparació d'ARN similar als mecanismes de reparació de l'ADN no existeixen

4. Mutagènesi

- Mutàgens: agents químics, físics o biològics que augmenten les taxes de mutació
- Químics:
 - Anàlegs de nucleòtids
 - Inductors de modificacions químiques (agents alquilants com nitrosoguanidina)
 - Causants de mutacions de canvi de pauta de lectura (agents intercalants com l'acridina)
- Radiacions electromagnètiques:
 - No-ionitzants (UV)
 - Purines i pirimidines absorbeixen UV
 - Formació de dímers de pirimidina
 - Ionitzants (rajos X, còsmics, gamma)
 - Ionització de l'aigua i formació de radicals lliures



4. Mutagènesi (sistemes de reparació del DNA)

Reversió directa: la base mutada segueix sent reconeixible i pot ser reparada sense fer referència a l'altra cadena

Reparació dels danys en una cadena: l'ADN danyat s'elimina i es reparar tenint la cadena complementària com a motlle

Reparació de danys de doble cadena: un trencament en l'ADN Requereix de mecanismes de reparació més propensos a errades

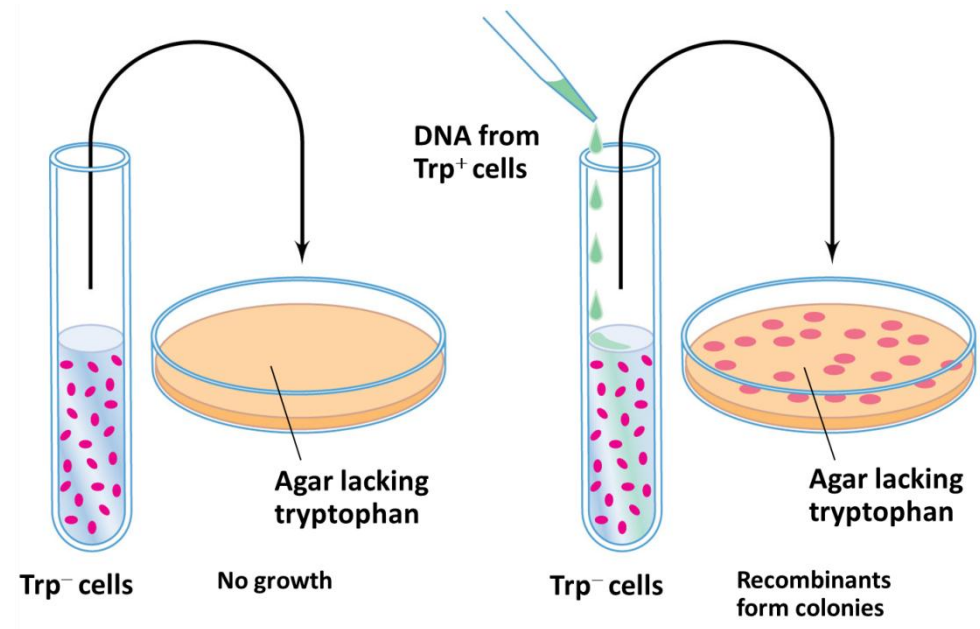
Si el dany és més gran, calen altres mecanismes:

- Sistema de regulació SOS
 - Síntesi translesió sense motlle
- } Més propensos a errades

- I. Diferències genètiques entre procariotes i eucariotes. Organització genòmica.
- II. Replicació, transcripció, traducció i regulació de l'expressió genètica.
- III. Mutació i recombinació.
- IV. Transferència horitzontal d'informació genètica en procariotes: transformació, conjugació i transducció.
 5. Recombinació genètica
 6. Transformació
 7. Transducció
 8. Conjugació
 9. DNA mòbil: Transposons

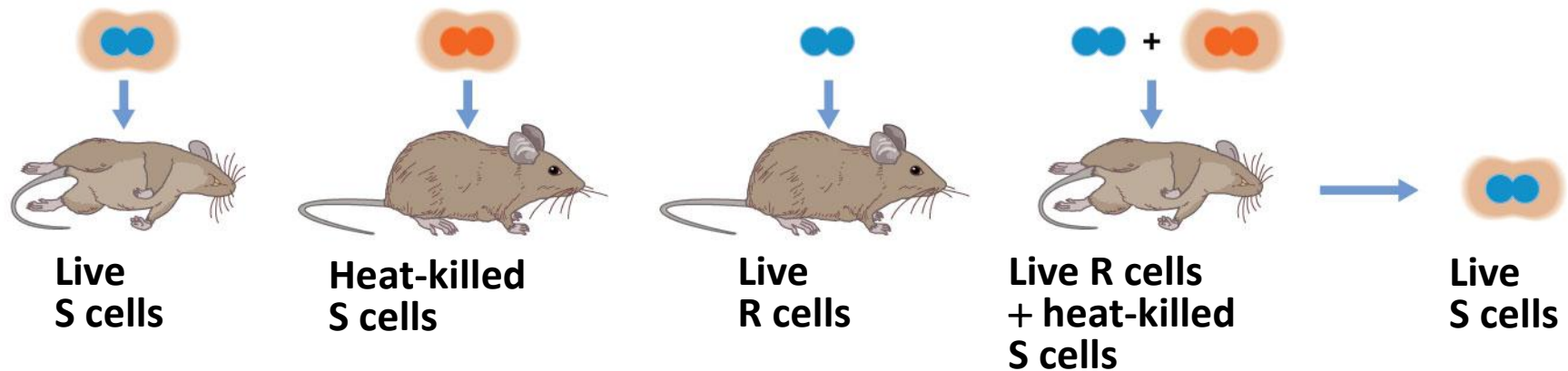
5. Recombinació genètica

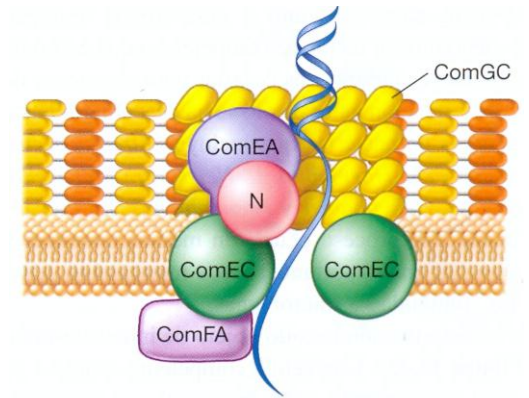
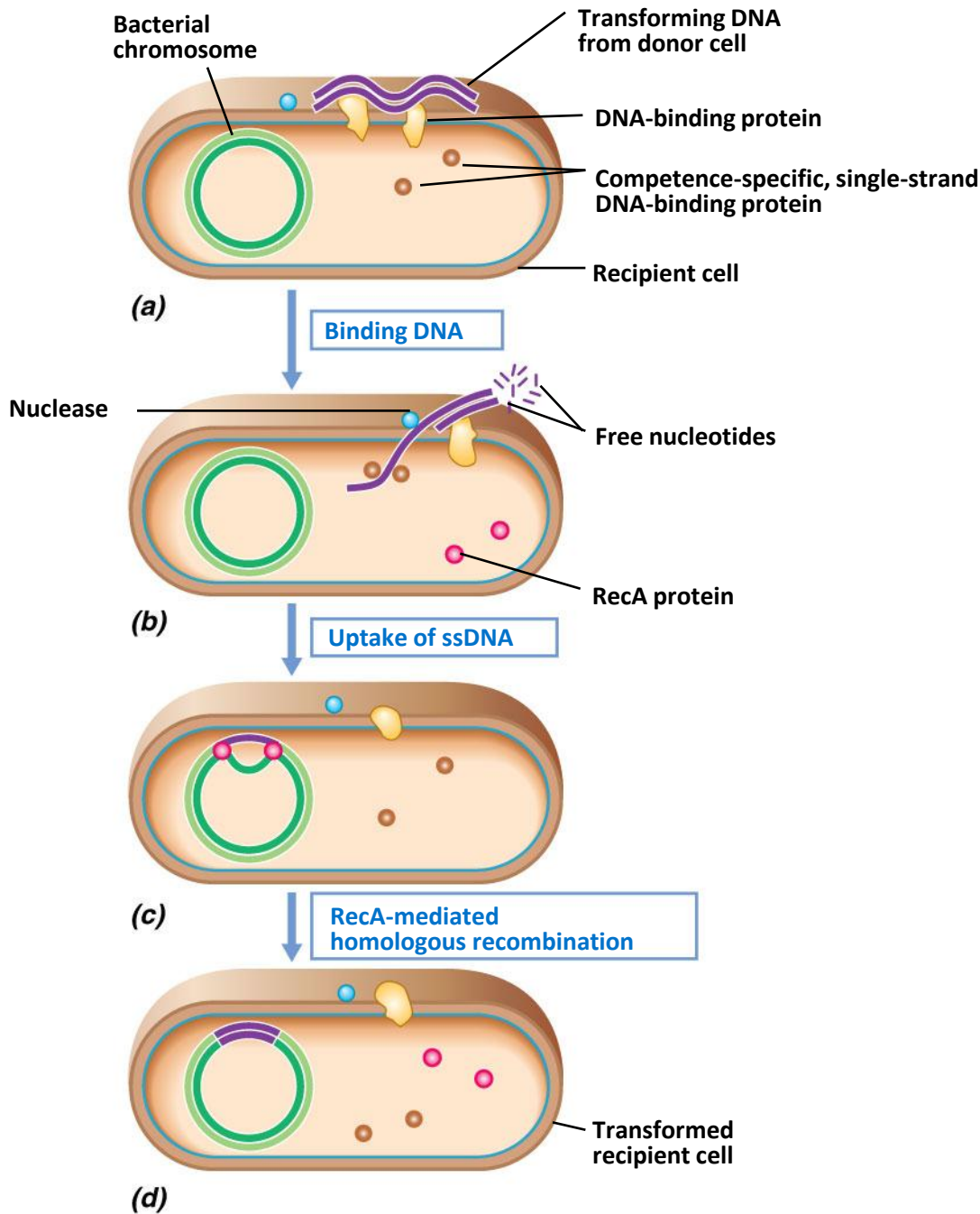
- Recombinació
 - Intercanvi físic d'ADN entre diferents elements genètics
- Recombinació homòloga
 - Procés que resulta en l'intercanvi genètic entre ADN homòleg de dues fonts diferents
- Els medis selectius poden ser utilitzats per detectar recombinants genètics rars



6. Transformació

- Procés de transferència genètica pel qual l'ADN s'incorpora a la cèl·lula receptora i genera canvis genètics
- Descobert per Fredrick Griffith a finals dels 1920
- Va treballar amb *Streptococcus pneumoniae*
- Aquest procés va preparar l'escenari per al descobriment de l'ADN





La transformació és un procés molt regulat

Transfecció:
 Transformació d'un bacteri amb DNA extret d'un virus bacterià enlloc de DNA d'altre bacteri

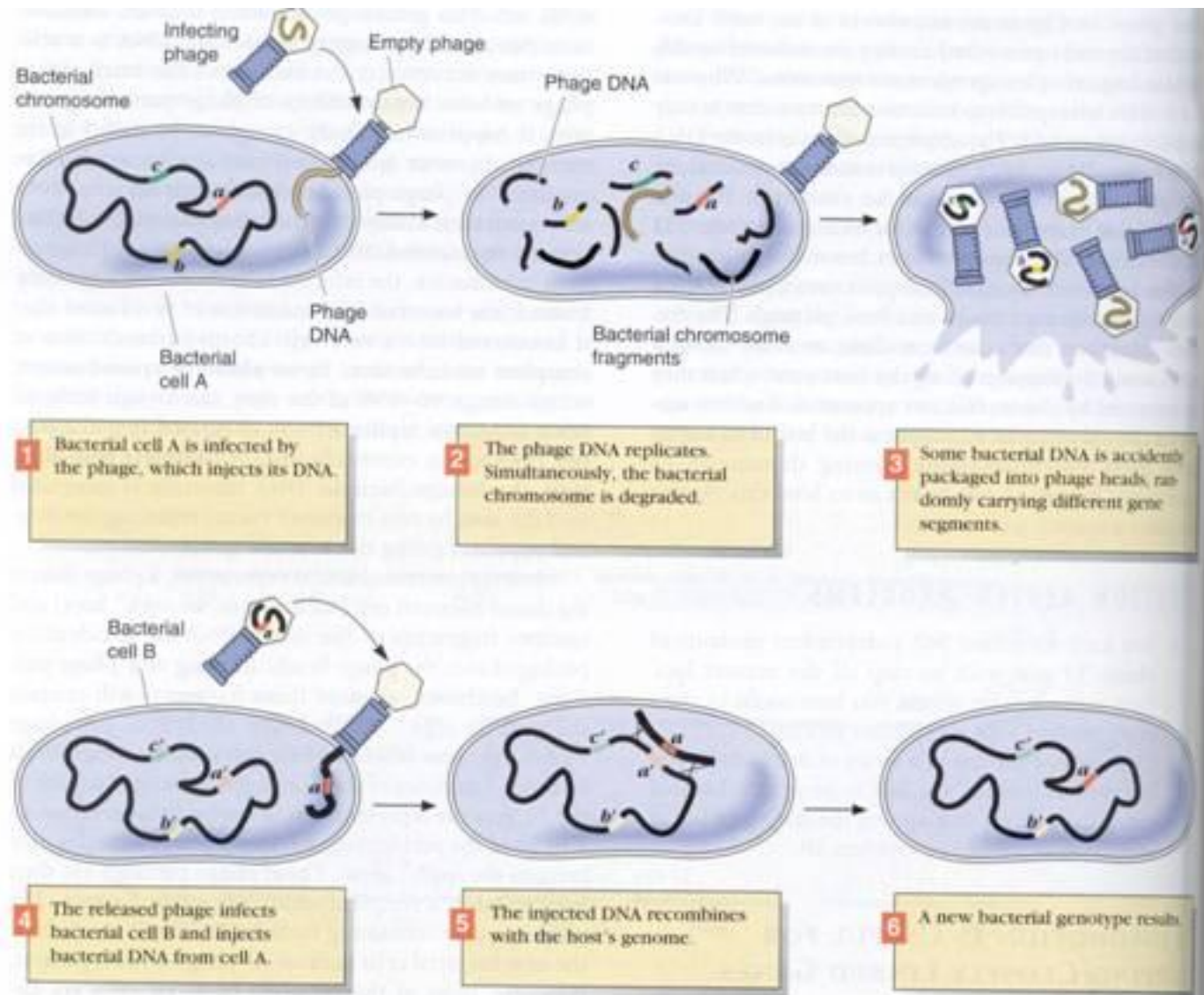
7. Transducció

- Transferència d'ADN d'una cèl·lula a una altra per un bacteriòfag
- Dues maneres:
 - Transducció generalitzada: l'ADN de qualsevol part del genoma de l'hoste s'empaqueta a l'interior del virió
 - La transducció especialitzada: l'ADN d'una regió específica del cromosoma de l'hoste s'integra directament en el genoma del virus

Transducció generalitzada

– L'ADN s'empaqueta en partícules fàgiques per error amb una freqüència 1 / 1000.

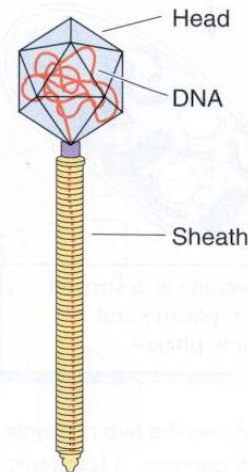
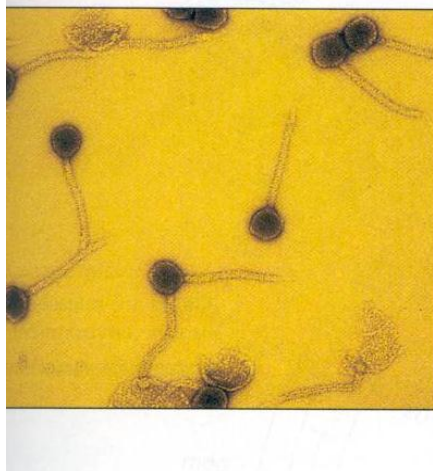
– Cal que hi haja recombinació homòloga a la cèl·lula receptora perquè es mantinga estable.



Transducció especialitzada

- La partícula transduïda conté ADN fàgic i bacterià, ambdós units de manera covalent

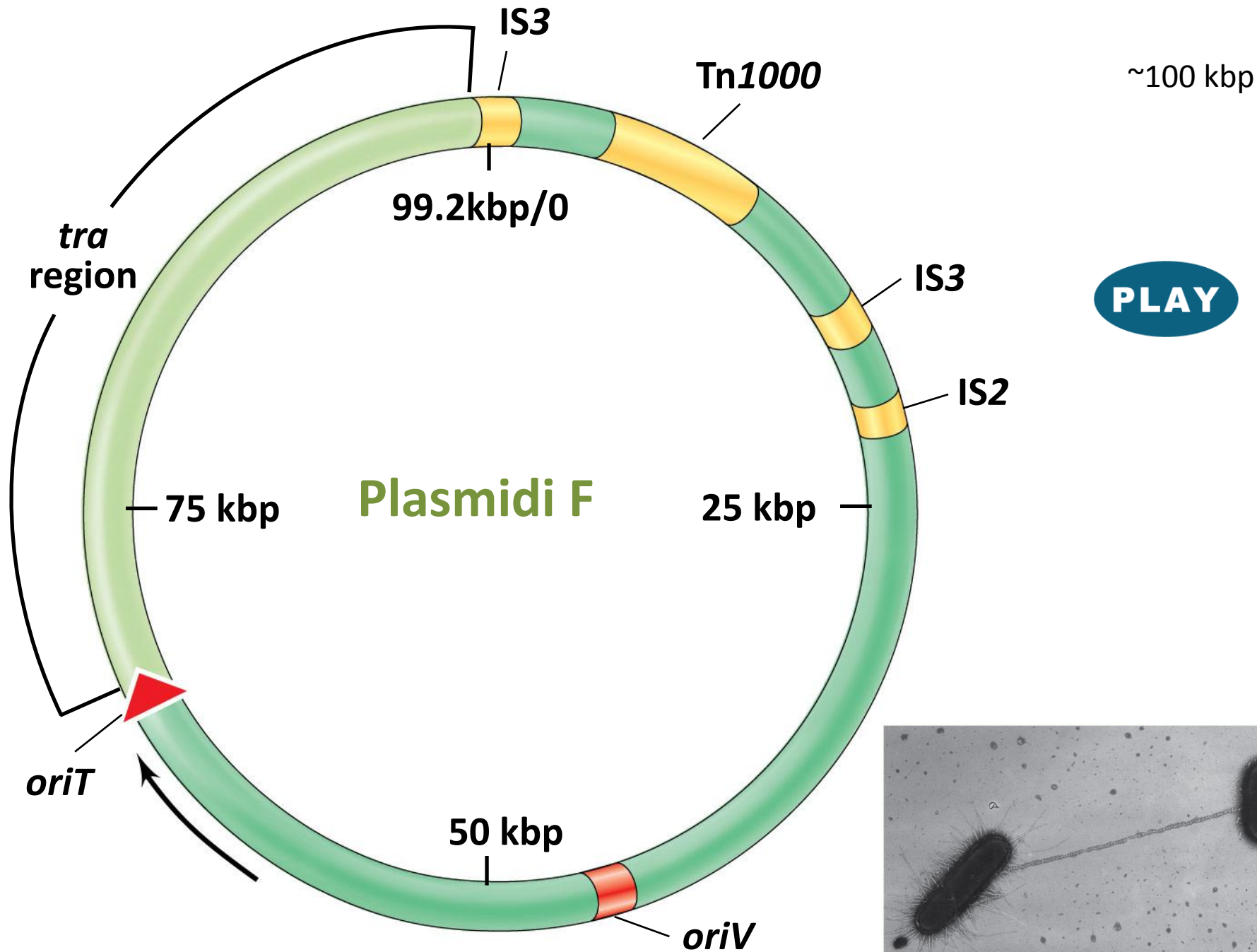
Fag lambda

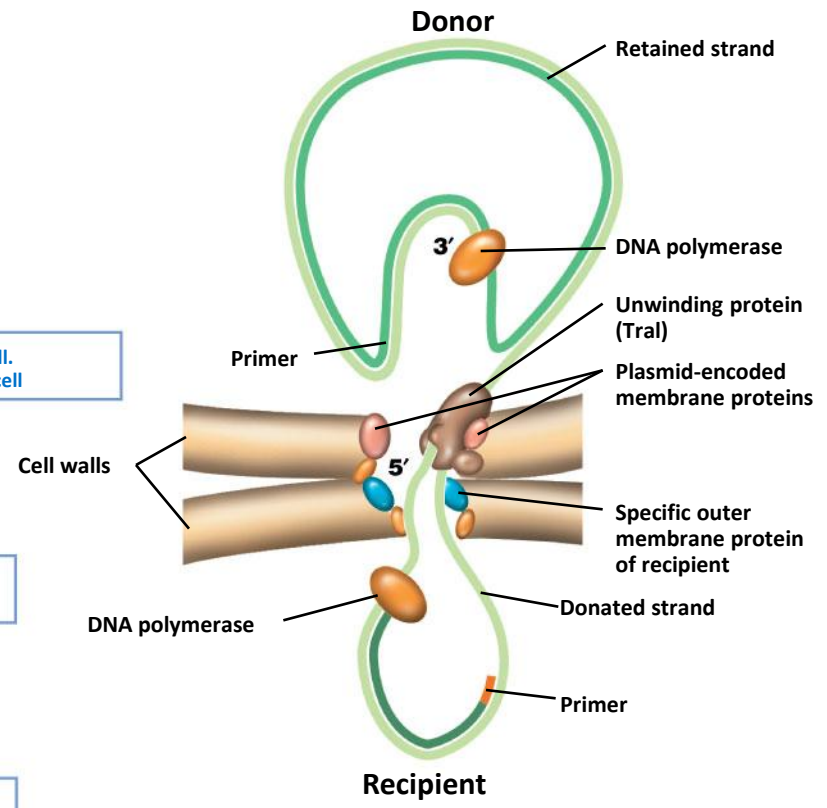
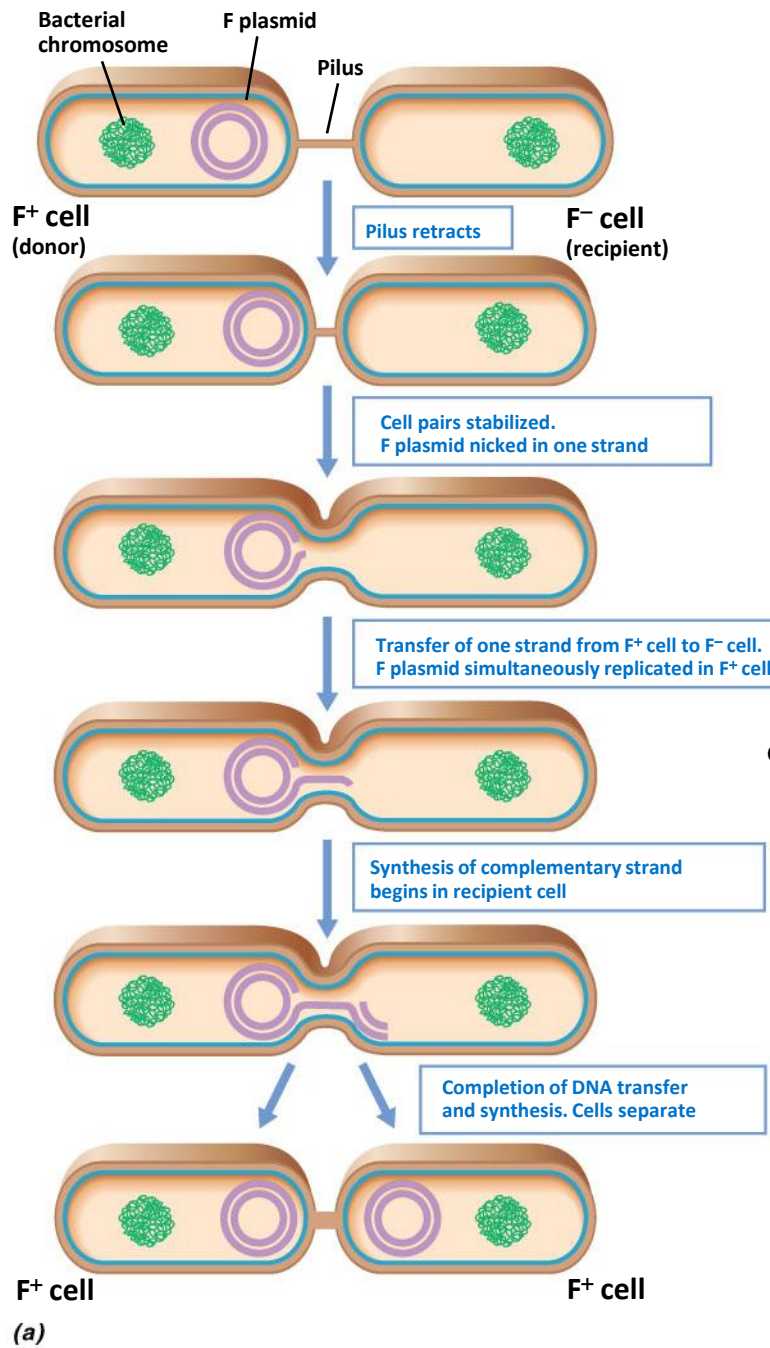


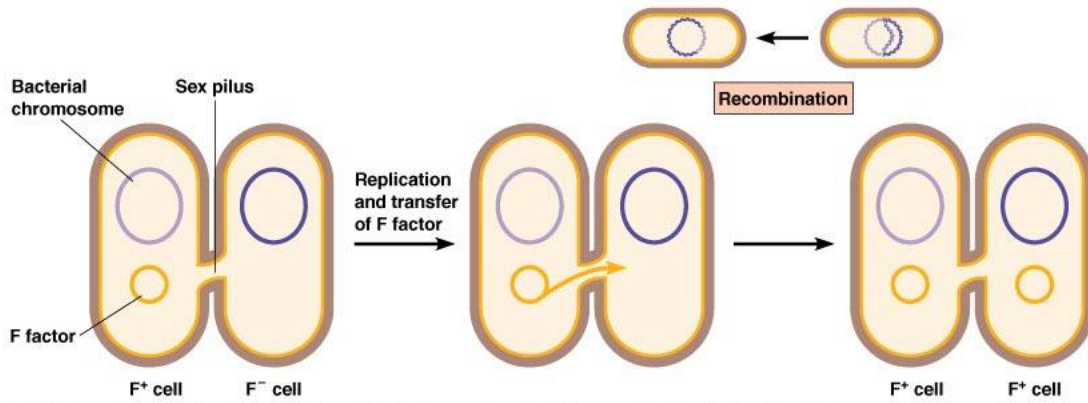
8. Conjugació

- Conjugació bacteriana (aparellament): mecanisme de transferència genètica que implica el contacte cèl·lula a cèl·lula
 - mecanisme codificat per plasmidis
 - cèl·lula donant: conté plasmidi conjugatiu
 - cèl·lula receptora: no conté el plasmidi
- Necessita de la síntesi de DNA (replicació per cercle rodant) típica dels virus

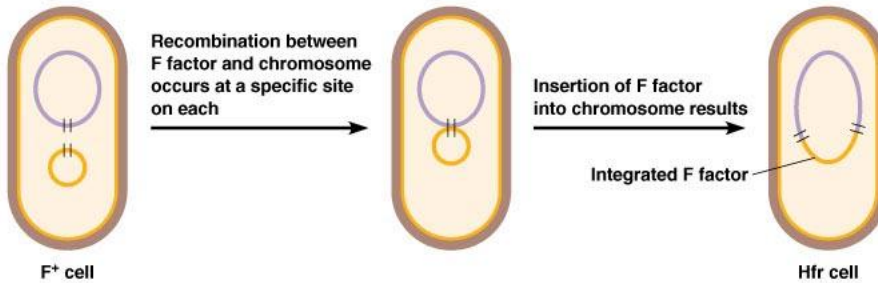
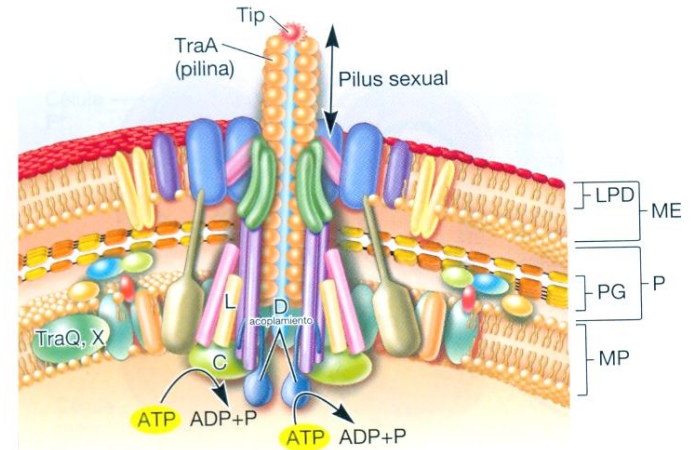




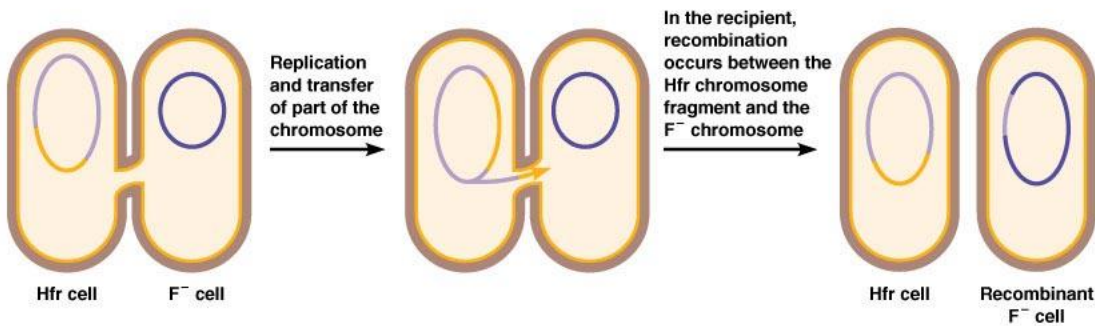




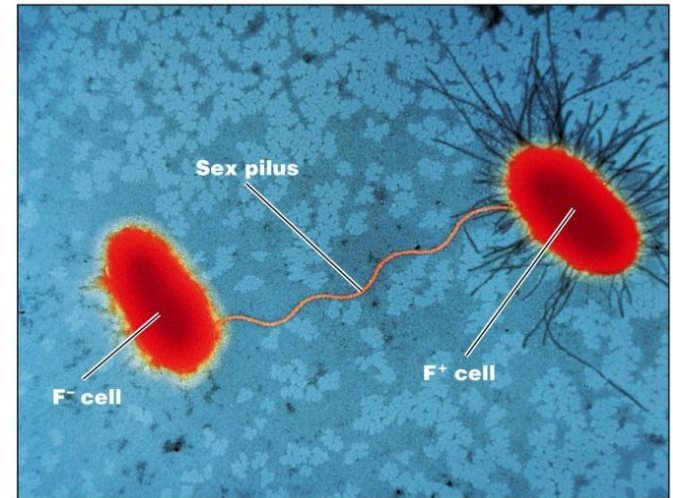
(a) When an F factor (a plasmid) is transferred from a donor (F⁺) to a recipient (F⁻), the F⁻ cell is converted into an F⁺ cell.



(b) When an F factor becomes integrated into the chromosome of an F⁺ cell, it makes the cell a high frequency of recombination (Hfr) cell.



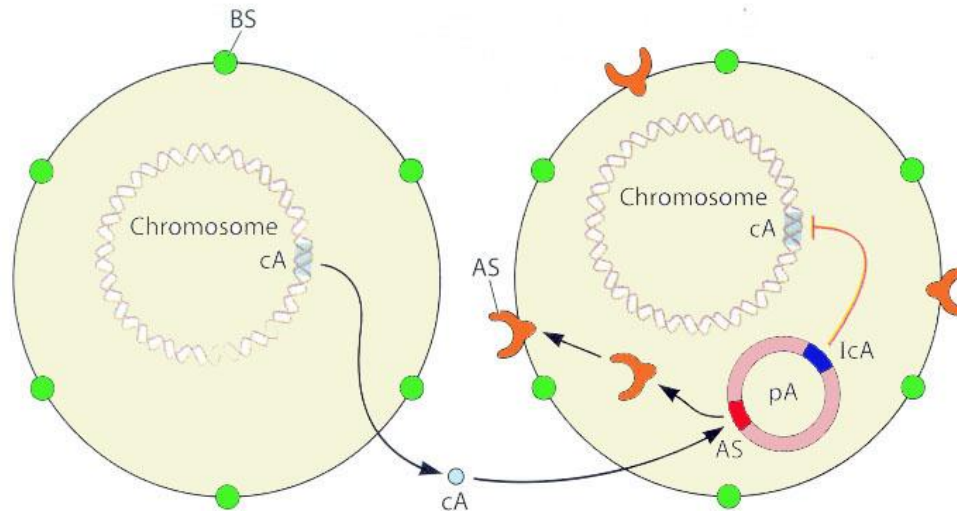
(c) When an Hfr donor passes a portion of its chromosome into an F⁻ recipient, a recombinant F⁻ cell results.



CONJUGACIÓ EN *Enterococcus*

Receptor

Donador



Sense receptor, el donador no fa despesa energètica. Per a què?

cA: Feromona

BS: substància d'unió

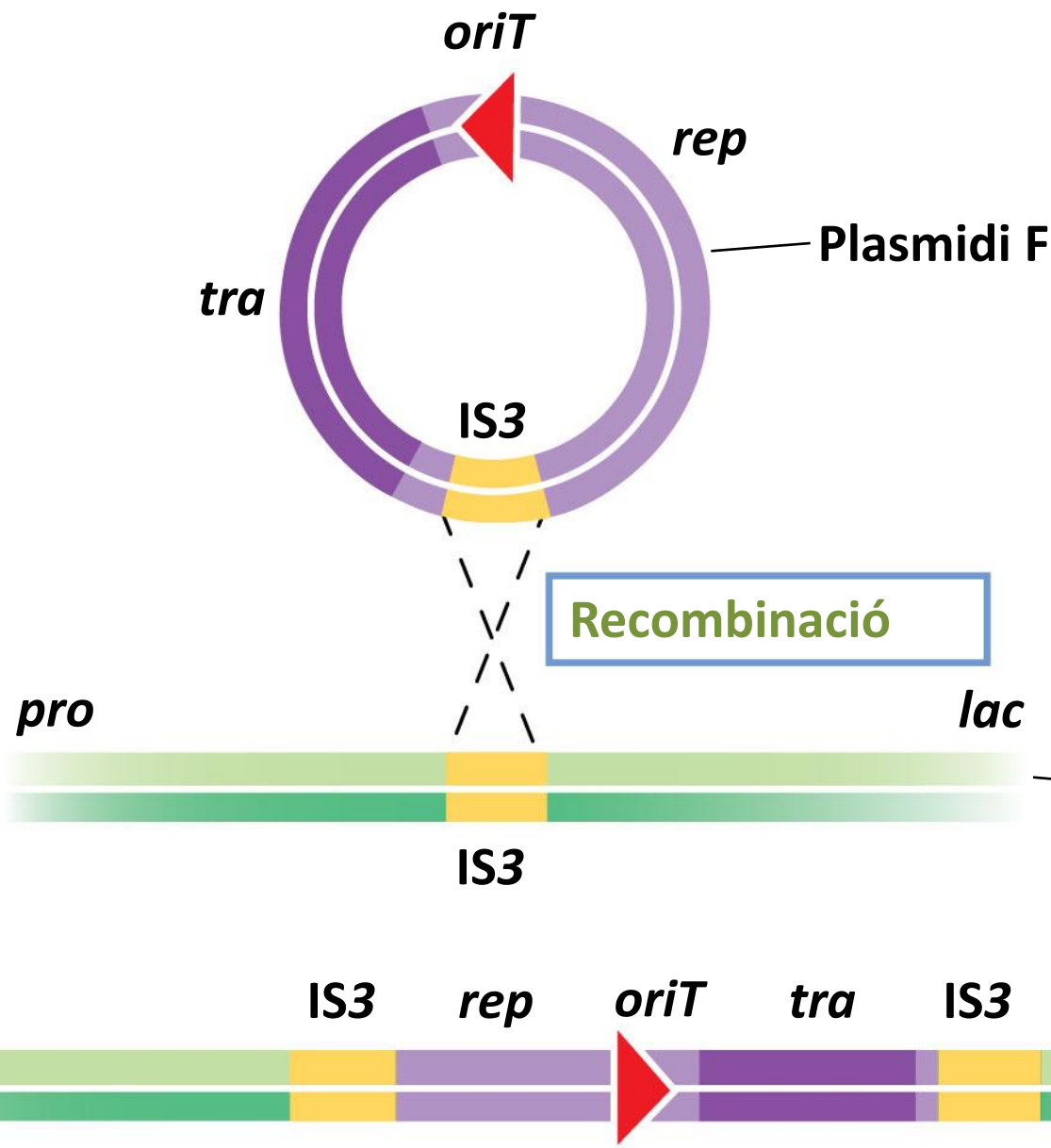
AS: substància d'agregació

IcaA: repressor de la síntesi de feromona

Requereix de al voltant de 5 gens, quan als G- en son uns 20 perquè no cal formar *pilus*, no hi ha membrana externa

Formació de soques Hfr i mobilització del cromosoma

- Plasmidi F és un episoma, es pot integrar en el cromosoma de l'hoste
- Les cèl·lules que posseeixen un plasmidi F no integrat es diuen F⁺
- Les cèl·lules que posseeixen un plasmidi F integrat s'anomenen Hfr (alta freqüència de recombinació)
- La presència del plasmidi F altera les propietats de cèl·lula
 - Capacitat de sintetitzar *pilus* F
 - Mobilització d'ADN per a la transferència a una altra cèl·lula
 - Alteració dels receptors de superfície cel·lular perquè ja no puga actuar com a receptor en la conjugació



Hi ha seqüències d'inserció (elements mòbils) tant al plasmidi F com al cromosoma d'*E. coli* que faciliten la recombinació homòloga

9. DNA mòbil: Transposons

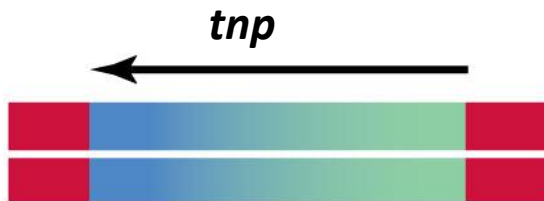
- Elements transposables: segments discrets d'ADN que es mouen com una unitat d'un lloc a un altre dins d'altres molècules d'ADN
- Els elements transposables es pot trobar en els tres dominis de la vida
- Es mouen per un procés anomenat transposició
 - La freqüència de transposició és d'1 cada 1.000 a 1 cada 10 milions per generació

Els va observar per primera vegada Barbara McClintock (1902-1992). Premi Nobel de Medicina o Fisiologia en 1983.



Elements transposables en bacteris

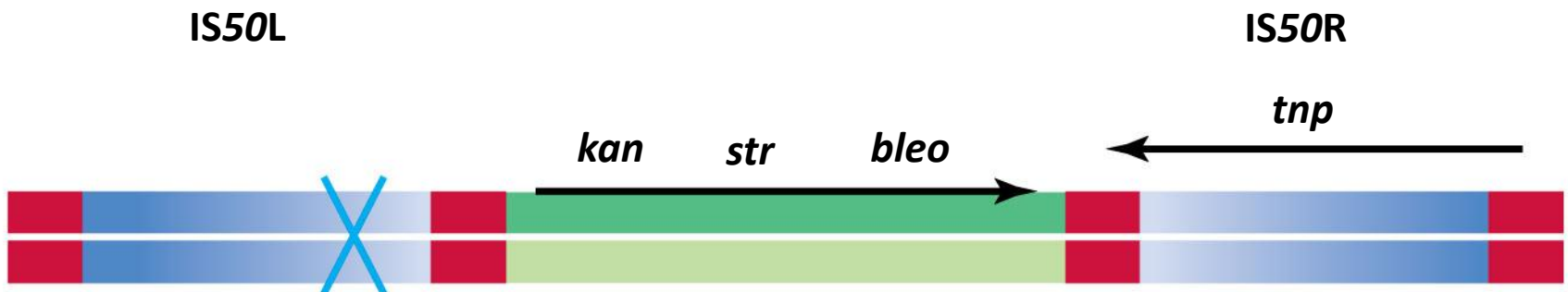
IS2



(a)

- Els dos tipus principals d'elements transposables en *Bacteria* són els transposons i les seqüències d'inserció
 - Tots dos inclouen gens que codifiquen la transposasa
 - Tots dos tenen repeticions invertides als seus extrems

Tn5



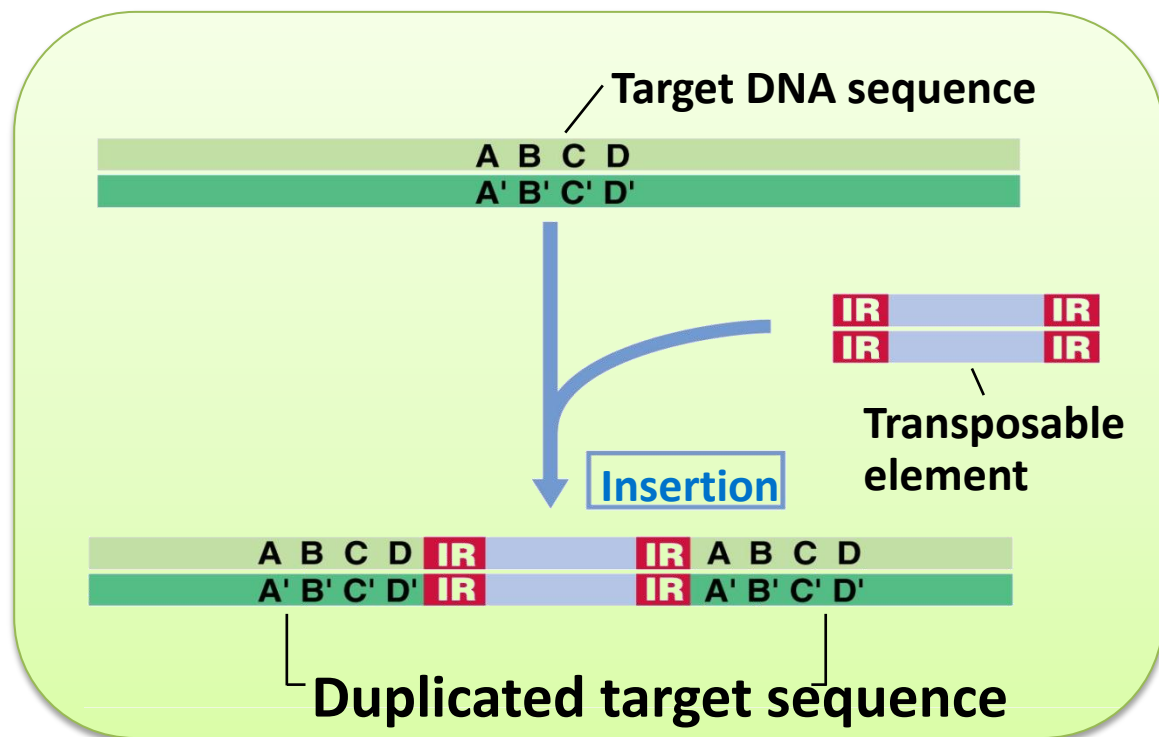
(b)

Seqüències d'inserció

- Son els elements transposables més senzills
 - ~1.000 nucleòtids
 - Seqüències invertides de 10–50 parells de bases
 - L'únic gen que tenen codifica per la transposasa
 - Es pot trobar als plàsmids i als cromosomes de bacteris i arqueus i també a alguns bacteriòfags

Transposons

- Son més llargs que les IS
 - La transposasa pot moure qualsevol DNA entre les repeticions invertides
 - La inserció de un element transposable genera una seqüència diana duplicada
 - Pot incloure resistències a antibiòtics (p.e Tn5 i Tn10)



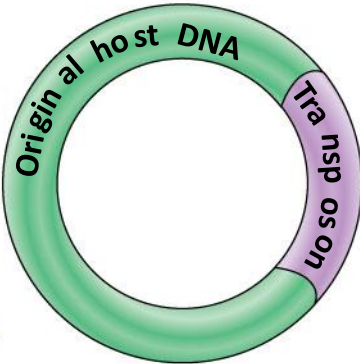
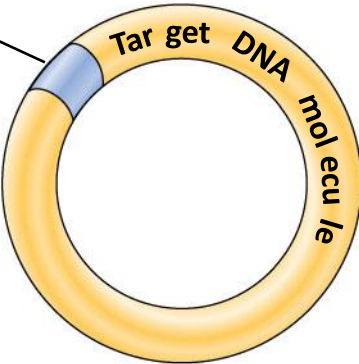
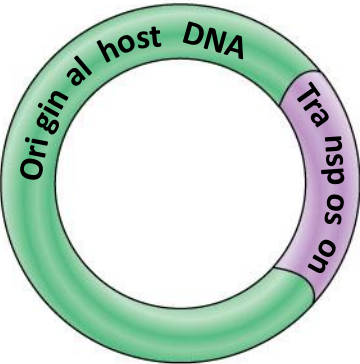
Mecanismes de transposició. Dos tipus:

- Conservador: transposó s'escindeix d'un lloc i torna a introduir-se en una segona ubicació
 - El nombre de transposons es manté constant
- Replicatiu: es produeix una nova còpia del transposó i s'insereix en una segona ubicació
 - El duplica el nombre de transposons presents

Conservative transposition

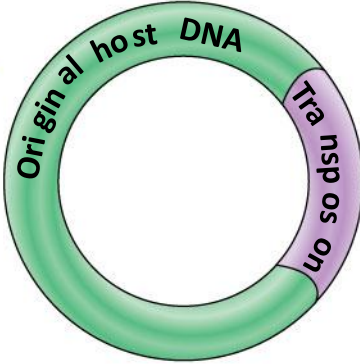
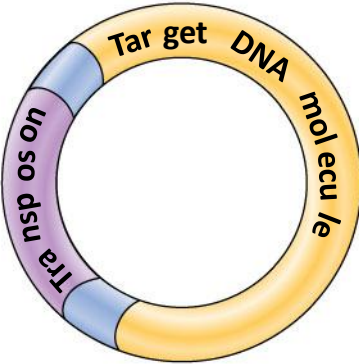
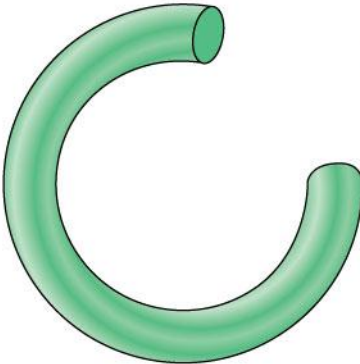
Replicative transposition

Target sequence



Transposon excised from donor

Transposon replicates



Donor DNA with break

Transposon in new location

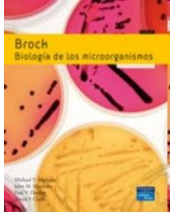
Donor DNA undamaged

Tema 12

VIROLOGIA

- I. Els virus: estructura i tipus. Detecció i enumeració de virus.
- II. Cinètica de la multiplicació viral.
- III. Bacteriòfags: caràcters generals i principals grups.
- IV. Cicle lític i cicle lisogènic.

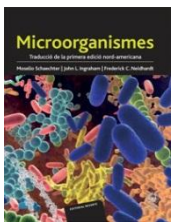
Bibliografia



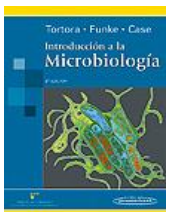
“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítols 10 i 19



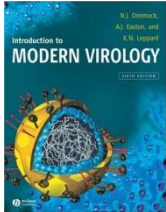
“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 16, 17 i 18



“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 17



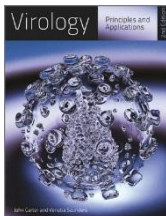
“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 13



“Introduction to Modern Virology” N.J. Dimmock, A.J. Easton, and K.N. Leppard. 6^a ed. (Blackwell Publishing, Inglaterra) 2007.



“Fundamentals of Molecular Virology”. Nicholas H. Acheson. 2^a ed. (John Wiley & Sons Ltd., Inglaterra) 2011.



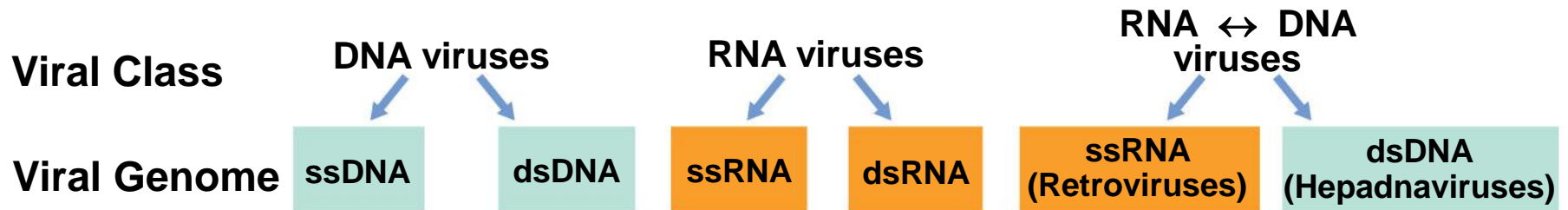
“Virology – Principles and Applications”. John Carter, and Venetia Saunders. 2^a ed. (John Wiley & Sons Ltd., Inglaterra) 2012

- I. Els virus: estructura i tipus. Detecció i enumeració de virus.
 1. Propietats generals
 2. Natura dels virions
 3. Hostes dels virus
 4. Quantificació dels virus
- II. Cinètica de la multiplicació viral.
- III. Bacteriòfags: caràcters generals i principals grups.
- IV. Cicle lític i cicle lisogènic.

1. Propietats generals

- Virus: element genètic que no es pot replicar independentment d'una cèl·lula viva (hoste)
- Virologia: ciència que estudia els virus
- Partícula vírica (virió): forma extracel·lular d'un virus
 - Existeix fora de l'hoste i permet la transmissió des d'una cèl·lula cap a una altra
 - Conté el genoma envoltat d'una coberta proteica i de vegades d'altres materials (p.e. lípids a alguns virus animals)

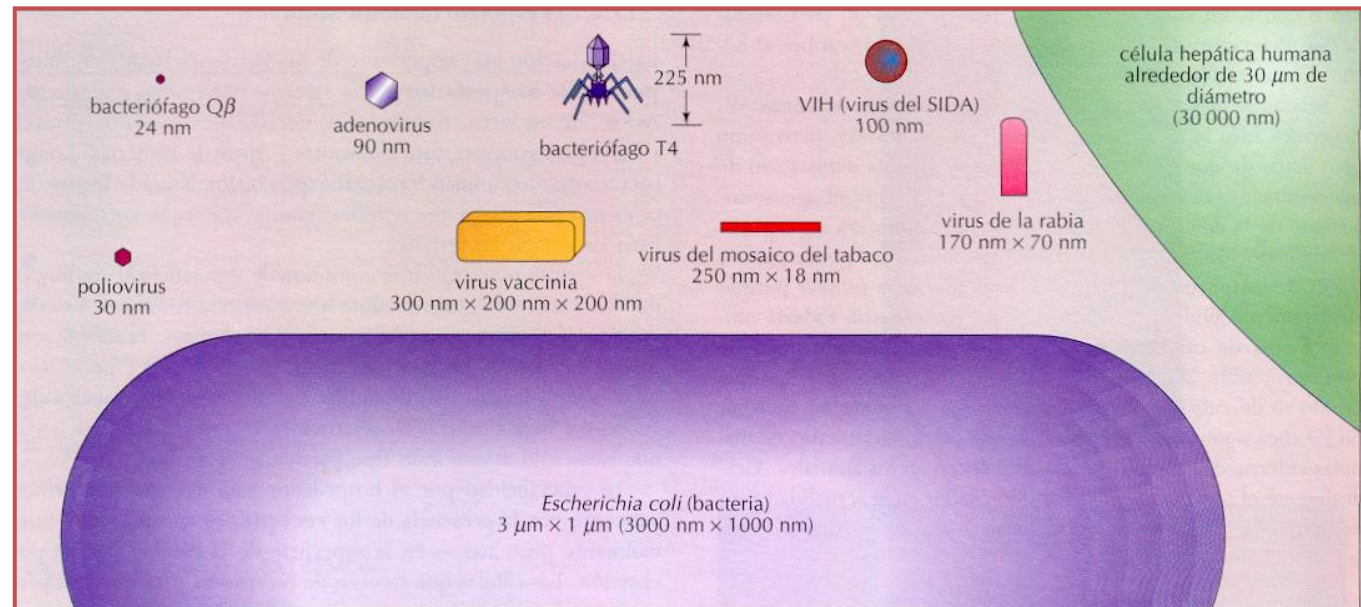
- Genomes virals
 - Genomes de DNA o de RNA
 - Alguns circulars, la majoria lineals



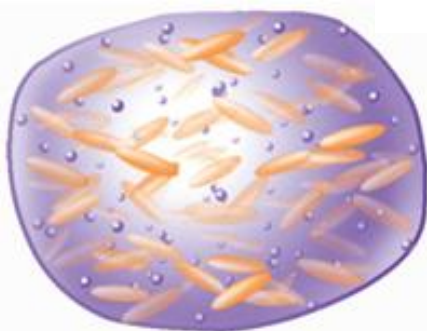
- Hostes dels virus i taxonomia
 - Classificació en funció de l'hoste infectat
 - Virus de bacteris (bacteriòfags)
 - Virus d'arqueus
 - Virus d'animals
 - Virus de plantes
 - Altres virus (fongs, insectes, ...)

2. Natura del Virió

- Virus tenen formes i mides variables
 - La majoria son mes menuts que els procariotes; entre 0.02 i 0.3 μm
- La majoria del seus genomes son mes menuts que els de les cèl·lules



MIDES RELATIVES D'ALGUNS VIRUS



(a) Vaccinia virus



(b) Paramyxovirus (mumps)



(c) Herpesvirus



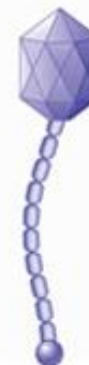
(d) Orf virus



(e) Rhabdovirus



(f) T-even coliphage



(g) Flexuous-tailed phage



(h) Adenovirus



(i) Influenza virus



(j) Polyomavirus



(k) Picornavirus

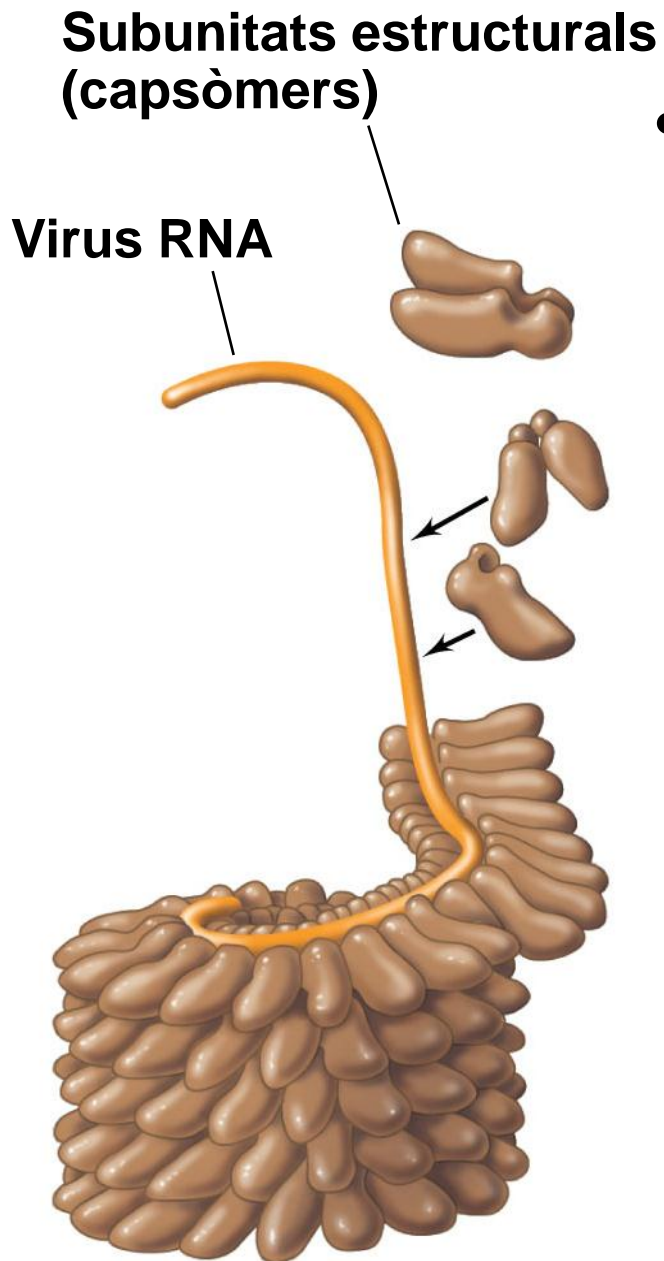


(l) ϕ X174 phage



(m) Tubulovirus

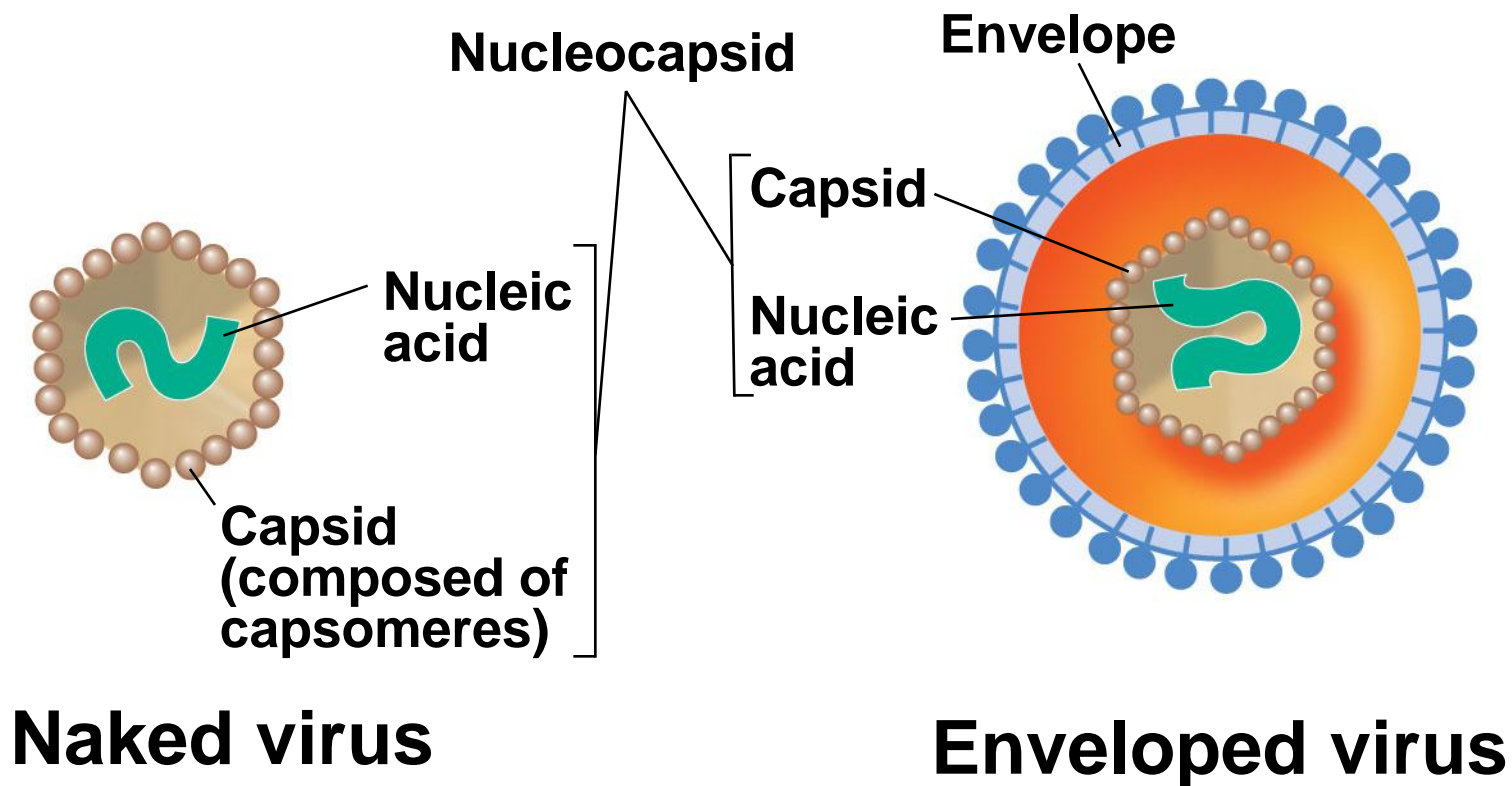
1 μ m



- Estructura vírica

- Càpsida: coberta proteica que envolta el genoma d'una partícula vírica
 - Molècules proteiques distribuïdes d'una manera precisa i repetitiva al voltant d'un àcid nucleic
- Capsòmer: subunitat de la càpsida

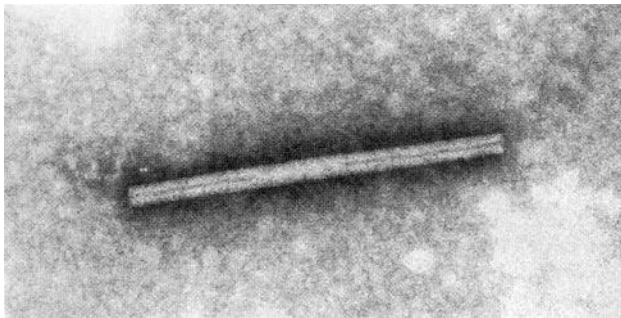
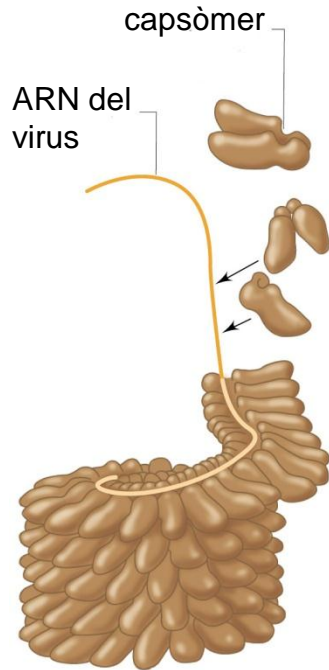
- Estructura
 - Nucleocàpsida: conjunt d'àcid nucleic i proteïna empaquetat al viriό
 - Virus embolcallat: virus amb cobertes addicionals al voltat de la nucleocàpsida



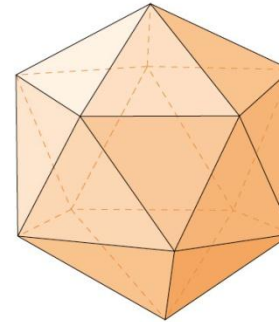
- Les nucleocàpsides es construeixen de manera molt simètrica
 - *Simetria helicoidal*: virus bacil·lars (p.e, *tobacco mosaic virus*)
 - La longitud del virus ve determinada per la longitud de l'àcid nucleic
 - *Simetria icosaèdrica*: virus esfèrics (p.e., papil·lomavirus humà)
 - És la disposició més eficient de subunitats dins d'una càpsida

ESTRUCTURES VÍRIQUES

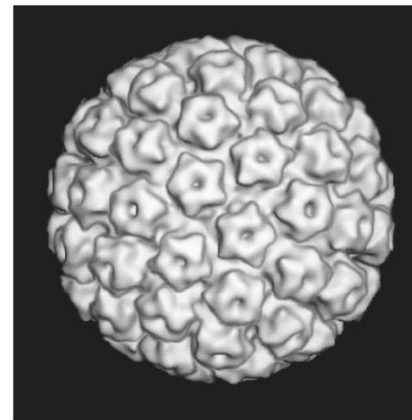
Virus amb simetria helicoidal



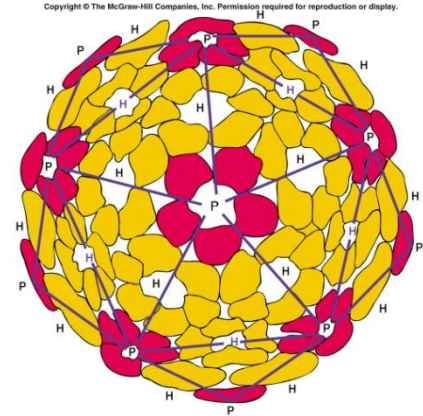
Virus amb simetria icosaèdrica



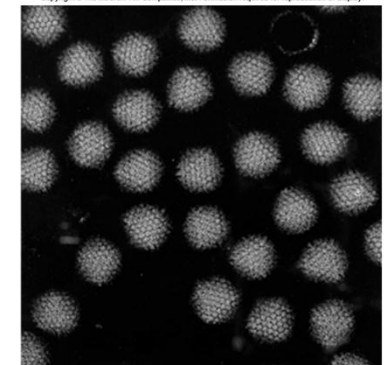
icosaedre



Reconstrucció tridimensional d'un virus icosaèdric



Estructura de la càpsida icosaèdrica. P: pentons (12); H: hexons)



Adenovirus

- *Virus embolcallats*

- Tenen membranes envoltant la nucleocàpsida
 - Bicapa lipídica amb proteïnes incrustades
- L'embolcall és el primer contacte amb la cèl·lula hoste

- *Virus complexes*

- Els virions es componen de varies parts, cadascuna amb la seua forma i simetria
- Els virus dels bacteris tenen:
 - Caps icosaèdrics i cues helicoidals

- Alguns virions contenen enzims crítics per la infecció
 - Lisozim
 - Crea forats a la paret cel·lular
 - Lisa la paret del bacteri
 - DNA/RNA Polimerases
 - Neuraminidases
 - Enzims que trenquen ponts glicosídics
 - Permeten l'alliberament dels virus a l'exterior cel·lular



Table 3.3

Distribution of the various types of virus particle structure among families of animal, plant, and bacterial viruses.

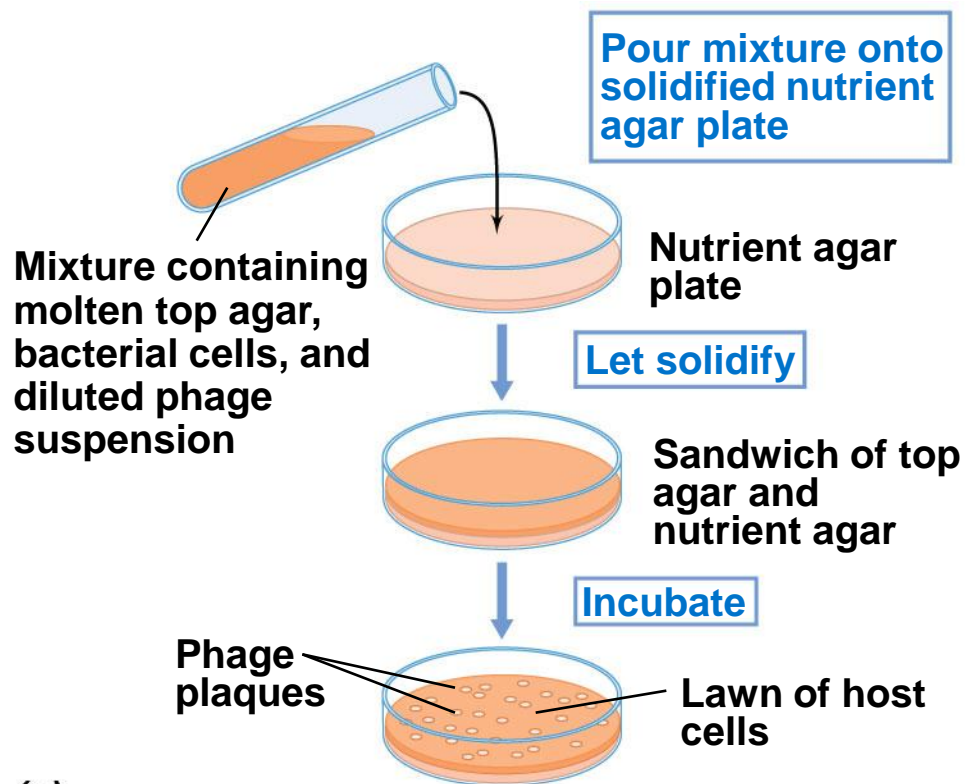
Type of particle structure	Animal viruses	Plant viruses	Bacterial viruses
Nonenveloped icosahedral	Common	Common	Uncommon: corli-co-, levi-vi-, micro-, and tecti-viruses
Nonenveloped helical	Not known	Common	Rare: mo- and rudi-viruses
Enveloped icosahedral	Uncommon: arteri-, aslar-, boma-, flavi-, and togaviruses	Not known	Rare: cysto-viruses
Enveloped helical	Common	Uncommon: bunya- and rhabdo-viruses	Rare: lipothrix-viruses
Head-tail	Not known	Not known	Common

3. Els hostes dels virus

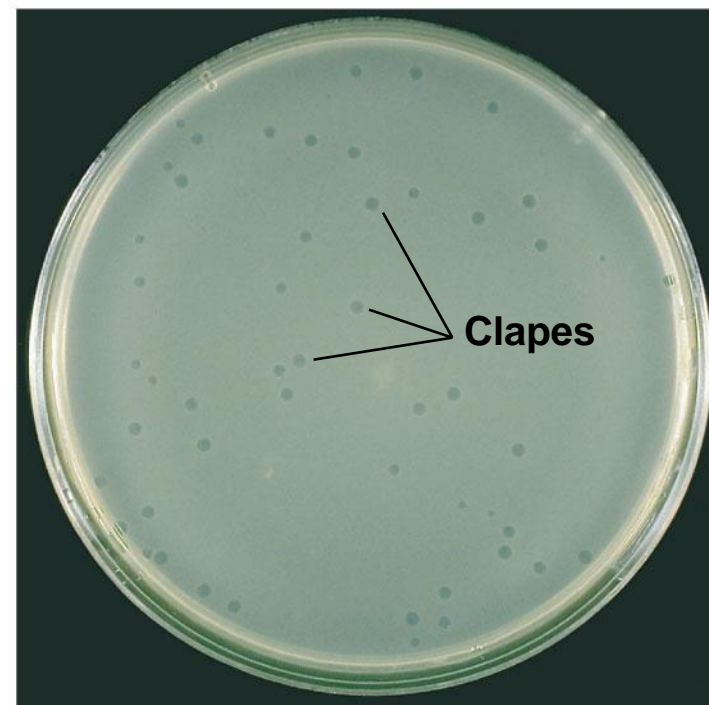
- Els virus només es repliquen en certs tipus de cèl·lules o en organismes sencers
- El virus dels bacteris son fàcils de fer créixer: sistemes model
- Virus d'animals (i alguns de plantes) es poden cultivar en cultius de cèl·lules o teixits
- Els virus de plantes solen requerir de la planta sencera

4. Quantificació dels virus

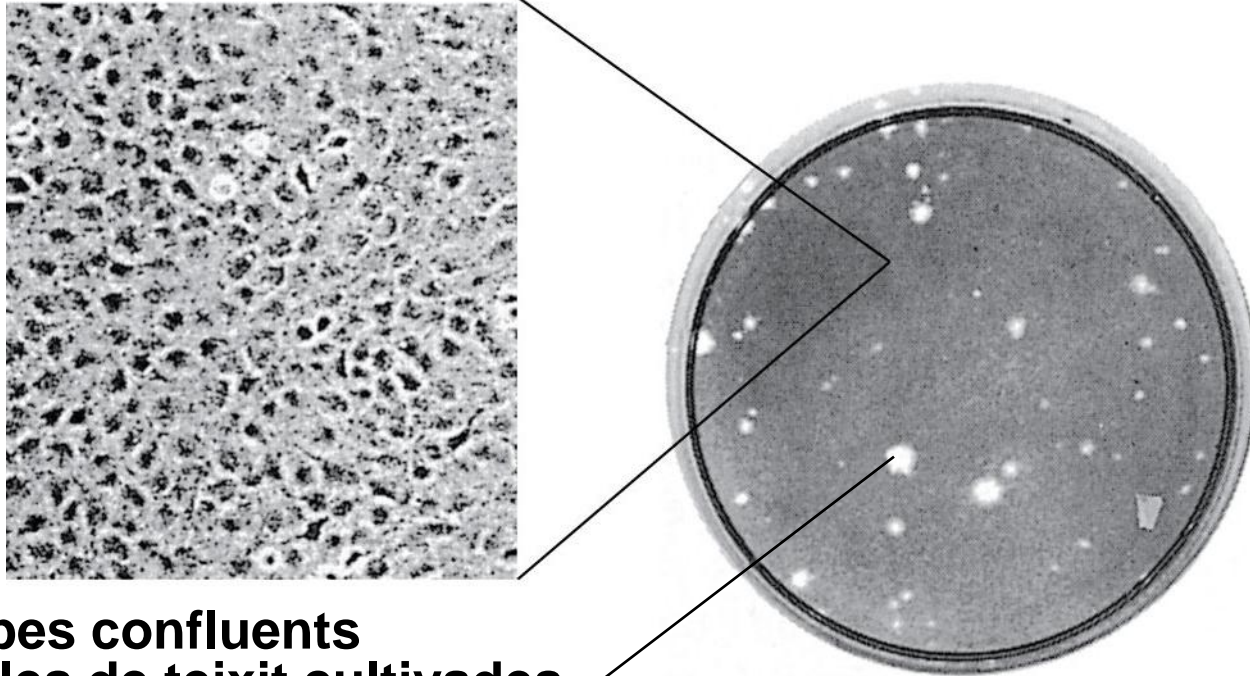
- Títol: nombre d'unitats infeccioses per volum de fluid
- Assaig de clapes: anàleg a les colònies bacterianes; mesura de la infectivitat vírica
 - Les clapes son zones clares que es desenvolupen sobre una gespa de cèl·lules hoste
 - La gespa pot ser de bacteris o de cultius de teixits
 - Cada clapa és el resultat de la infecció per part d'una partícula vírica



(a)



(b)



**Monocapes confluents
de cèl·lules de teixit cultivades**

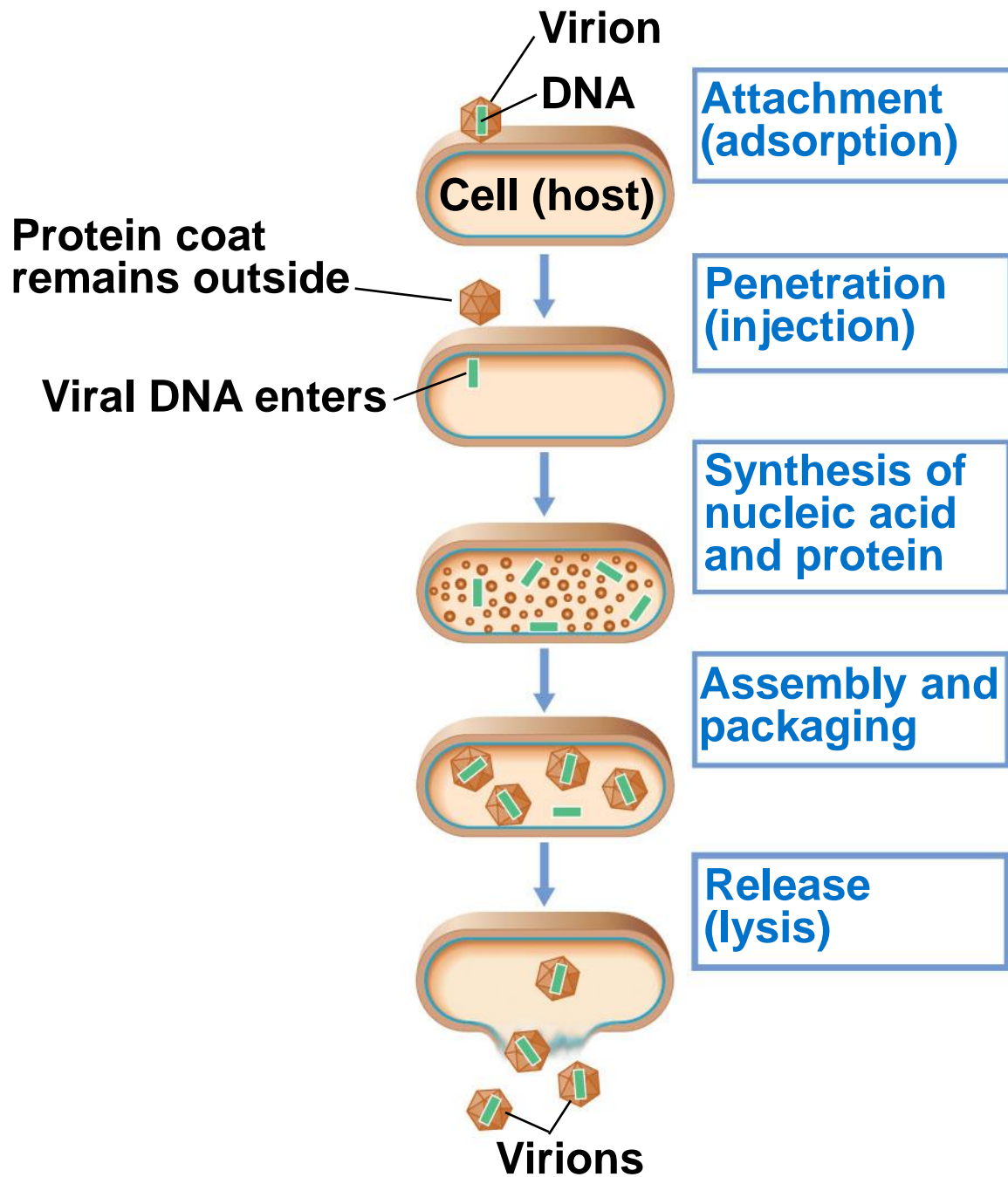
Clapes virals

- Mètodes amb animals intactes
 - Alguns virus no es poden estudiar en cultius cel·lulars i cal usar animals per detectar mort o malaltia
 - S'usen virus diluïts i s'infecten els animals
 - Es fan càlculs a punt final (LD_{50} o ID_{50})

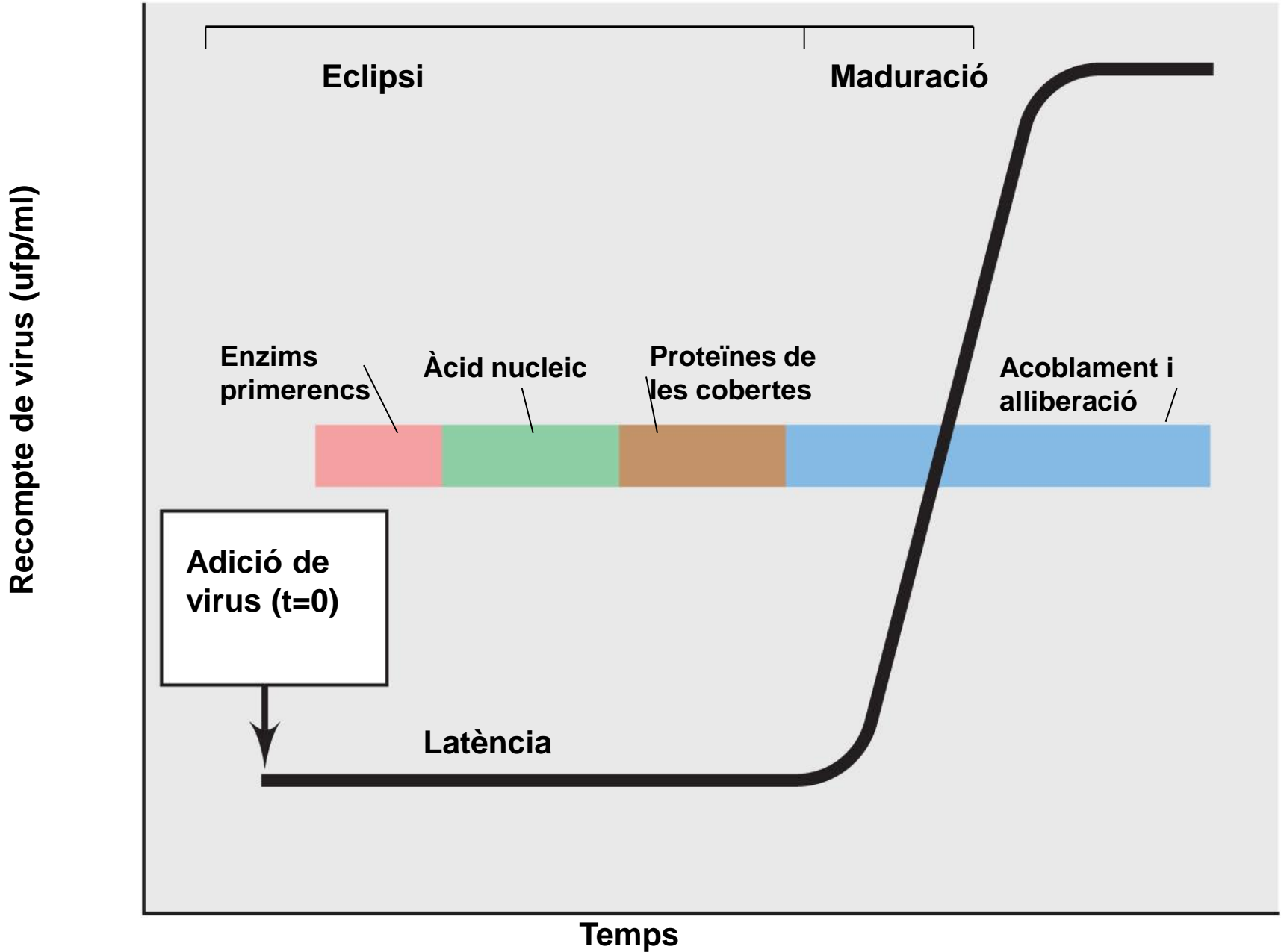
Tema 12

VIROLOGIA

- I. Els virus: estructura i tipus. Detecció i enumeració de virus.
- II. Cinètica de la multiplicació viral.
 5. Aspectes generals
 6. Adsorció i penetració
 7. Producció de l'àcid nucleic i de la proteïna víriques
- III. Bacteriòfags: caràcters generals i principals grups.
- IV. Cicle lític i cicle lisogènic.



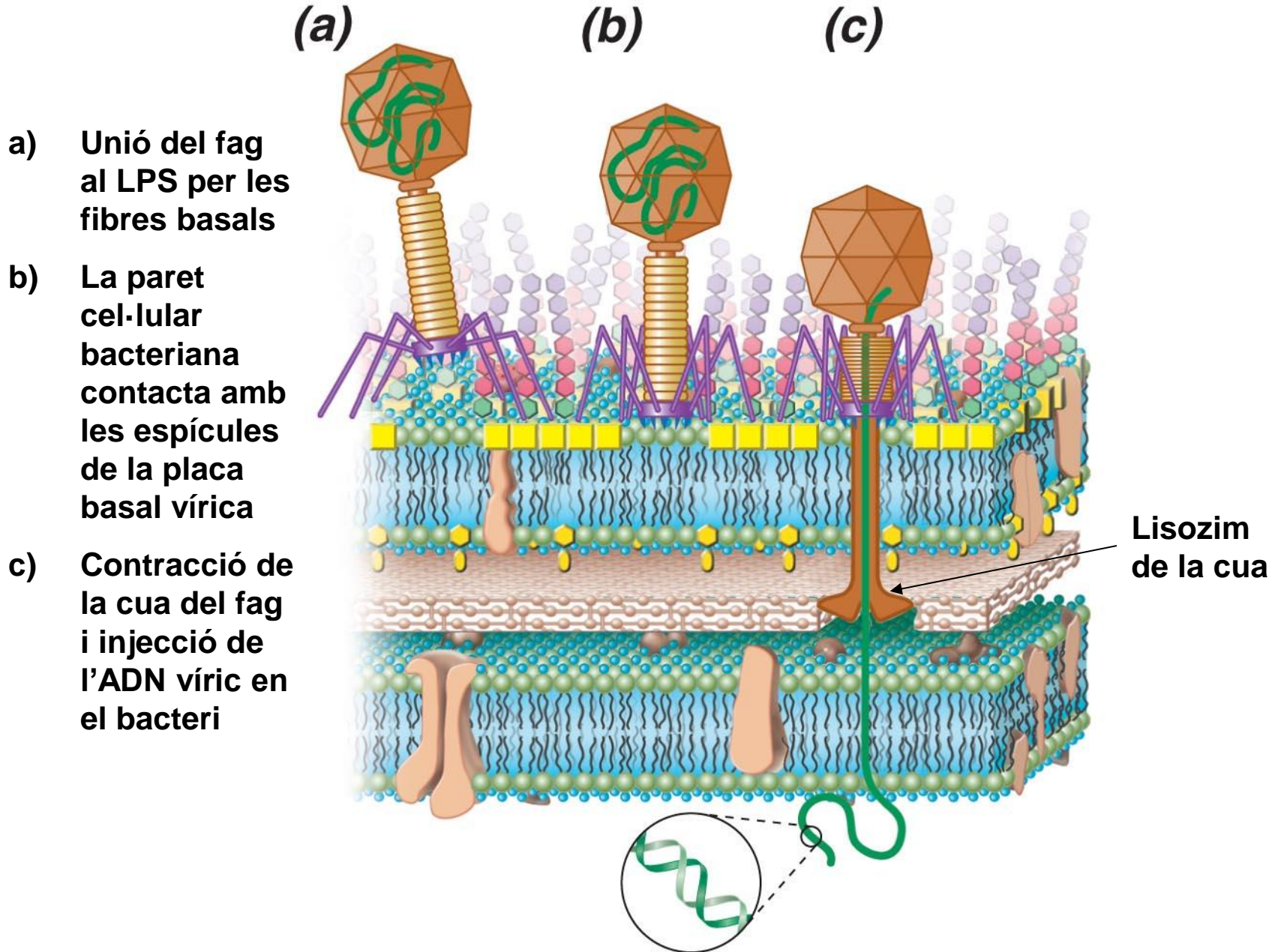
Corba de la multiplicació vírica



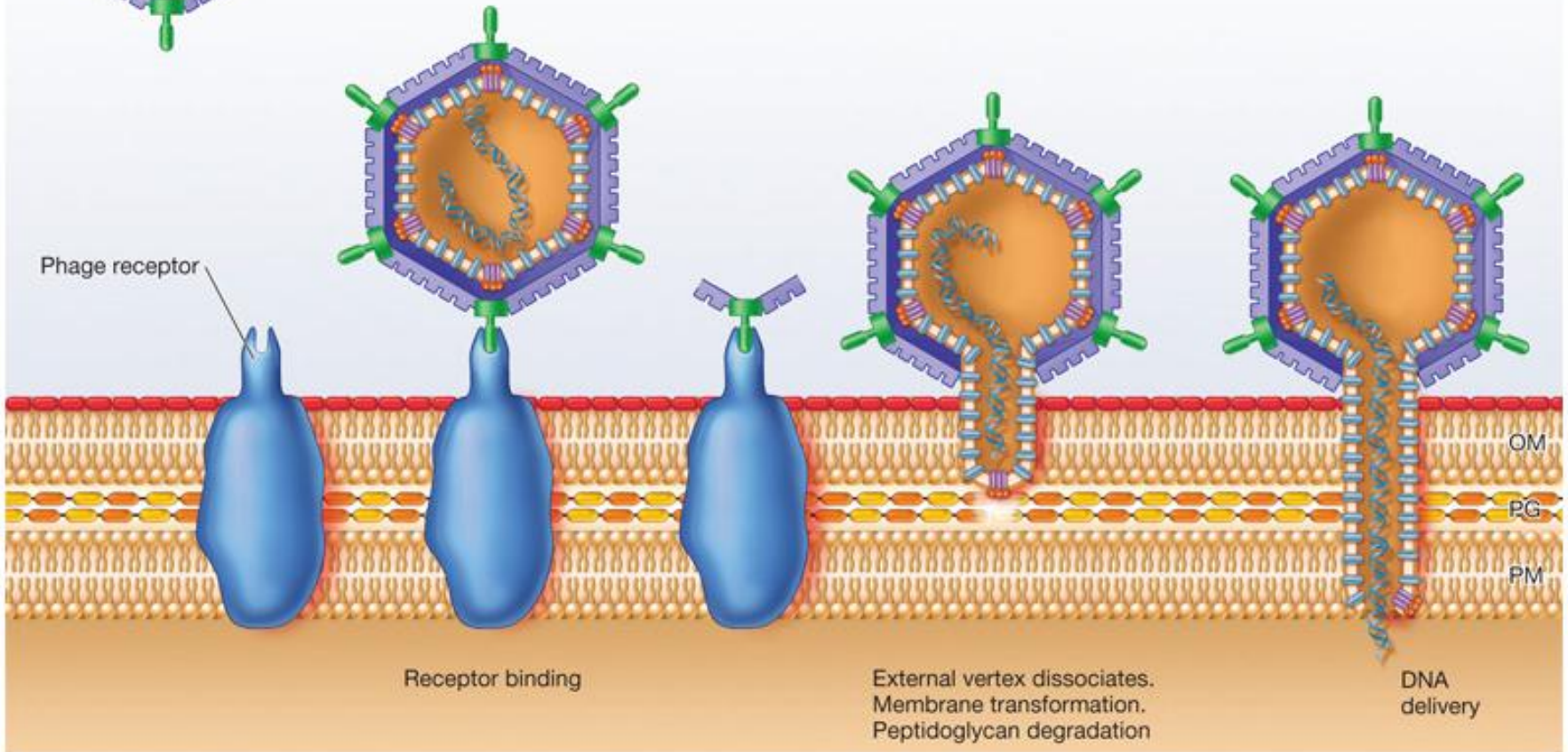
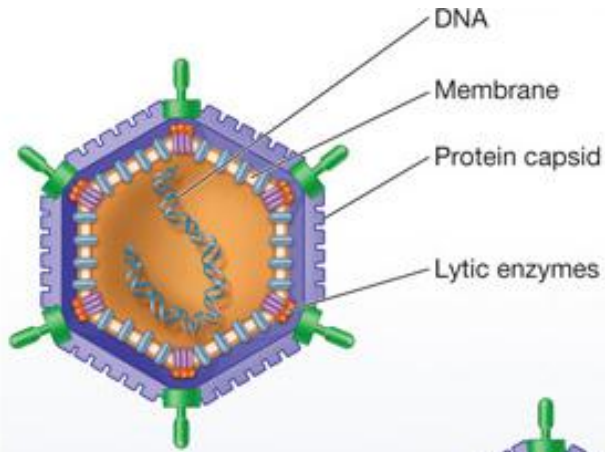
6. Adsorció i penetració

- L'adhesió del virió a la cèl·lula hoste és molt específica
 - Requereix de receptors complementaris a la superfície de l'hoste i al virus
 - Els receptors a la cèl·lula hoste desenvolupen funcions normals a la cèl·lula (p.e. interacció cèl·lula a cèl·lula)
 - Els receptors poden ser proteïnes, carbohidrats, glicoproteïnes, lípids, lipoproteïnes, o complexes
- Desencadena canvis tant al virió com a la superfície de l'hoste que faciliten la penetració

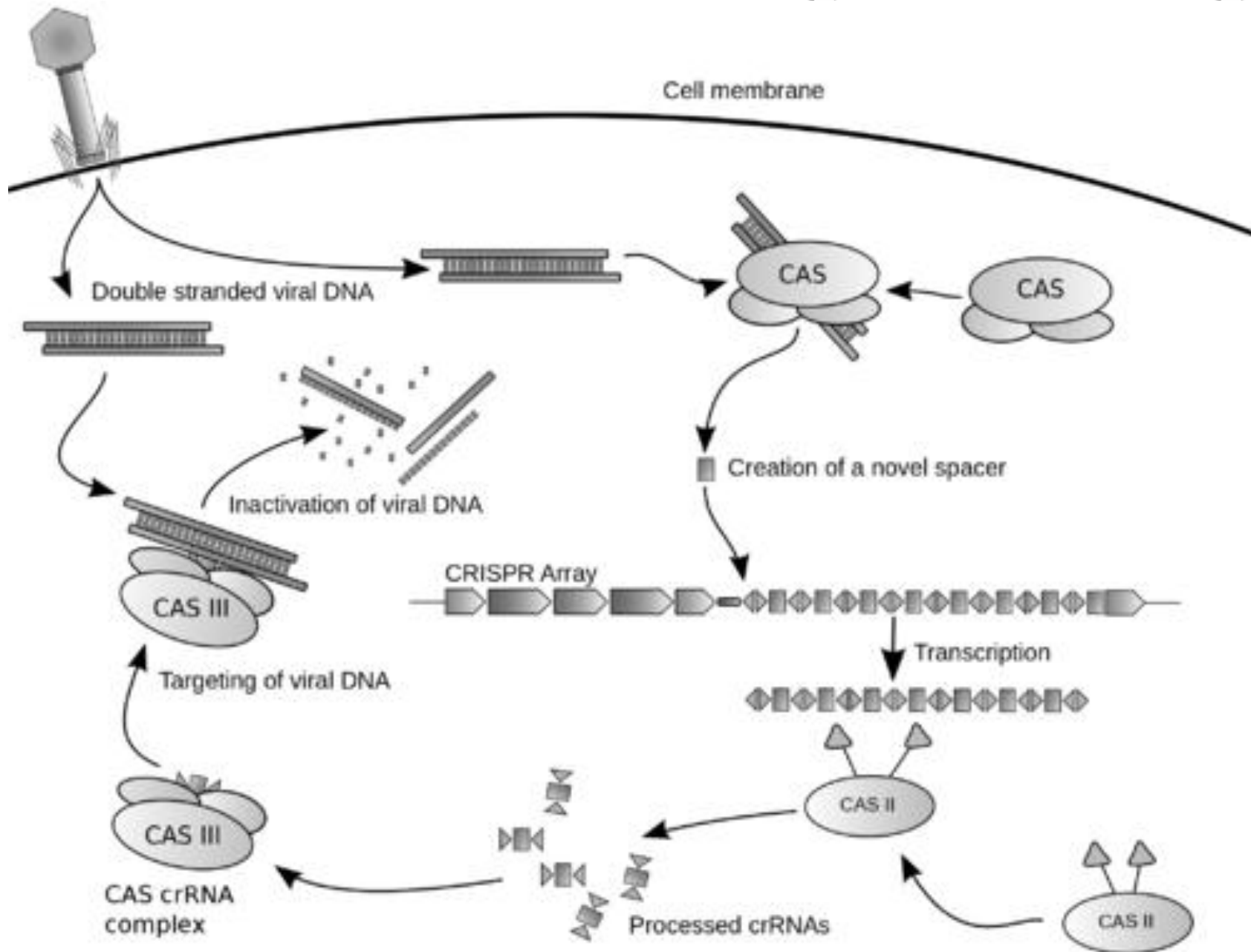
Unió i penetració del fag T4

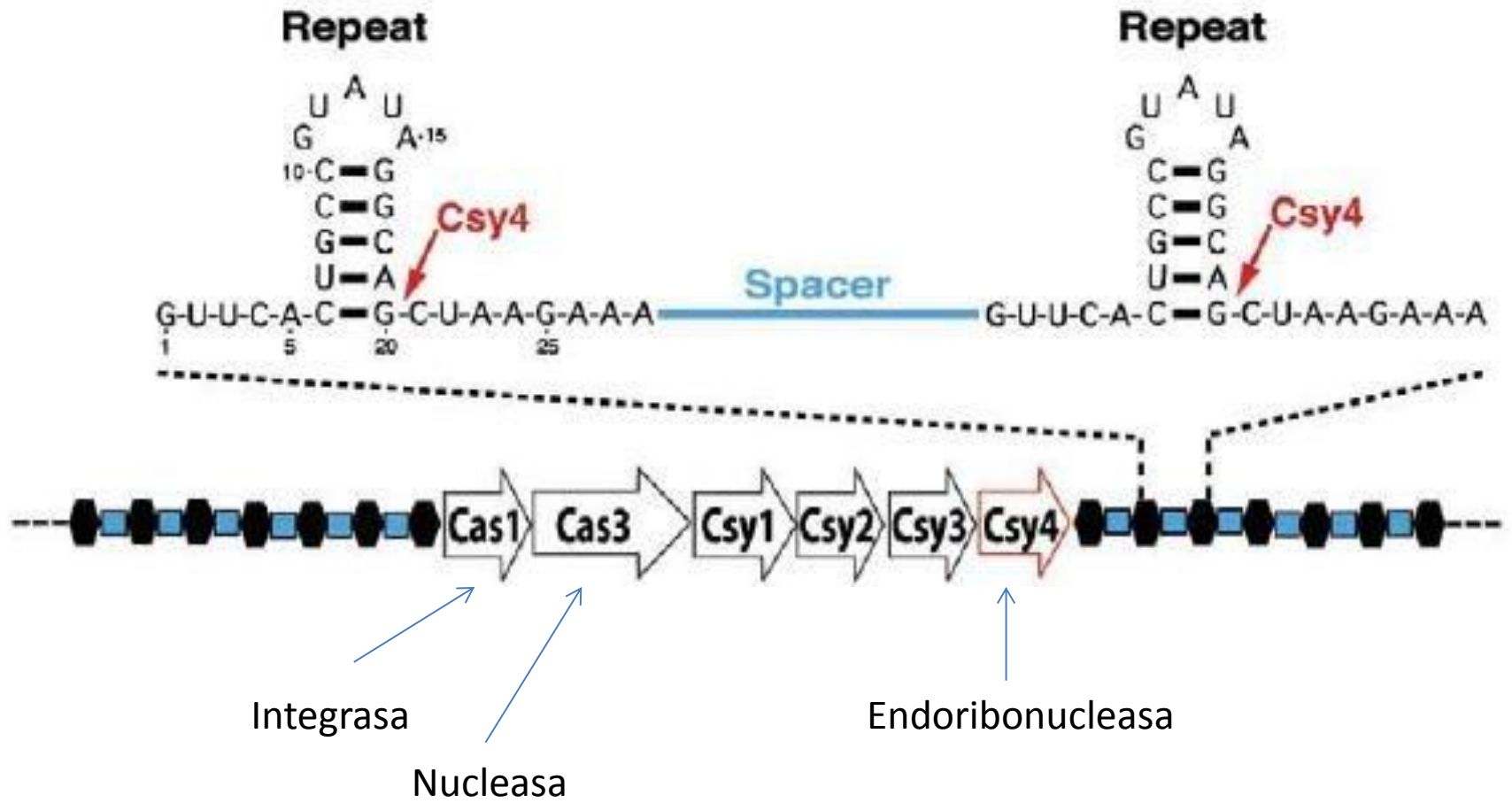


Unió i penetració del fag RD1



- Mecanismes dels eucariotes per disminuir les infeccions víriques
 - Mecanismes de defensa immune, interferència de RNA
- Procariotes
 - CRISPR (**C**lustered **R**egularly **I**nterspaced **S**hort **P**alindromic **R**epeats)
 - Similar a l'interferència de RNA (*Immunitat adquirida*)





– Sistema de restricció modificació

- Destrucció del DNA només actiu contra virus dsDNA
- Els ER tallen el DNA en seqüències específiques
- La modificació del DNA propi evita que es talle el DNA propi

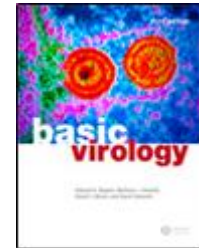
• Mecanismes dels virus per evadir els sistemes de restricció dels bacteris

- Modificació química del DNA víric (glicosilació o metilació)
- Producció de proteïnes inhibidores del sistema de restricció de la cèl·lula hoste

7. Producció de l'àcid nucleic i de la proteïna vírics

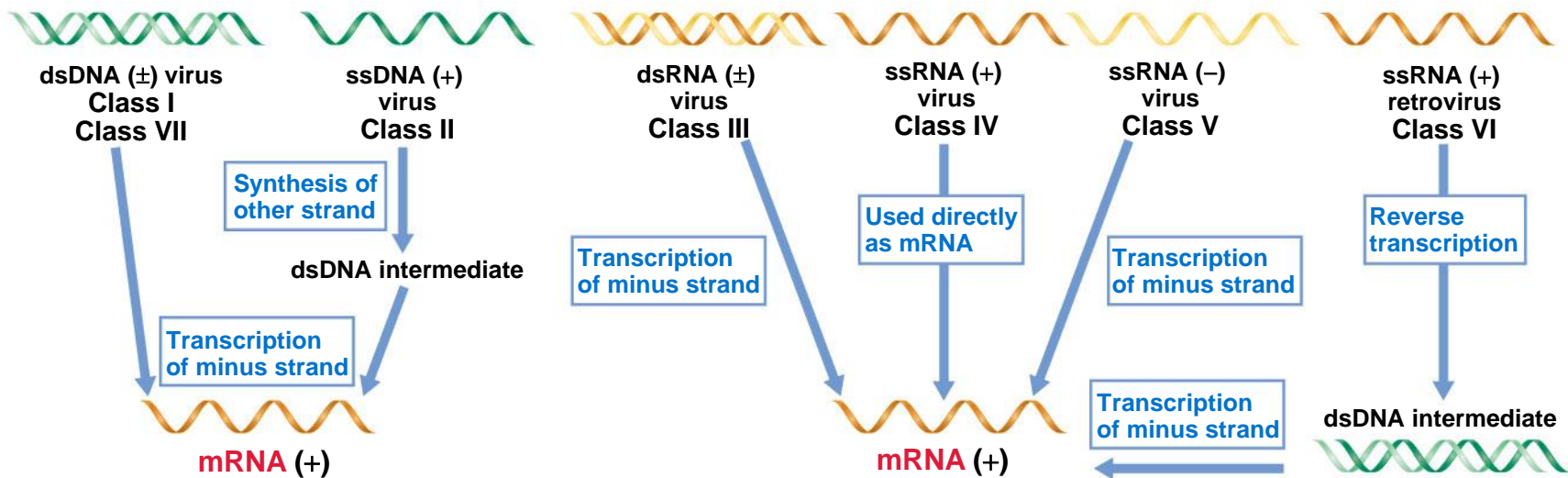
- Classificació de Baltimore

- Classe I, dsDNA
- Classe II, ssDNA
- Classe III, dsRNA
- Classe IV i V, ssRNA (+ o –) respectivament
- Classe VI, retrovirus
- Classe VII, dsDNA, es repliquen via un intermediari de RNA



<http://www.blackwellpublishing.com/wagner/animations.asp>

- Nomenclatura per descriure el genoma.
 - mRNA configuració (+); el complementari te configuració (-)
 - Virus RNA (+): genoma ssRNA amb la mateixa orientació que el seu mRNA
 - Virus RNA (-): genoma ssRNA amb orientació complementària al seu mRNA
- Retrovirus: virus d'animals que causen alguns tipus de càncer i la SIDA
 - Virus de Classe VI i VII
 - Requereixen de transcriptasa reversa



Genome replication: Class I, classical semiconservative
 Class II, classical semiconservative, discard (-) strand
 Class VII, transcription followed by reverse transcription

DNA viruses

Genome replication: Class III, make ssRNA (+) and transcribe from this to give ssRNA (-) partner
 Class IV, make ssRNA (-) and transcribe from this to give ssRNA (+) genome
 Class V, make ssRNA (+) and transcribe from this to give ssRNA (-) genome
 Class VI, make ssRNA (+) genome by transcription of (-) strand of dsDNA

RNA viruses

(a)

(b)

- Proteïnes víriques
 - La producció segueix la síntesi del mRNA
 - Proteïnes primerenques
 - es sintetitzen aviat, després de la infecció
 - necessàries per la replicació de l'àcid nucleic víric
 - típicament amb activitat catalítica
 - sintetitzades en xicotetes quantitats
 - Proteïnes tardanes
 - es sintetitzen després
 - Inclouen proteïnes de la càpsida
 - típicament són estructurals
 - sintetitzades en grans quantitats

III. Bacteriòfags: caràcters generals i principals grups.

8 Generalitats

9 RNA (**MS2**)

10 ssDNA (**ϕ X174 i M13**)

11 dsDNA. Bacteriòfags moderats (**Lambda i P1**)

12 dsDNA. Bacteriòfags virulents (**T4**)

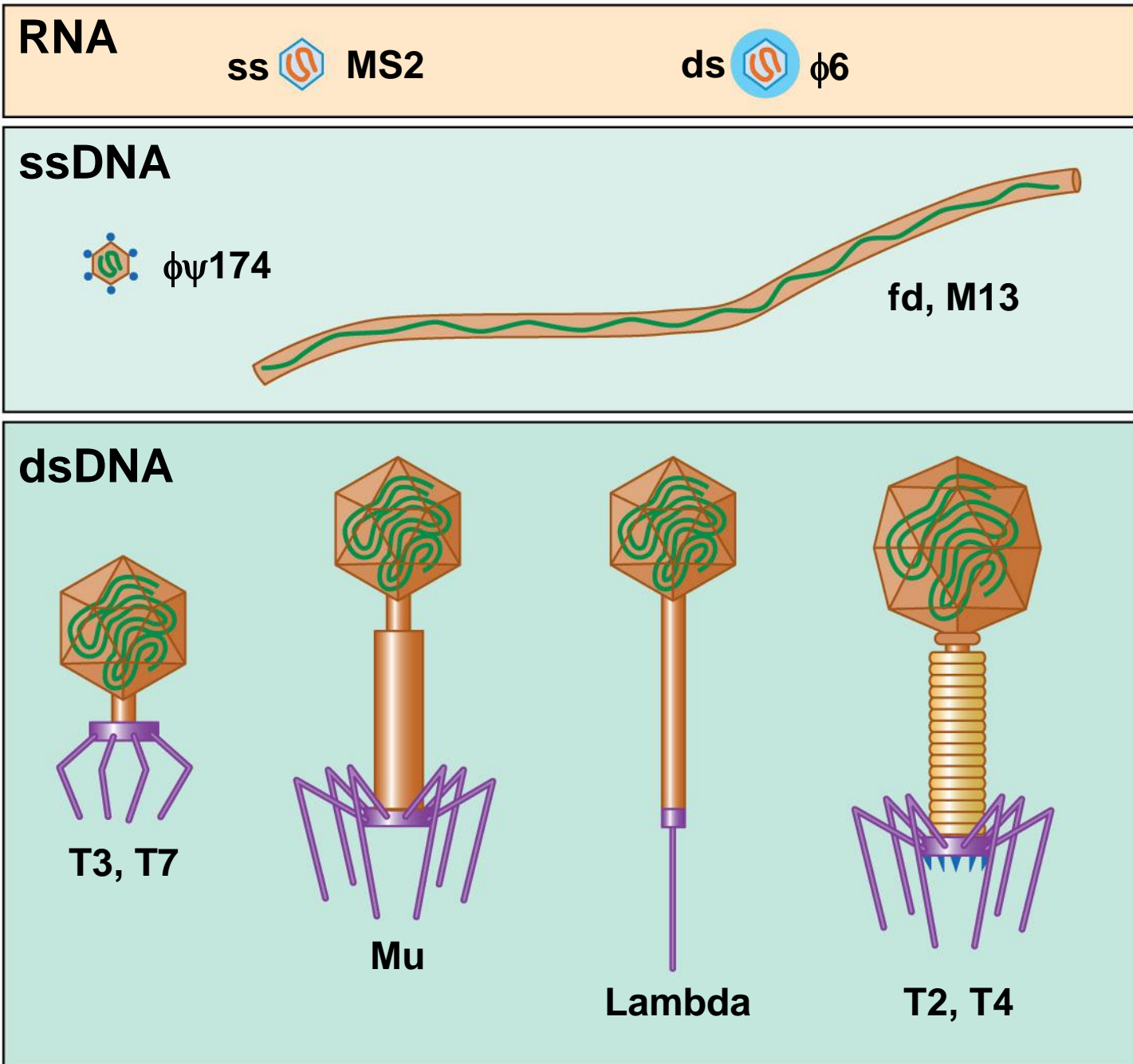
13 dsDNA (**T7**)

14 dsDNA (**Fag transposable Mu**)

15 Virus d'arqueus

16 Genomes vírics a la Natura

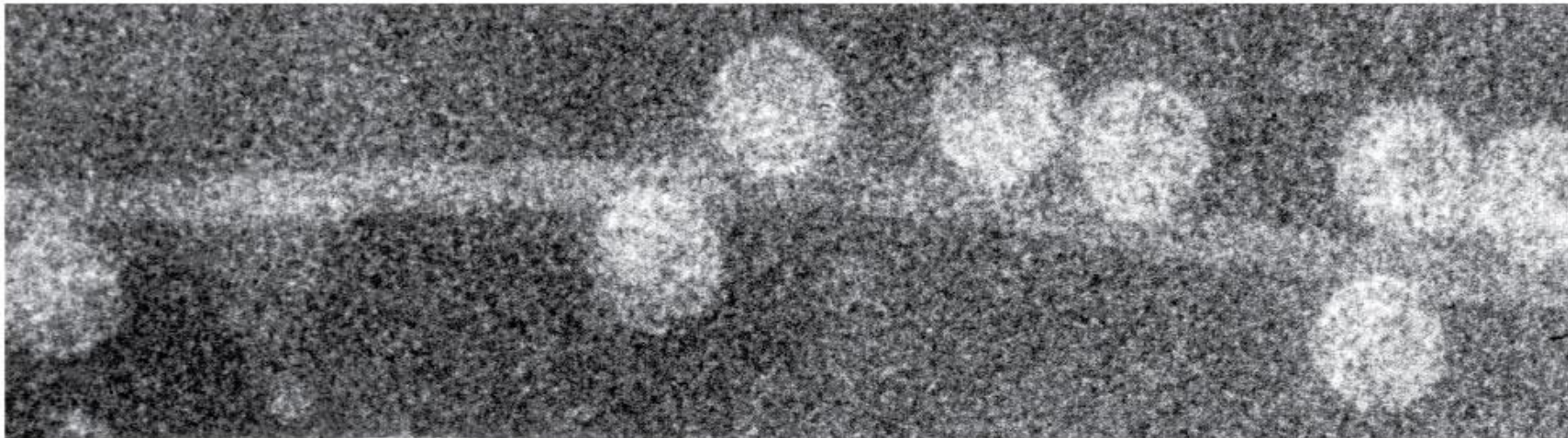
8. Generalitats



- Cicles de vida
 - Mode virulent: lisi cel·lular després de la infecció
 - Mode moderat: els virus repliquen el genoma en tàndem amb el genoma de l'hoste sense matar l'hoste

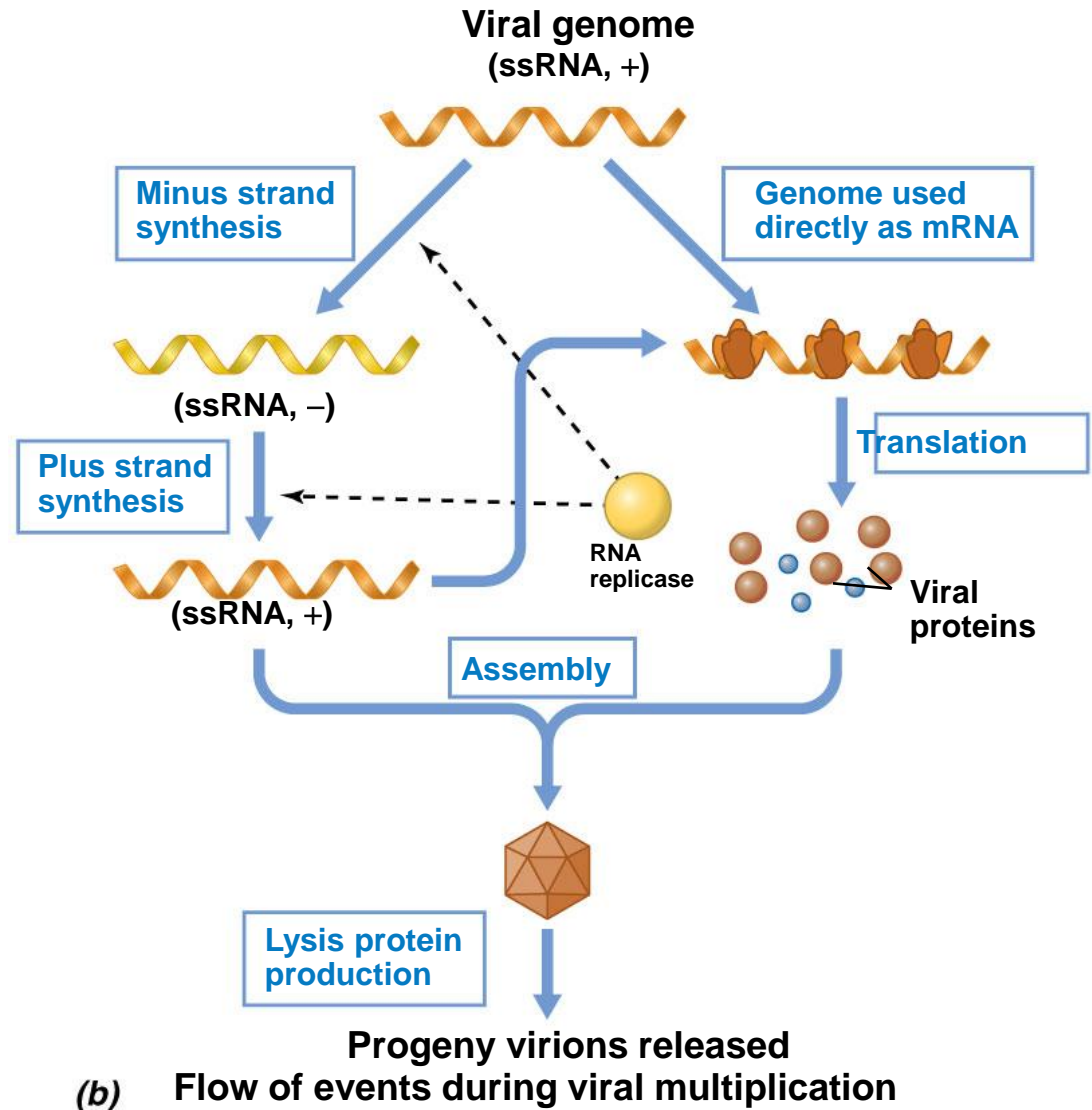
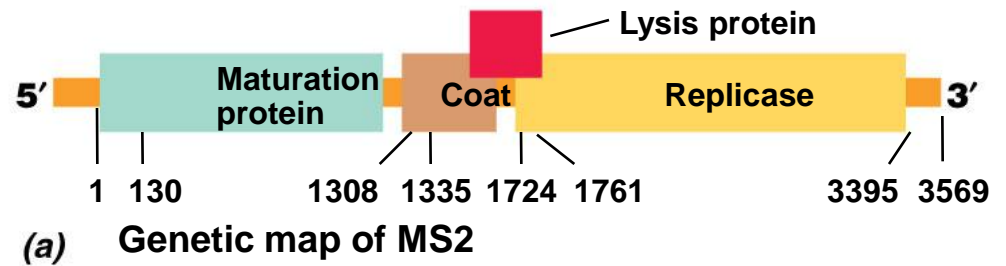
9. Bacteriòfags de RNA (MS2 d'*E. coli*)

- Molts bacteriòfags de RNA contenen genomes de RNA amb configuració (+)
- Els virus de RNA dels enterobacteris s'adsorbeixen al pili bacterià



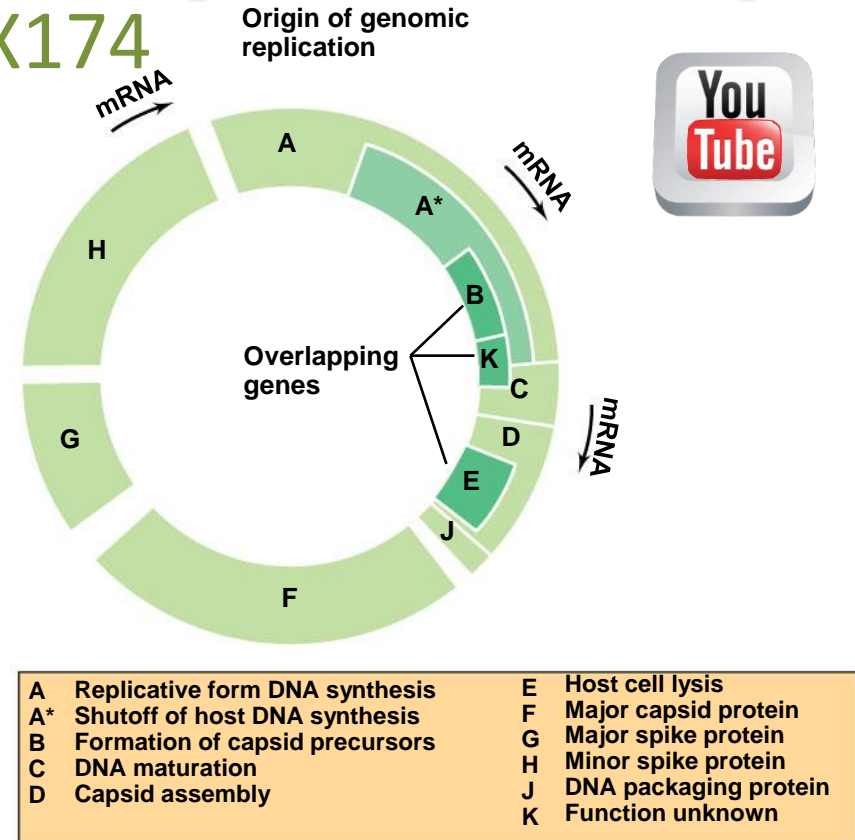
- Te un xicotet genoma que es traduït per una combinació d'enzims de l'hoste i del virus

- Te solapants gens

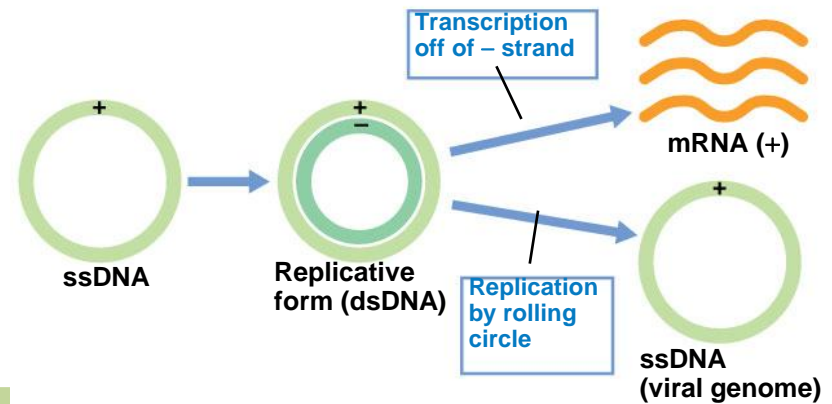


10. Bacteriòfags ssDNA (+) ϕ X174

- La transcripció del genoma va precedida per la síntesi de la cadena complementària de DNA
- ϕ X174 és un virió icosaèdric
- Genoma molt menut amb gens solapants
- Replicació via cercle rodant



(a) Genetic map of ϕ X174

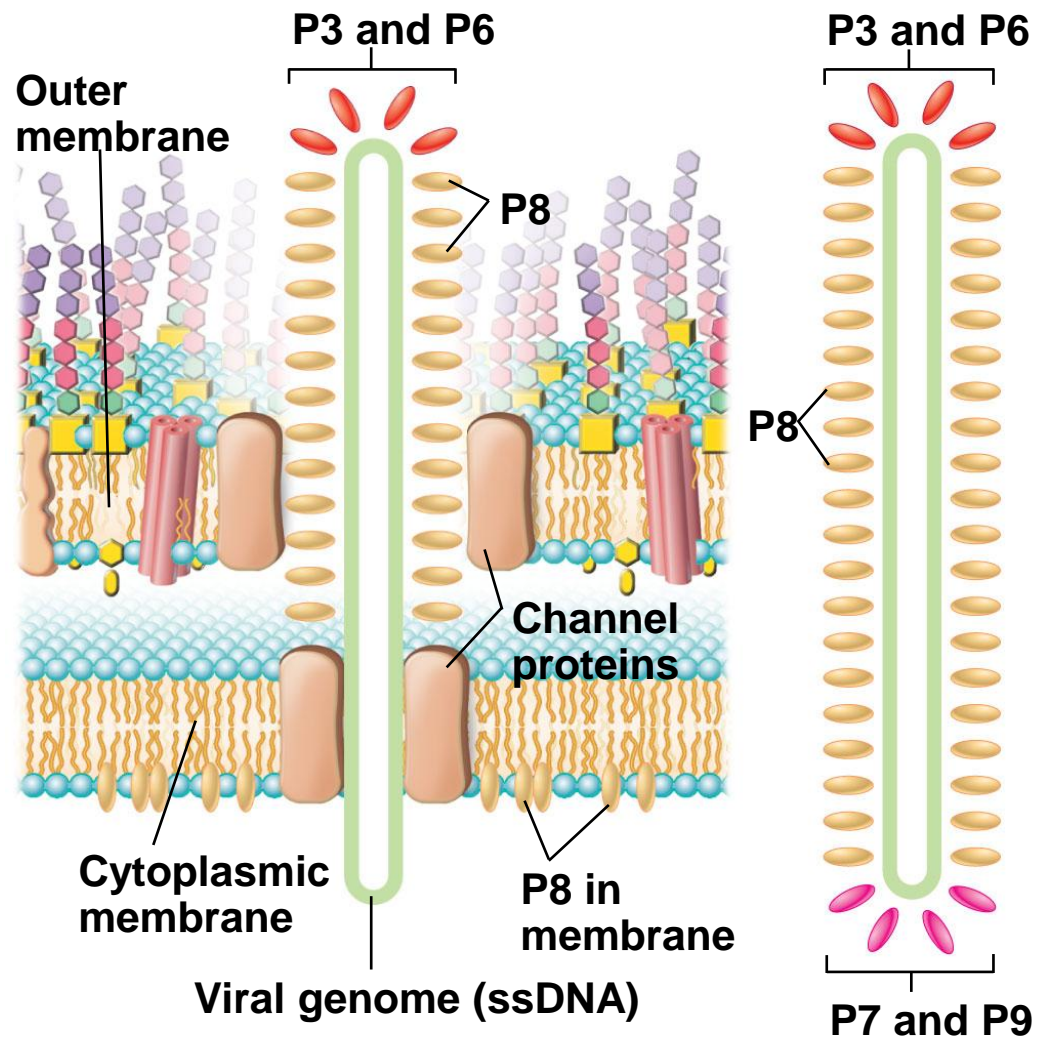


(b) Flow of events during ϕ X174 replication



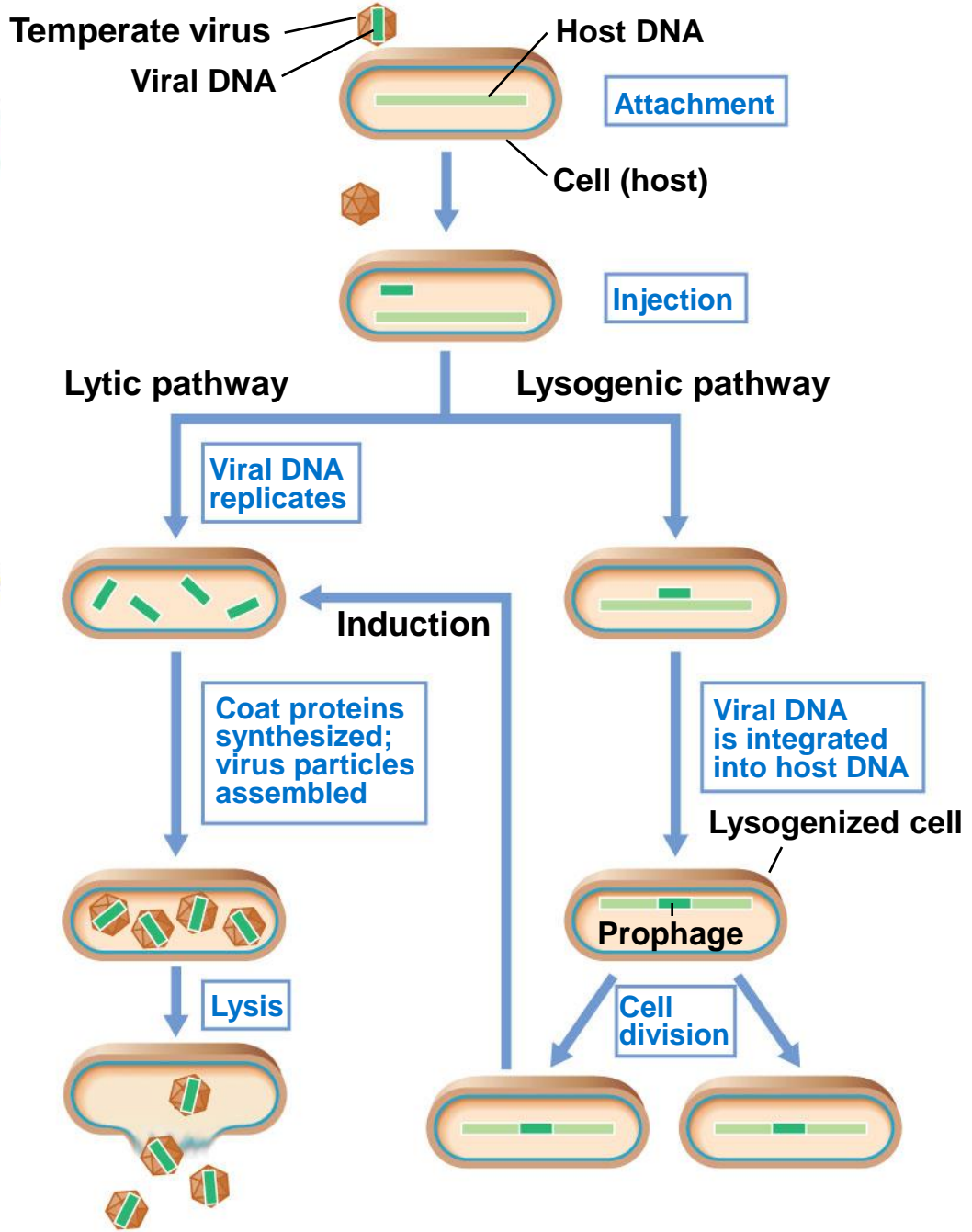
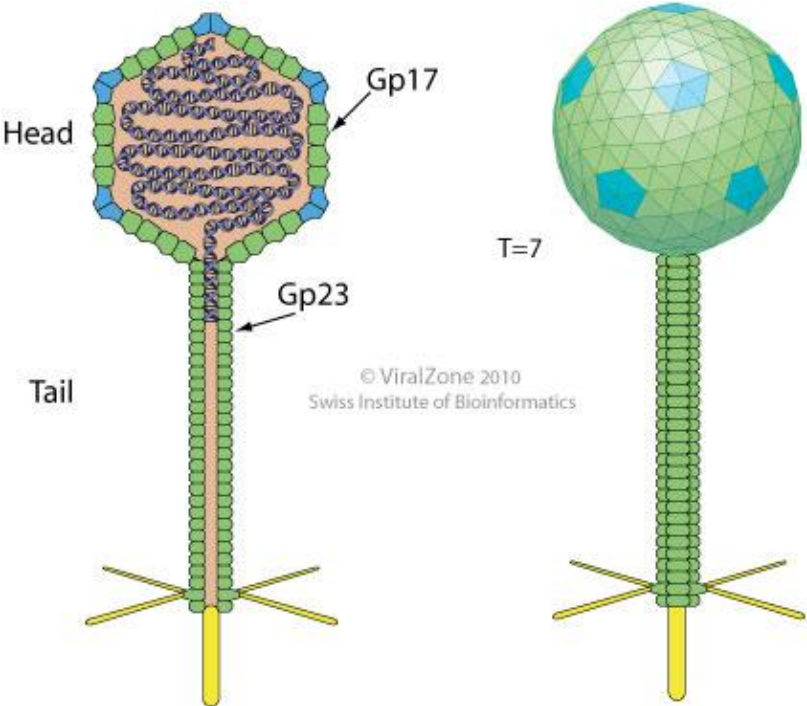
10. Bacteriòfags ssDNA (+) (M13)

- Fag filamentós
- Usat en enginyeria genètica (clonació i vector de seqüenciació)
- S'allibera sense matar l'hoste via gemmació



11. (dsDNA) Bacteriòfags moderats, Lambda, i P1

- Virus moderats: poden dur una relació genètica estable dins l'hoste
 - També poden matar la cèl·lula quan entren al cicle lític
- Lisogènia: estat en que la majoria del gens vírics no s'expressen i el genoma del virus (pròfag) es replica en sincronia amb el cromosoma de l'hoste
- Lisogen: bacteri que conté un pròfag
- En certes condicions, els virus lisogènics poden revertir a l'estat lític i començar a produir virions



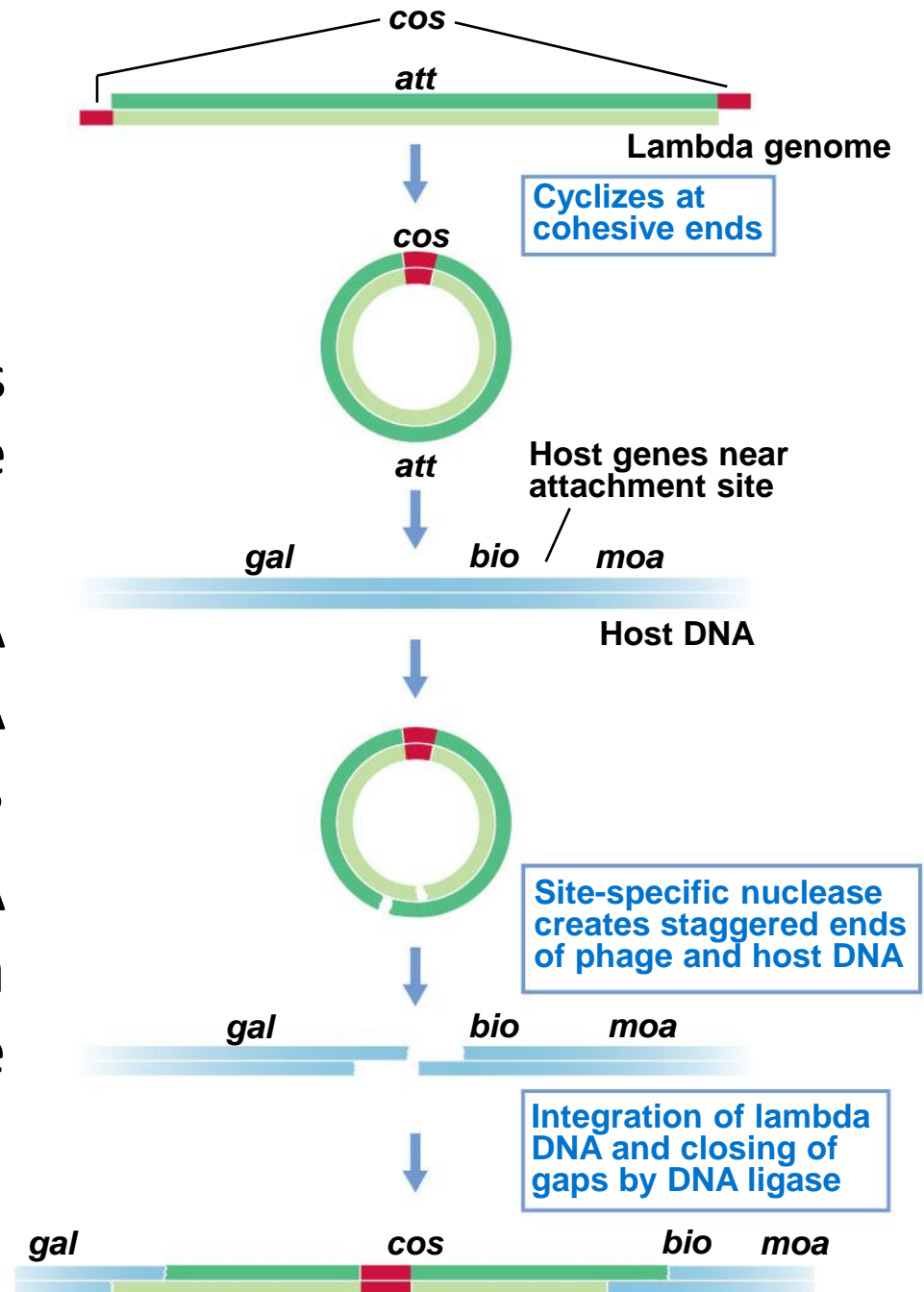
Lambda: Nonenveloped, head-tail structure. The head is about 60 nm in diameter and consists of **72 capsomers**. Tails are flexible with one short fiber and four long fibers.

GENOME

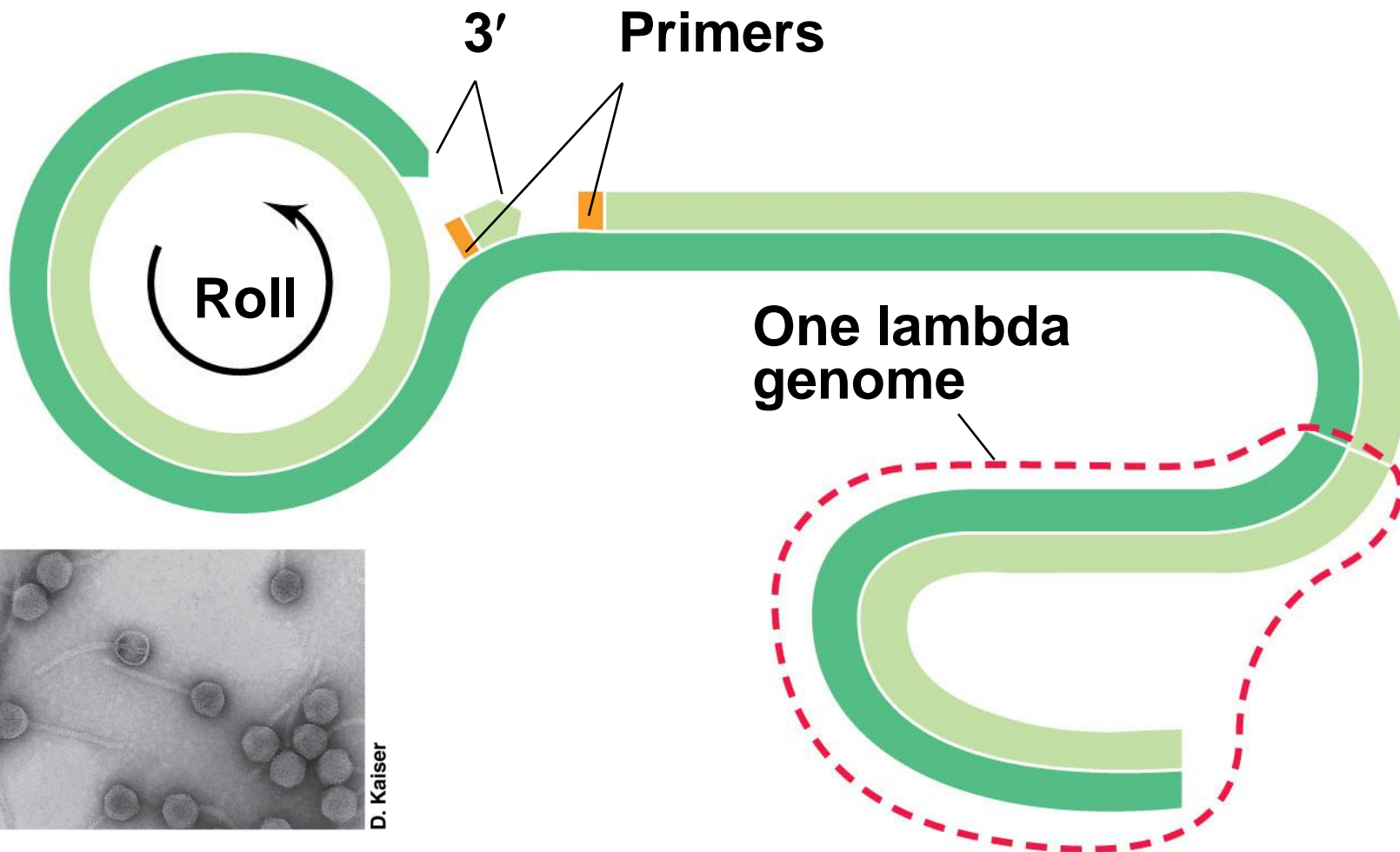
Linear, dsDNA genome of about **48 kb**, containing about **70 genes**.

Bacteriòfag lambda

- Lineal, dsDNA
- Complementari, ss regions de 12 nt a l'extrem 5' de cada cadena
- Els extrems del DNA formen el lloc *cos* i el DNA es lliga i forma un cercle ds
- En lisogènia, el DNA s'integra al cromosoma d'*E. coli* al lloc d'unió de lambda (*att* λ)



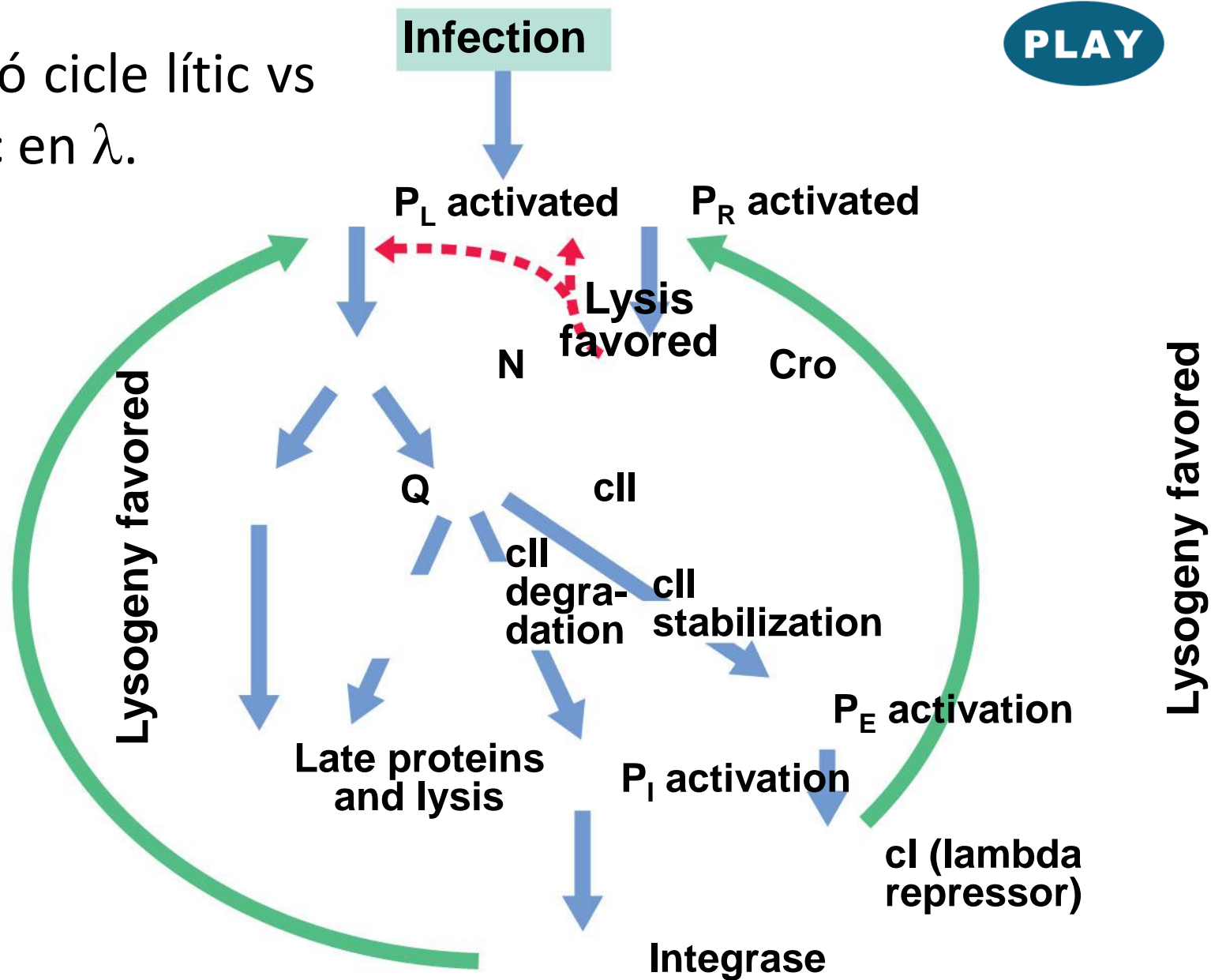
- Quan entra en fase lítica, λ sintetitza concatemers de DNA llargs, lineals per replicació del cercle rodant



D. Kaiser

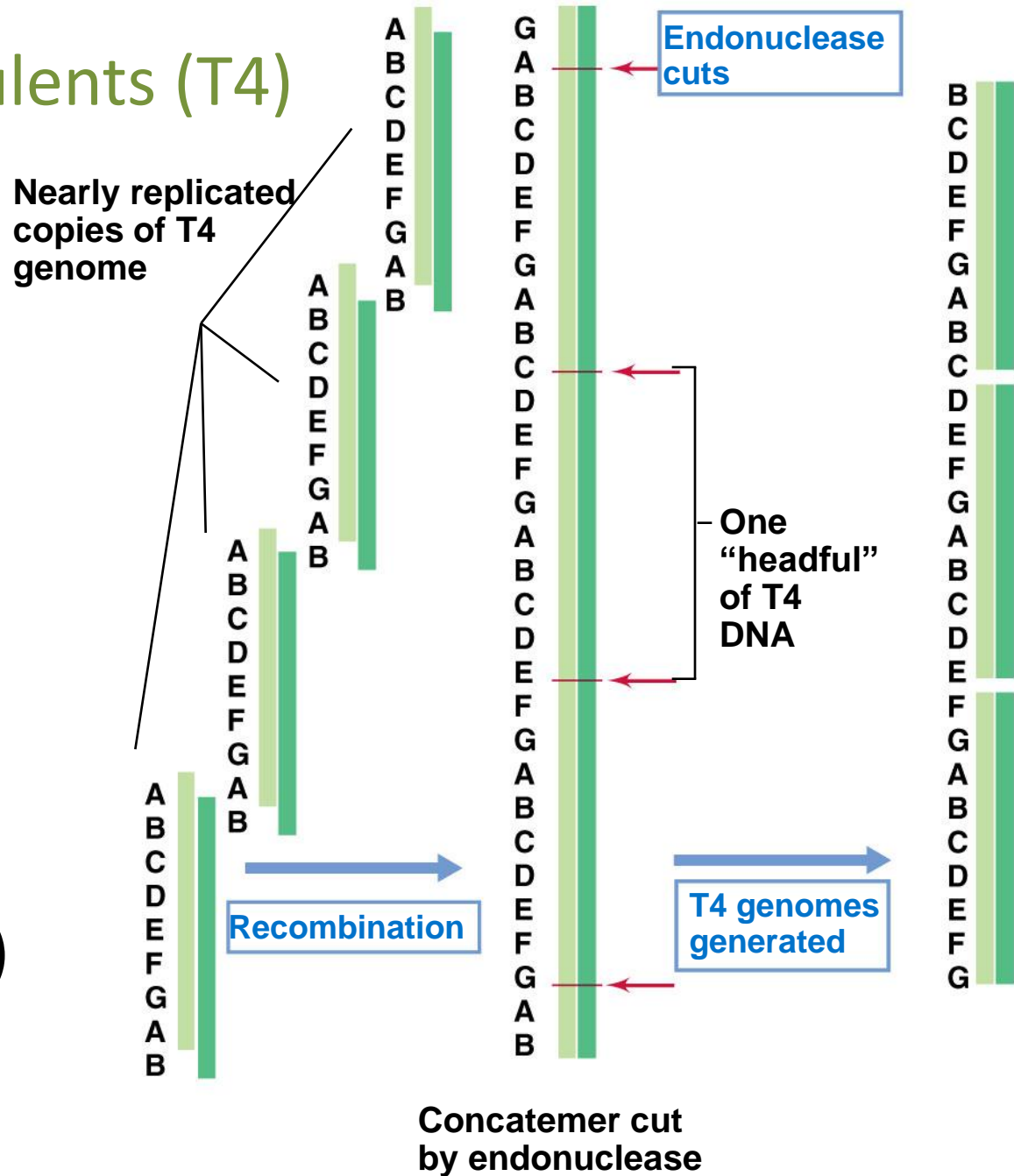


Regulació cicle lític vs lisogènic en λ .



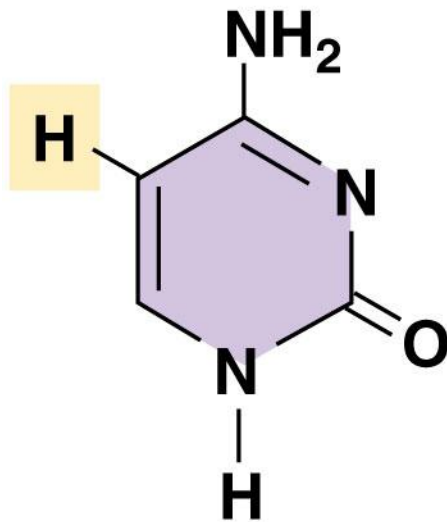
12. Bacteriòfags virulents (T4)

- dsDNA, linears, infecten bacteris entèrics
- T1, T2, **T4**, T7, ...
- T4 te un genoma dsDNA permutat circularment i redundant (afecta l'empaquetament)



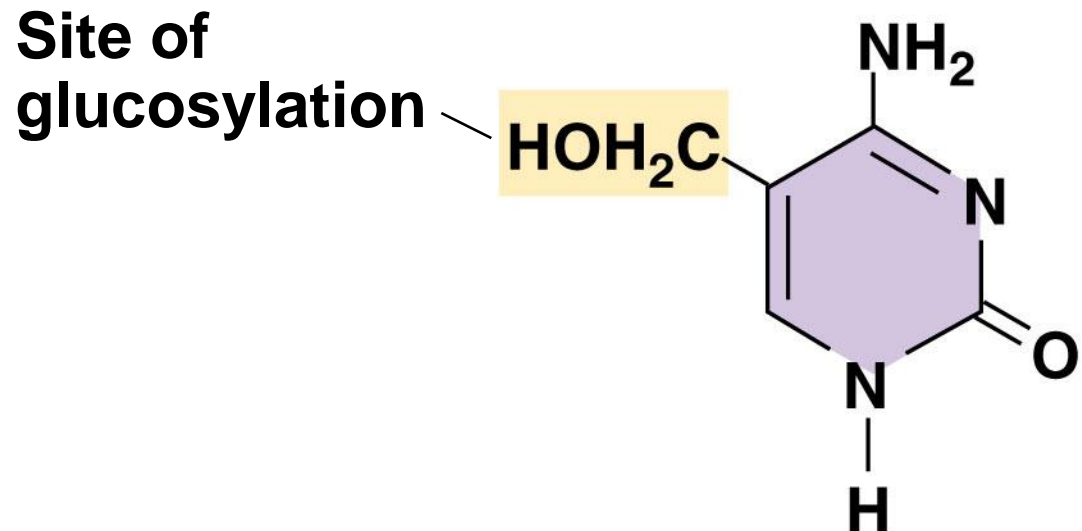
El DNA de T4 DNA conté 5-hidroximetilcitosina que el fa virtualment resistent a qualsevol enzim de restricció

Cytosine



(a)

5-hydroxymethyl- cytosine

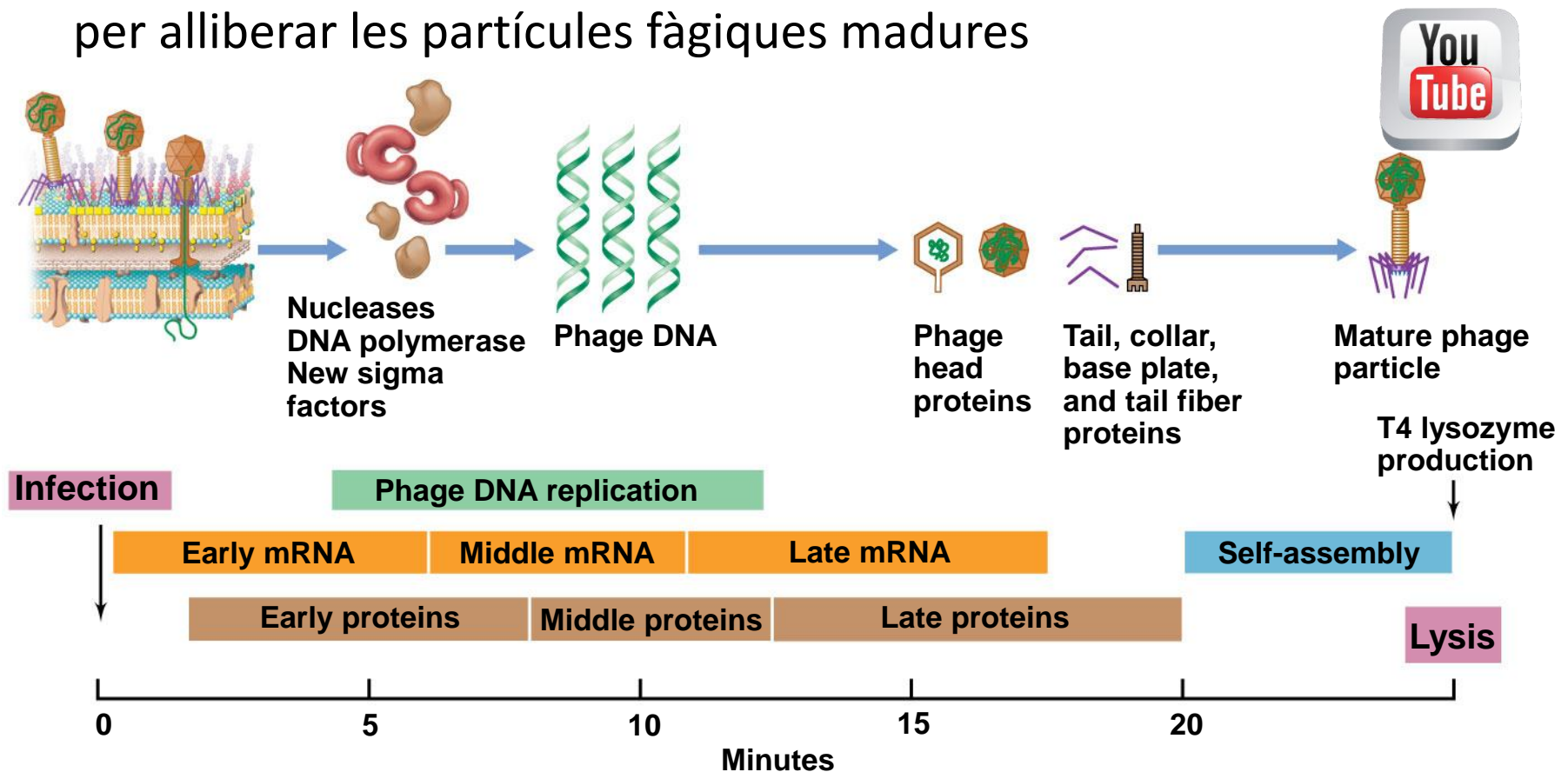


(b)

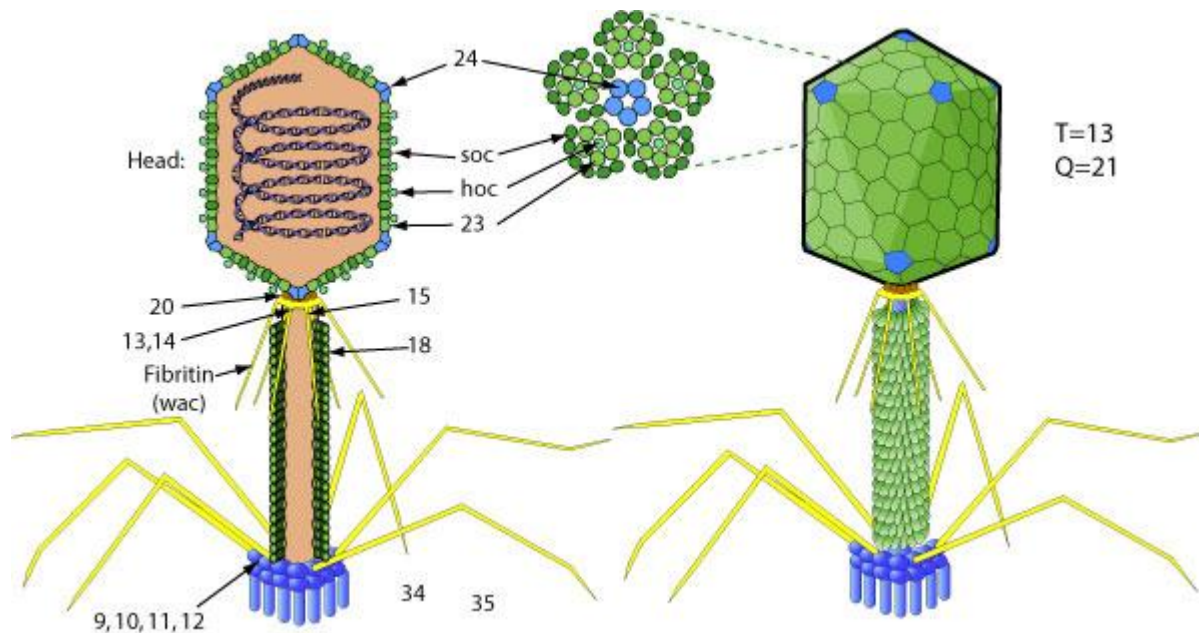
Genoma de T4 (3 parts): proteïnes primerenques, intermèdies i tardanes

Proteïnes primerenques i intermèdies: enzims necessaris per la replicació del DNA i per la transcripció

Proteïnes tardanes: proteïnes del cap i de la cua i enzims requerides per alliberar les partícules fàgiques madures



T4



VIRION

Non-enveloped, head-tail structure. Head is about 50-110 nm in diameter. The tail is contractile, has 6 long terminal fibers, 6 short spikes and a small base plate. The capsid has an elongated icosahedral symmetry $T=13$ $Q=21$, composed of **152 capsomers**.

GENOME

Linear, dsDNA genome of about **169 kb**, encoding for approximately **300 proteins**.

GENE EXPRESSION

Genes are transcribed by operons.

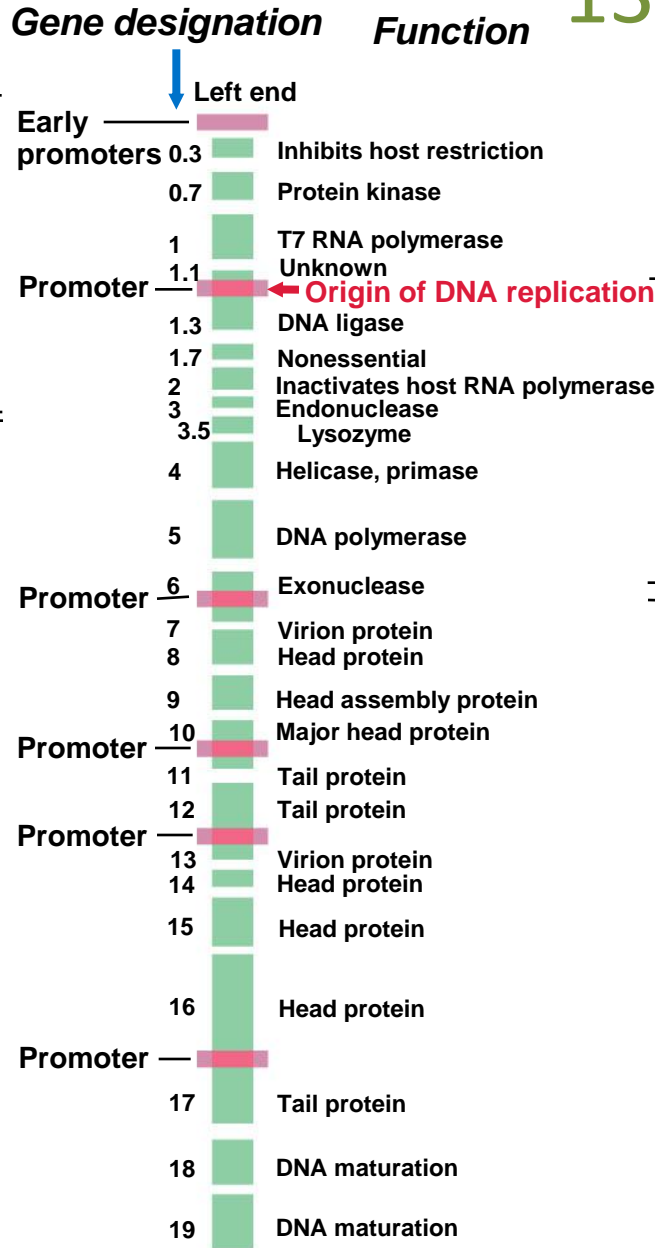
13. Bacteriophages dsDNA (T7)



Bacteriophage T7

Major properties of T7

1. Replication cycle requires 25 minutes
2. Genome is linear double-stranded DNA of 39,936 bp
3. T7 encodes all of its own proteins for DNA replication and transcription
4. Time to complete 100 T7 genome copies from a single copy: 5 minutes
5. Burst size (*Escherichia coli* host): about 300 virions/cell
6. Head size, 45 nm
7. Forms large plaques
8. T7 promoters are unique and widely used in biotechnology

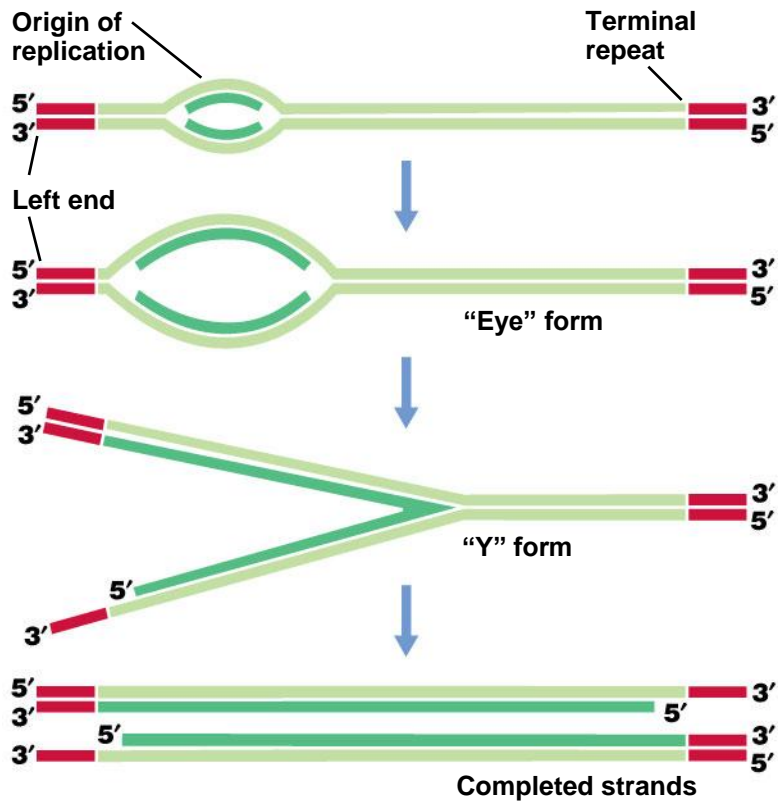


Transcribed by host RNA polymerase

Transcribed by T7 RNA polymerase

Proteins for DNA replication and host lysis

Phage structural components and maturation proteins



(a)



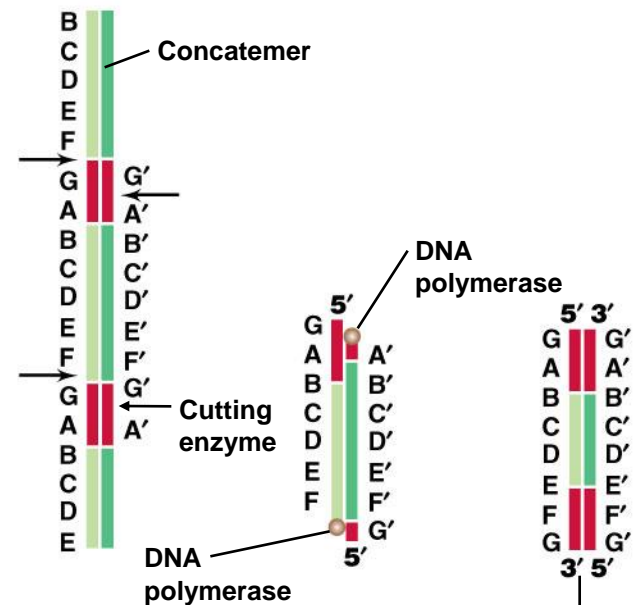
Pairing of unreplicated terminal repeats;
DNA polymerase and ligase activity



Joining of new and old molecules, forming
a concatemer

(b)

Replicació del DNA:
implica polimerasa T7,
repeticions terminals i
formació de
concatèmers



Cutting enzyme
(arrows) makes
single-stranded
cuts

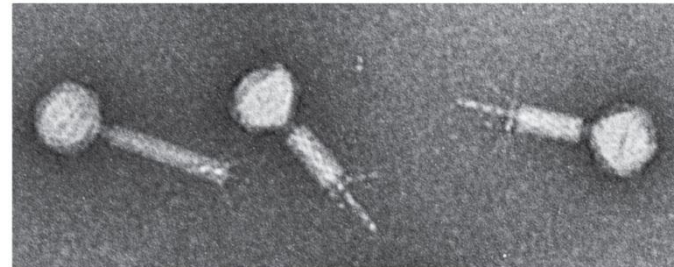
DNA polymerase
completes the
single strands

Mature T7
molecule,
with terminal
repeats

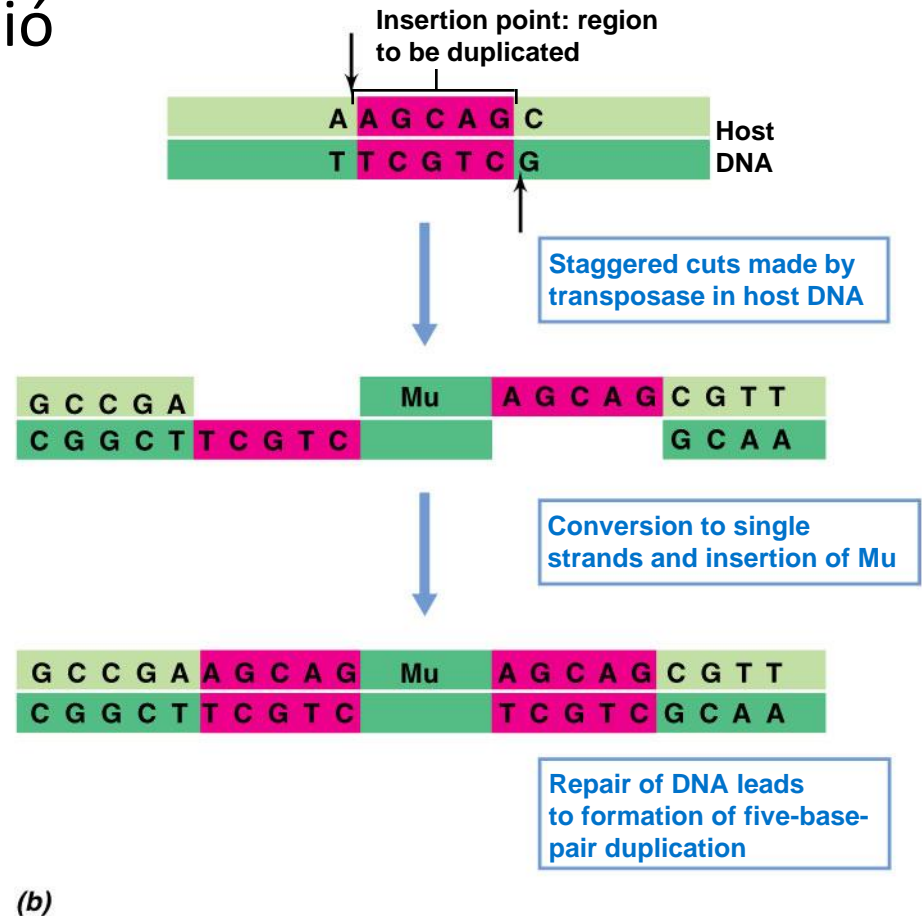
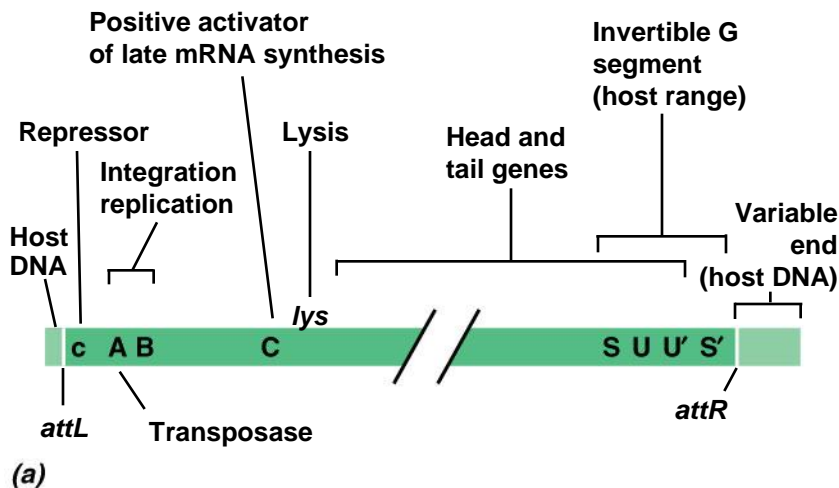
(c)

14. (dsDNA) Bacteriòfag transposable Mu

- Fag “Mutador”, indueix mutacions al genoma de l’hoste
- Fag moderat que es replica per transposició
- La regió G del genoma determina el ventall d’hostes
- El seu genoma s’integra al de l’hoste amb una **transposasa**
- S’empaqueta al virió amb un tros (5 pb) de l’hoste a cada extrem



- El genoma es replica com a part d'una molècula gran de DNA, tant en cicle lític com en lisogènic
- L'estat lisogènic requereix de quantitat suficient de proteïna repressora per prevenir la transcripció de DNA integrat de Mu



15. Virus d'arqueus (dsDNA)

- Semblants als que afecten els bacteris entèrics
- Majoritàriament dsDNA
- Genomes típicament superenrotllats per adaptar-se a ambients extrems



Mark Young

(a)



Mark Young

(b)



Claire Geslin

(c)

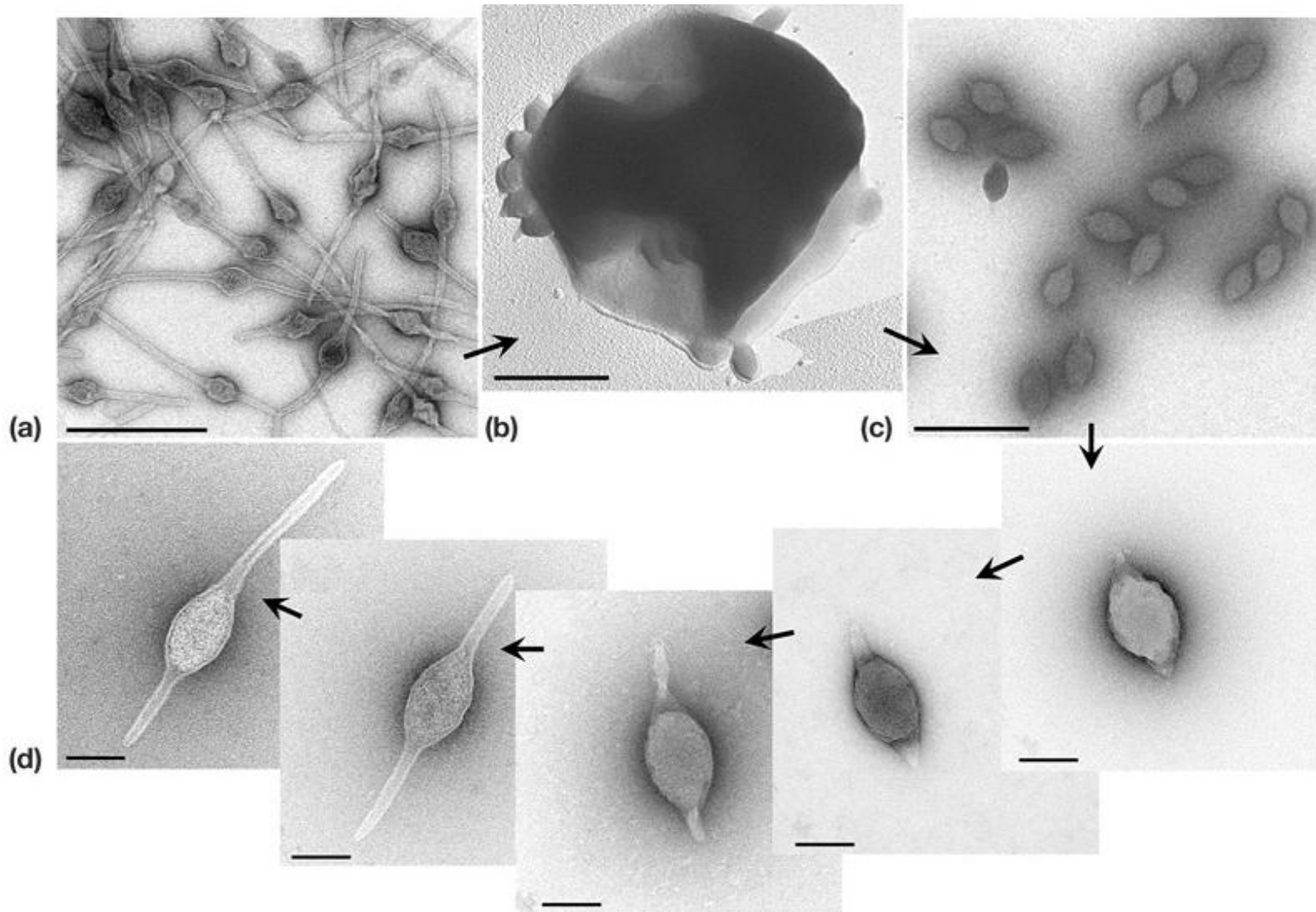


David Prangishvili

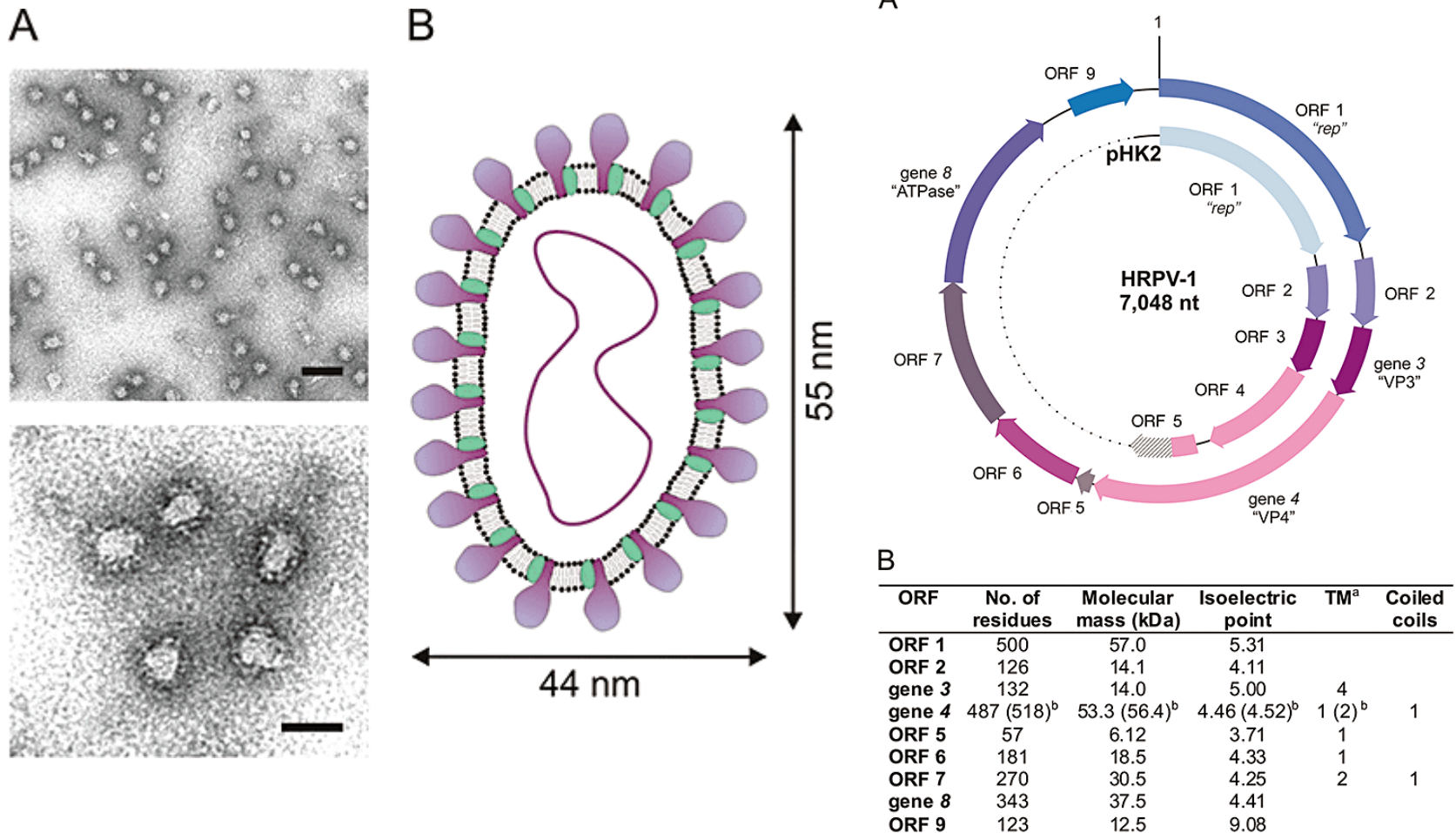
(d)

a i b) Virus (afusat i filamentós) de *Sulfolobus solfataricus*; c) virus de *Pyrococcus abyssi*; d) virus de *Acidianus convivator*

Creixement independent de l'hoste del virus de 2 cues d'*Acidianus convivator* (ATV)



- HRPV-1, an **ssDNA** virus infecting archaea: a new lineage of viruses with a membrane envelope. *Mol. Microbiol.* (2009)



^a Putative transmembrane (TM) regions.

^b Number of residues, molecular mass, isoelectric point and TM of the non-processed polypeptide.

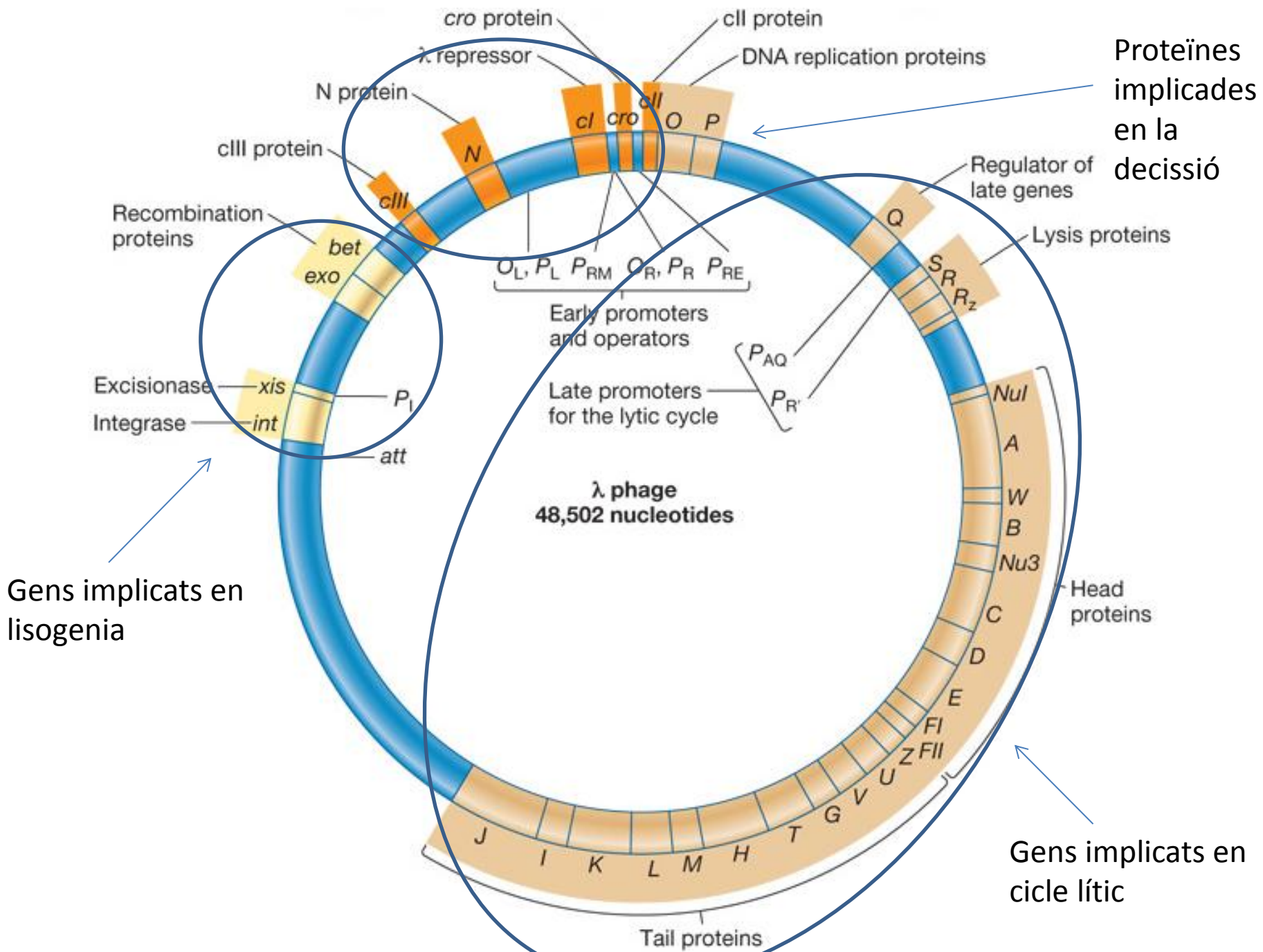
16. Genomes vírics a la Natura

- Nombre total de procariotes a la Terra = 10^{30}
- Nombre total de virus a la Terra = 10^{31}
- La majoria dels virus son bacteriòfags
- La majoria de la diversitat genètica a la Terra resideix als virus
- El metagenoma viral és la suma de tots els gens vírics a un ambient

Tema 12

VIROLOGIA

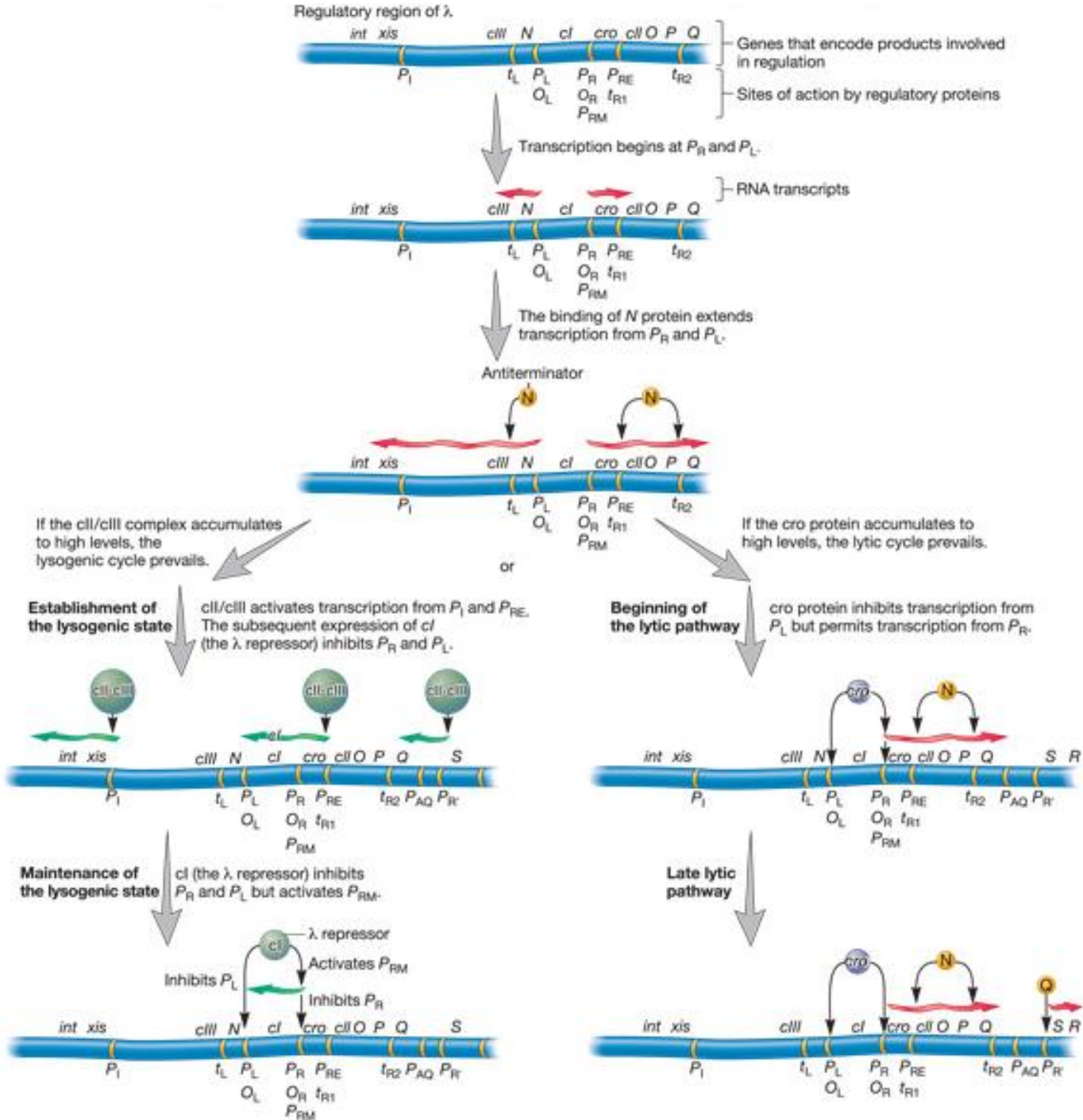
- I. Els virus: estructura i tipus. Detecció i enumeració de virus.
- II. Cinètica de la multiplicació viral.
- III. Bacteriòfags: caràcters generals i principals grups.
- IV. Cicle lític i cicle lisogènic.



Proteïnes implicades en la decissió

Gens implicats en lisogenia

Gens implicats en cycle lític

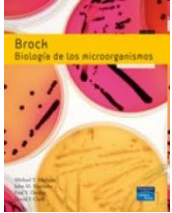


Tema 13

VIROLOGIA

- I. Virus animals: aspectes generals de la infecció vírica
- II. Principals virus de RNA
- III. Retrovirus i hepadnavirus
- IV. Principals virus de DNA
- V. Entitats subvirals

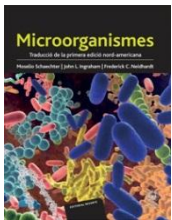
Bibliografia



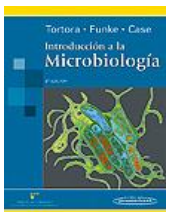
“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítols 10 i 19



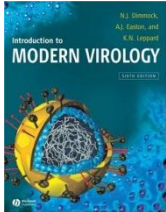
“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 16, 17 i 18



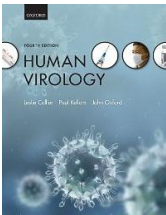
“Microorganismes”.. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 17



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 13



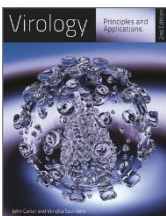
“Introduction to Modern Virology” N.J. Dimmock, A.J. Easton, and K.N. Leppard. 6^a ed. (Blackwell Publishing, Inglaterra) 2007.



“Human Virology”. Leslie Collier, John Oxford, and Paul Kellam. 4^a ed. (Oxford University Press, Inglaterra) 2011.

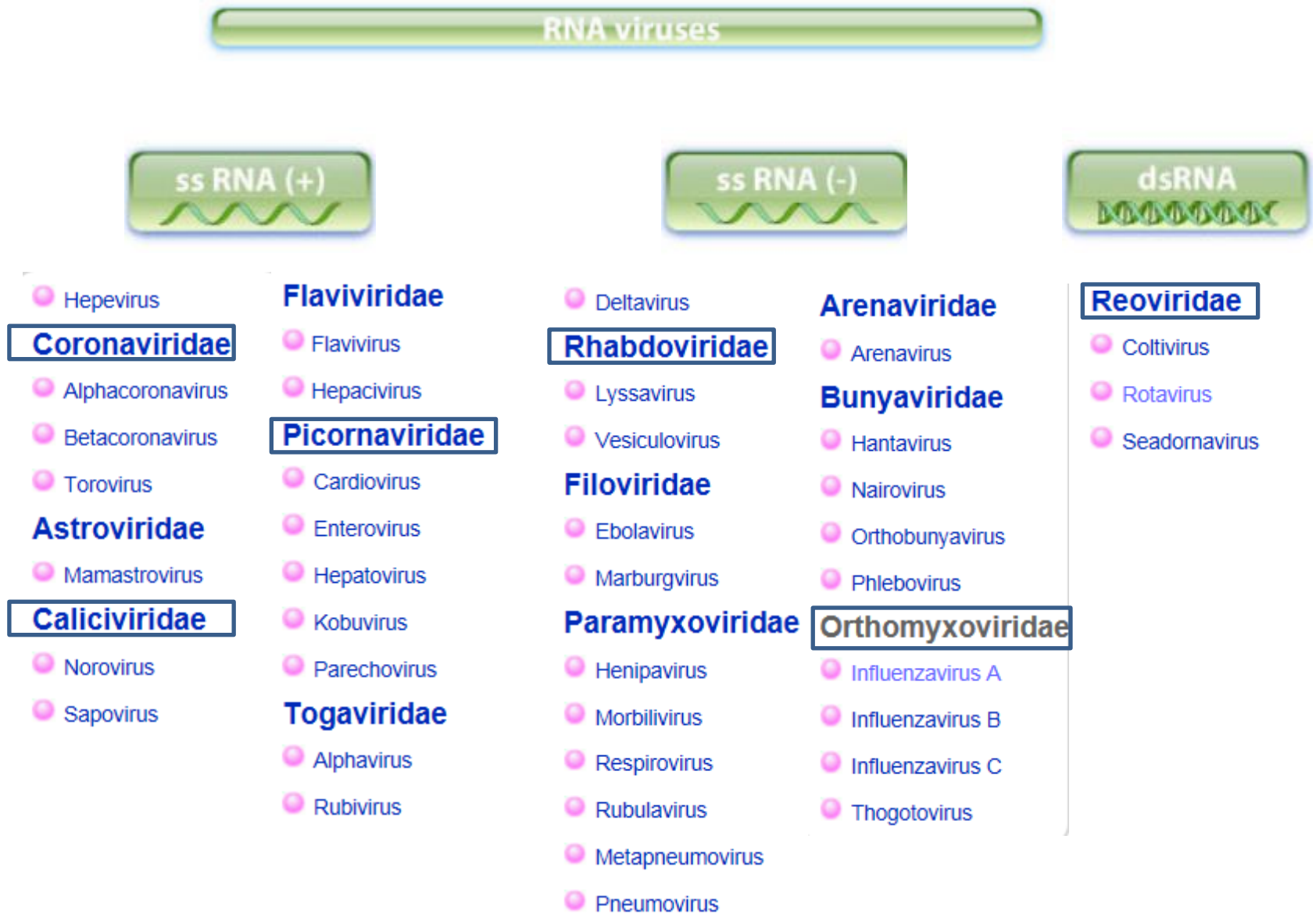


“Fundamentals of Molecular Virology”. Nicholas H. Acheson. 2^a ed. (John Wiley & Sons Ltd., Inglaterra) 2011.



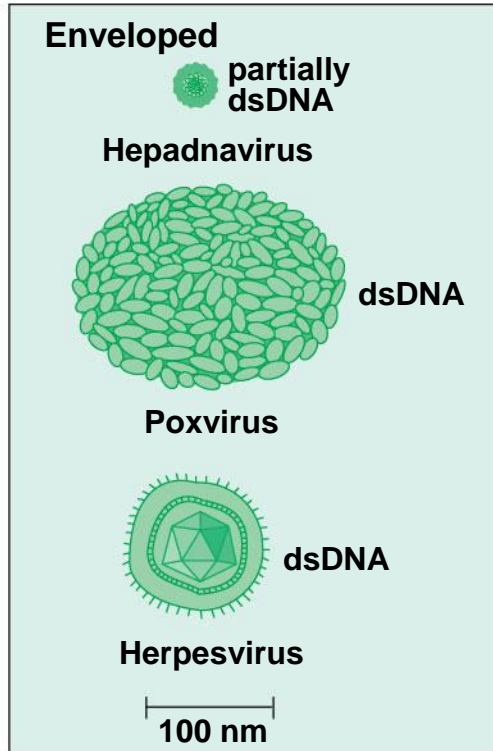
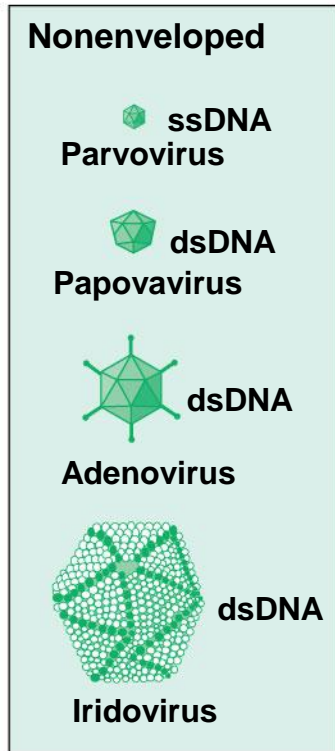
“Virology – Principles and Applications”. John Carter, and Venetia Saunders. 2^a ed. (John Wiley & Sons Ltd., Inglaterra) 2012

- I. Virus animals: aspectes generals de la infecció vírica
 1. Visió general dels virus animals
- II. Principals virus de RNA
- III. Retrovirus i hepadnavirus
- IV. Principals virus de DNA
- V. Entitats subvirals

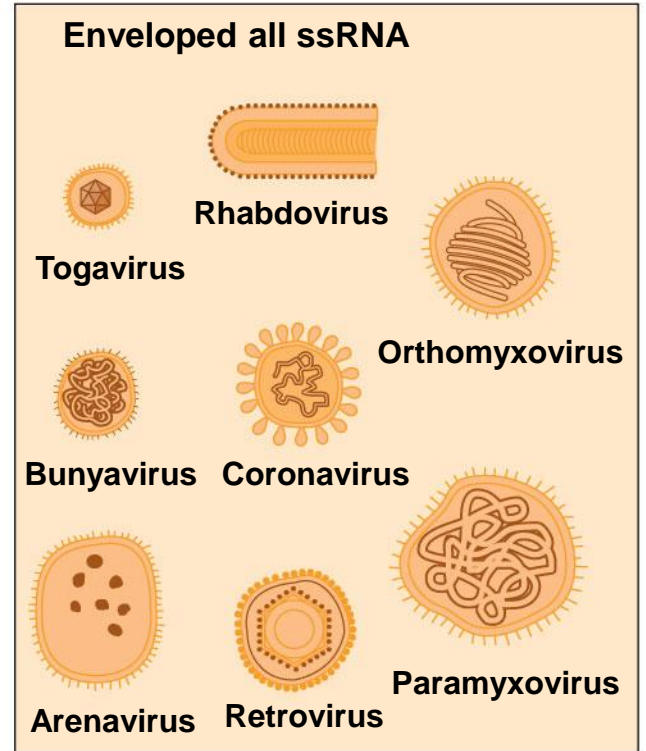
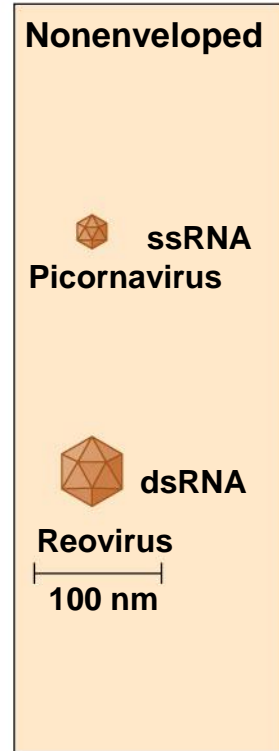


1. Visió general dels virus animals

- El viriό sencer entra en la cèl·lula animal, a diferència de les procariotes
- Les cèl·lules eucariotes contenen un nucli, el lloc de la replicació de virus de molts animals
- Els virus d'origen animal contenen tots els modes coneguts de la replicació del genoma viral
- Quan els virus animal surten de l'hoste se n'enduen part de la bicapa lipídica per al seu propi embolcall

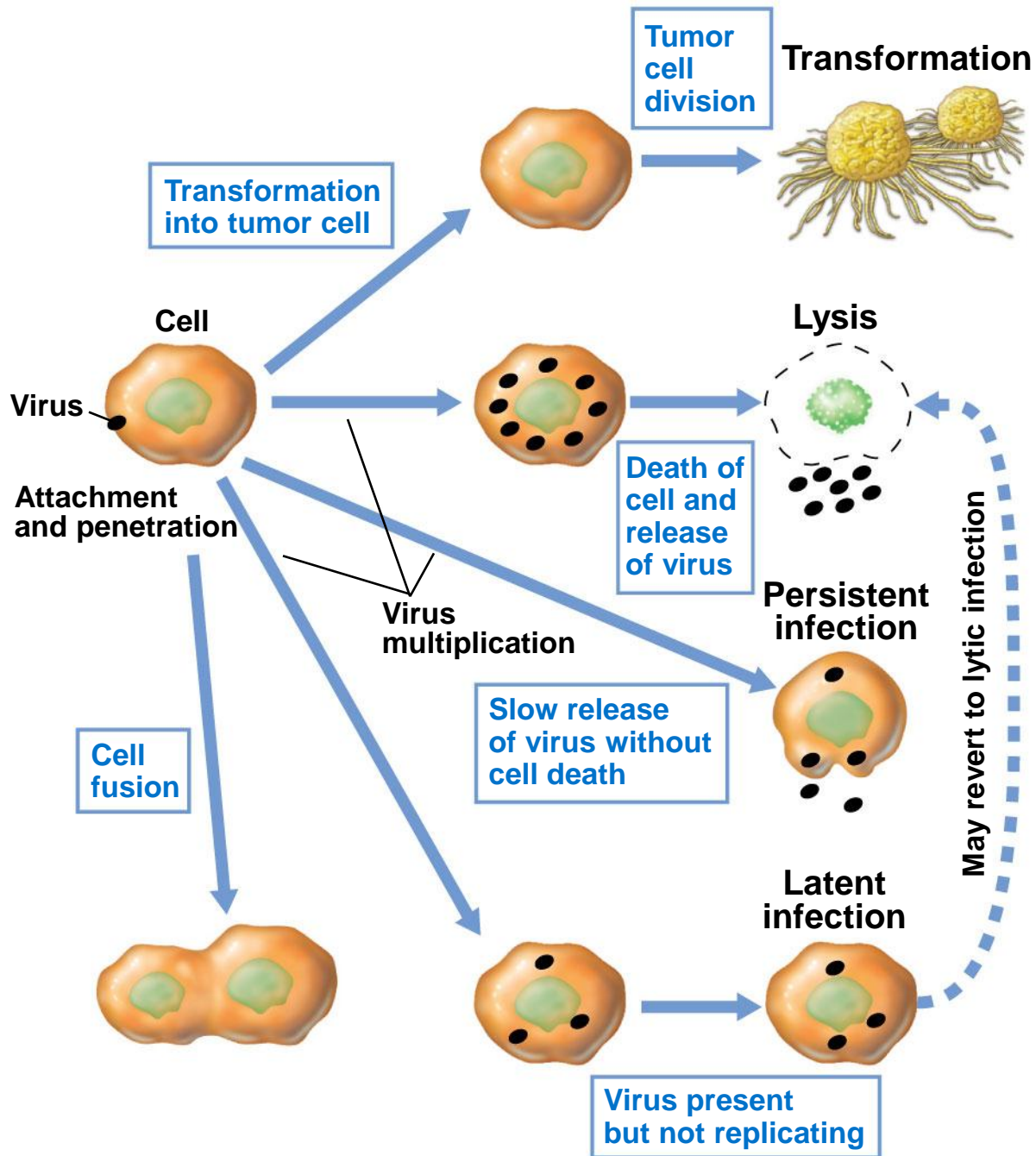


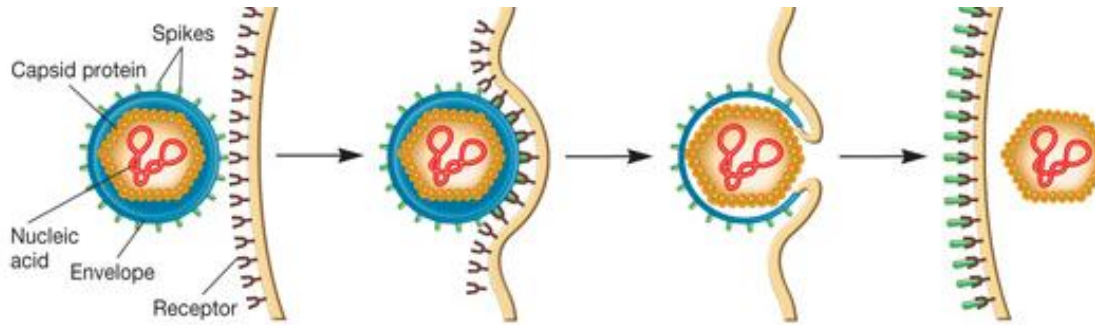
(a) DNA viruses



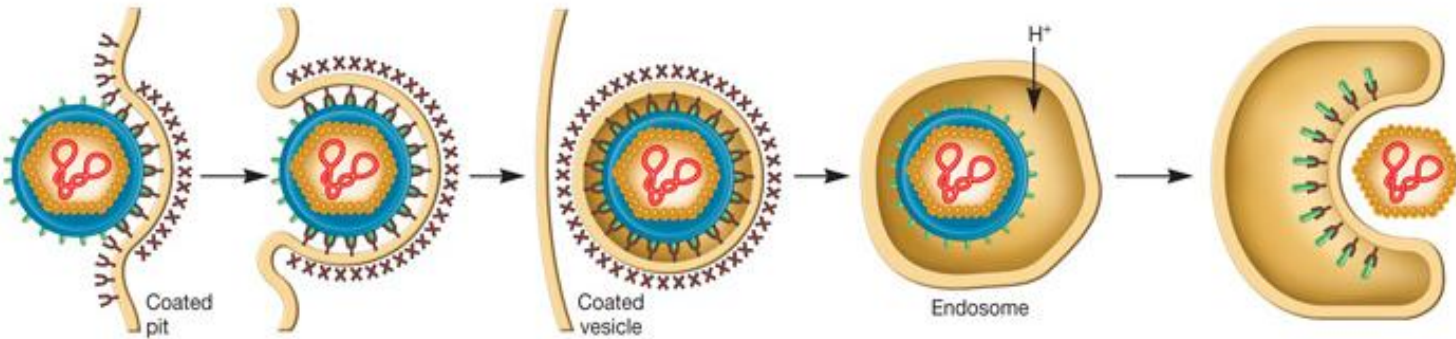
(b) RNA viruses

- Conseqüències de la infecció vírica per a les cèl·lules animals
 - Infeccions persistents: l'alliberament dels virions de la cèl·lula hoste no dóna lloc a la lisi cel·lular
 - La cèl·lula infectada segueix viva i continua produint virus
 - Infeccions latents: retard entre la infecció pel virus i els esdeveniments lítics
 - Transformació: la conversió de cèl·lules normals en cèl·lules tumorals
 - Fusió cel·lular: dues o més cèl·lules es converteixen en una cèl·lula amb molts nuclis

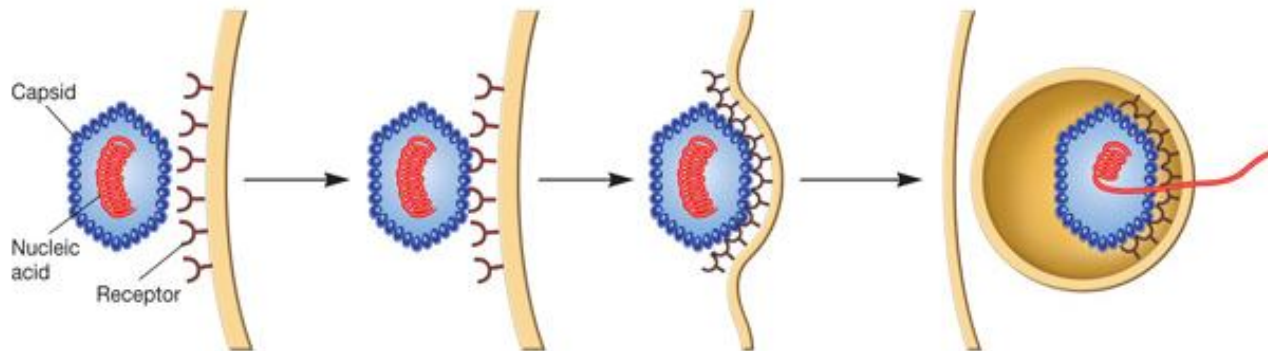




(a) Entry of enveloped virus by fusing with plasma membrane



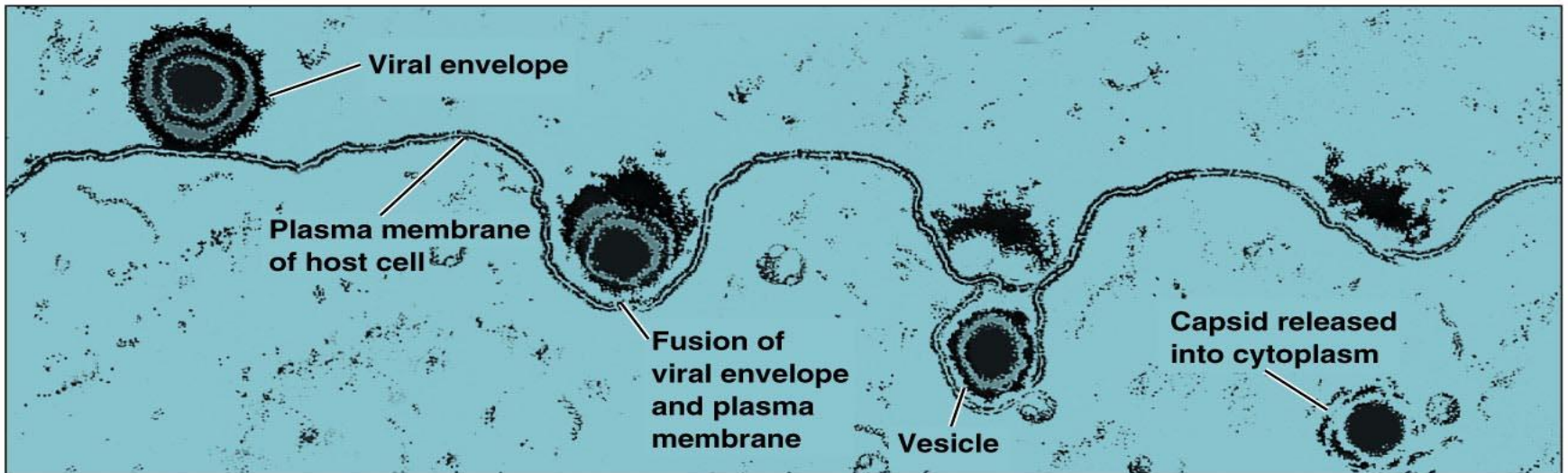
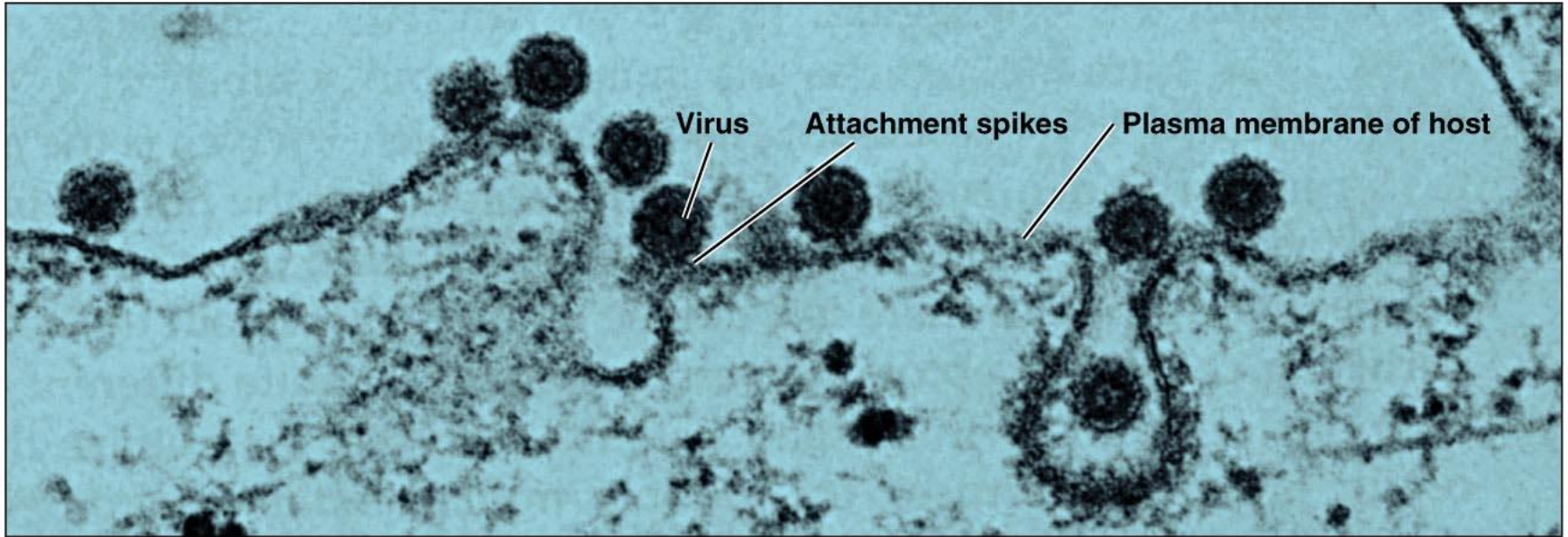
(b) Entry of enveloped virus by endocytosis



(c) Entry of naked virus by endocytosis

Virus sense embolcall

PENETRACIÓ DE VIRUS ANIMALS EN LA CÈL·LULA HOSTE



(b) Entry of herpesvirus

Virus amb embolcall

I. Virus animals: aspectes generals de la infecció vírica

II. Principals virus de RNA als eucariotes

2. Virus de RNA de plantes

3. Virus animals ss RNA cadena (+)

- Picornavirus

- Coronavirus

- Norovirus

4. Virus animals ss RNA cadena (-)

- Rabdovirus

- Grip

5. Virus animals ds RNA: Reovirus

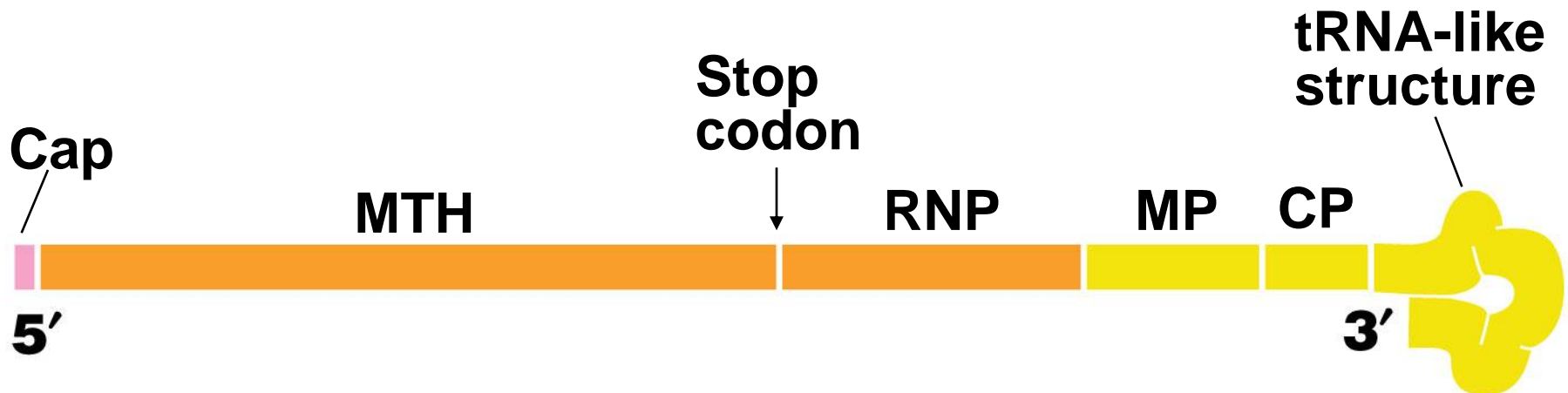
III. Retrovirus i hepadnavirus

IV. Principals virus de DNA

V. Entitats subvirals

2. Virus de RNA de plantes

- La majoria de virus de plantes son RNA (+) encara que estan distribuïts en altres classes
 - Exemple: *tobacco mosaic virus* (TMV)
- Els genomes es poden moure per dins la planta via les connexions intercel·lulars que uneixen les parets de les cèl·lules

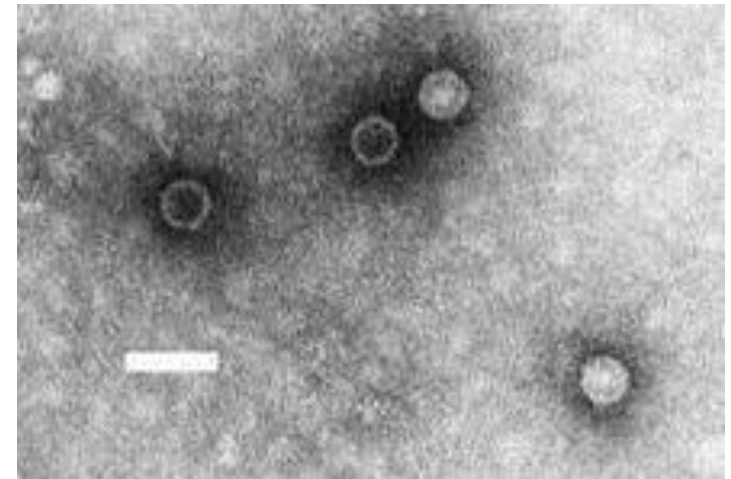
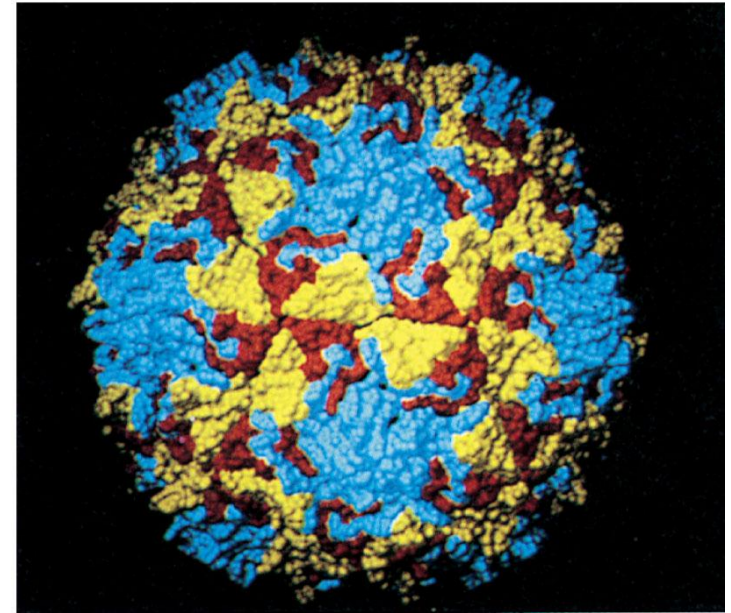
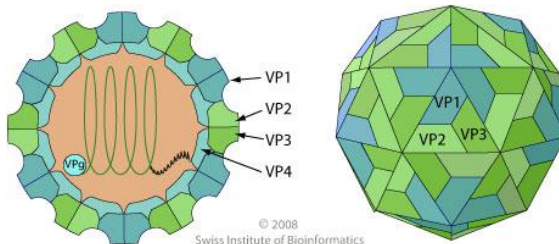


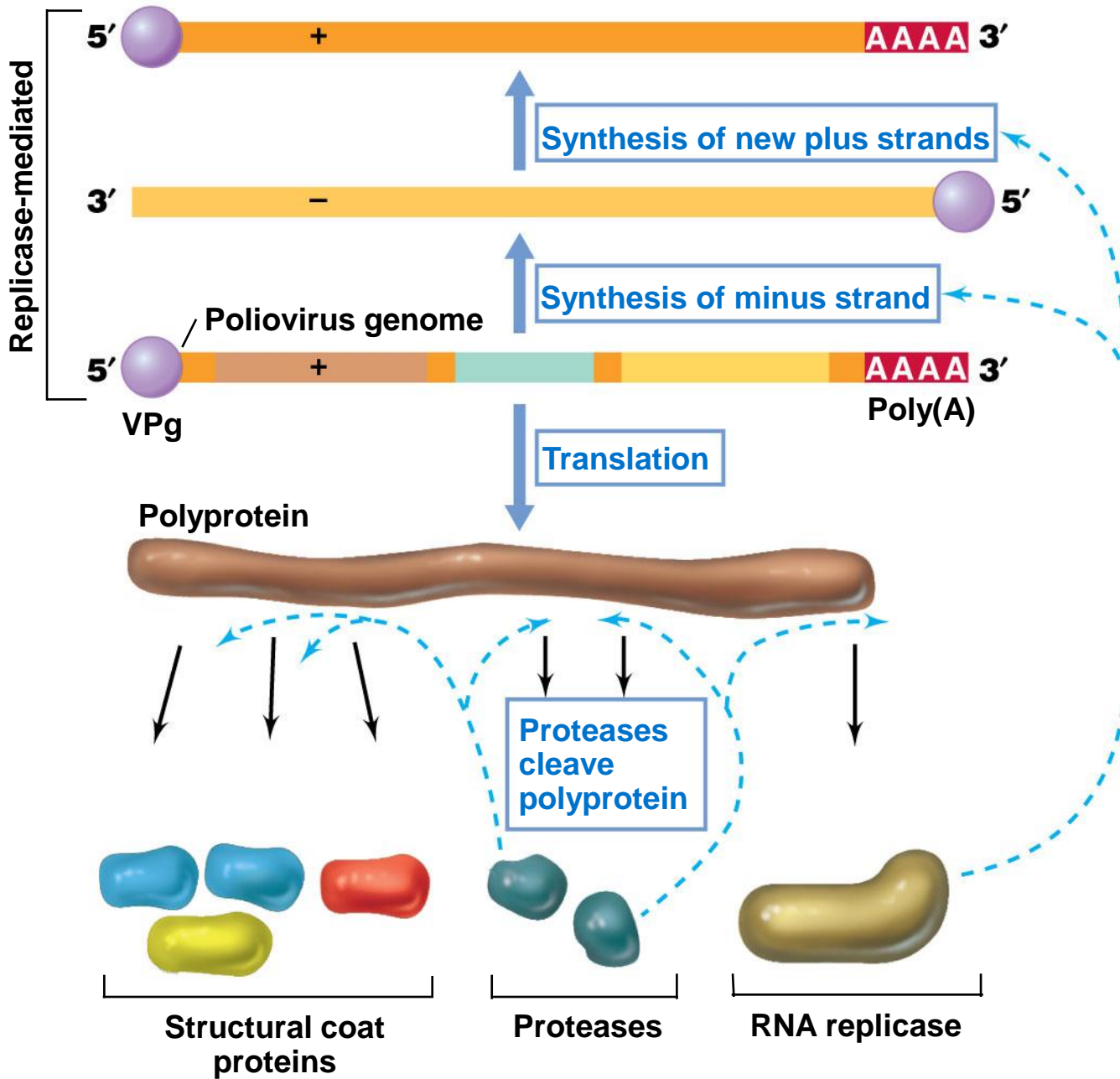
3. Virus animals ss RNA (+)

- La replicació dels virus d'ARN de cadena positiva requereix d'una cadena d'ARN negativa intermèdia a partir de la qual es sintetitzen les noves cadenes positives

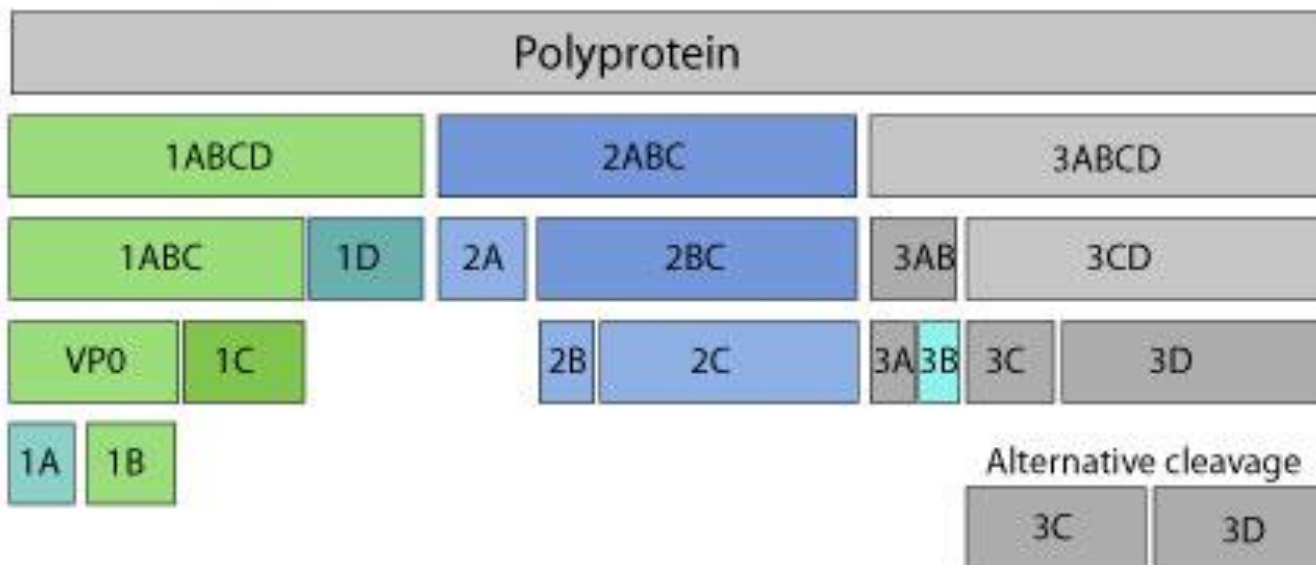
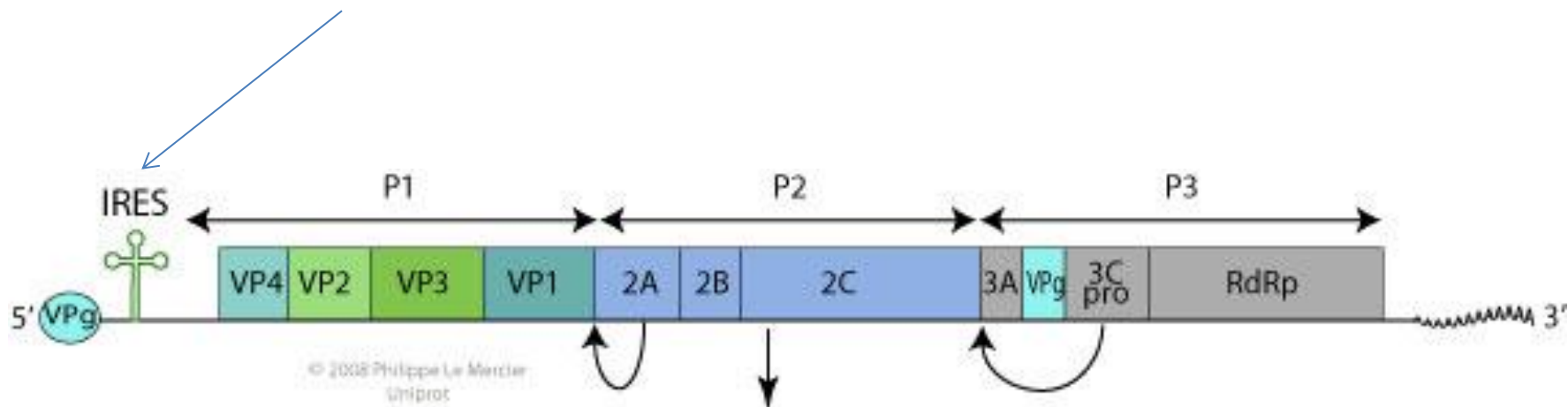
Poliovirus

- Virus menut (Picornavirus)
- RNA viral es tradueix directament en una poliproteïna gegant que s'autoescindeix per generar ~20 proteïnes menudes necessàries per la replicació i l'acoblament
- La síntesi d'ARN i proteïnes de l'hoste s'inhibeixen quan comença la replicació del virus

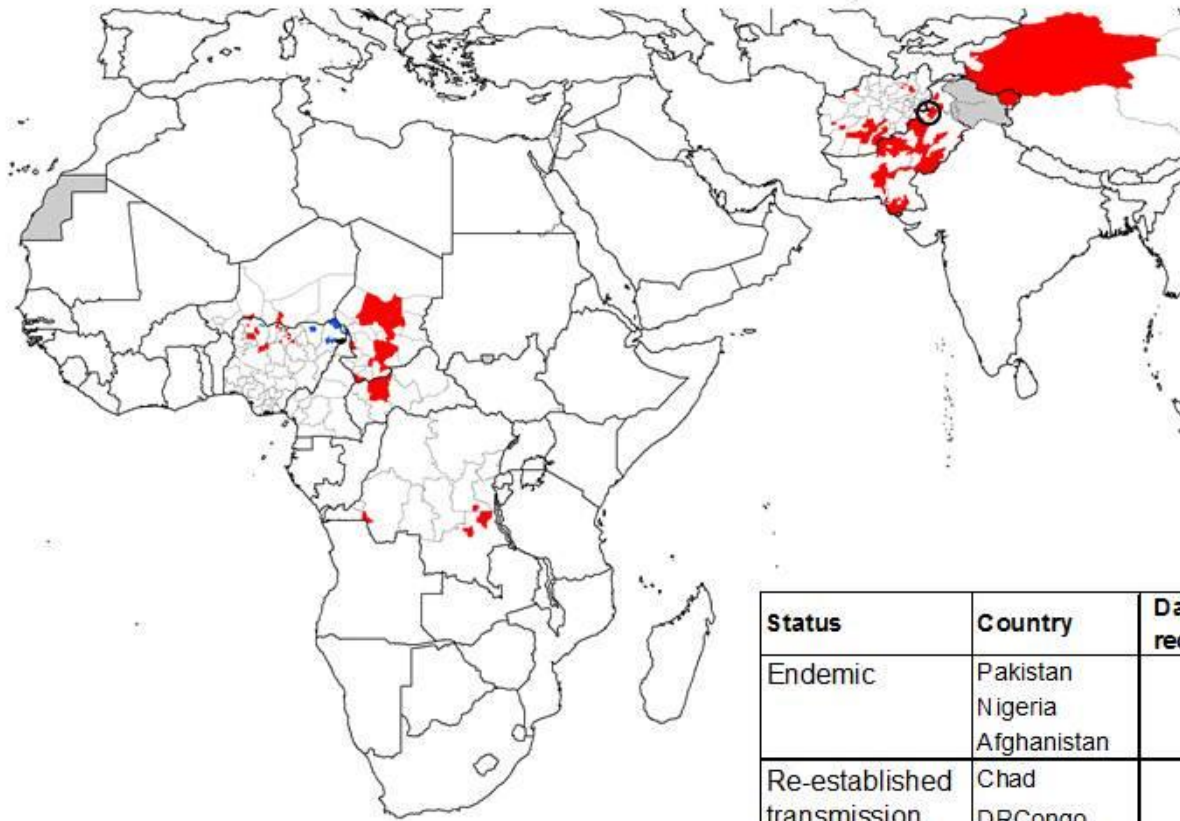




Internal ribosome entry site (IRES)



Wild Poliovirus Infected Districts¹, Previous 6 Months*



*29 Aug 2011 – 28 Feb 2012

- District infected with wild polio virus type 1
- District infected with wild polio virus type 3
- District infected with both types of wild poliovirus

¹Excludes viruses detected from environmental surveillance and vaccine derived polioviruses.

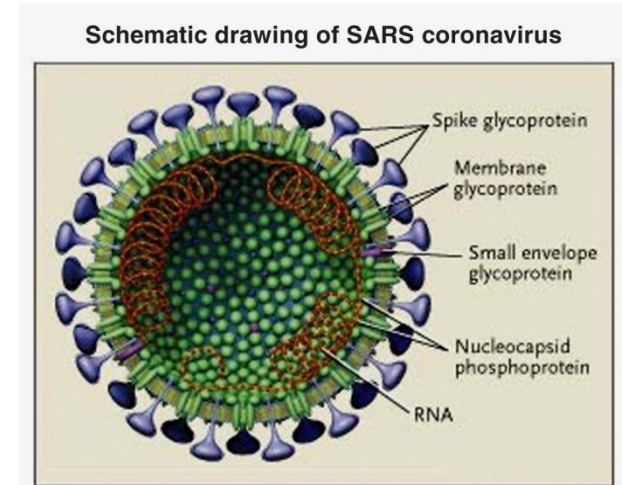
Data in WHO HQ as of 28 Feb 2012

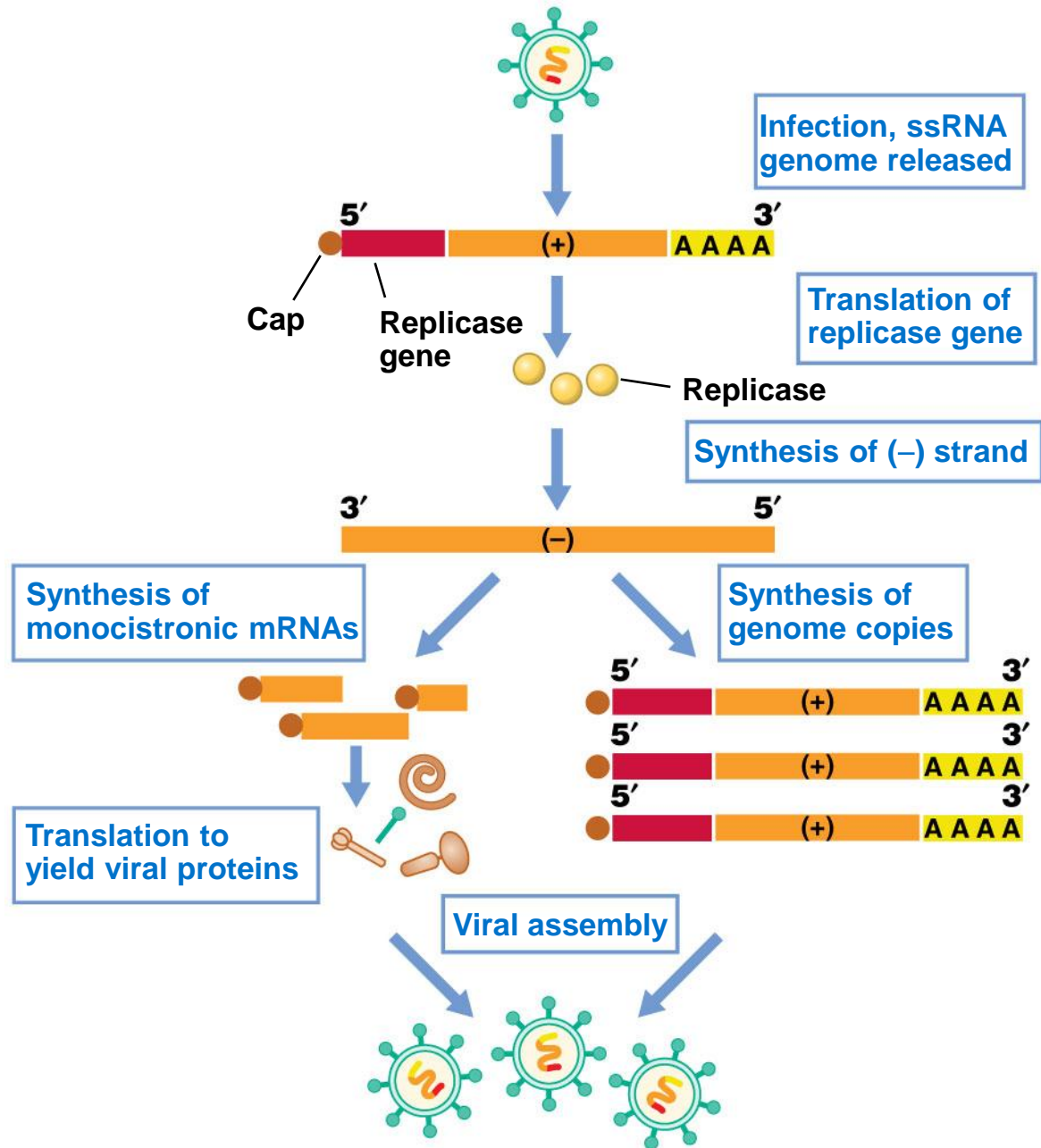
Status	Country	Date of most recent type 1	Date of most recent type 3
Endemic	Pakistan	10-Feb-12	04-Jan-12
	Nigeria	24-Jan-12	14-Jan-12
	Afghanistan	23-Jan-12	NA
Re-established transmission	Chad	09-Jan-12	NA
	DR Congo	20-Dec-11	NA
Active outbreak	Niger	12-Dec-11	NA
	CAR	08-Dec-11	NA
	Cameroon	NA	17-Nov-11
	China	09-Oct-11	NA

NA. Date of onset is prior to rolling 6-month period

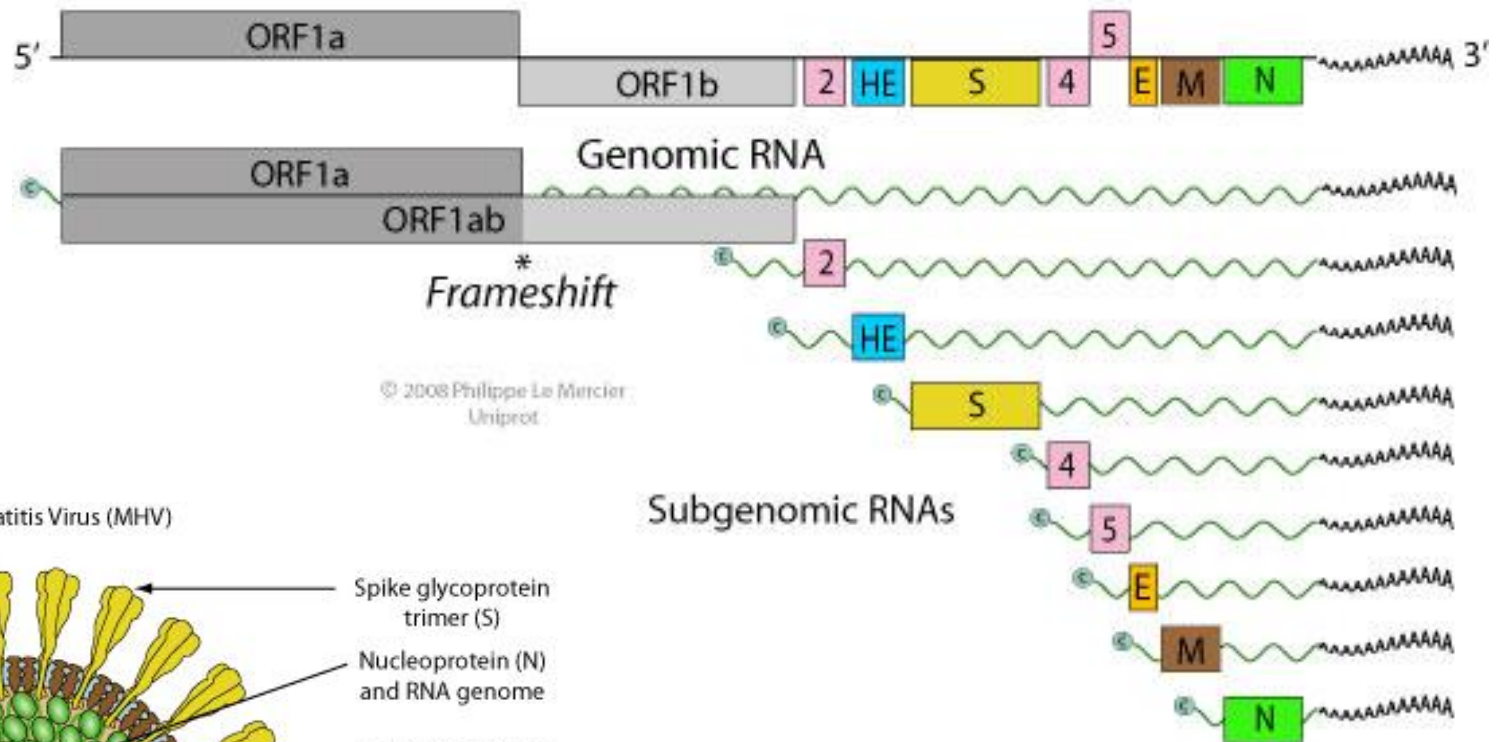
Coronavirus

- Virus gran
- Causa infeccions respiratòries (p.e. *SARS*, en humans i altres animals)
- Virions embolcallats
- Amb espícules glicoproteiques superficials
- Produeixen un mRNA monocistrònic



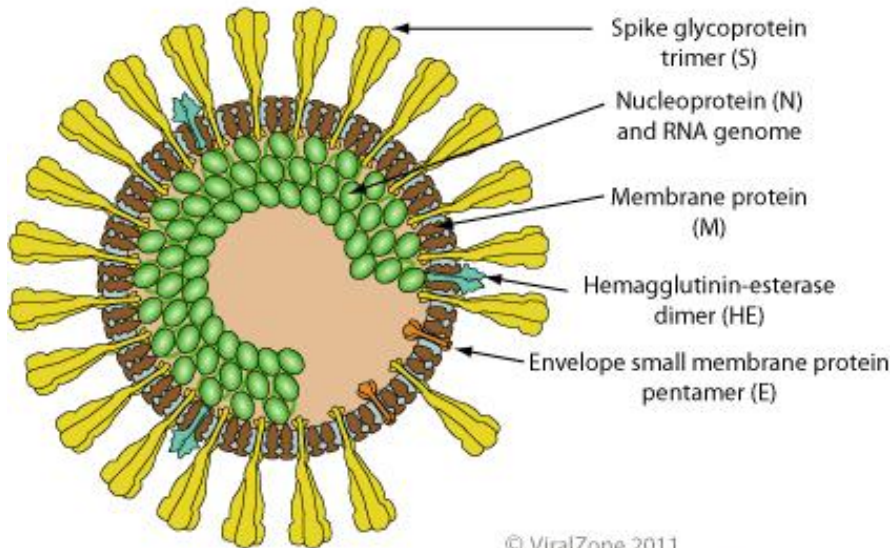


Murine Hepatitis Virus (MHV)



© 2008 Philippe Le Mercier
Uniprot

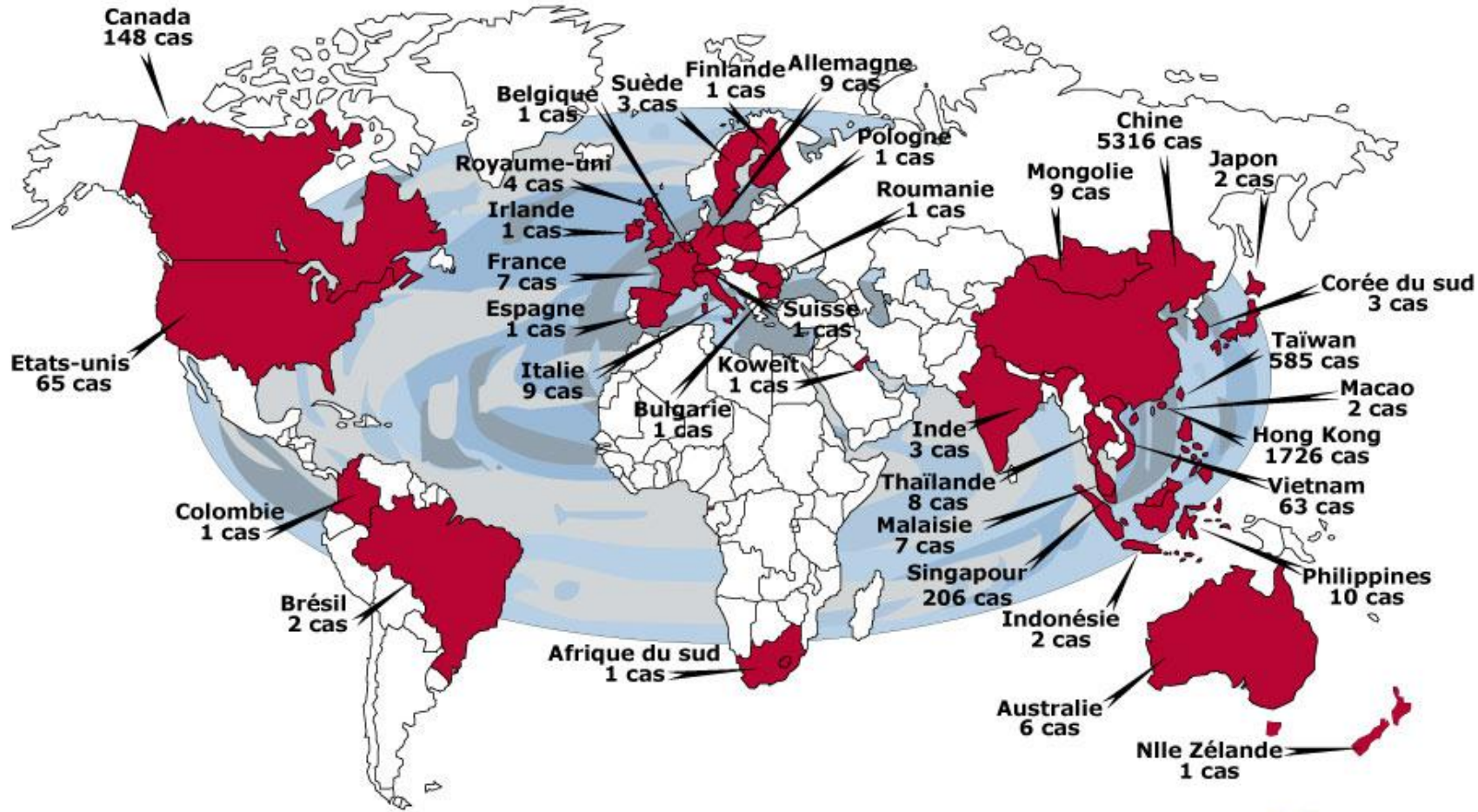
Murine Hepatitis Virus (MHV)



© ViralZone 2011
Swiss Institute of Bioinformatics

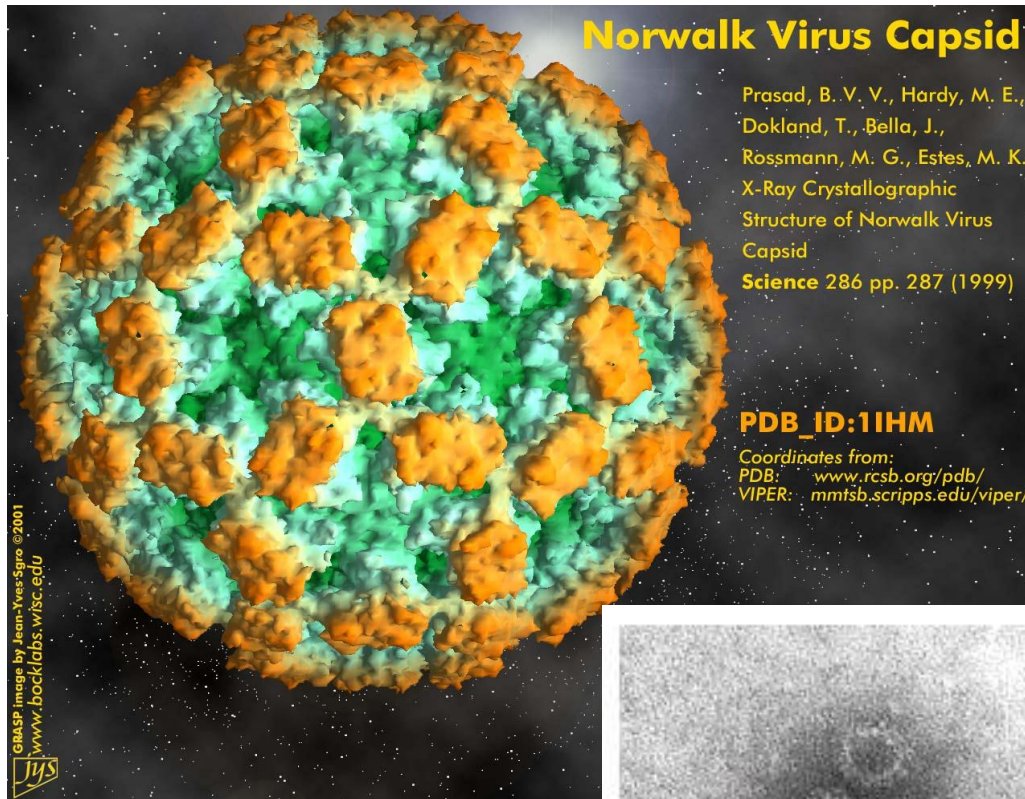
LE SRAS DANS MONDE

au 26 Mai 2003 on dénombre
au total : 8202 cas



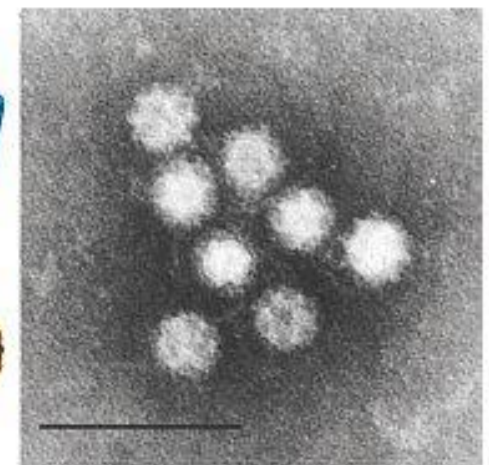
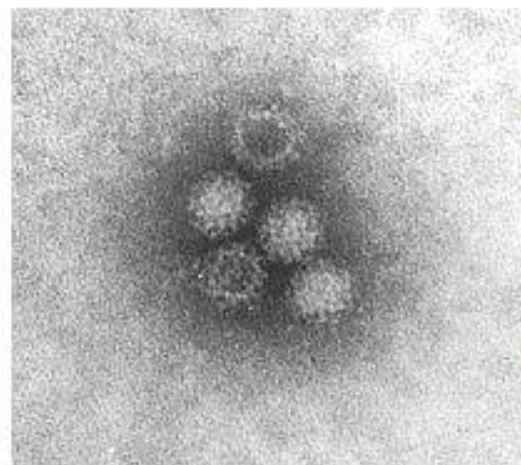
 Pays touchés par le SRAS et recensés par l'OMS

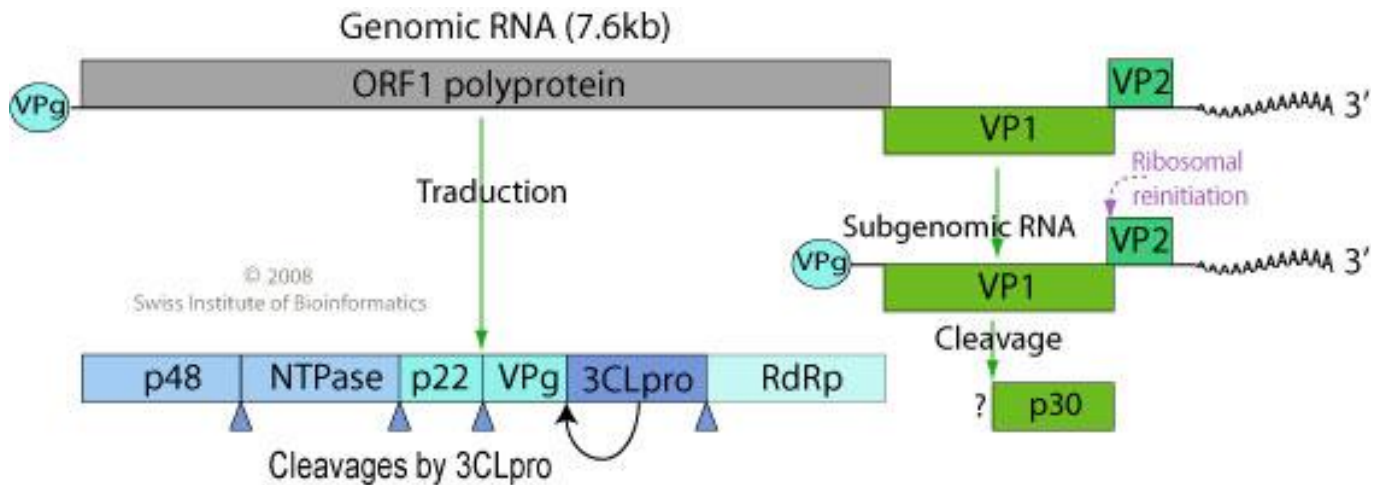
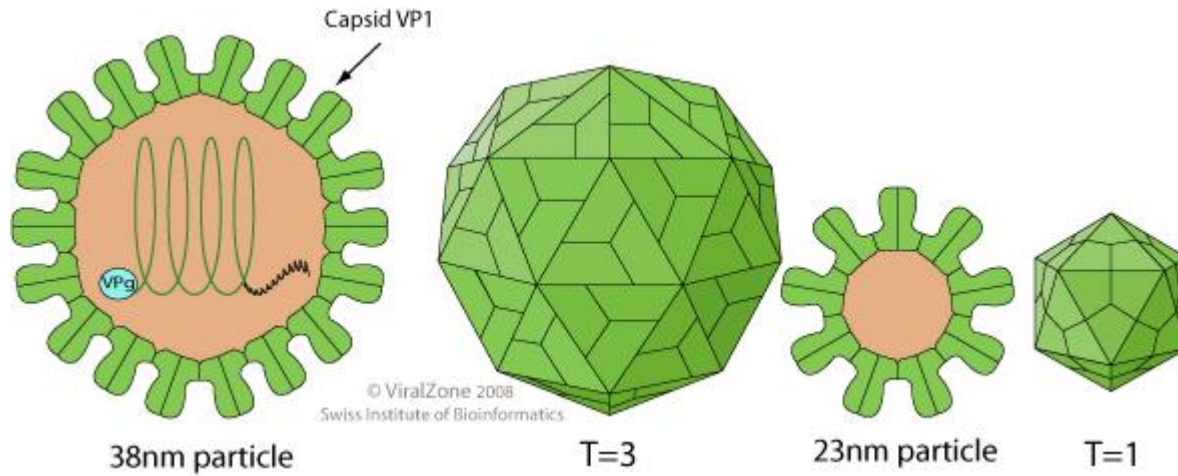
Norovirus



Càpsida/nucleocàpsida no embolcallada.

Icosaèdrica, 35-39 nm diàmetre



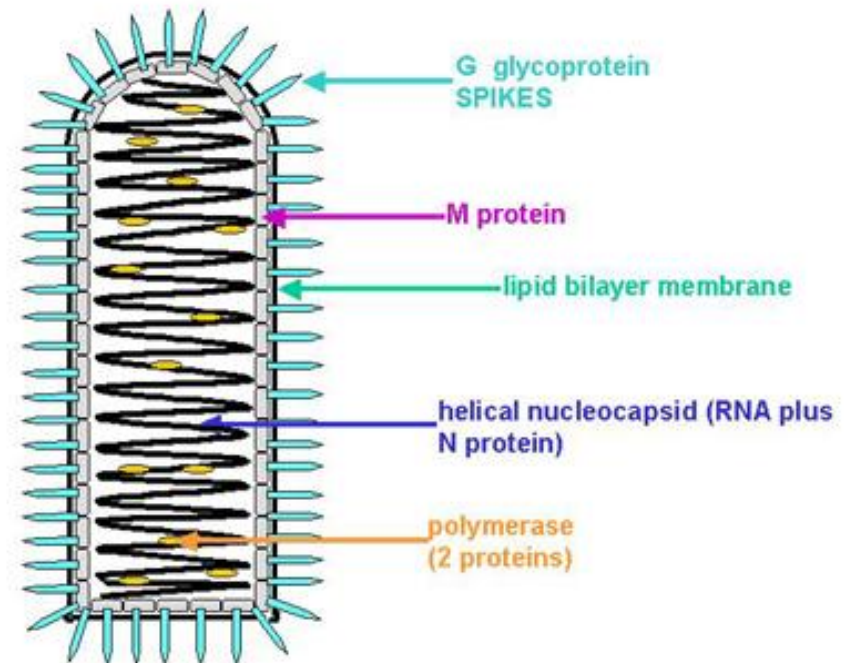
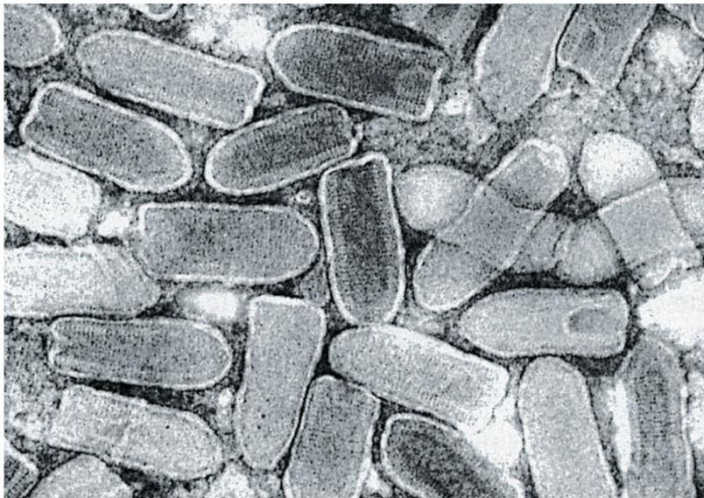


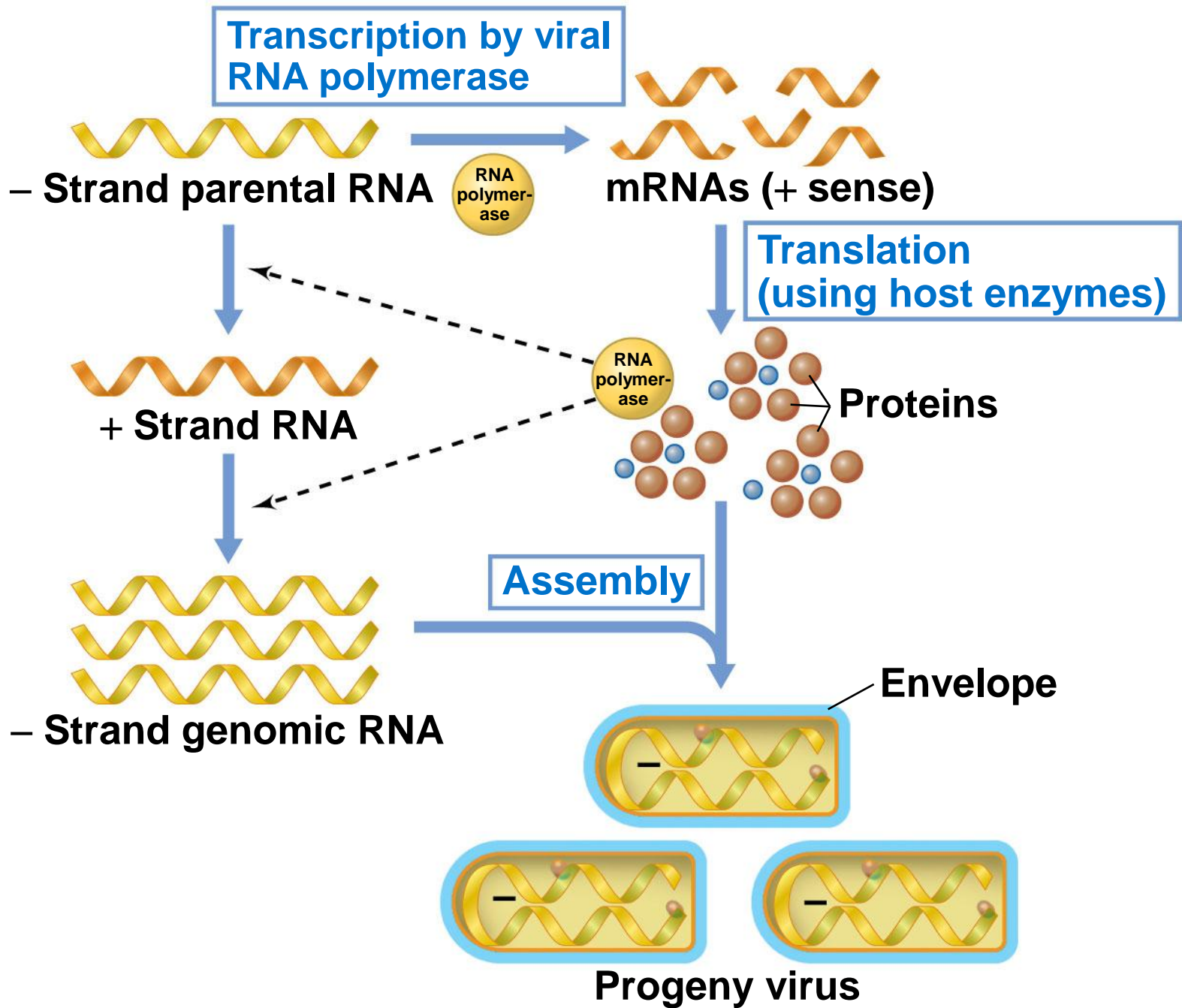
4. Virus animals ssRNA de cadena (-)

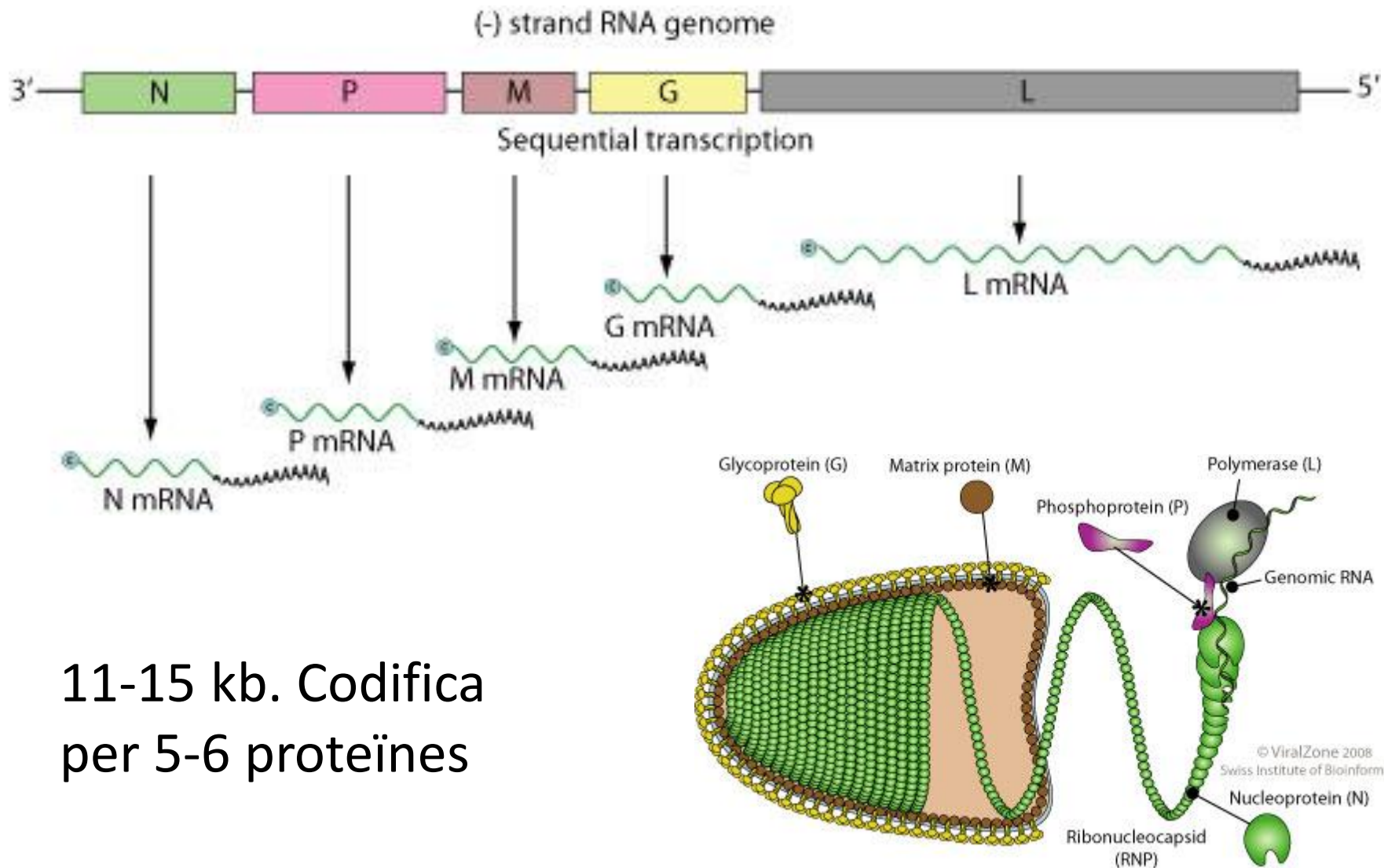
- (-) RNAs son complementaris al mRNA
 - Es copien a mRNA per un enzim present al virió
- Exclusius dels eucariotes

Rabdovirus

- Inclou:
 - Virus de la ràbia en humans i altres animals
 - Estomatitis vesicular en porcs, cavalls
- Virus amb embolcall
- Virió en forma de bala

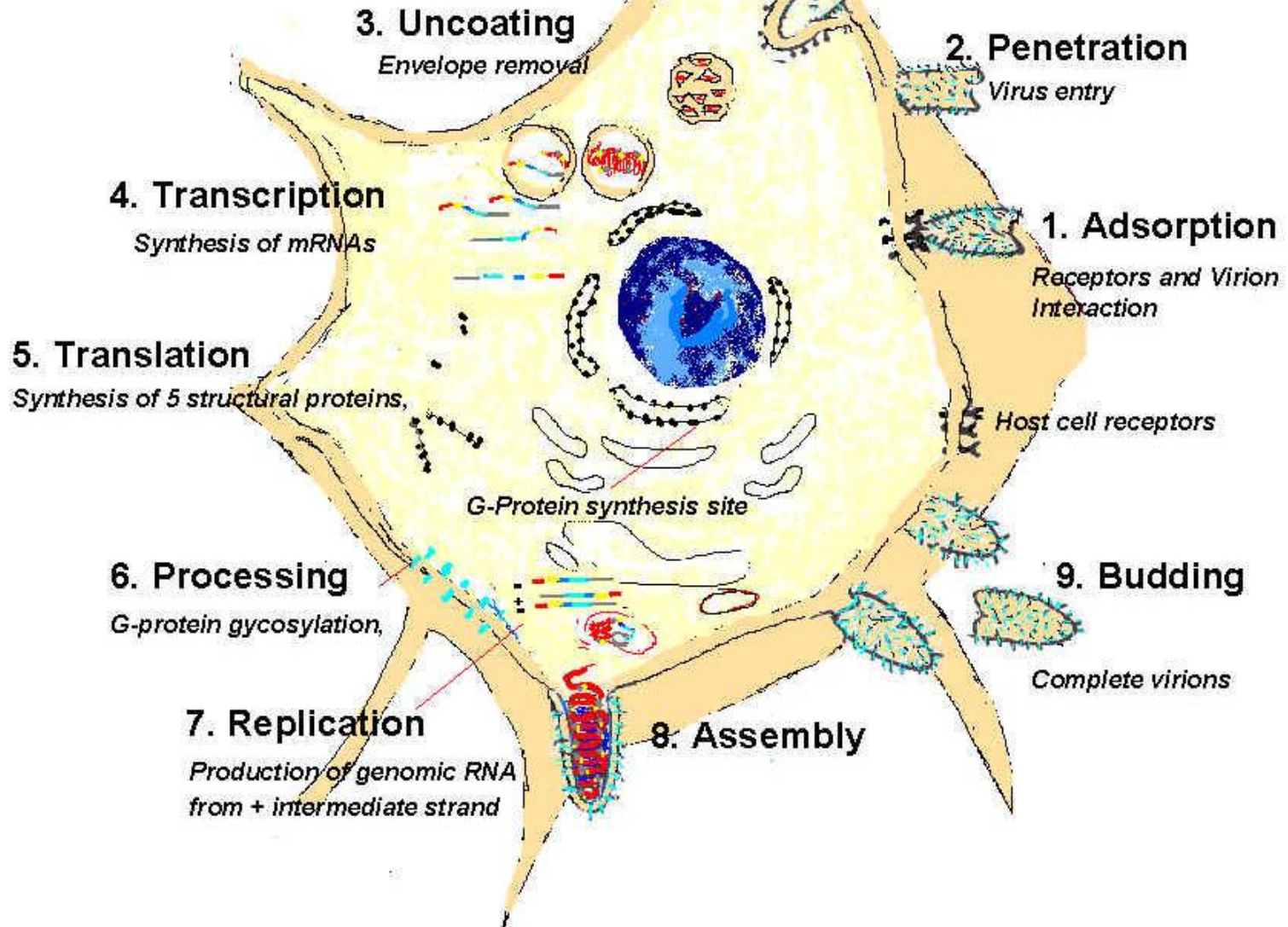






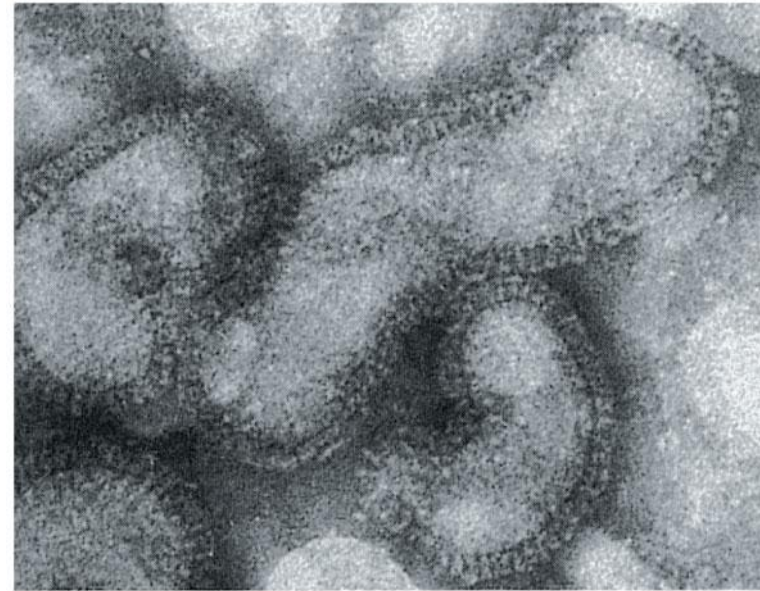
11-15 kb. Codifica
per 5-6 proteïnes

Cycle of Infection and Replication

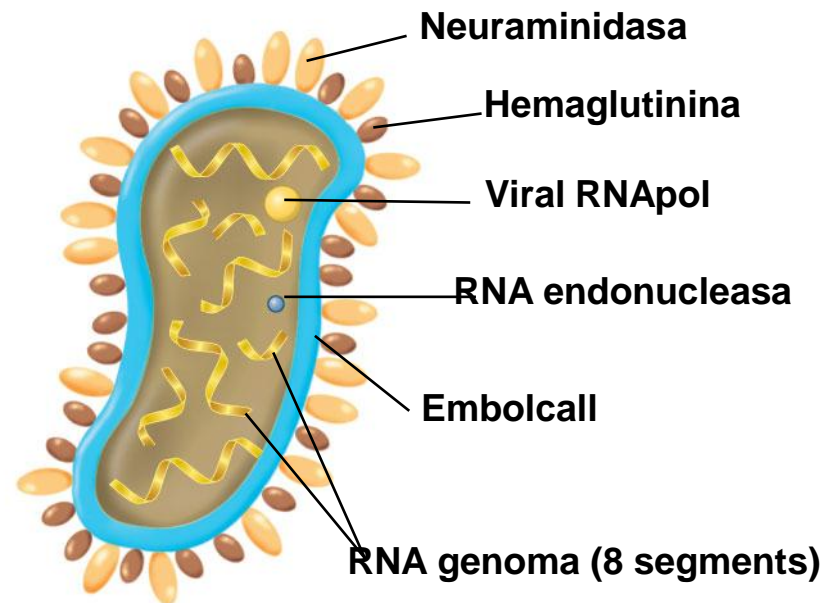


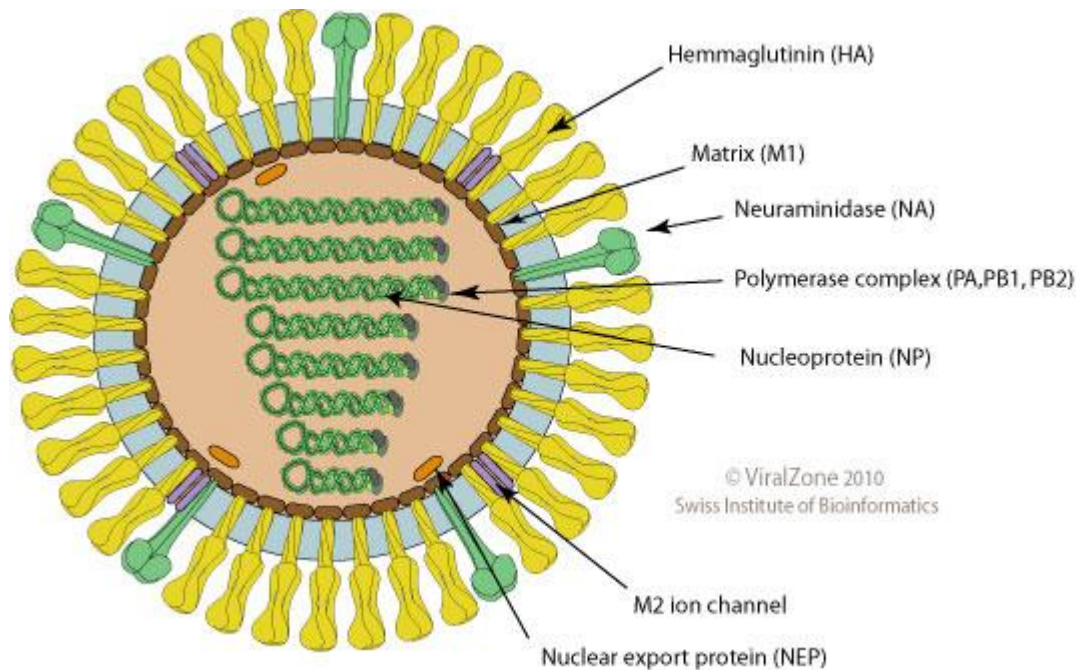
Grip (*Influenza*)

- Polimòrfic, amb embolcall
- Genoma segmentat
- Les proteïnes superficials interactuen amb la superfície de l'hoste
 - Hemaglutinina causa l'aglutinació dels glòbuls rojos
 - Neuraminidasa trenca l'àcid siàlic de la membrana de l'hoste



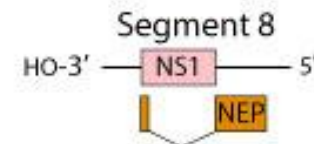
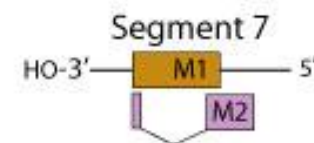
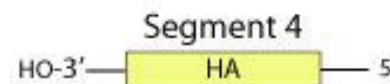
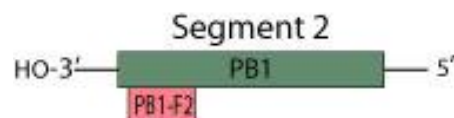
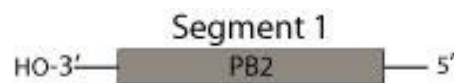
(a)





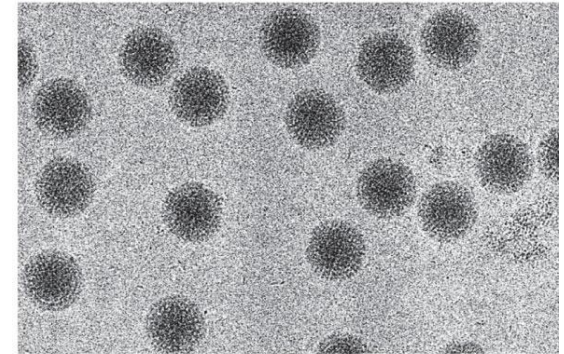
H1N1

Conté 8 segments
codificants per 11
proteïnes

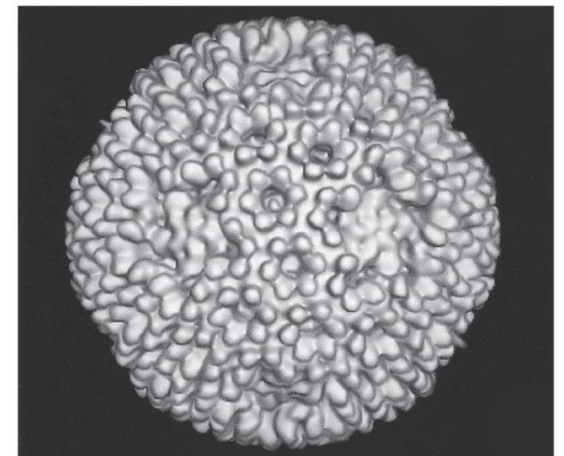


5. Virus de RNA de doble cadena: Reovirus

- Nucleocàpsida sense embolcall i amb càpsida de simetria icosaèdrica
- Els virions contenen els enzims necessaris per sintetitzar el mRNA i el nou genoma de RNA
- Genoma segmentat en 10–12 molècules de ds RNA linear
- La replicació es dona exclusivament al citoplasma de l'hoste



(a)

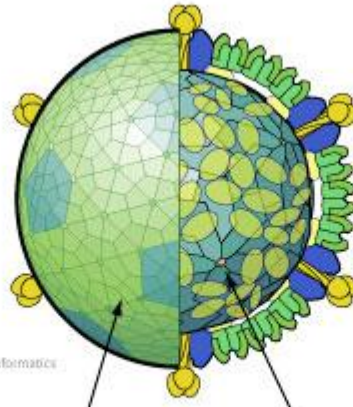


(b)

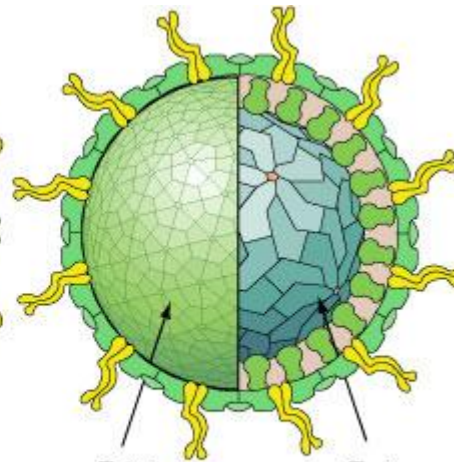


T=2
Cypovirus

© 2008
Swiss Institute of Bioinformatics

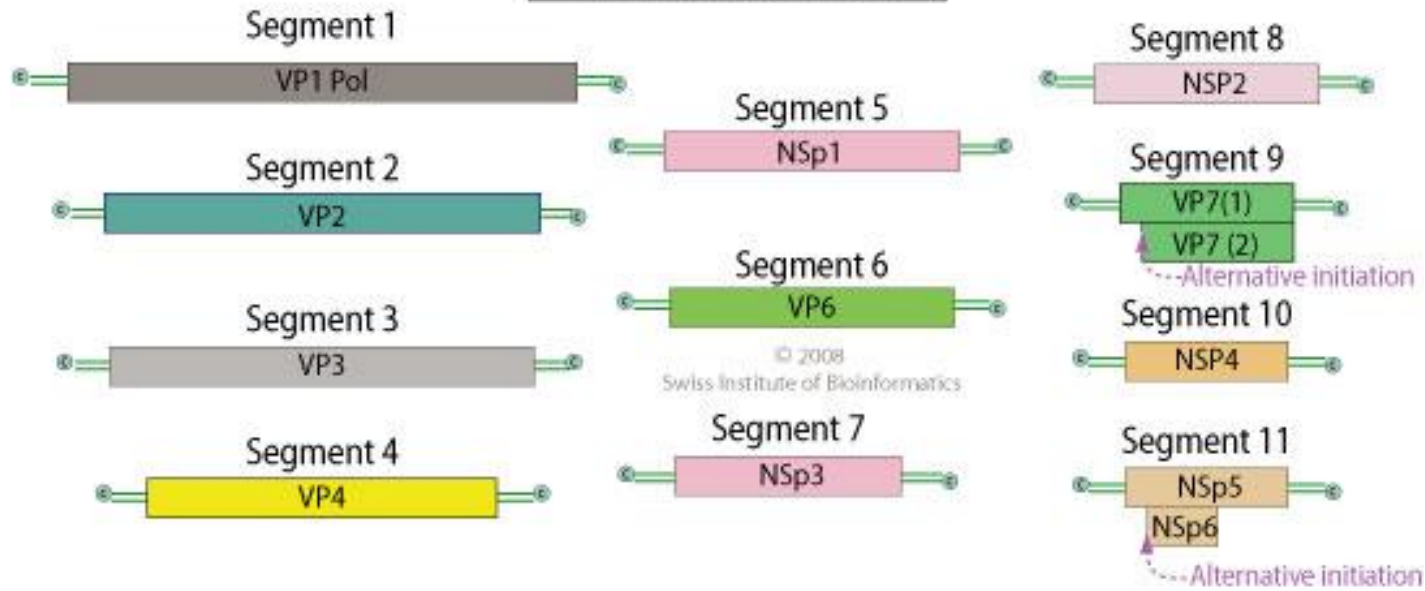


T=13 T=2
Orthoreovirus



T=13 T=2
Rotavirus

Rotavirus genome



I. Virus animals: aspectes generals de la infecció vírica

II. Principals virus de RNA als eucariotes

III. Retrovirus i hepadnavirus

6. Retrovirus

7. Hepadnavirus

IV. Principals virus de DNA

V. Entitats subvirals

- Els retrovirus (virus de RNA) i els hepadnavirus (virus de DNA) usen la transcriptasa reversa per replicar-se.

Retro-transcribing viruses

ss RNA (RT)



ds DNA (RT)



Retroviridae

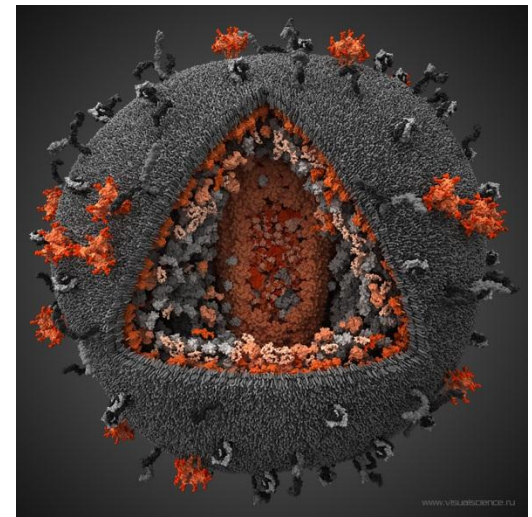
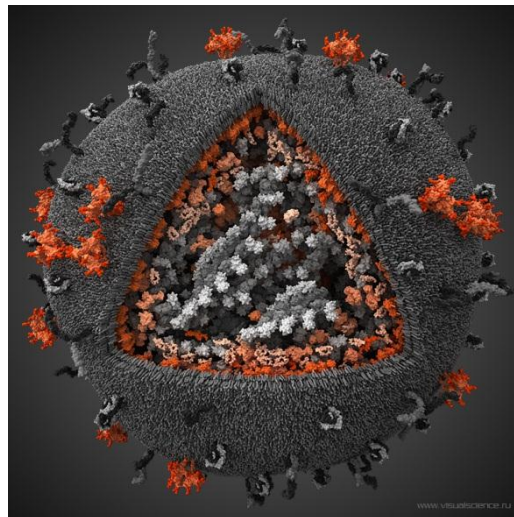
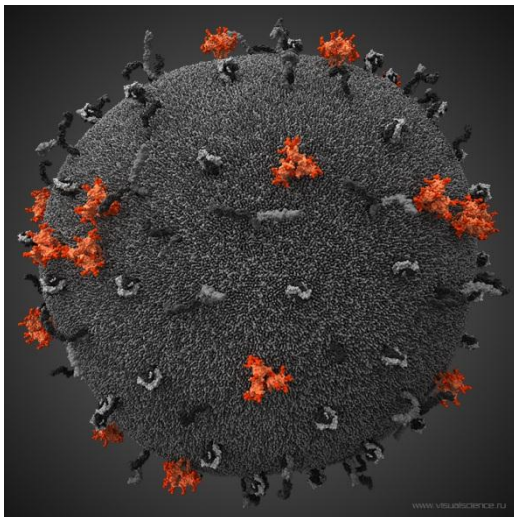
- Gammaretrovirus
- Deltaretrovirus
- Lentivirus
- Spumavirus

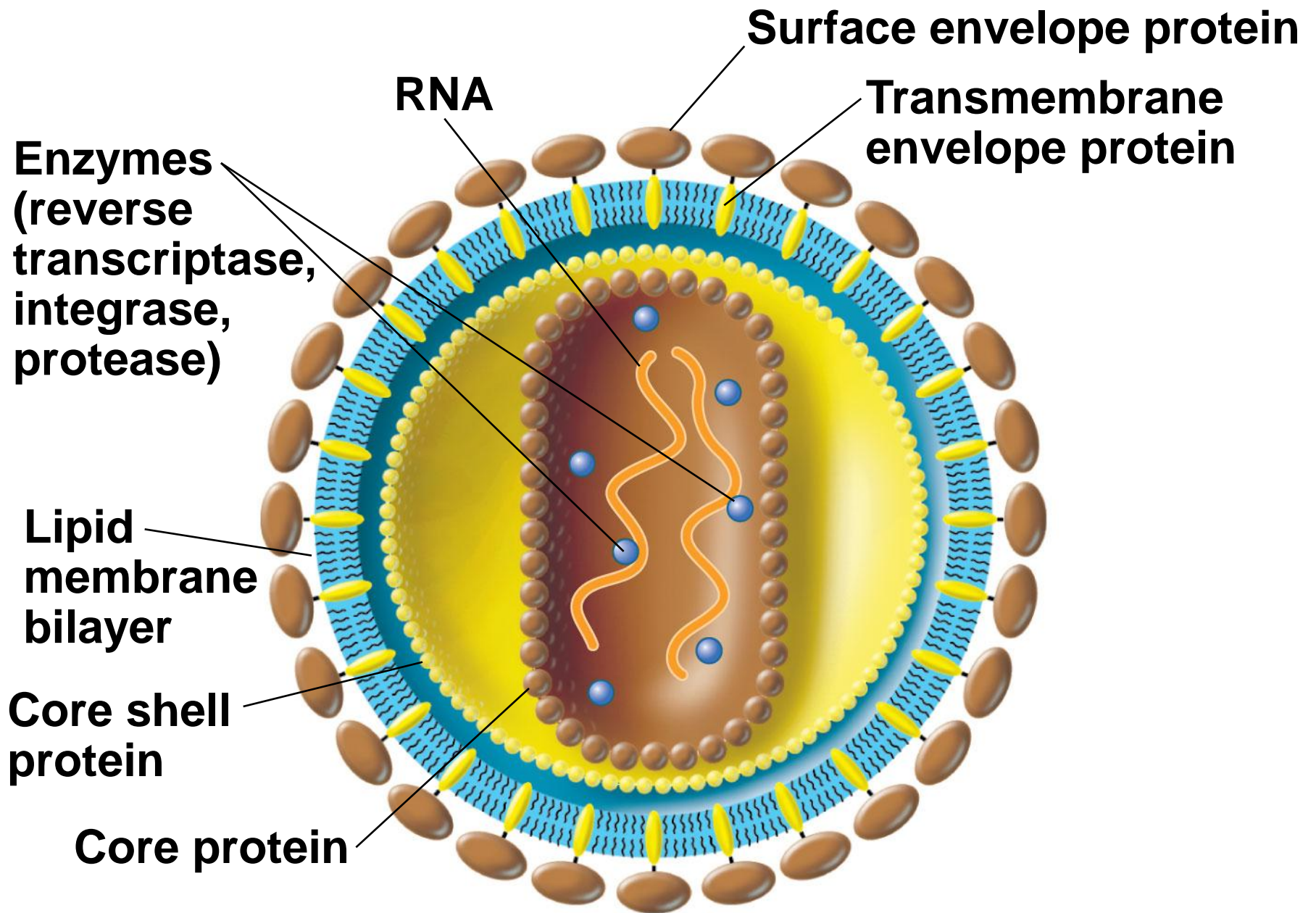
Hepadnaviridae

- Orthohepadnavirus

6. Retrovirus

- Virus de RNA que es repliquen a través d'un intermediari de DNA
 - Amb embolcall
 - Tenen transcriptasa reversa, integrasa i proteasa
 - El viriò també conté molècules de t RNA

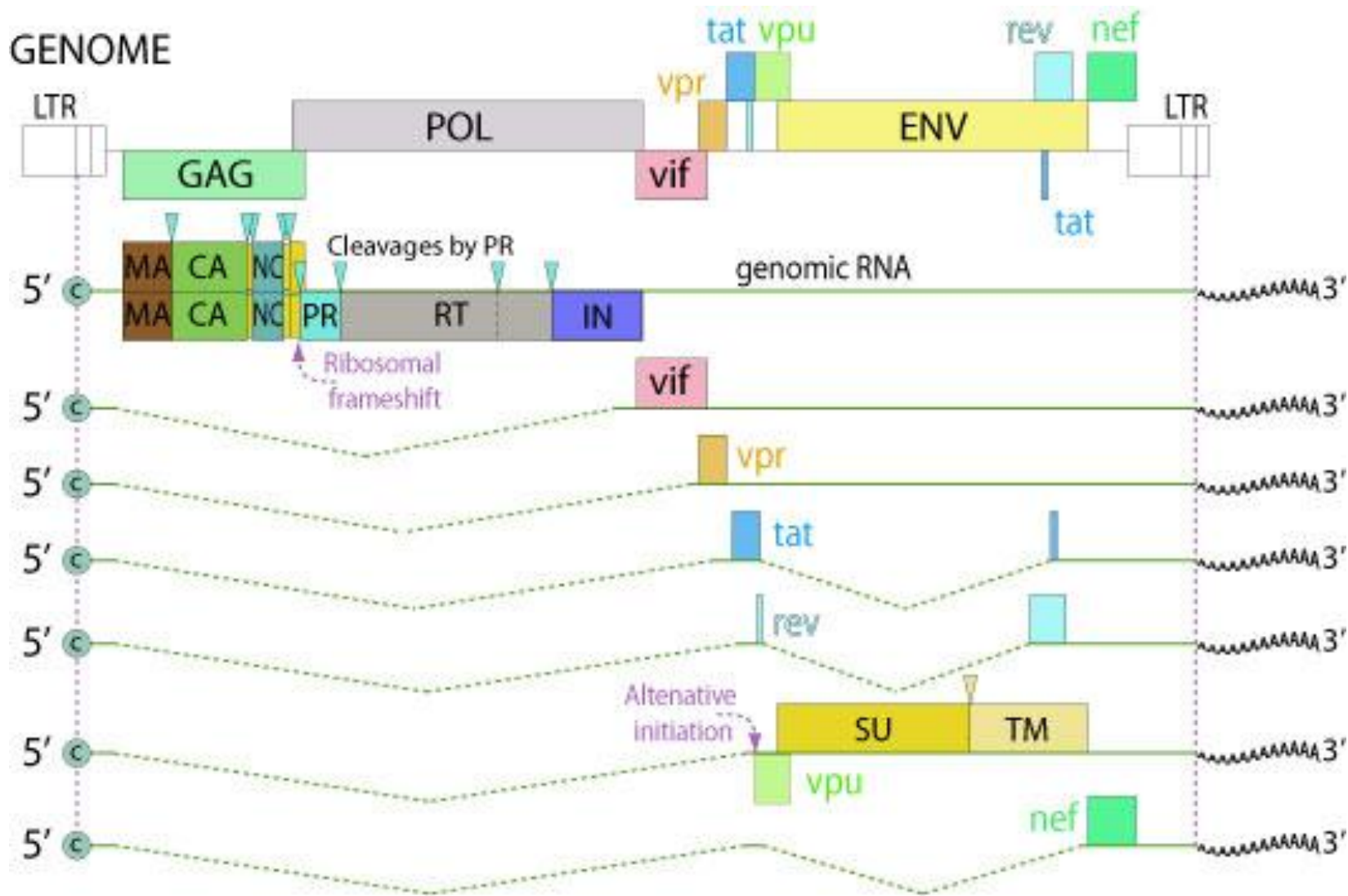


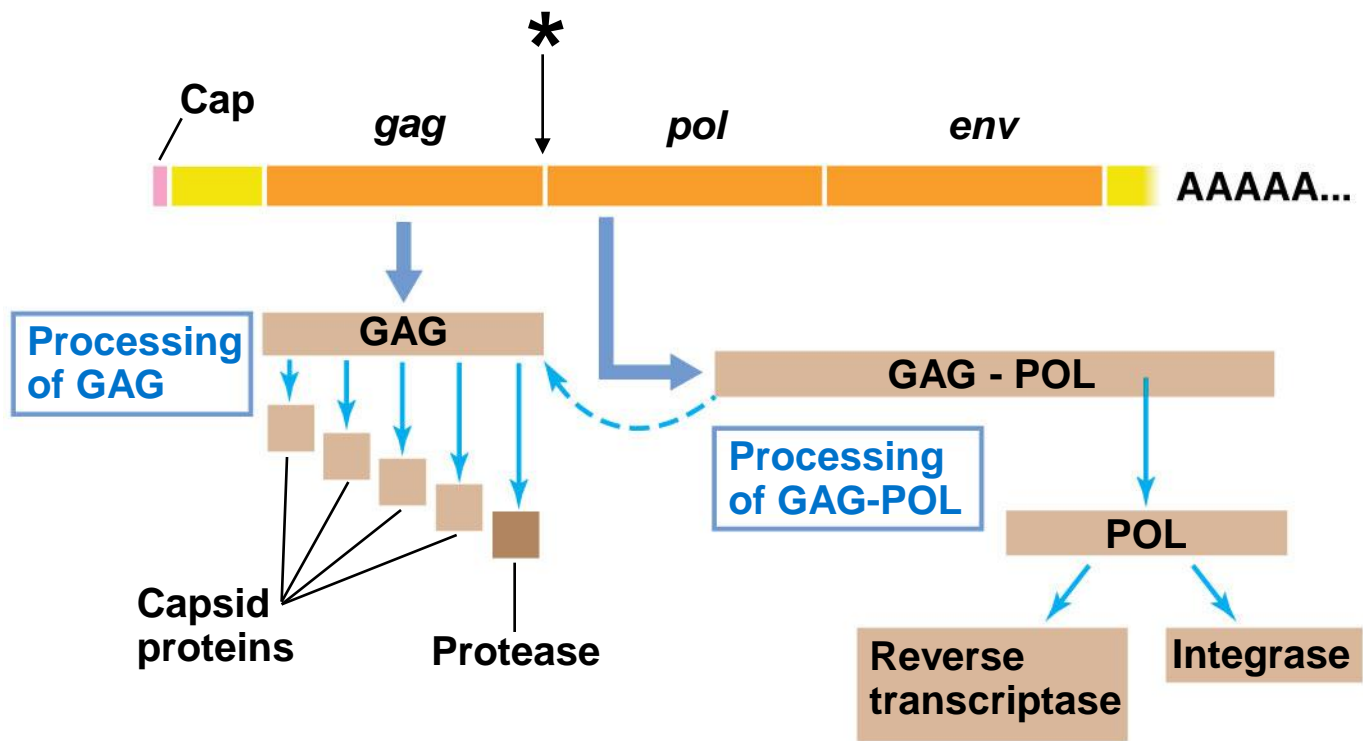


(a)

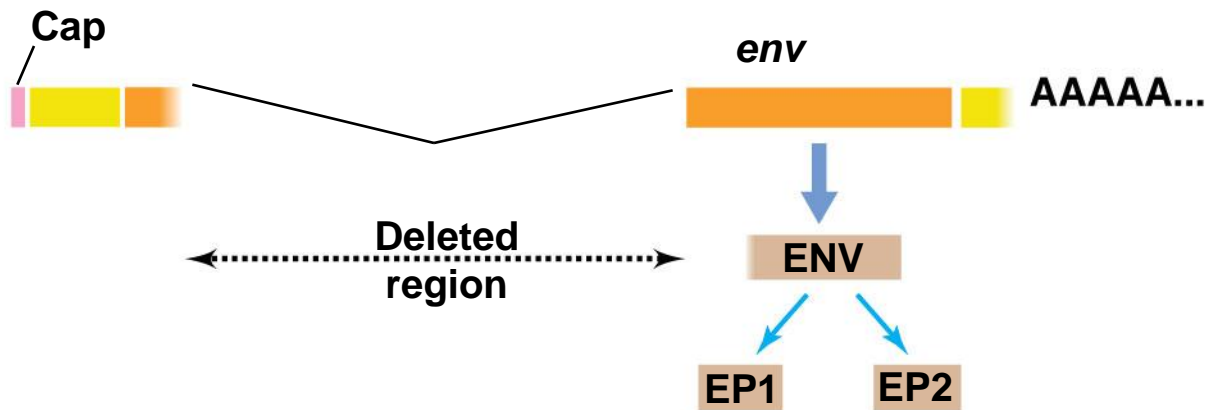
- Els retrovirus tenen un únic genoma
 - Dues molècules idèntiques de (+) ssRNA
 - Conté gens específics
 - *gag*: codifica proteïnes estructurals
 - *pol*: codifica transcriptasa reversa i integrasa
 - *env*: codifica proteïnes de l'embolcall







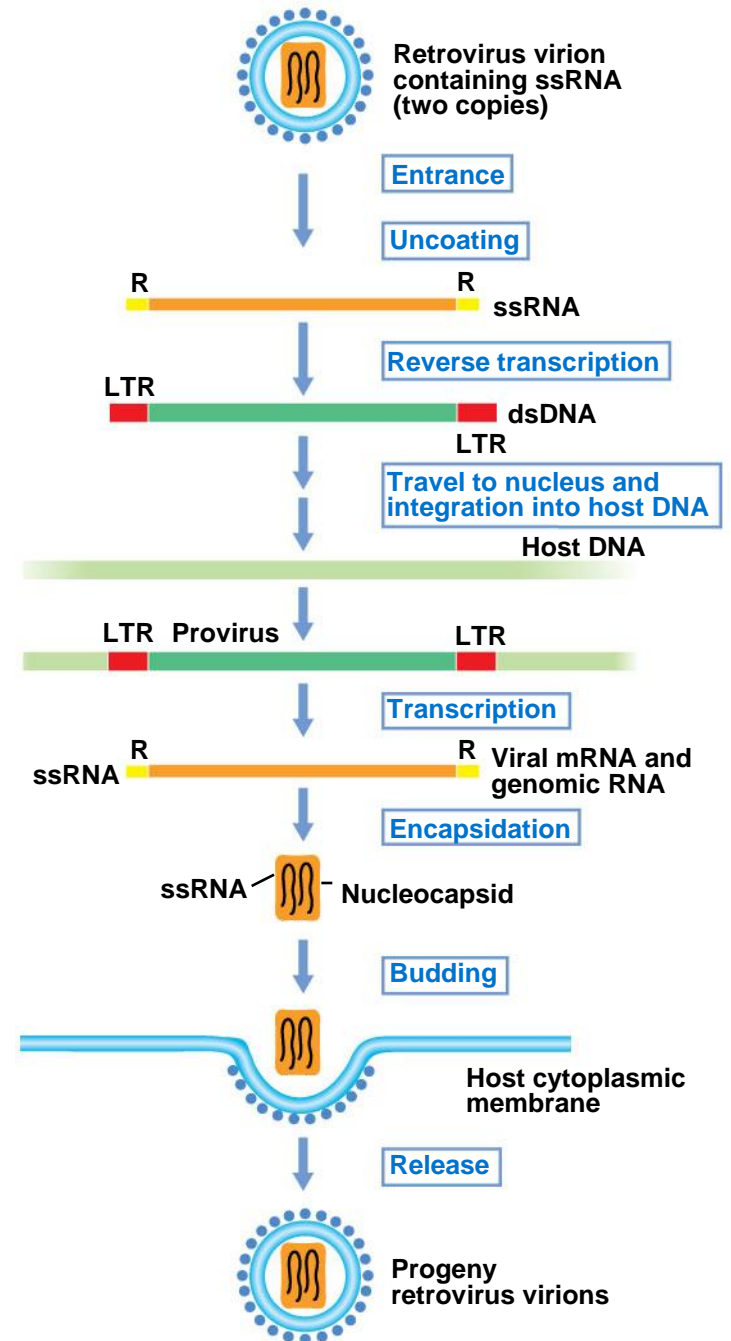
(a)



(b)

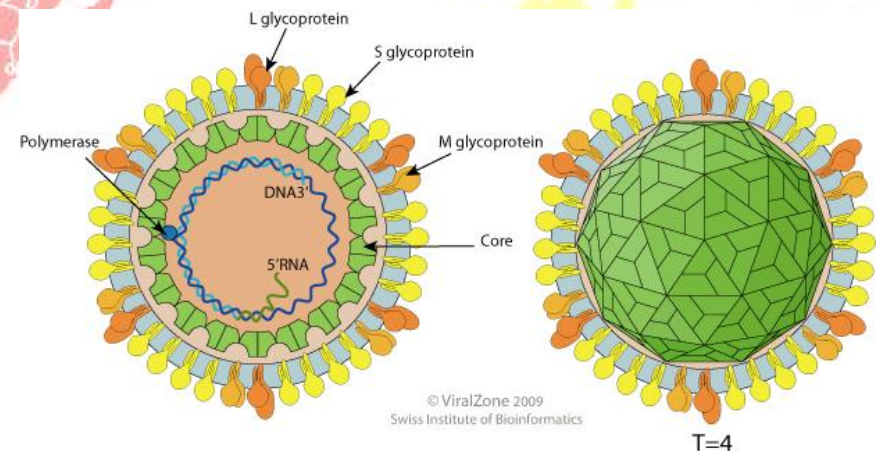
- Procés de replicació

- Entrada
- Eliminació de l'embolcall
- Transcripció inversa de una de les dues còpies de RNA
- Integració del DNA retroviral al genoma de l'hoste
- Transcripció del DNA retroviral
- Acoblament i empaquetat del RNA genòmic
- Gemmació de virions i alliberament

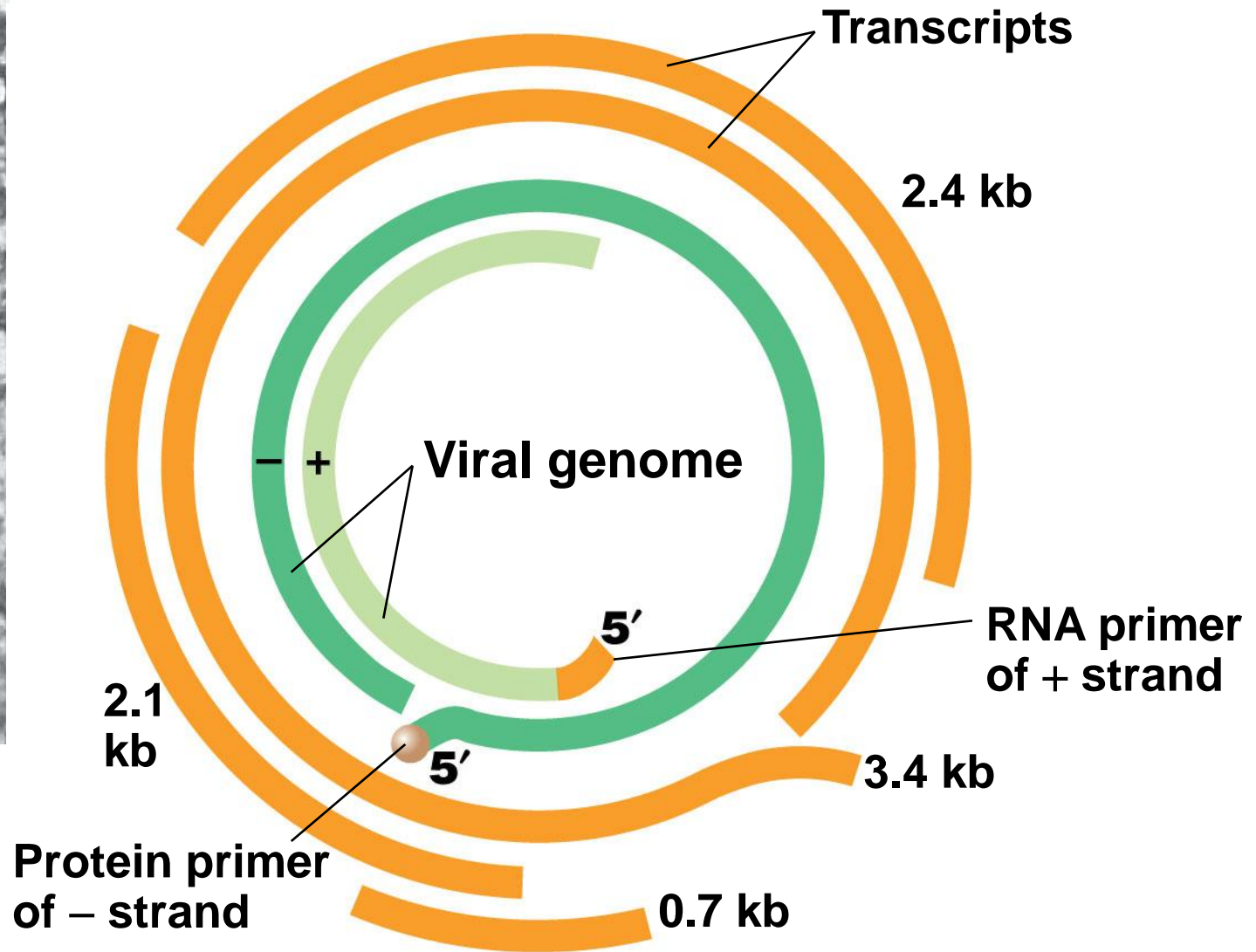
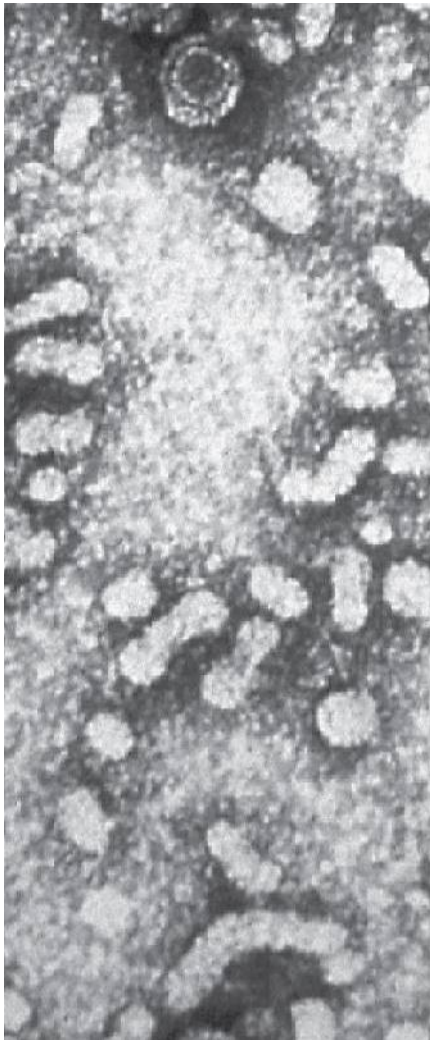


7. Hepadnavirus

- Virions xicotets, de forma irregular
- Inclou l'hepatitis B
- La replicació viral es dona via un intermediari de RNA
- Genomes poc habituals
 - Molt xicotets
 - Només parcialment, de doble cadena



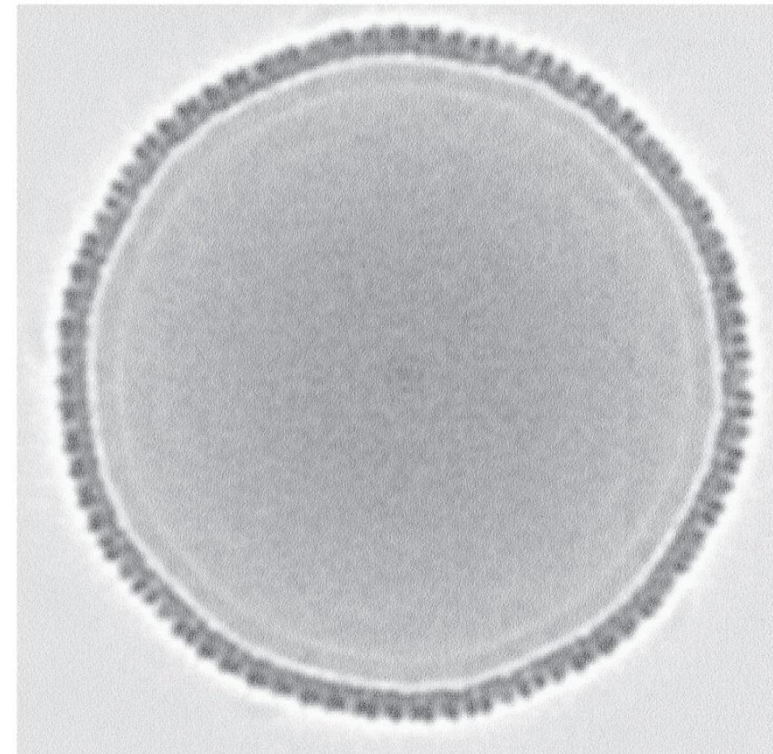
T=4



- I. Virus animals: aspectes generals de la infecció vírica
- II. Principals virus de RNA als eucariotes
- III. Retrovirus i hepadnavirus
- IV. Principals virus de DNA
 - 8. Virus de DNA de plantes
 - 9. Poliomavirus: SV40
 - 10. Herpesvirus
 - 11. Pox Virus
 - 12. Adenovirus
- V. Entitats subvirals

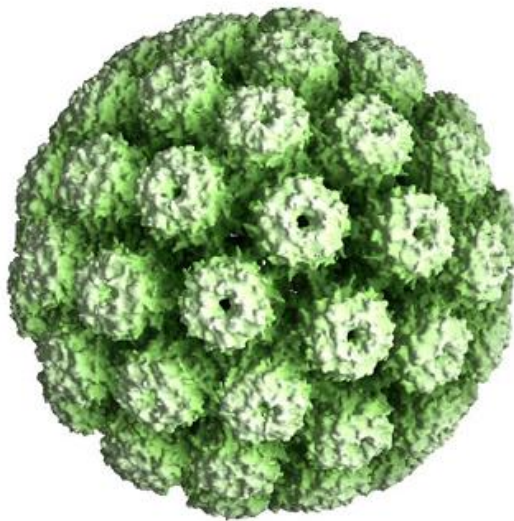
8. Virus de Plantes (DNA)

- Son poc freqüents
- Alguns virus grans infecten plantes unicel·lulars (algues)
- *Paramecium bursaria Chlorella virus 1 (PCBV-1)*
 - Gran viriό icosaèdric
 - ds DNA gran, codifica per centenars de proteïnes incloent enzims de restricció/modificació



9. Poliomavirus: SV40

- Indueix tumors en animals
- Virió sense embolcall amb un cap icosaèdric
- Virió sense enzims: es replica al nucli de l'hoste
- DNA circular (foto)
- Genoma xicotet, amb gens superposats



*Simian
Virus
40*

X-ray Structure determination

T. STEELE, S.J. GAMBRIEL,
Y. YAN, S. CHARRISON (1988)

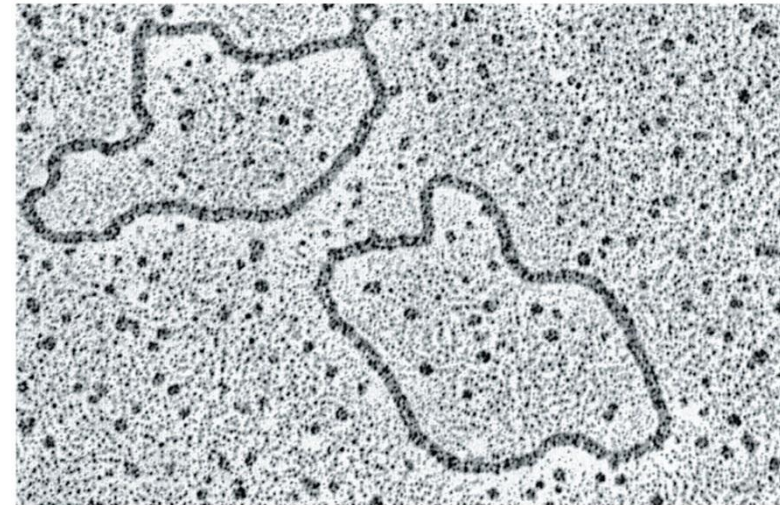
THE STRUCTURE OF SIMIAN
VIRUS 40 REFINED AT 3.1 Å
RESOLUTION
Structure (London) 4: 195

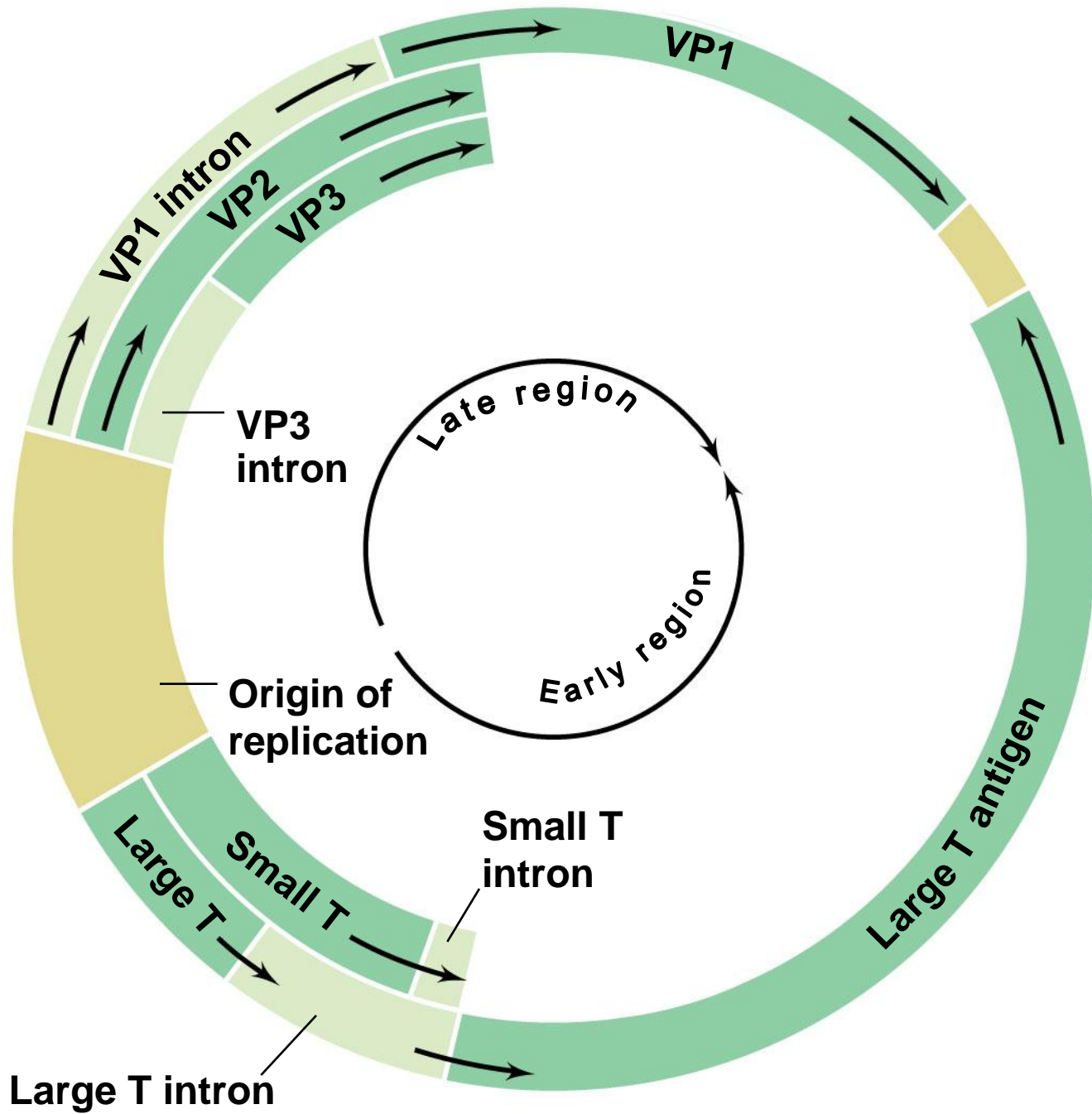
(PDB ENTRY: 1SVA)

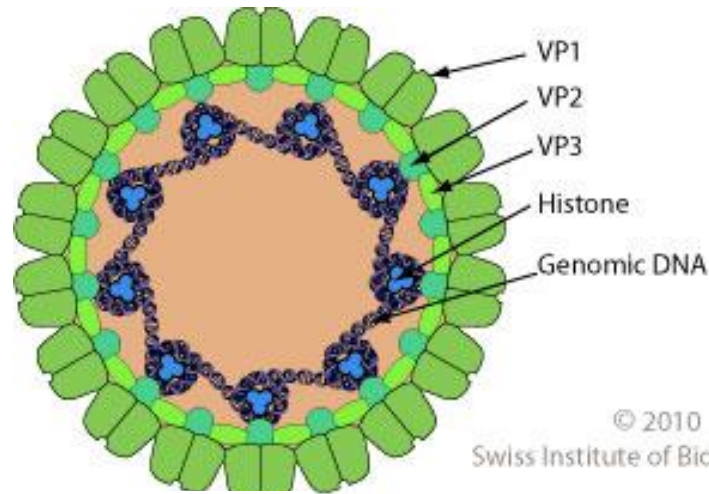
Refract Depth Color Rendering
with group (A) REPRODUCED on
Silicone Graphics:

J.-Y. SORO

Image © 1996, Jean-Yves Soro

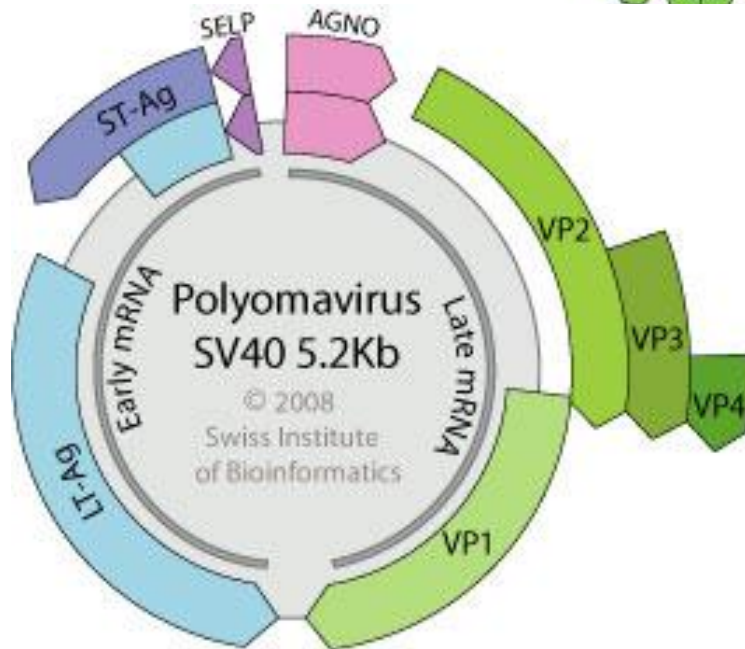






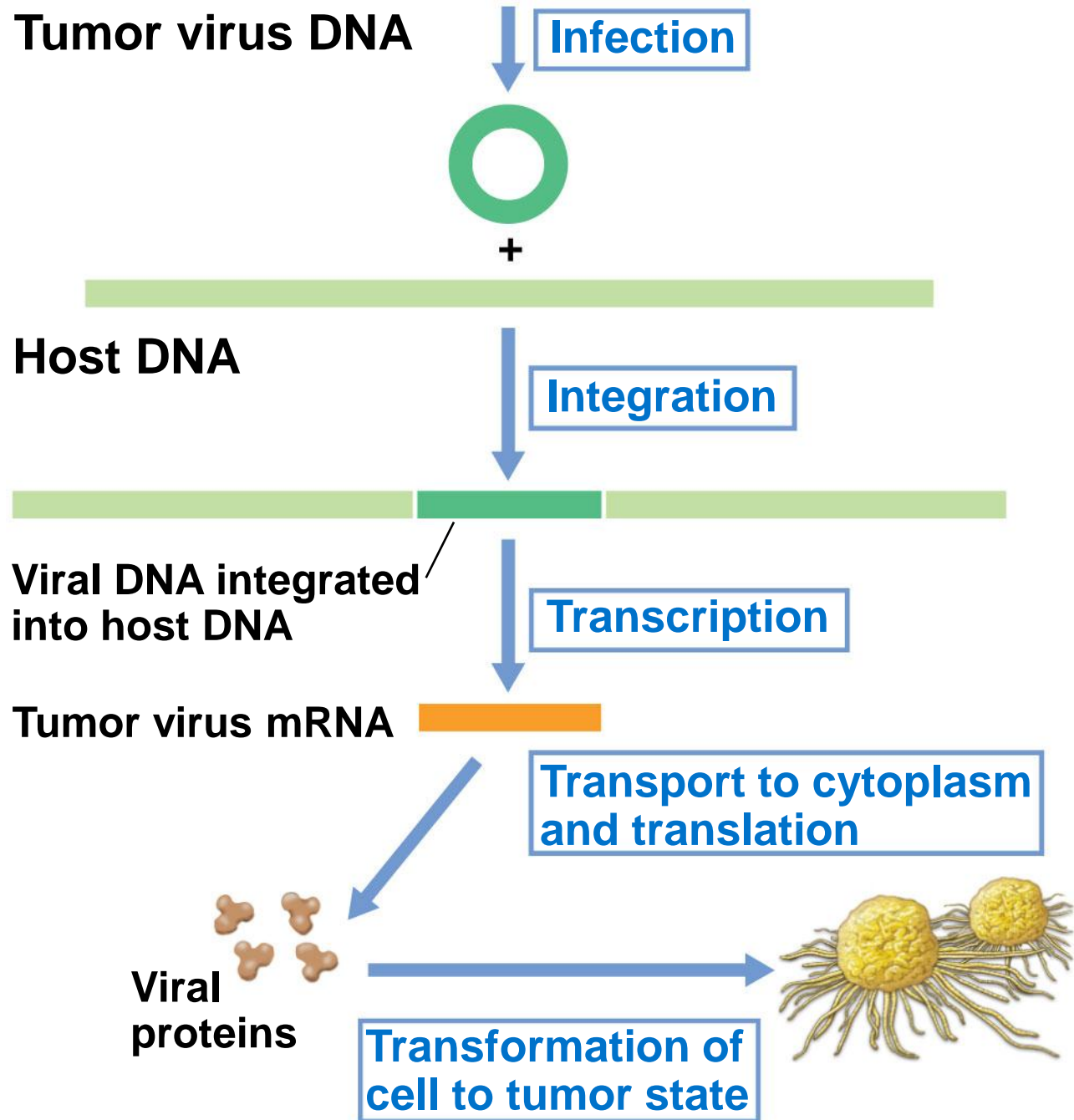
© 2010
Swiss Institute of Bioinformatics

T=7d



En humanos:
Merkel cell polyomavirus [MCPyV]

- Poliomavirus i càncer



DNA viruses

ds DNA



Herpesviridae

- Simplexvirus
- Varicellovirus
- Cytomegalovirus
- Roseolovirus
- Lymphocryptovirus
- Rhadinovirus

Adenoviridae

- Mastadenovirus

Papillomaviridae

- Alphapapillomavirus
- Betapapillomavirus
- Gammapapilloma-
virus
- Mupapillomavirus
- Nupapillomavirus

Polyomaviridae

- Polyomavirus

Poxviridae

- Molluscipoxvirus
- Orthopoxvirus
- Parapoxvirus

ss DNA



Anelloviridae

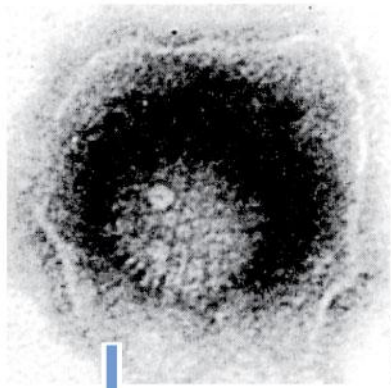
- Alphatorquevirus
- Betatorquevirus
- Gammatorquevirus

Parvoviridae

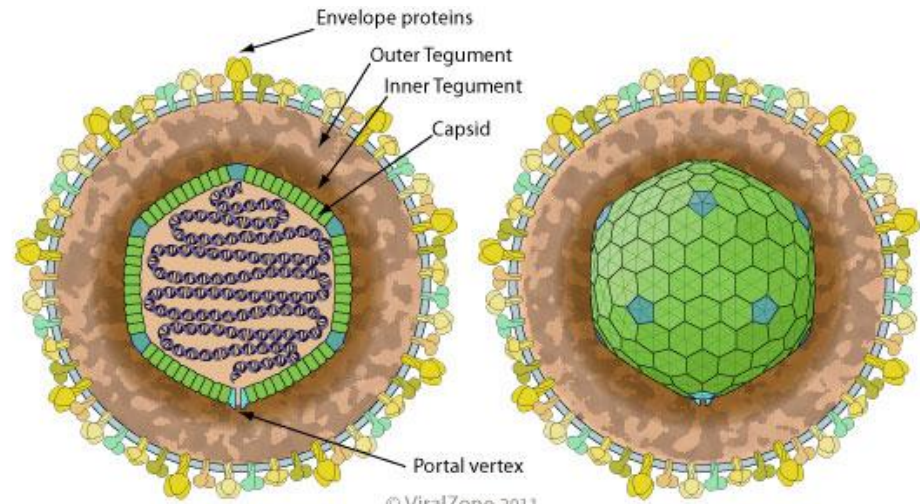
- Erythrovirus
- Dependovirus
- Bocavirus

10. Herpesvirus

- Grup extens de virus que causen malalties en animals i humans
- Poden romandre latents grans períodes de temps
- Part d'ells produeixen càncer (p.e.virus d'Epstein–Barr)
- Els virions s'uneixen a receptors específics de les cèl·lules
- Produeixen 3 tipus de mRNA

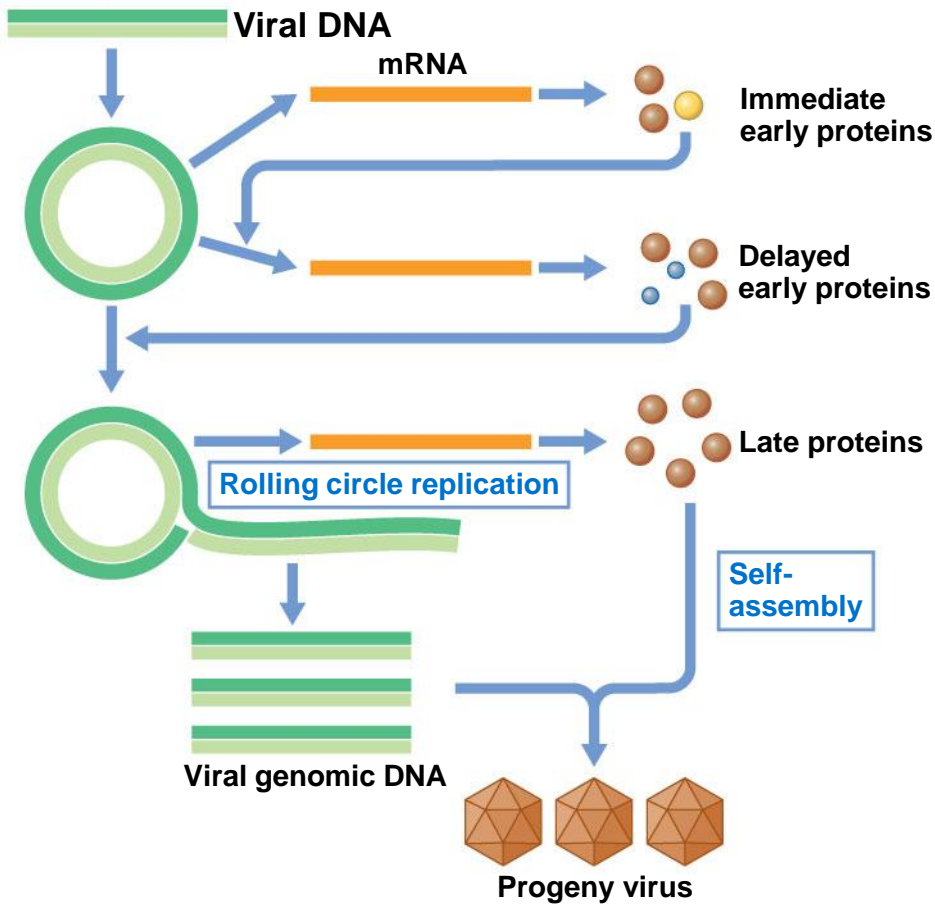


R. W. Horne



© ViralZone 2011
Swiss Institute of Bioinformatics

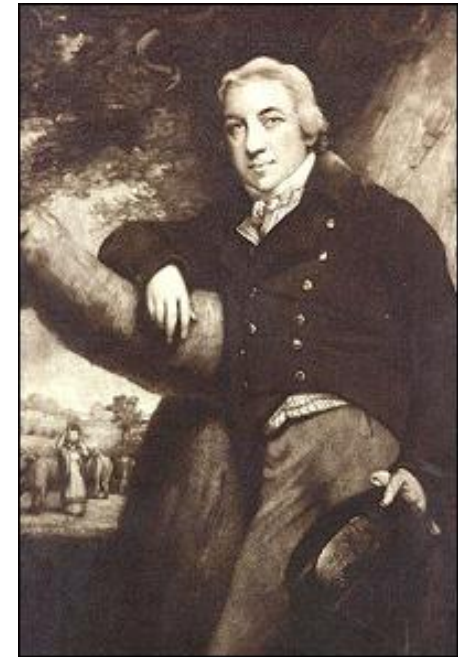
T=16



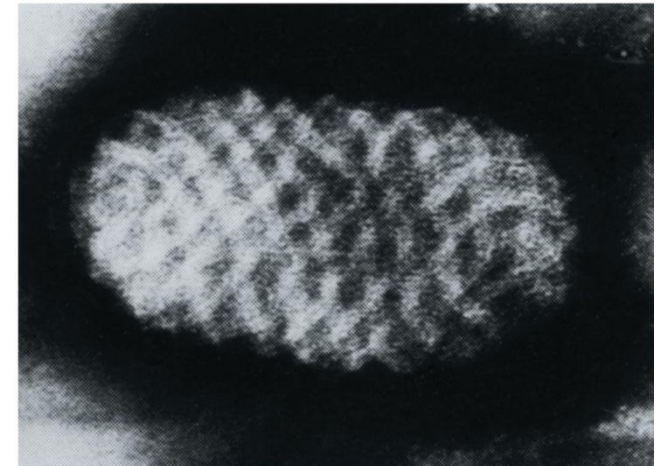
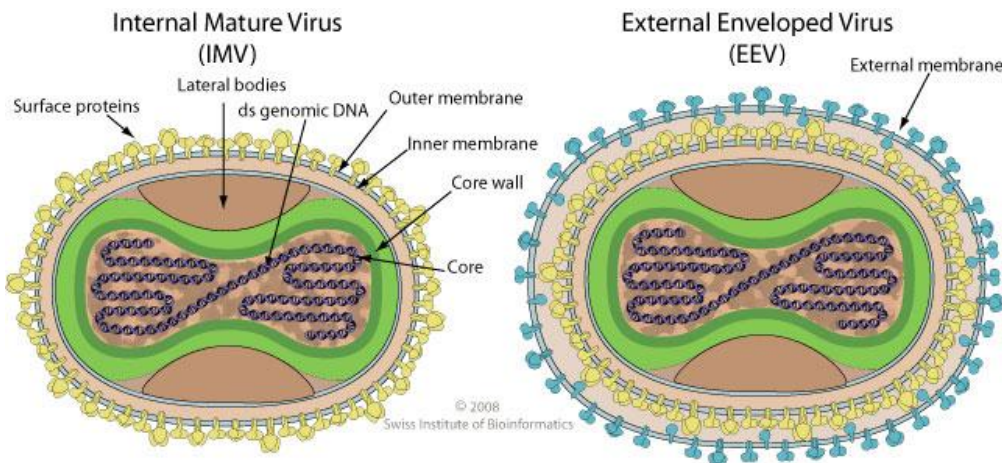
- HHV-1 Simplexvirus
- HHV-3 Varicellovirus
- HHV-4 Epstein-Barr
- HHV-5 Citomegalovirus
- HHV-6A Roseolovirus

11. Pox Virus

- Un dels virus més complexes i grans dels virus animals (la verola o pigota, eradicada)
- Es replica al citoplasma

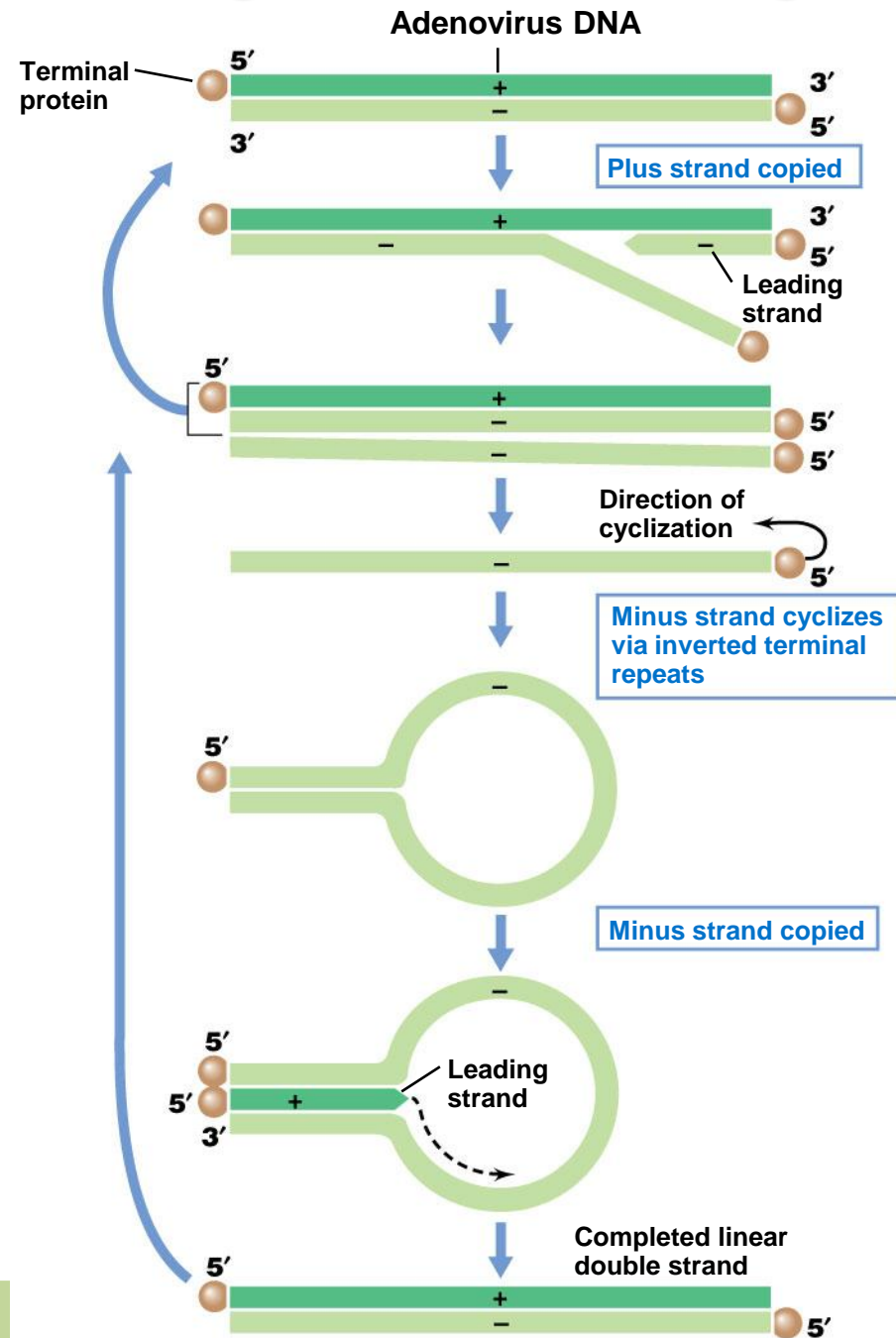


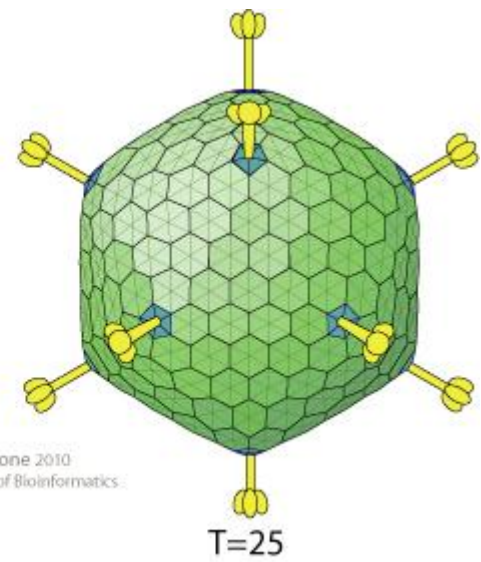
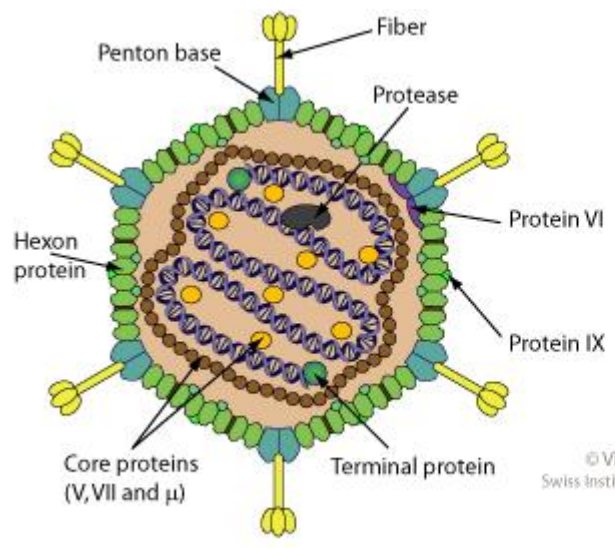
Edward Jenner



12. Adenovirus

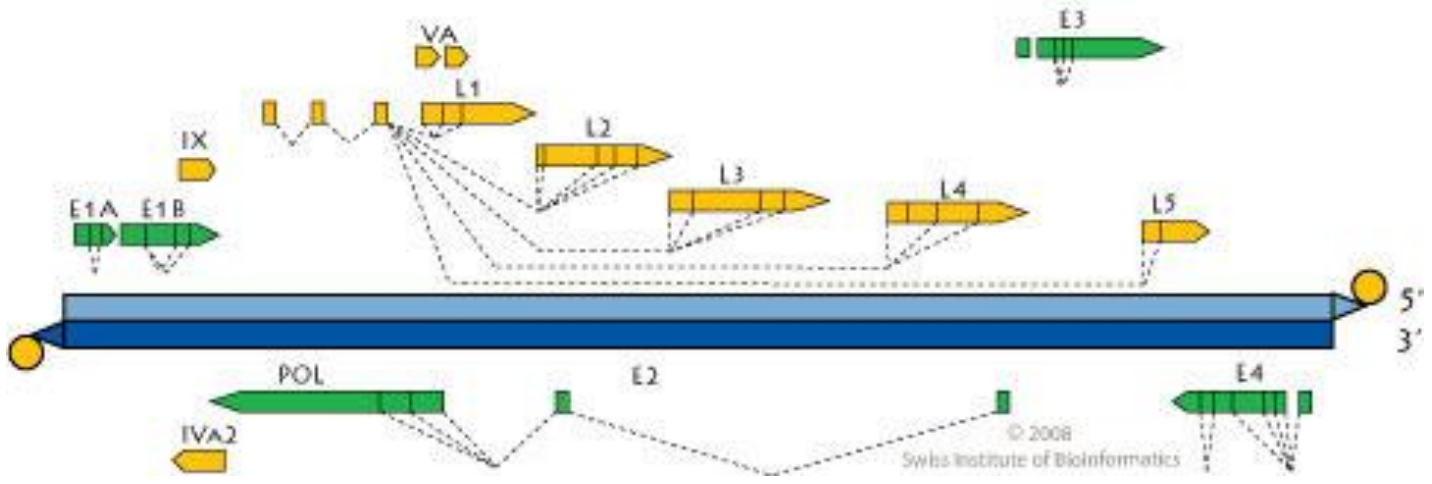
- Virus icosaèdric, dsDNA, lineal
- Causen infeccions respiratòries suaus en humans
- Es repliquen al nucli
- Requereixen de primers
- Eviten la síntesi de la cadena endarrerida





© ViralZone 2010
Swiss Institute of Bioinformatics

HUMAN ADENOVIRUS TYPE 5 GENOME



- I. Virus animals: aspectes generals de la infecció vírica
- II. Principals virus de RNA als eucariotes
- III. Retrovirus i hepadnavirus
- IV. Principals virus de DNA
- V. Entitats subvirals
 - 13. Virus defectius
 - 14. Viroides
 - 15. Virusoides
 - 16. Prions

13. Virus defectius

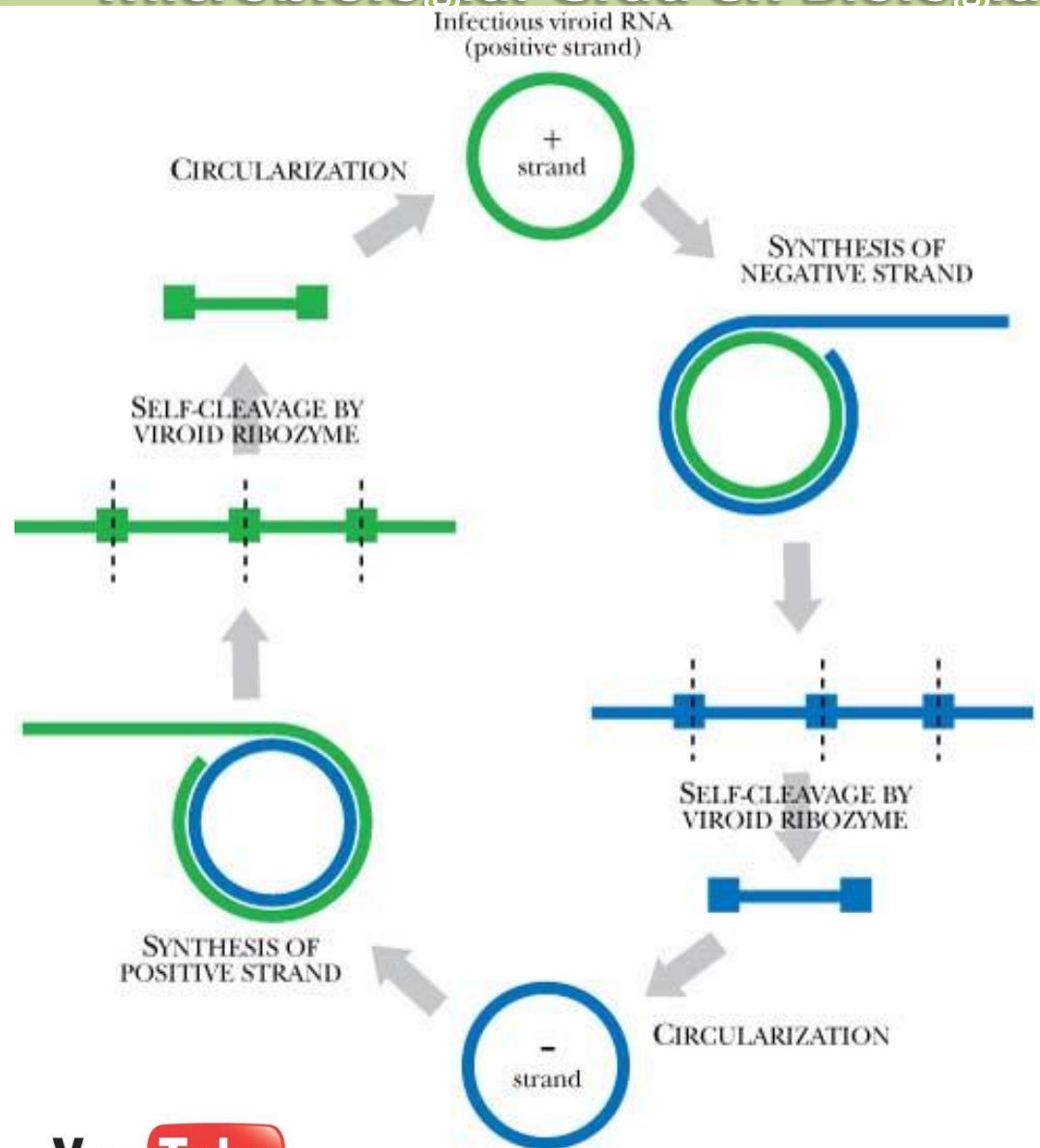
- Virus paràsits d'altres virus
 - Requereixen d'altre virus (*helper virus*) que els proporcione alguna funció
 - Virus intactes del mateix tipus
 - *Virus satèl·lit*: virus defectius dels quals no existeix una versió intacta

14. Viroïdes

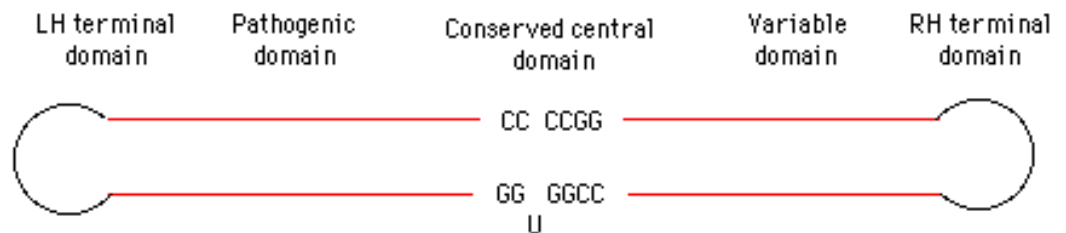
- Són patògens de plantes que consisteixen en una cadena curta (d'uns pocs centenars de bases nitrogenades) circular altament complementària d'ARN monocatenari sense la càpsida que caracteritzen els virus.
- El més xicotet conegut te 220 bases ssRNA associat amb la patologia RYMV (Rice Yellow Mottle Virus).
- Els genomes més petits de virus capaços de causar una infecció de forma autònoma, tenen unes 2 Kb.



- Els viroides no codifiquen per a cap proteïna coneguda; n'hi ha que ni tan sols tenen el codó d'inici AUG.
- El mecanisme de replicació necessita de la RNA polimerasa II, un enzim normalment associat amb la síntesi d'ARN missatger, i síntesi per "cercle rodant" de nou ARN.



- Alguns viroides són ribozims, tenint propietats d'enzim d'ARN que permeten l'autotallat i lligació de fragments de la mida d'un genoma d'intermediaris de replicació.
- S'ha proposat la idea de què els viroids siguin de fet introns que s'han escapat de les cèl·lules.
- Els viroides normalment són transmesos per les llavors o el pol·len. Les plantes infectades poden mostrar un creixement distorsionat. El primer viroide identificat va ser el *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd).



<http://www.nature.com/embor/journal/v7/n6/full/7400706.html>

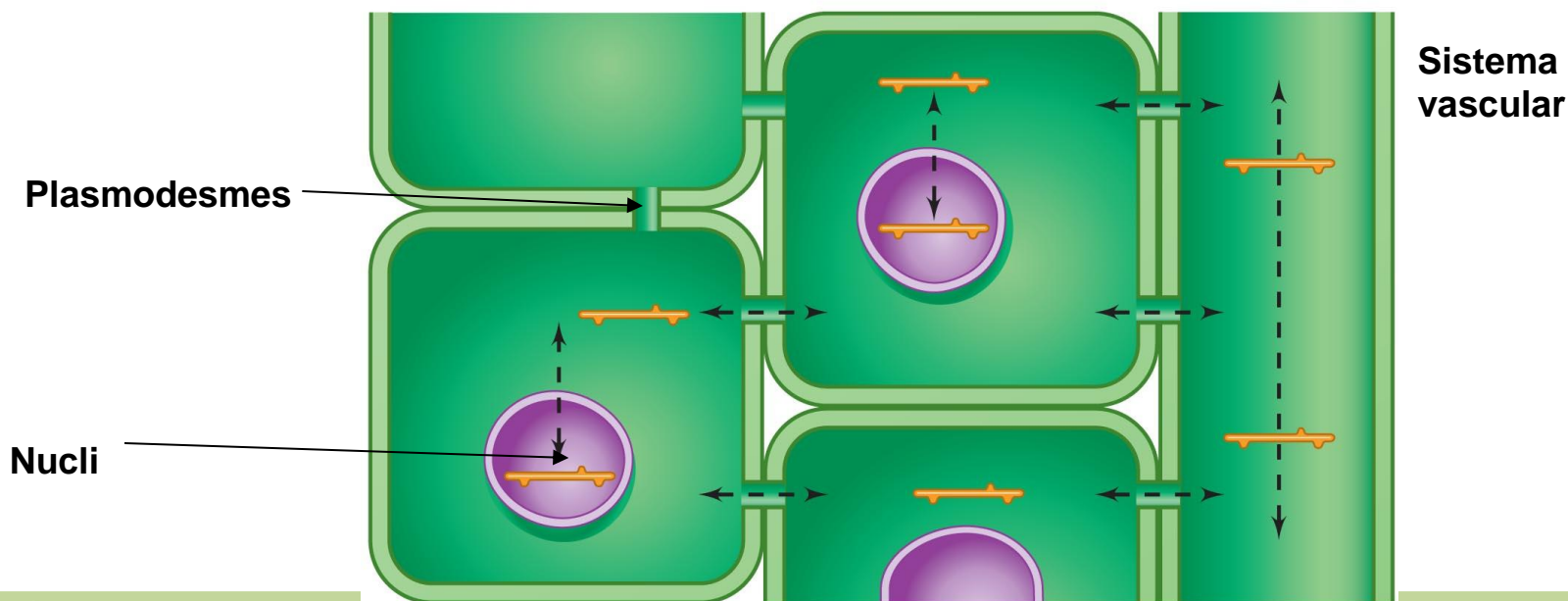


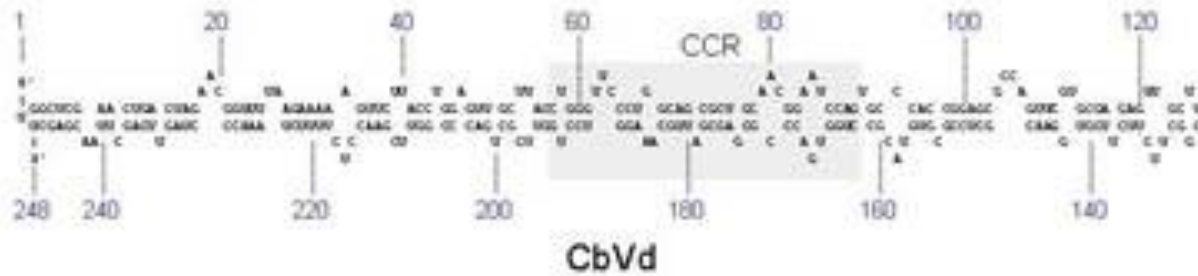
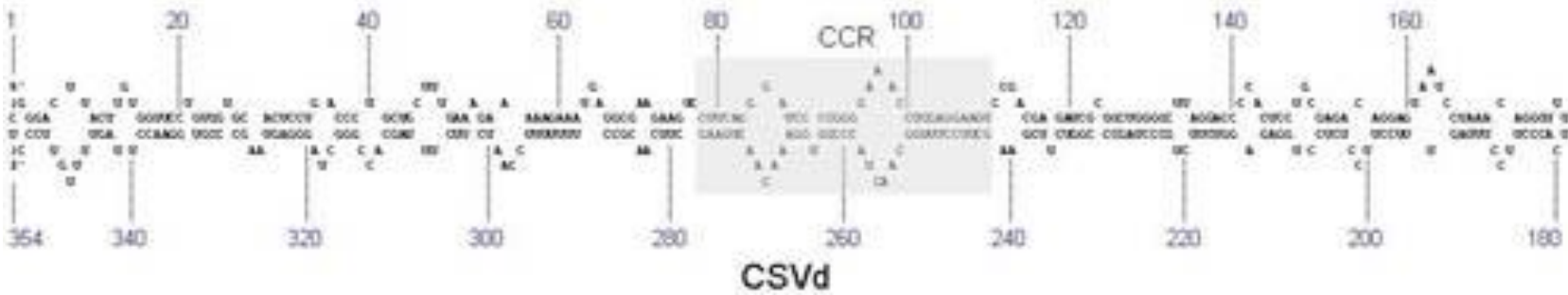
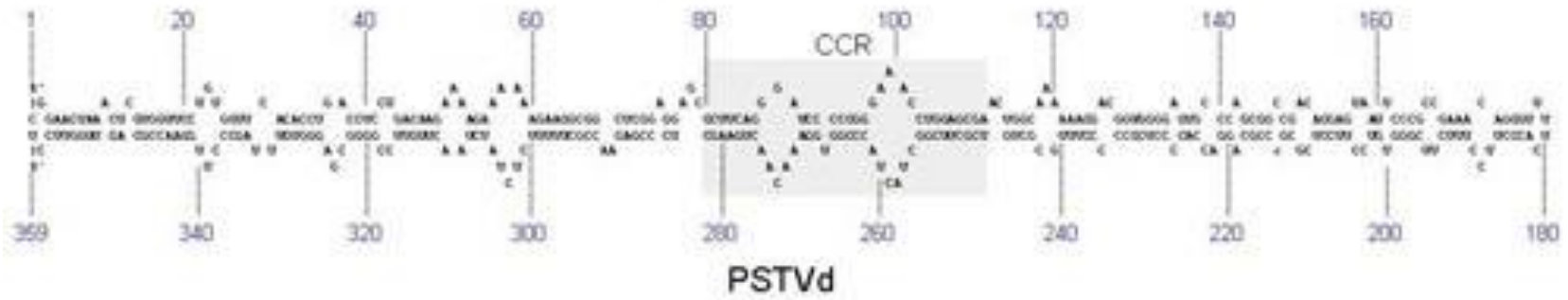
Yijun Qi and Biao Ding

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

Tomatera sana i tomatera infectada per un viroide

Moviment dels viroides a l'interior de les plantes

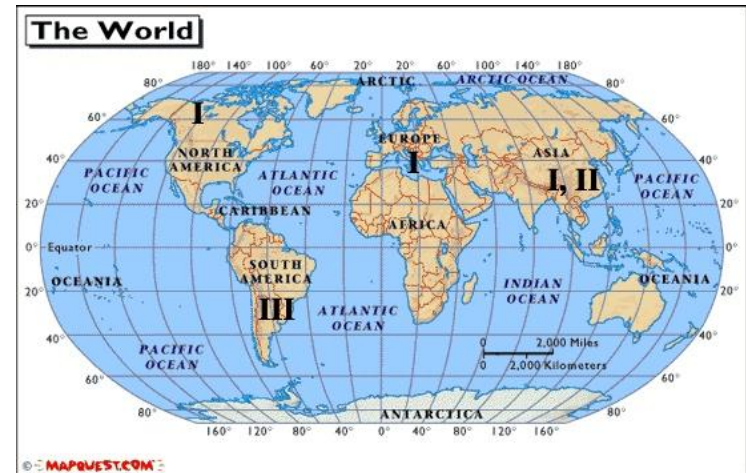


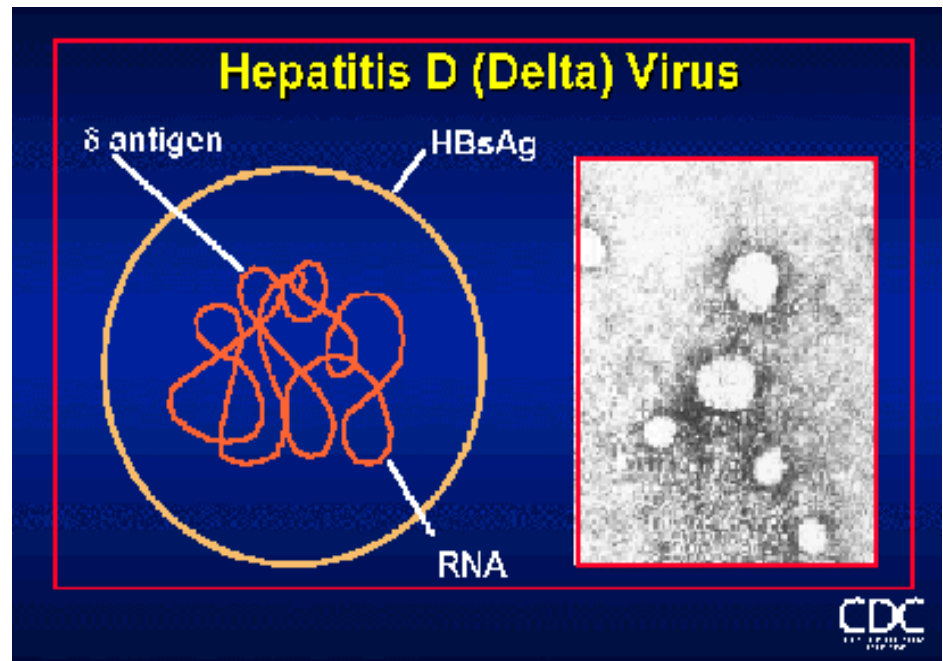
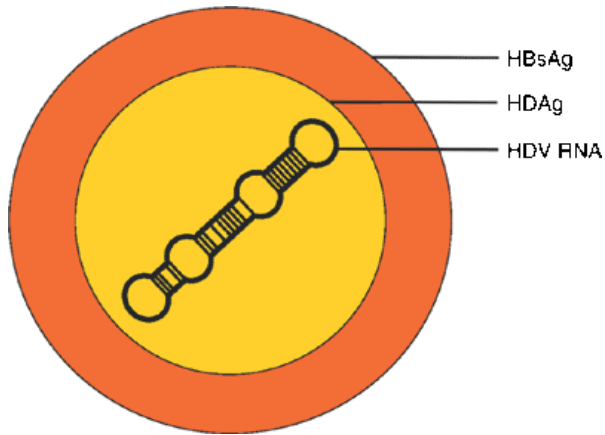


Viroid secondary structure models

15. Virusoides

- Els virusoides consisteixen en una sola molècula d'**ARN** monocatenari circular que fa uns quants centenars de nucleòtids i no codifica per res més que per al seu genoma (no codifica per a la seva pròpia càpsida). Quan entren a la cèl·lula hoste la RNA polimerasa II de l'hoste transcriu el RNA del virusoide.
- En mida i estructura són semblants als viroides (molècules circulars d'**ARN** que infecten les plantes però sense necessitat d'un virus que els ajude).
- Existeixen 3 genotips al mon.



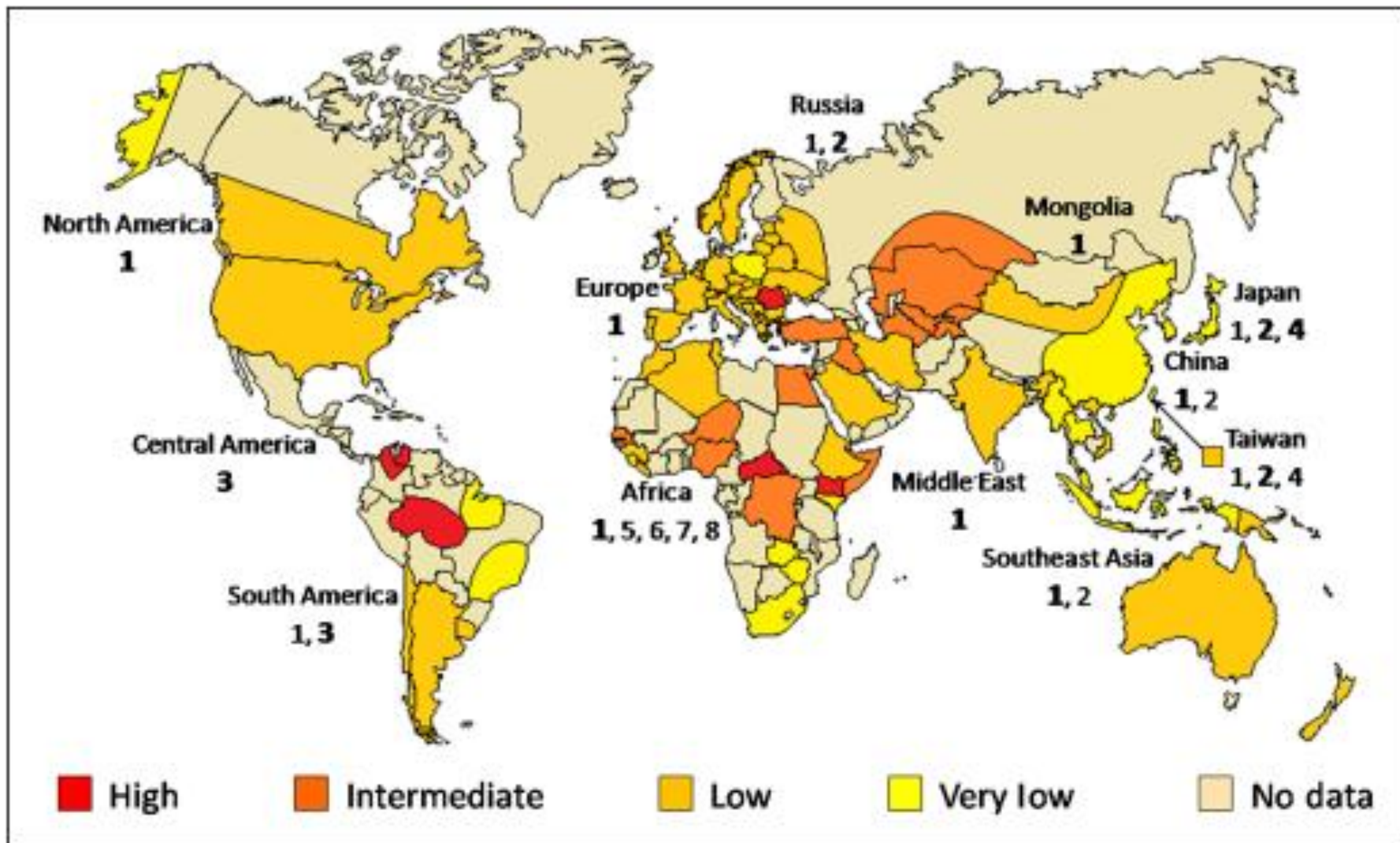


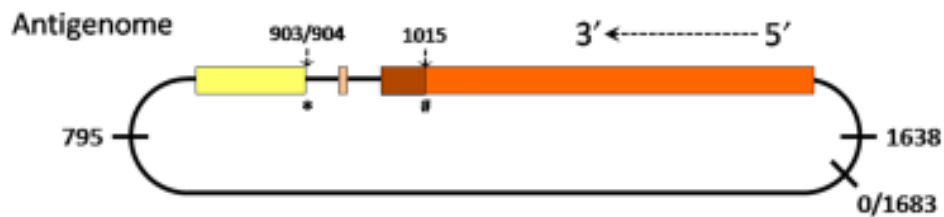
- El virusoide millor conegut és l'hepatitis D (1700 nucleòtids). El seu RNA és molt similar al de l'RNA 7S citoplasmàtic. Sembla que el seu efecte consisteix en segrestar o hidrolitzar la partícula 7S, amb la qual cosa causa la mort de la cèl·lula.

- <http://www.stanford.edu/group/virus/delta/2008/>

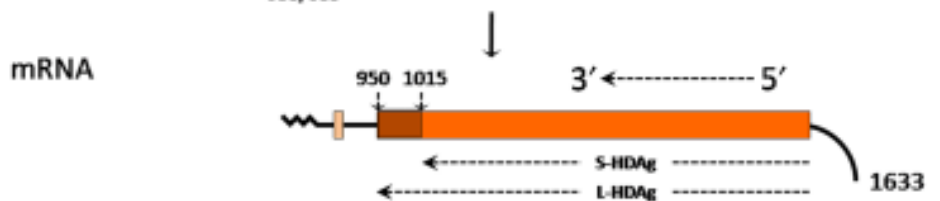
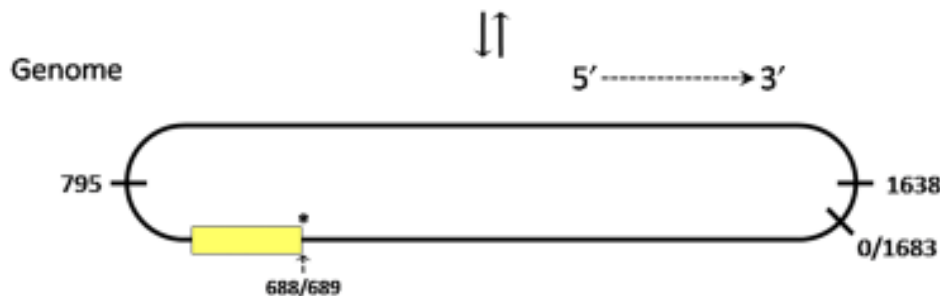


- Existeixen 8 genotips al mon

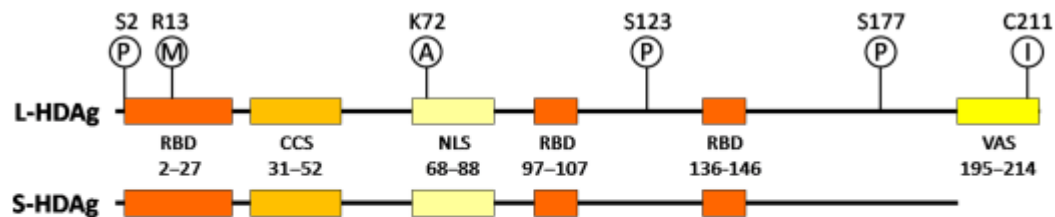




RNA (+) complementari a RNA (-)



- Ribozyme domain
- HDAg open reading frame
- C-terminal amino acid extension
- Polyadenylation signal
- * Ribozyme cleavage site
- # RNA editing site



- RBD RNA-binding domain
- NLS Nuclear localization sequence
- CCS Coiled-coil sequence
- VAS Virus assembly signal

16. Prions



80'-90' Anglaterra

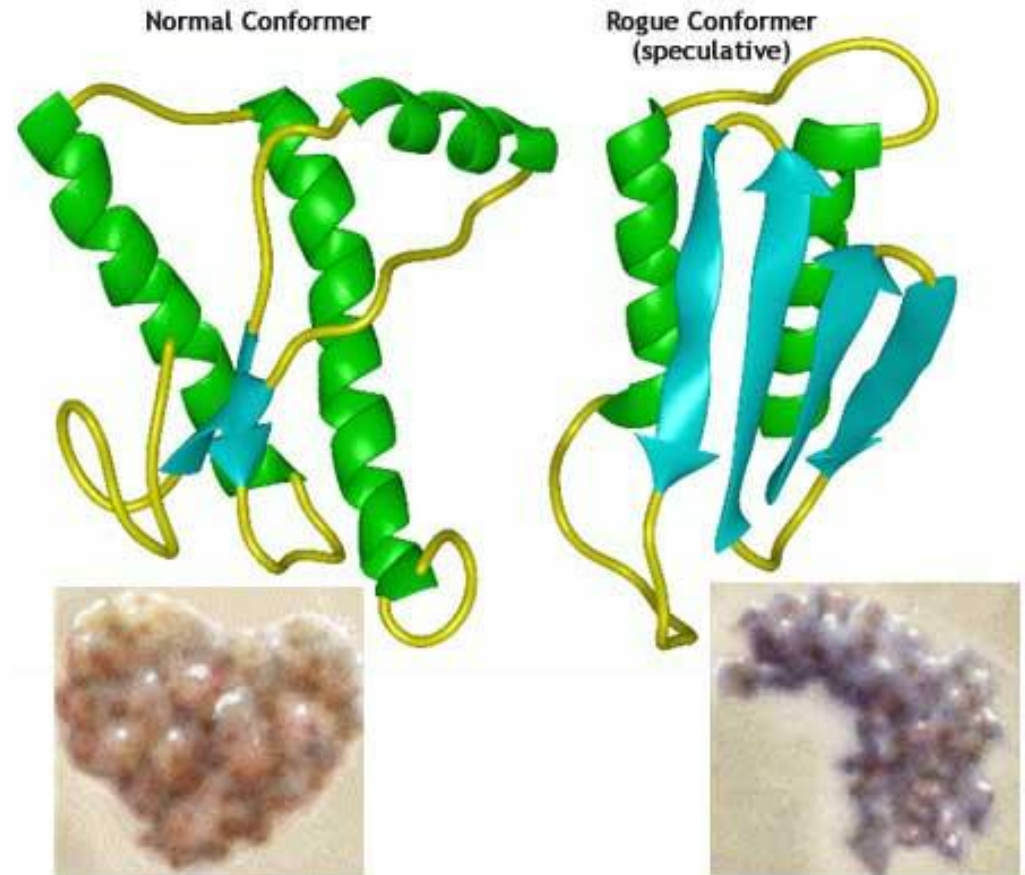
Els prions o proteïnes priòniques són agregats supramoleculars (glicoproteïnes) acel·lulars, patògens, i transmissibles.

Produeixen encefalopaties espongiformes transmissibles (EET), malalties que afecten el sistema nerviós central (SNC).

Els prions no són éssers vius.

La proteïna s'expressa en diversos teixits, principalment en neurones del SNC, i s'uneix a la membrana cel·lular externa mitjançant una molècula de glicosil fosfatidil inositol (GPI).

Els prions són proteïnes modificades baix certes circumstàncies que van afavorir la seva caiguda a un nivell energètic molt estable al oligomeritzar-se, la qual cosa les fa insolubles, immunes a les proteases i les canvia la seva conformació tridimensional.



Aquesta "estabilitat" provoca que aquestes proteïnes s'acumulen en el sistema nerviós.

Es desconeix encara com aquesta aparició d'una nova estructura provoca malalties per acumulació.

De fet, la "infecció" amb proteïnes priòniques és produïda perquè, al consumir-se, comencen a actuar en el teixit nerviós com nuclis entorn dels quals més proteïnes es desnaturalitzen sota la seva acció i s'acumulen, formant generalment microfibrils insolubles.

Tipus de prions

Human Prion Diseases

Creutzfeldt-Jakob Disease (CJD)

Variant Creutzfeldt-Jakob Disease (vCJD)

Gerstmann-Straussler-Scheinker Syndrome

Fatal Familial Insomnia

Kuru

Animal Prion Diseases

Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) →

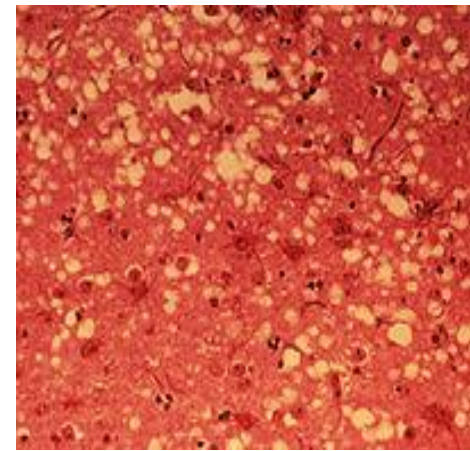
Chronic Wasting Disease (CWD)

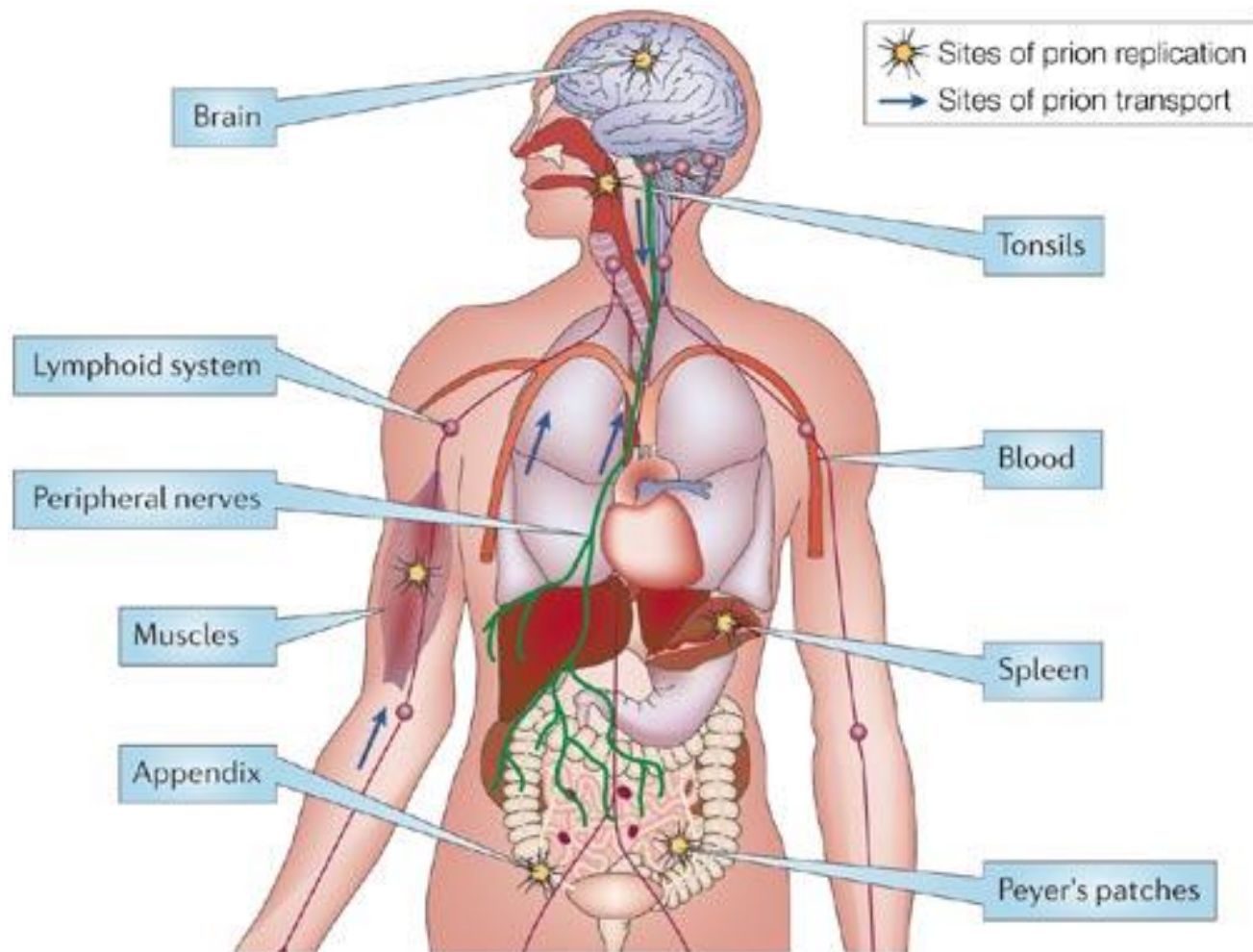
Scrapie

Transmissible mink encephalopathy

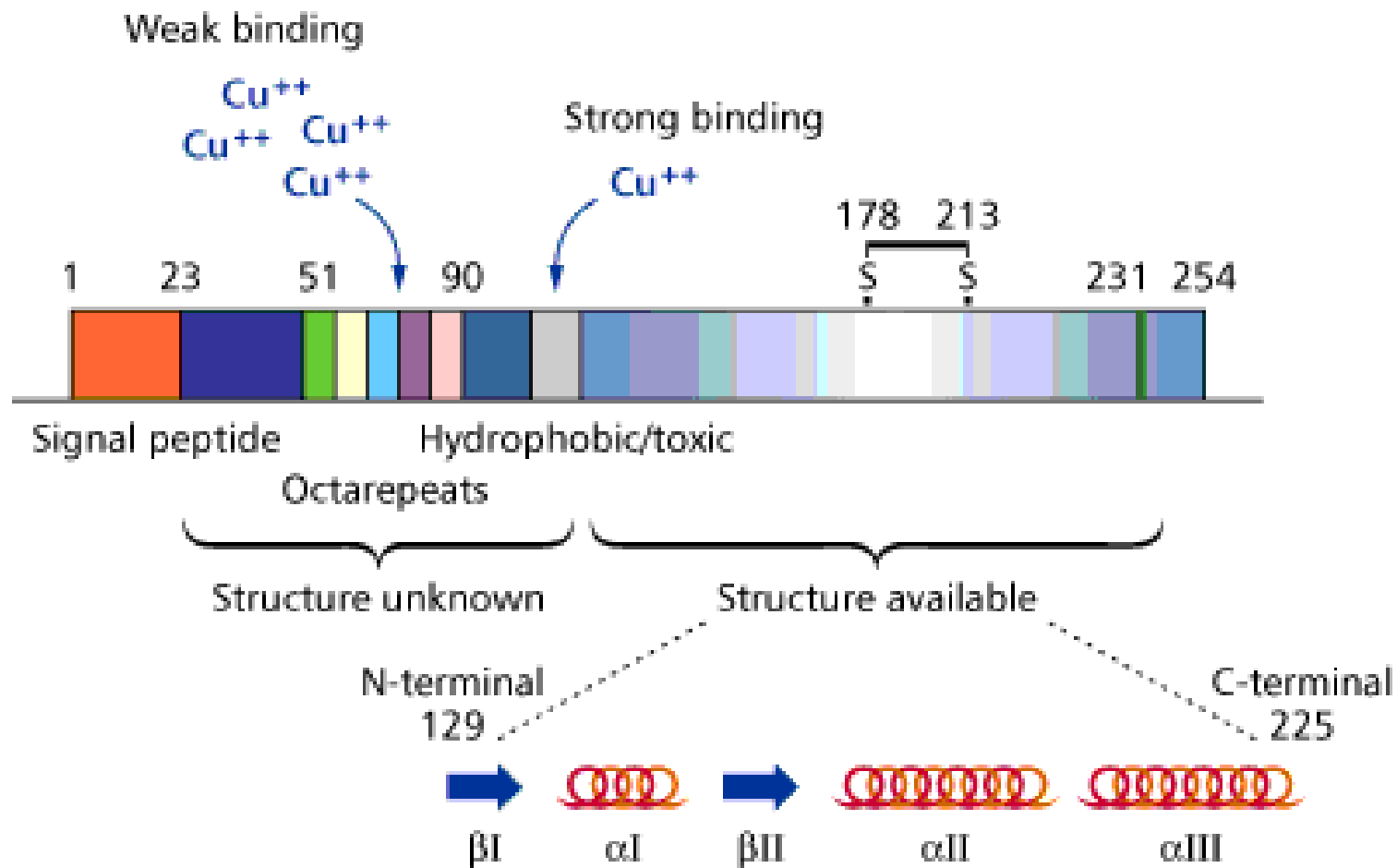
Feline spongiform encephalopathy

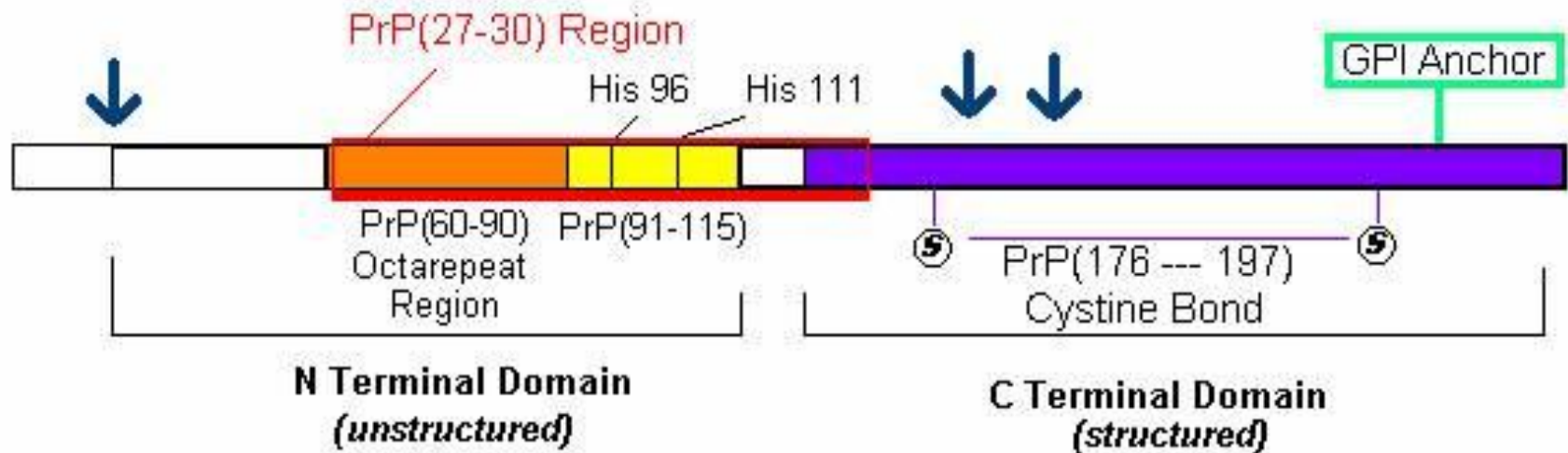
Ungulate spongiform encephalopathy



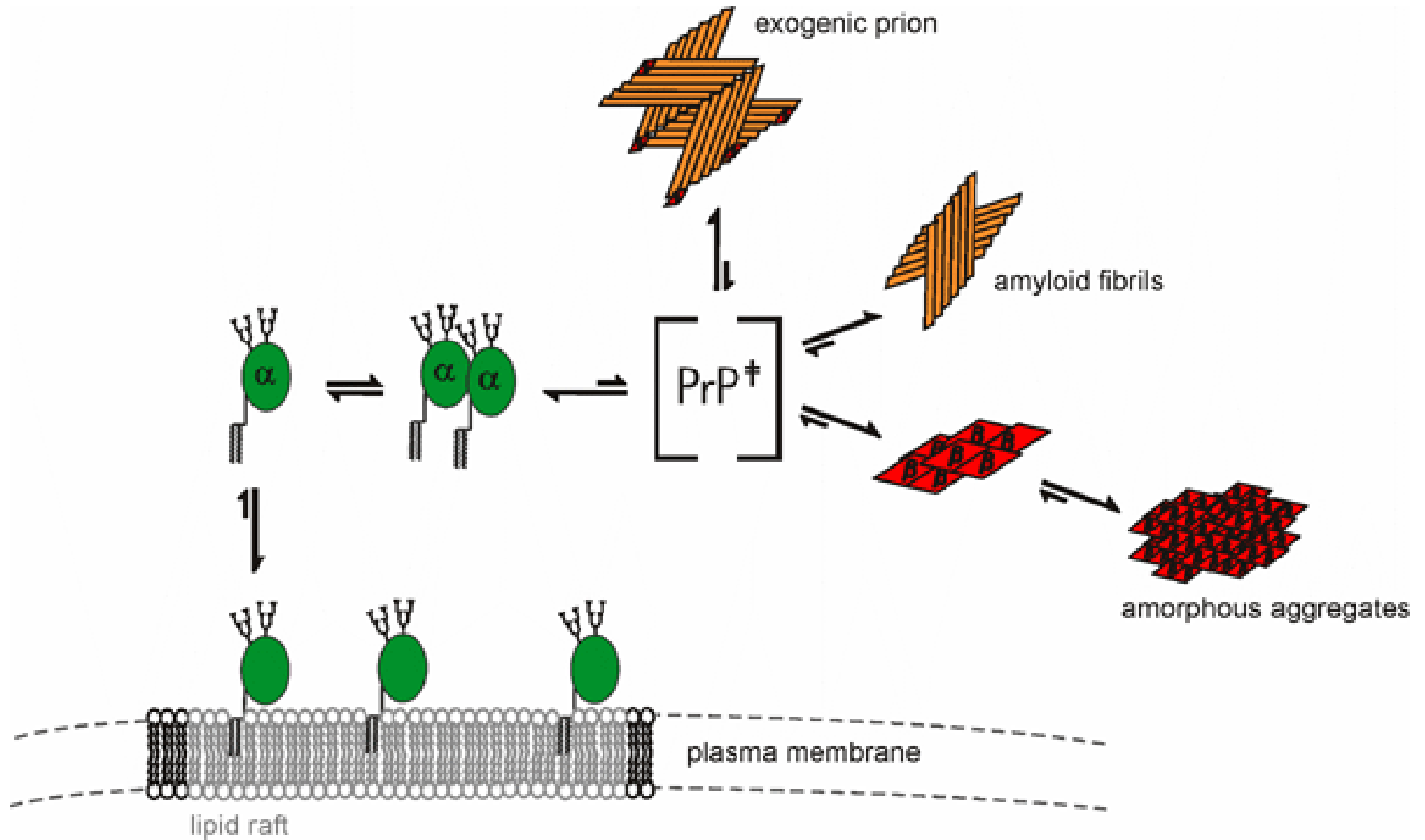


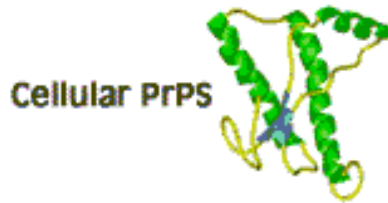
Copyright © 2006 Nature Publishing Group
Nature Reviews | Microbiology





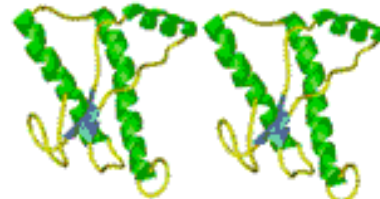
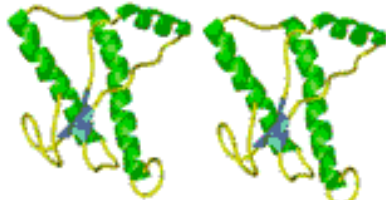
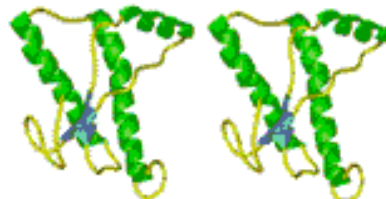
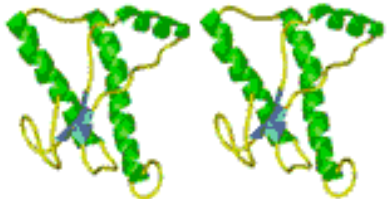
Seqüència aminoacídica de PrP madur. El domini N consisteix en una regió octa-repetida (PHGGGWGQ) i codifica per His 96 i 111 (llocs d'unió al coure). El domini C terminal conté la seqüència per la unió a GPI i les regions connectades mitjançant ponts de cisteïna. Ambdues regions contenen llocs de glicosilació post traduccional.

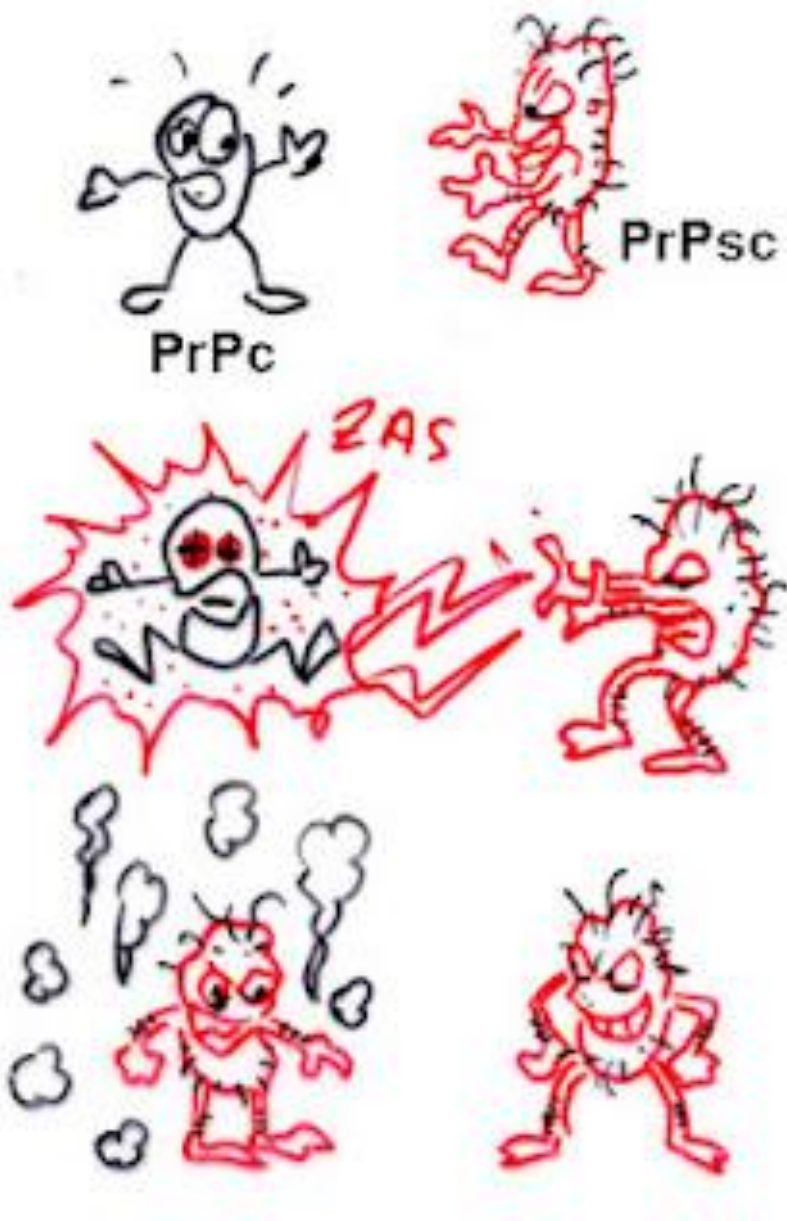




<http://www.organicconsumers.org/madcow.cfm>

<http://www.mad-cow.org/>





Stanley Benjamin Prusiner
(Premi Noble 1997)

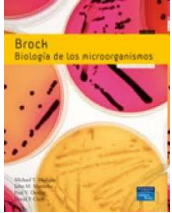


Tema 14

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Els microorganismes i el seu entorn: hàbitats microbians.
- II. Els microorganismes en les cadenes tròfiques i els cicles biogeoquímics del C, N i S.
- III. Relacions entre els microorganismes i altres éssers vius: simbiosi.
- IV. Exemples d'ecto- i endosimbiosis mutualistes.

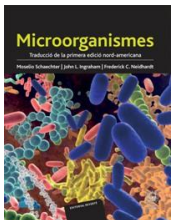
Bibliografia



“Brock- Biología de los Microorganismos” Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 23, 24 i 28



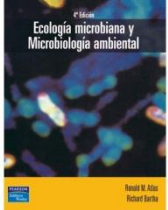
“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein” Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 27, 28, 29 i 30



“Microorganismes” Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítols 18 i 19



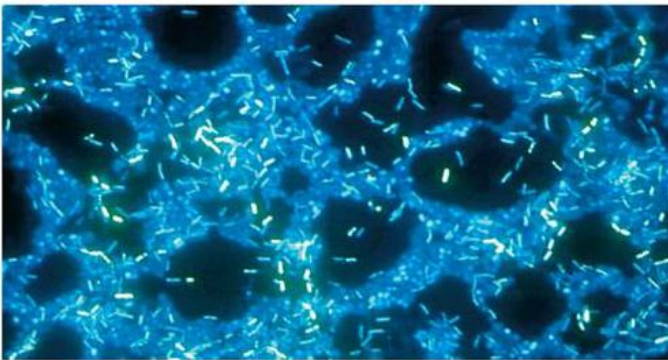
“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 27



“Ecología microbiana y microbiología ambiental” R. M. Atlas i R. Bartha. 4^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2005

Els microorganismes no viuen sols a la natura, sinó que interaccionen amb altres organismes i amb l'ambient.

D'aquesta manera, realitzen moltes activitats essencials indispensables per a la vida a la Terra



Biopel·lícula bacteriana sobre una canonada d'acer inoxidable



Depuradora d'aigües residuals

Tema 14

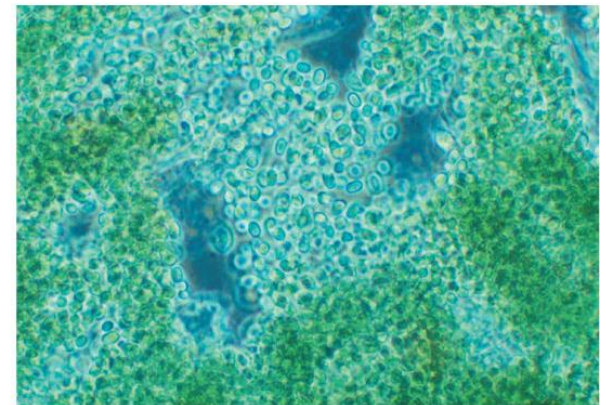
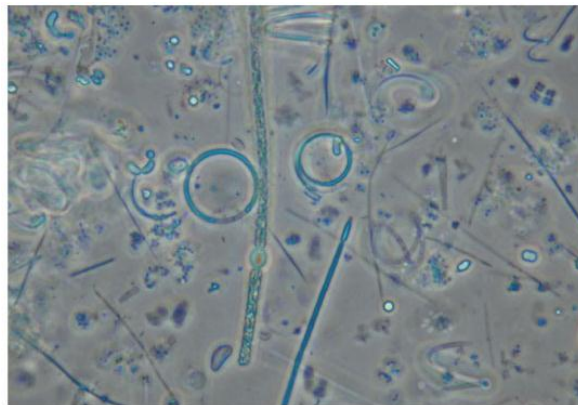
INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Els microorganismes i el seu entorn: hàbitats microbians.
- II. Els microorganismes en les cadenes tròfiques i els cicles biogeoquímics del C, N i S.
- III. Relacions entre els microorganismes i altres éssers vius: simbiosi.
- IV. Exemples d'ecto- i endosimbiosis mutualistes.

- Ecologia microbiana: estudi de la dinàmica d'una comunitat i la interacció d'uns microbis amb altres, amb plantes i animals, i amb l'entorn en què viuen
- Poblacions: conjunts d'organismes similars
- Comunitats: mescles de diferents poblacions
- Ecosistemes: comunitats biològiques autoregulades i els factors abiòtics que hi ha
- Hàbitat: porció d'un ecosistema on podria residir una comunitat

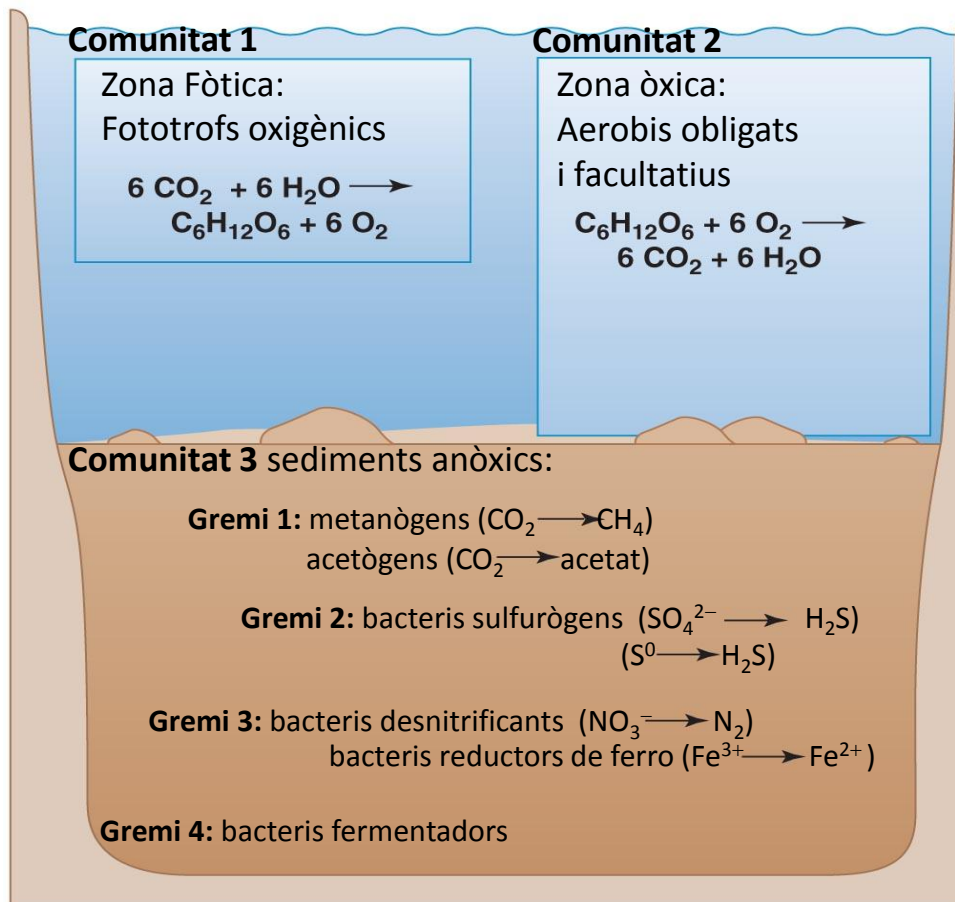
- Els microbis representen aproximadament el 50% de tota la biomassa de la Terra (ubiquïtat a la superfície i en profunditat). Tenen un paper important en la vida a la terra, però, només un 1% de totes les espècies s'han cultivat, identificat i estudiat

- La diversitat d'espècies microbianes en un ecosistema s'expressa de dues maneres:
 - La riquesa d'espècies: el nombre total d'espècies presents
 - Abundància de l'espècie: la proporció de cada espècie en un ecosistema
- La riquesa d'espècies i abundància microbiana és una funció dels tipus i quantitats de nutrients disponibles en un determinat hàbitat



COMUNITATS MICROBIANES

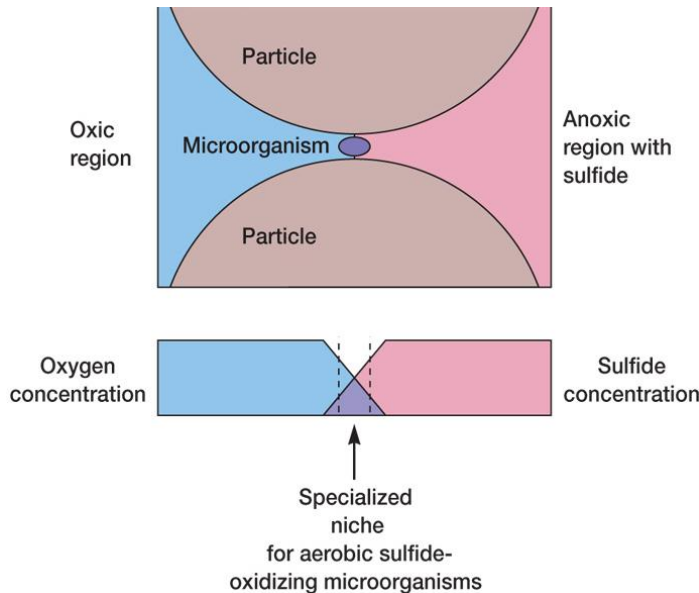
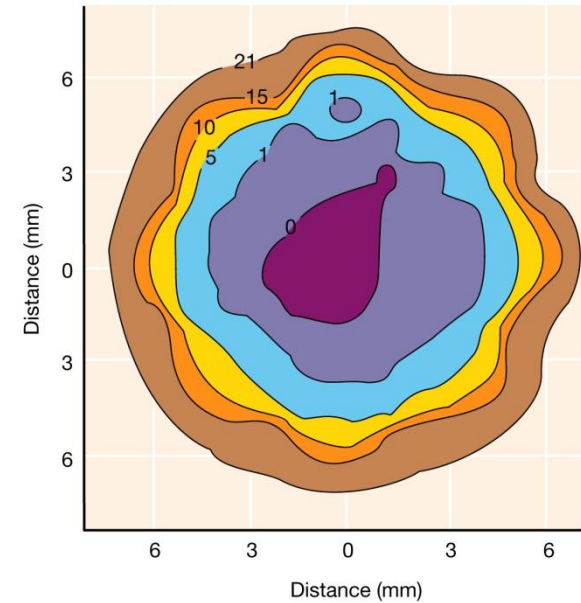
En els diferents ecosistemes els microbis creixen formant poblacions. Les poblacions relacionades metabòlicament formen gremis i els conjunts de gremis formen les comunitats.



Les comunitats microbianes interaccionen amb altres organismes i són sensibles a factors abiòtics (pH, O_2 , llum, temperatura, concentració de nutrients) propis del ecosistema.

Les comunitats microbianes realitzen funcions essencials en el ecosistema, transformant i mobilitzant els nutrients (C, N, S, Fe), a través de reaccions d'oxidació-reducció.

Ambients i microambients



Microambient

Diferents concentracions d'oxigen en una partícula de sol de 6 mm. Els valors corresponen a la concentració d'oxigen (%)

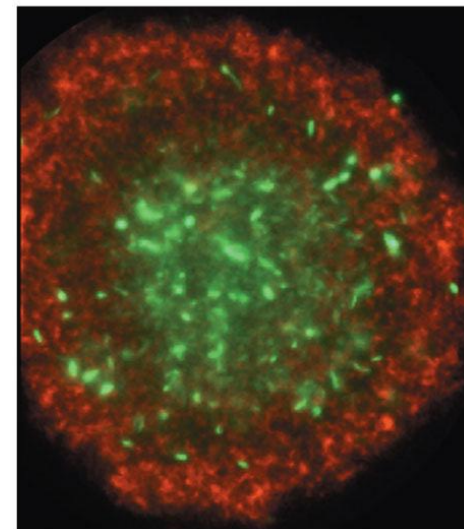
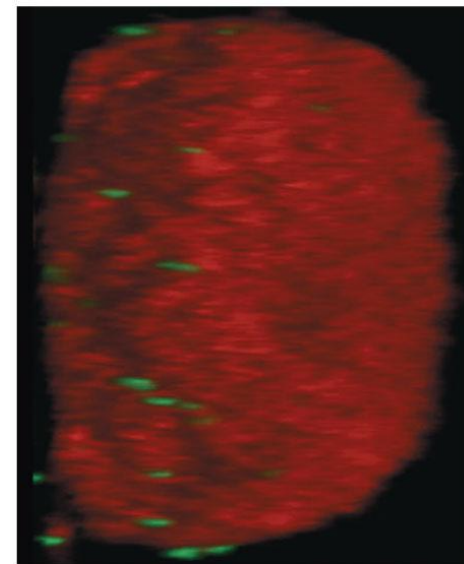
Els gradients d'oxigen i de sulfur de les zones òxica i anòxica formen un nínxol especialitzat dins d'un microambient

Biopel·lícules

Agrupacions de bacteris adherits a una superfície i encapsulades en una matriu adhesiva excretada pels propis bacteris (La formació s'inicia per la unió d'una cèl·lula a una superfície seguit per l'expressió de gens específics-codifiquen les proteïnes que sintetitzen molècules de senyalització intercel·lular i s'inicia la formació de la matriu)



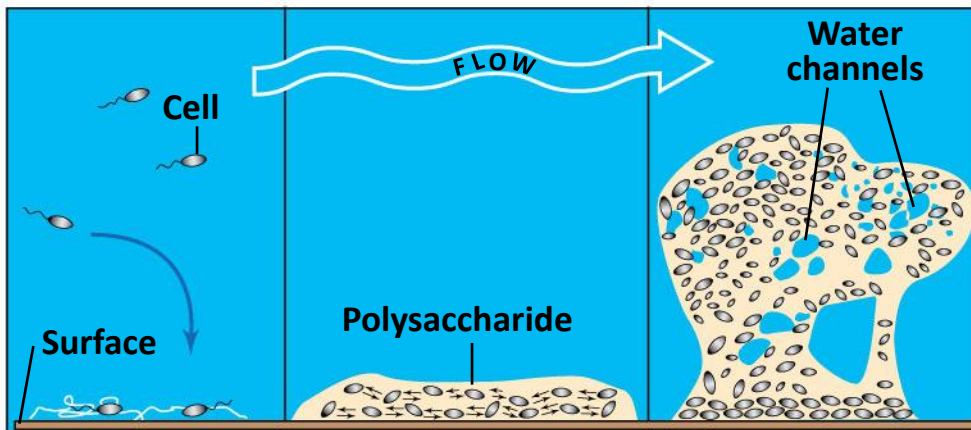
J.M. Sánchez, J.J. deLope,
and Ricardo Amils



Attachment
(adhesion of a few cells to a suitable solid surface)

Colonization
(intercellular communication, growth, and polysaccharide formation)

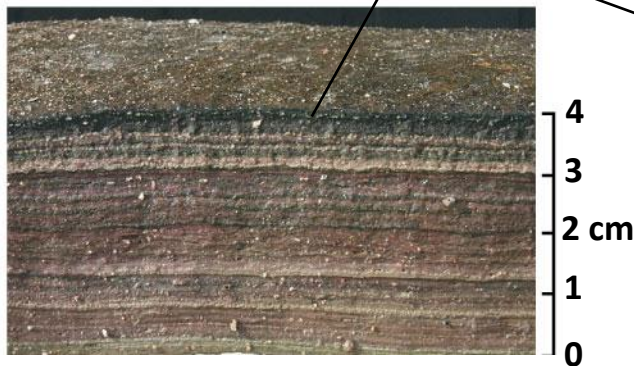
Development
(more growth and polysaccharide)



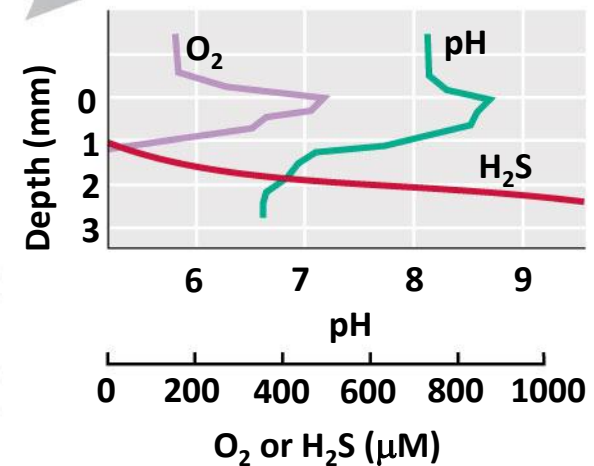
Formació de biopel·lícula

Tapet microbià

Cyanobacterial layer



David M. Ward



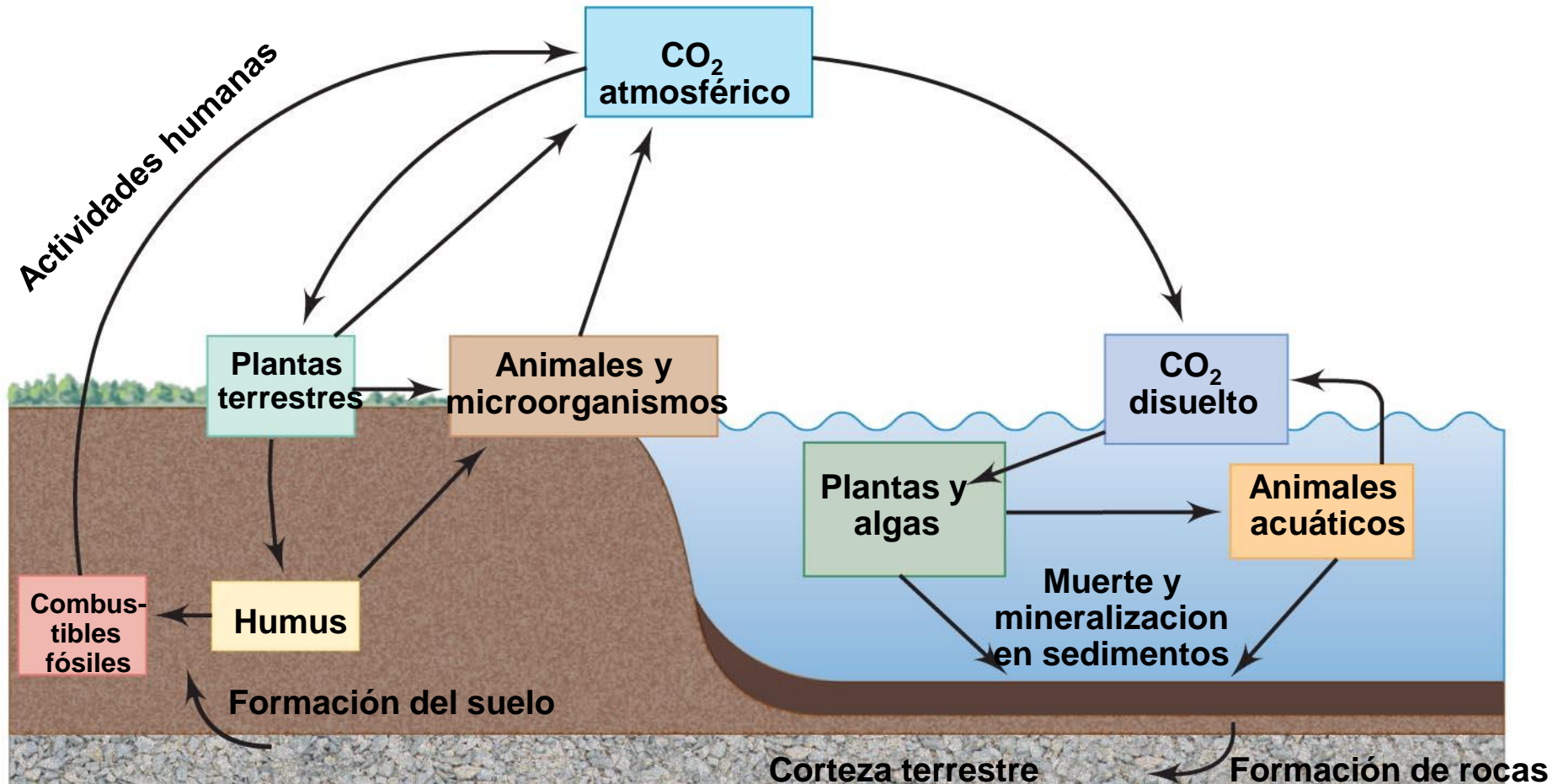
Tema 14

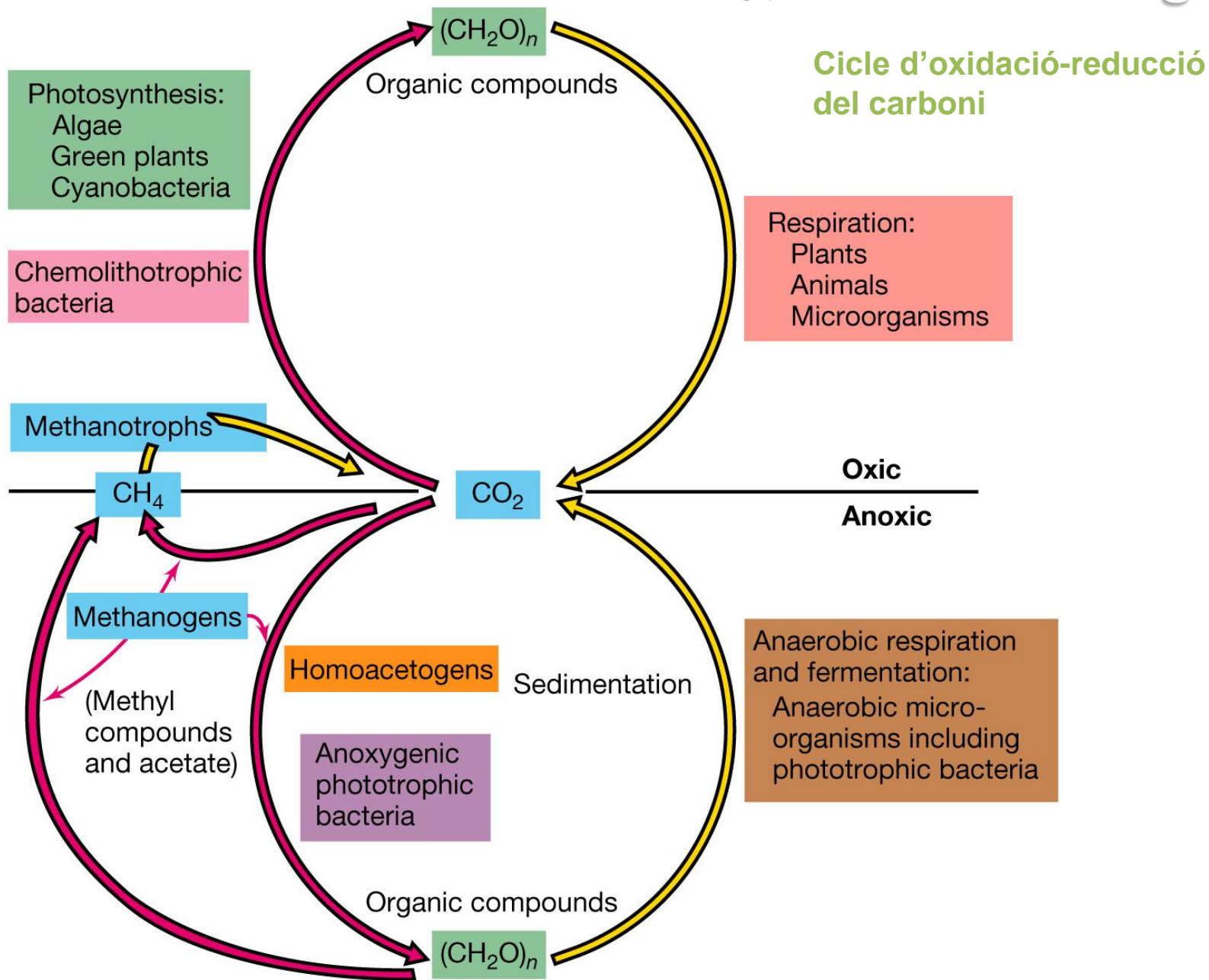
INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Els microorganismes i el seu entorn: hàbitats microbians.
- II. Els microorganismes en les cadenes tròfiques i els cicles biogeoquímics del C, N i S.**
- III. Relacions entre els microorganismes i altres éssers vius: simbiosi.
- IV. Exemples d'ecto- i endosimbiosis mutualistes.

CICLES DEL CARBONI I DE L'OXIGEN

Els cicles del carboni i del oxigen estan estretament relacionats ja que la fotosíntesi oxigènica retira el CO_2 i produeix O_2 , mentre que els processos respiratoris produeixen CO_2 i retiren O_2 . El carboni recircula per tots els dipòsits principals de la Terra [atmosfera, oceans i altres ambients aquàtics, roques i sediments, la biosfera, i els combustibles fòssils].





Cicle del carboni:

Grups de microorganismes

Assimilació

Mineralització

- **Algues unicel·lulars**
- **Cianobacteris i Procloròfits**
- **Bacteris Metano- i Metilòtrofs**
- **Altres Quimiolitòtrofs**
[Bacteris del hidrogen; Bacteris del sofre no pigmentats; Bacteris nitrificants]

- **Bacteris Metano- i Metilòtrofs**
- **Microorganismes heteròtrofs**

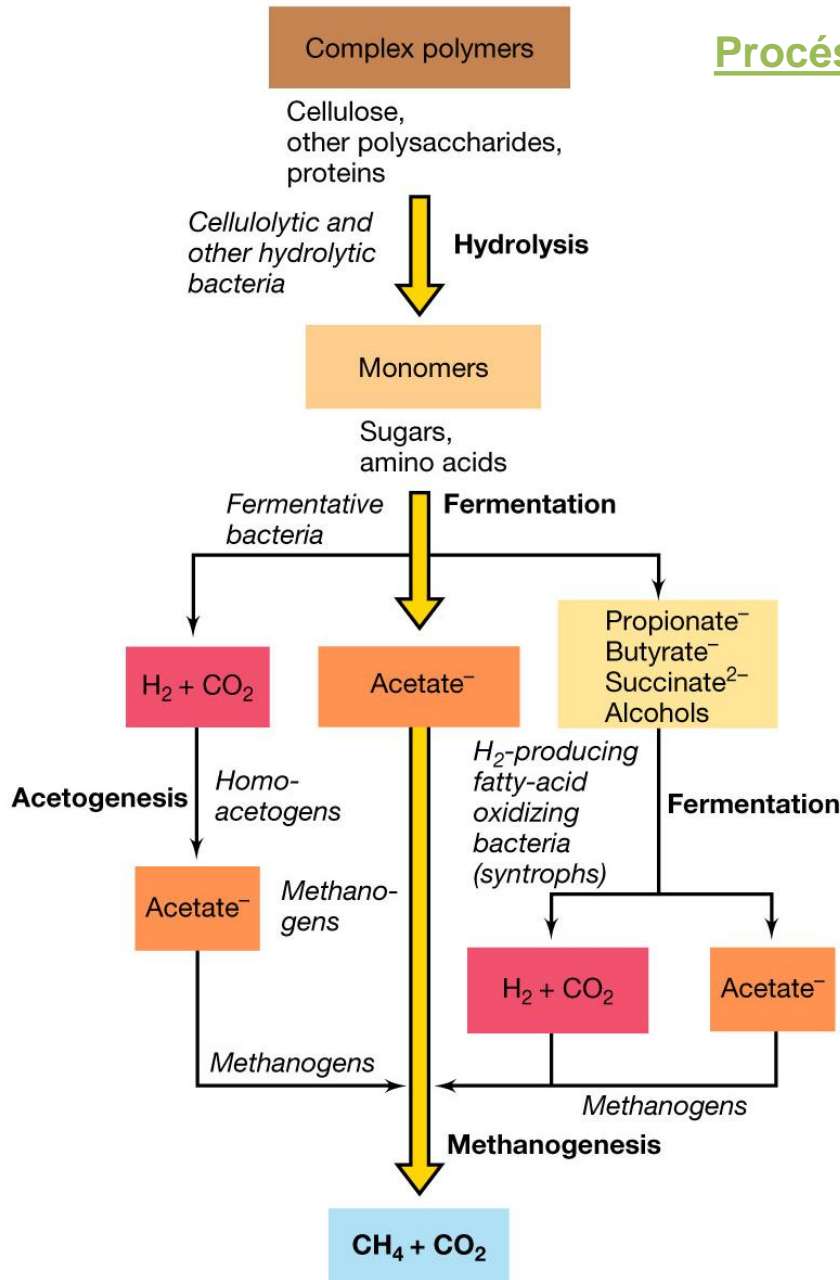
O₂

- **Bact. fotosintètics anoxigènics** [Bacteris verds i rojos del sofre i no del sofre]
- **Quimiolitòtrofs**
[Bacteris sulfurògens; Bacteris anamox]
- **Arqueus metanògens**
- **Bacteris acetògens**

- **Arqueus metanògens** que usen acetat
- **Microorganismes heteròtrofs**

Sense O₂

Procés de la descomposició anòxica i sintrofisme



Sintrofisme, és el procés pel qual dos o més microorganismes cooperen per a degradar una substància que ningú pot degradar per separat.

Fermentadors secundaris

Syntrophomonas spp.,
Syntrophobacter spp., *Syntrophus* spp.

Oxiden àcids grassos a CO₂, acetat i H₂

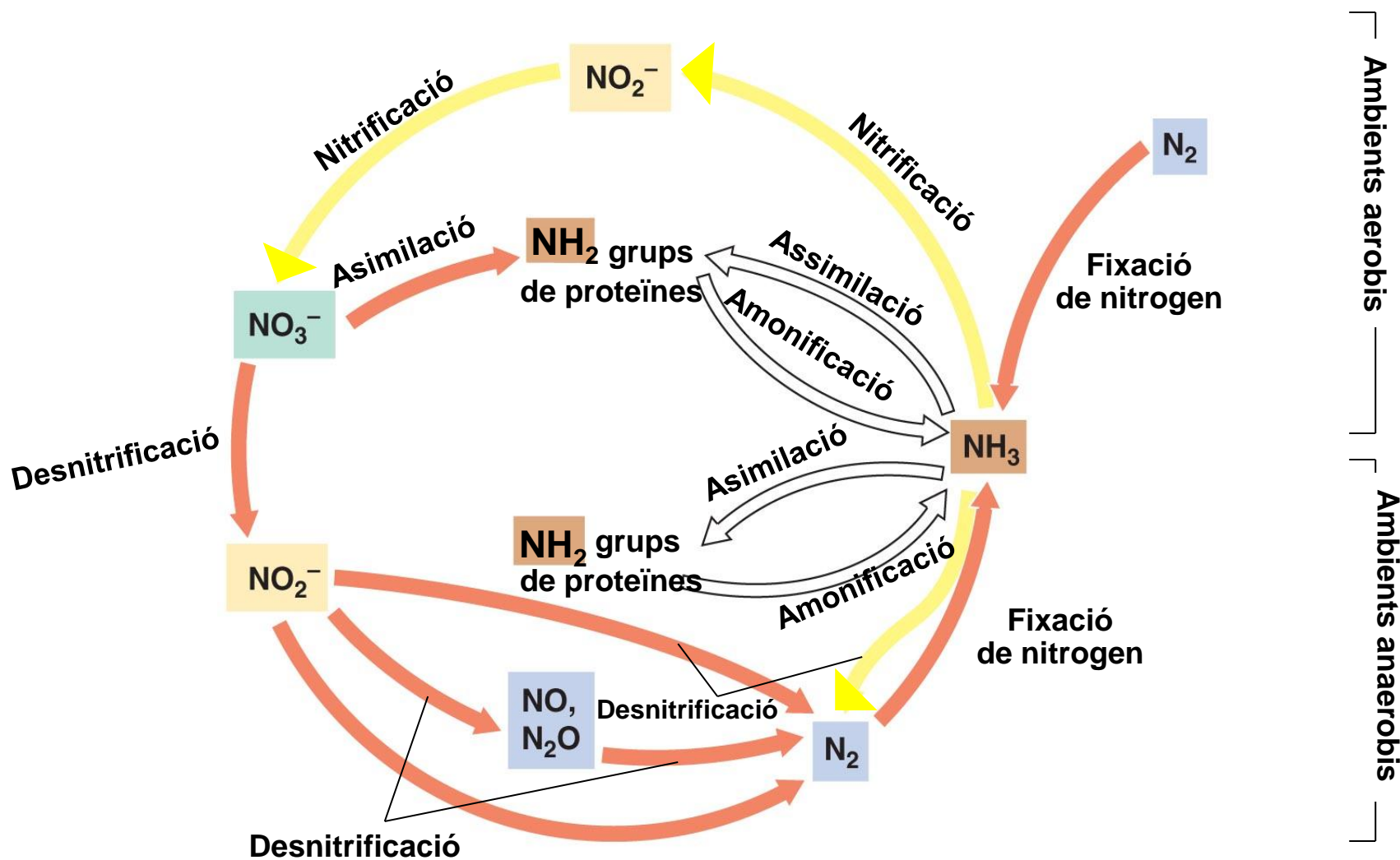
No creixen en cultius axènics sinó en cocultiu amb un consumidor de H₂

Sintrofisme

En els processos anòxics del cicle del carboni, majoritàriament es consumeix H₂ com agent reductor. L'associació sintròfica està basada en la producció de H₂ per un microorganisme i després pel consum d'H₂ per un altre: **Transferència interespecífica d'H₂.**

CICLE DEL NITROGEN

Processos de reducció i d'oxidació



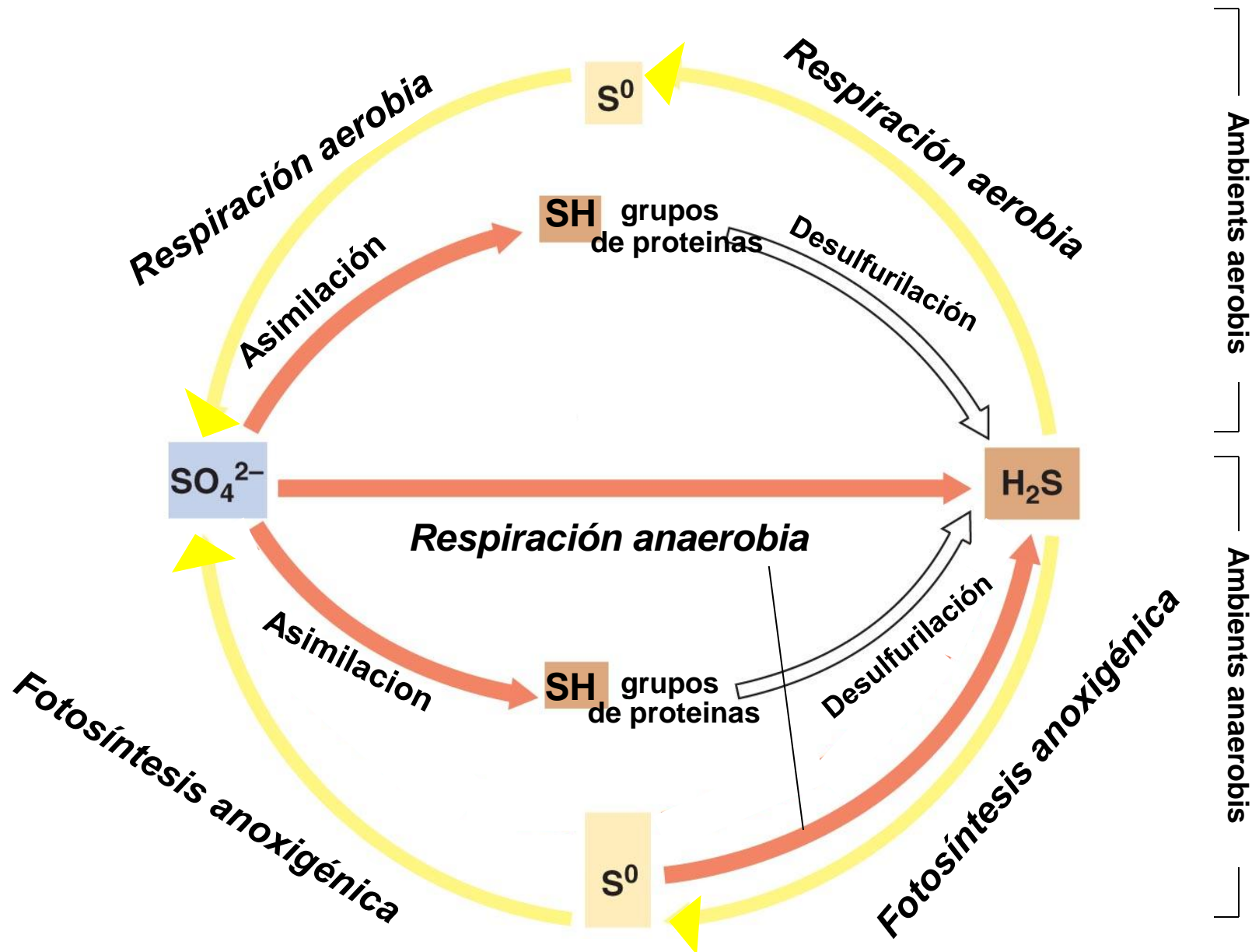
Cicle del nitrogen:

Grups de microorganismes

Assimilació/ Amonificació	Nitrificació	Desnitrificació	Fixació nitrogen atmosfèric	O ₂
<p>Tots els microorganismes/ Només els heteròtrofs</p>	<p>Bacteris nitrificants</p>		<p>Procariotes diazotròfics [<i>Azotobacter</i>; <i>Thiobacillus</i>; Cianobacteris; etc]</p>	
<p>Tots els microorganismes/ Només els heteròtrofs</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Quimiolitòtrofs de respiració anaeròbia - Heteròtrofs de respiració anaeròbia - Bacteris anamox 	<p>Procariotes diazotròfics [<i>Clostridium</i>; <i>Methanobacterium</i>; <i>Chromatium</i>; <i>Rhodospirillum</i>; <i>Heliobacterium</i> etc]</p>	

CICLE DEL SOFRE

Processos de reducció i d'oxidació



Ambients aerobis

Ambients anaerobis

Cicle del sofre:

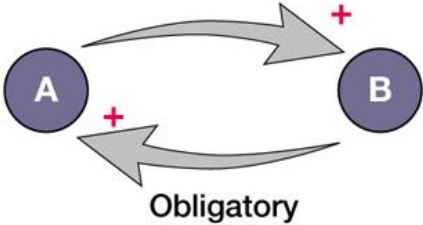
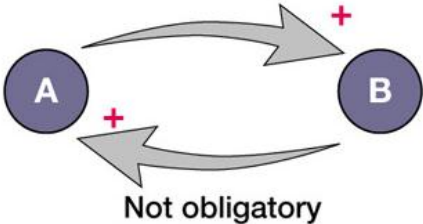


Grups de microorganismes

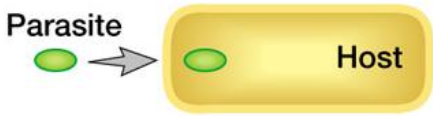

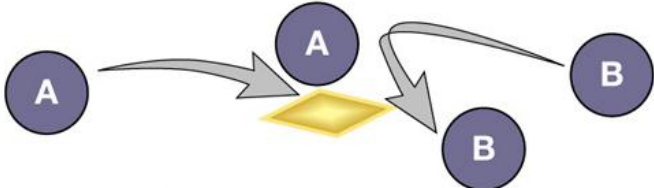
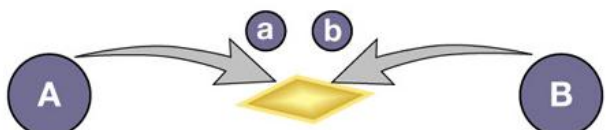
Assimilació/ Desulfurilació	Oxidació de sofre	ReduCCIó desassimilatòria	O ₂
<p>Tots els microorganismes/ Només els heteròtrofs</p>	<p>- Quimiolitòtrofs [Bacteris del sofre no pigmentats]</p>		
<p>Tots els microorganismes/ Només els heteròtrofs</p>	<p>-Fotòtrofs [Bacteris verds i rojos del sofre i no del sofre]</p>	<p>-Quimiolitòtrofs - Sulfat reductors</p>	Sense O ₂

Tema 14

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Els microorganismes i el seu entorn: hàbitats microbians.
- II. Els microorganismes en les cadenes tròfiques i els cicles biogeoquímics del C, N i S.
- III. **Relacions entre els microorganismes i altres éssers vius: simbiosi.**
- IV. Exemples d'ecto- i endosimbiosis mutualistes.

Interaction type	Interaction example	
Mutualism		<i>E. coli</i> i humans als intestins
Cooperation		<i>Swarming a Salmonella</i> , <i>Pseudomonas</i>
Commensalism		<i>Staphylococcus</i> a la pell <i>Candida</i> a les mucoses
Predation		<i>Bdellovibrio</i> , <i>Myxococcus xanthus</i>

Interaction type	Interaction example	
Parasitism		<i>Bdellovibrio</i> , <i>Yersinia pestis</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Amensalism		<i>Penicillium</i> sobre bacteris
Competition	 <p data-bbox="608 896 1033 968">One outcompetes the other for the site's resources.</p>	Microbiota intestinal front a patògens
	 <p data-bbox="550 1170 1091 1249">Both coexist at lower levels, because they share the limiting resource.</p>	Comunitats en medis pobres

- **Associacions físiques**
 - **ectosimbiont**
 - organisme situat en la superfície d'un altre organisme (generalment més gran)
 - **consorci**
 - contacte físic entre organismes diferents de mida similar
 - **endosimbiont**
 - organisme situat dins d'un altre organisme

Tema 14

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Els microorganismes i el seu entorn: hàbitats microbians.
- II. Els microorganismes en les cadenes tròfiques i els cicles biogeoquímics del C, N i S.
- III. Relacions entre els microorganismes i altres éssers vius: simbiosi.
- IV. Exemples d'ecto- i endosimbiosis mutualistes.

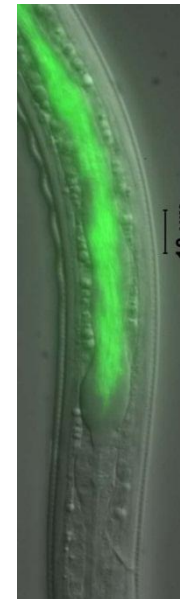
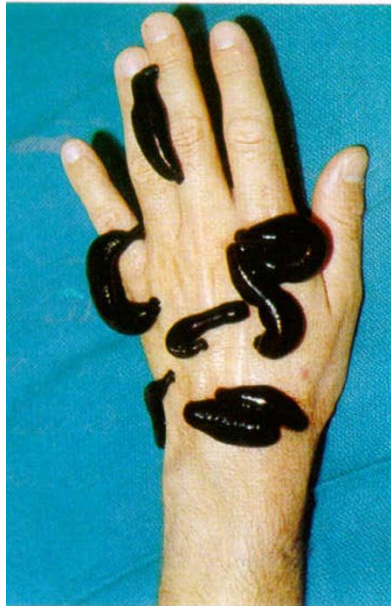
Table 30.1

Intermittent and Cyclical Symbioses of Microorganisms with Plants and Marine Animals

Symbiosis	Host	Cyclical Symbiont
Plant-bacterial	<i>Gunnera</i> (tropical angiosperm)	<i>Nostoc</i> (cyanobacterium)
	<i>Azolla</i> (rice paddy fern)	<i>Anabaena</i> (cyanobacterium)
	<i>Phaseolus</i> (bean)	<i>Rhizobium</i> (N ₂ fixer)
	<i>Ardisia</i> (angiosperm)	<i>Protobacterium</i>
Marine animals	Coral coelenterates	<i>Symbiodinium</i> (dinoflagellate)
	Luminous fish	<i>Vibrio</i> , <i>Photobacterium</i>

Table 30.2 Examples of Permanent Bacterial-Animal Symbioses and the Characteristics Contributed by the Bacterium to the Symbiosis

Animal Host	Symbiont	Symbiont Contribution
Sepiolid squid (<i>Euprymna scolopes</i>)	Luminous bacterium (<i>Vibrio fischeri</i>)	Luminescence
Medicinal leech (<i>Hirudo medicinalis</i>)	Enteric bacterium (<i>Aeromonas veronii</i>)	Blood digestion
Aphid (<i>Schizaphis graminum</i>)	Bacterium (<i>Buchnera aphidicola</i>)	Amino acid synthesis
Nematode worm (<i>Heterorhabditis</i> spp.)	Luminous bacterium (<i>Photorhabdus luminescens</i>)	Predation and antibiotic synthesis
Shipworm mollusk (<i>Lyrodus pedicellatus</i>)	Gill cell bacterium	Cellulose digestion and nitrogen fixation

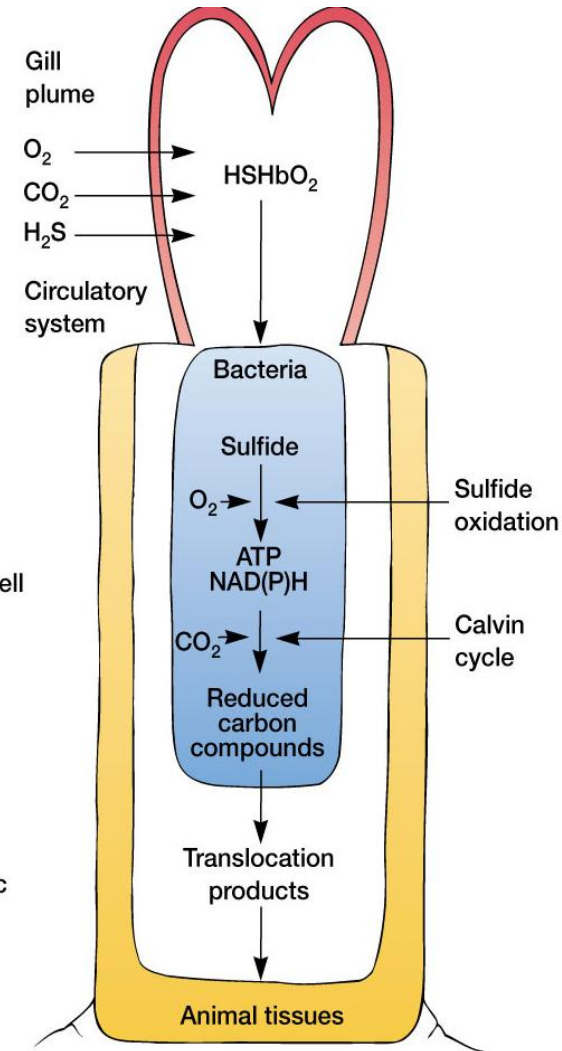
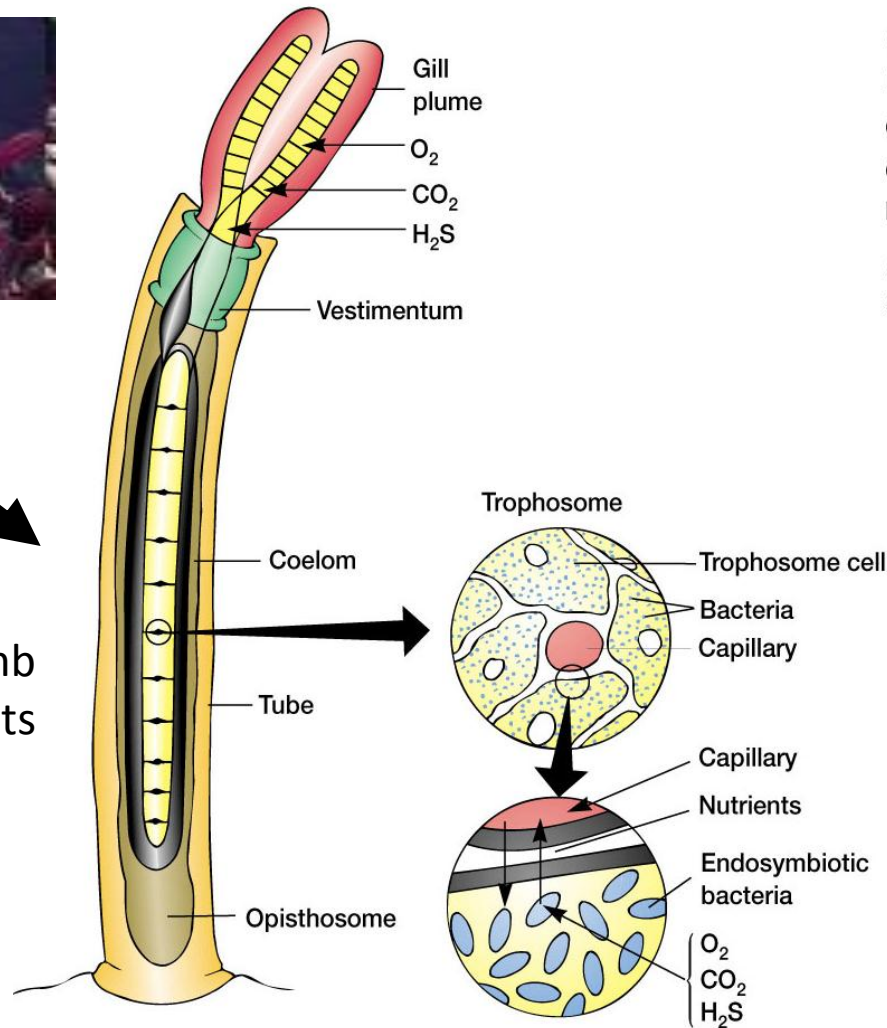


Mutualisme

- algun benefici recíproc per a ambdues parts
- relació amb algun grau d'obligació
 - a sovint els socis no poden viure per separat
- mutualista i hospedador són interdependents
- Exemple microorganisme-insecte
 - el microbi endosimbiòtic proporciona vitamines i aminoàcids necessaris i l'insecte hoste proporciona un hàbitat segur i nutrients
 - pugó - *Buchnera aphidicola*
- Exemple protozou-tèrmits
 - els tèrmits proporcionen aliment als protozous i els protozous digereixen la cel·lulosa per proporcionar nutrients als tèrmits

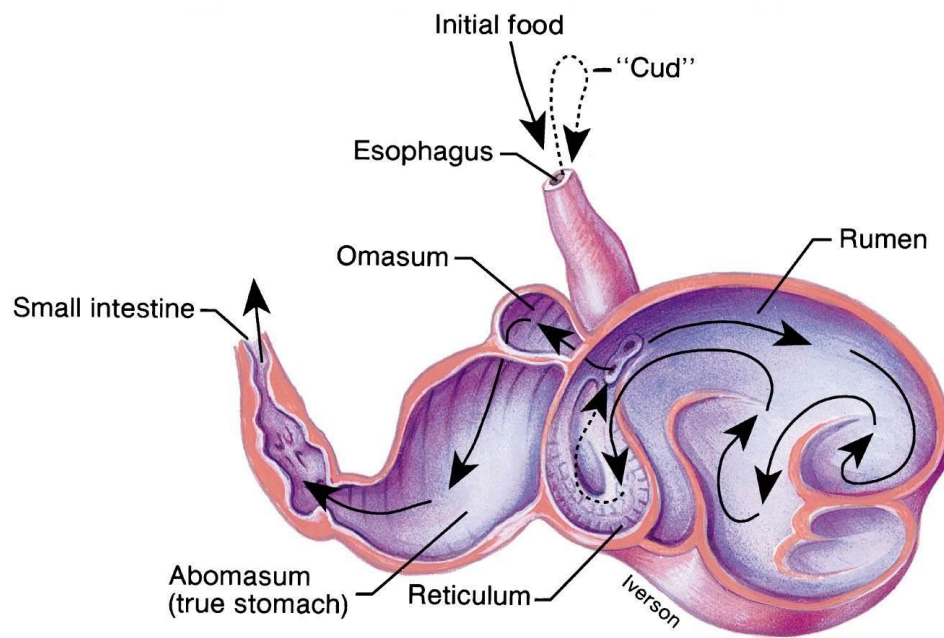
MICROORGANISME-INVERTEBRAT

Cucs tubiforms + bacteris oxidadors de sofre

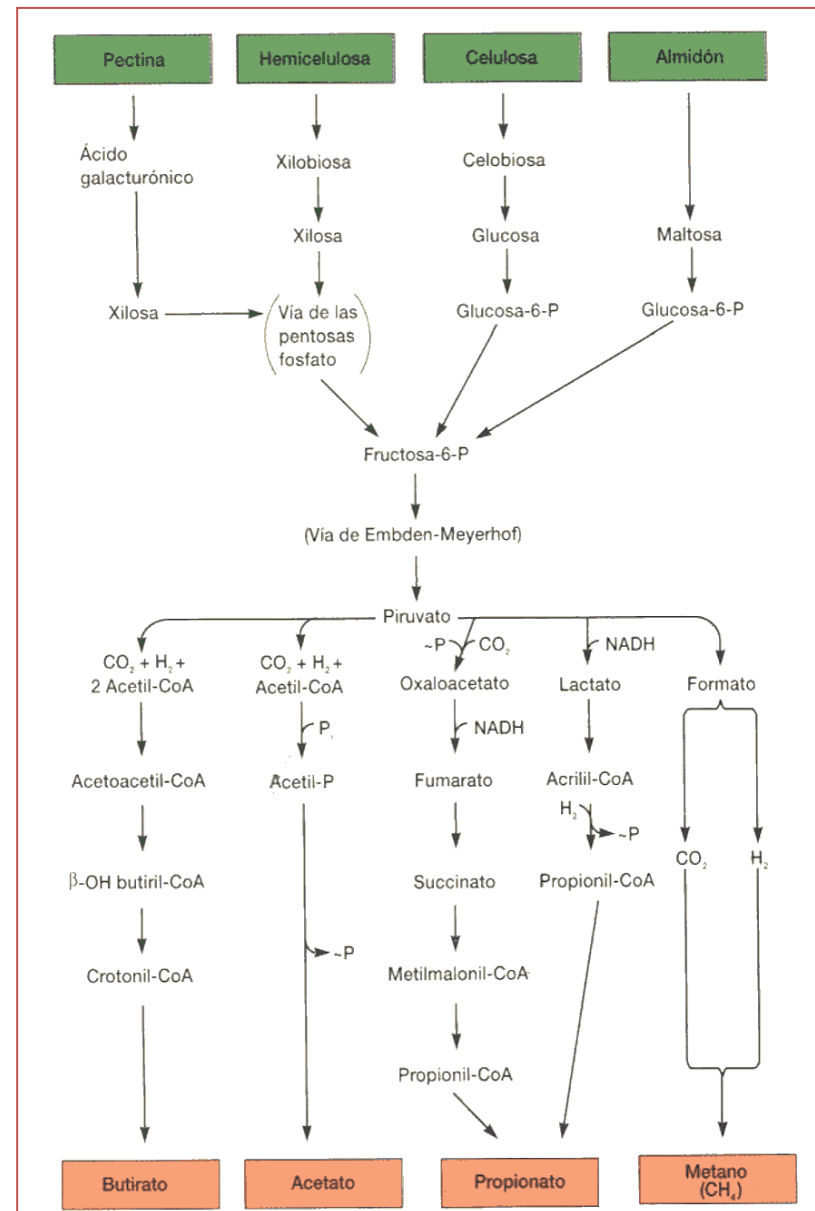


Fixació de CO_2 amb electrons proporcionats per H_2S al trofosoma

L'ecosistema del rumen



Reaccions bioquímiques al rumen

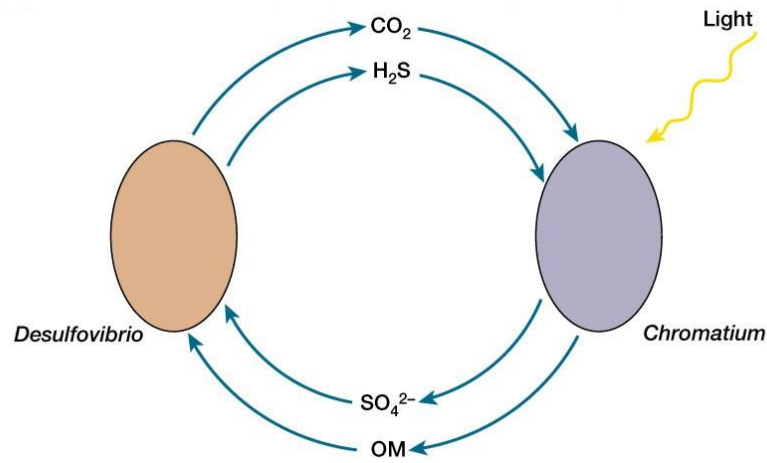


CARACTERÍSTIQUES D'ALGUNS MICROORGANISMES DEL RUMEN

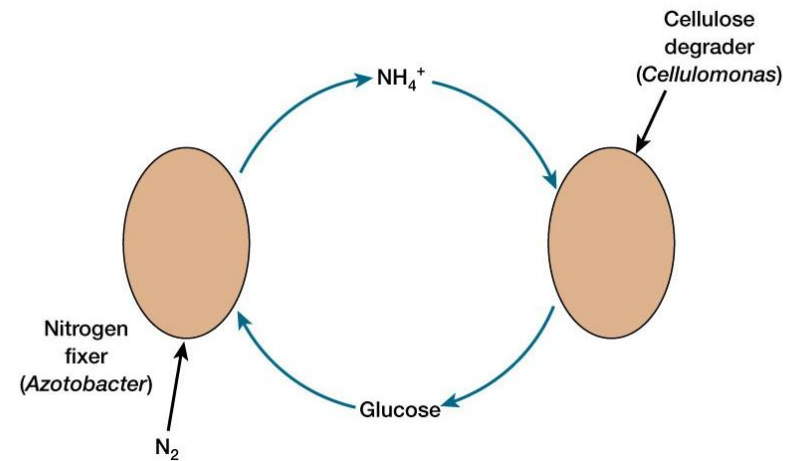
Organisme	Tipus	Productes
Degradadors de cel·lulosa: <i>Fibrobacter succinogenes</i> <i>Ruminococcus albus</i>	Gram-negatiu Gram-positiu	Succinat, acetat, formiat Acetat, formiat, H ₂ , CO ₂
Degradadors de midó: <i>Ruminobater amylophilus</i> <i>Selenomonas ruminantium</i>	Gram-positiu Gram-negatiu	Formiat, acetat, succinat Acetat, propionat, lactat
Degradadors de lactat: <i>Selenomonas lactilytica</i>	Gram-negatiu	Acetat, succinat
Degradadors de pectina: <i>Lachnospira multiparus</i>	Gram-positiu	Acetat, formiat, lactat, H ₂ , CO ₂
Metanògens: <i>Methanobrevibacter ruminantium</i> <i>Methanomicrobium mobile</i>	Arqueu Arqueu	CH ₄ CH ₄ } Gas d'efecte hivernacle
Protozous anaerobis que hidrolitzen cel·lulosa i midó	Ciliats	Àcids orgànics
Fongs anaerobis		Àcids orgànics, H ₂ , CO ₂

Cooperació

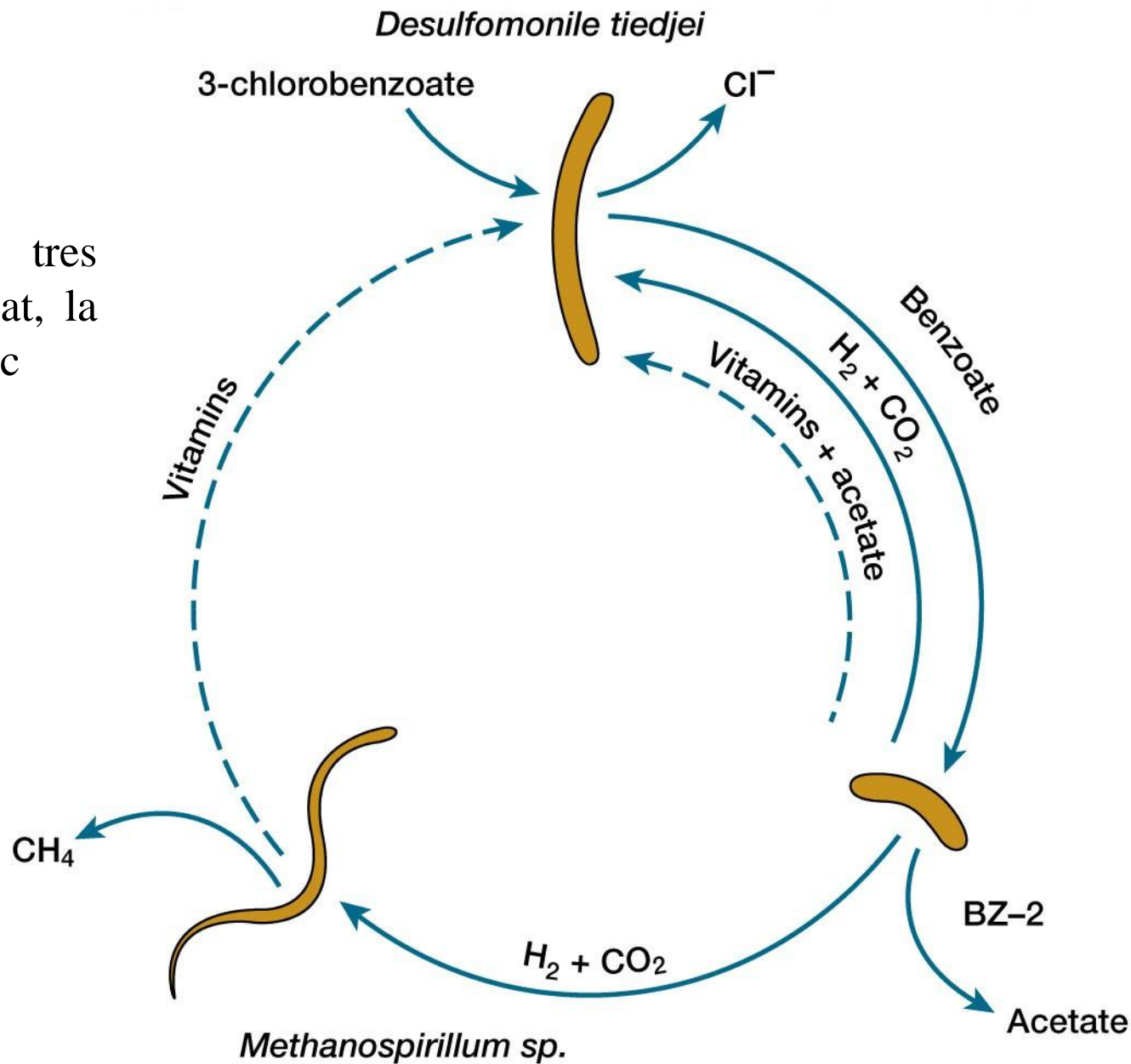
- juntament amb el comensalisme és una forma positiva, però no obligatòria, de simbiosi que implica relacions sintròfiques
- beneficia ambdós organismes en la relació
- difereix de la relació de mutualisme perquè no és obligatori



OM = Organic material



si qualsevol del tres membres és eliminat, la degradació no te lloc





Alvinella pompejana, cuc de 10 cm que forma una relació cooperativa amb bacteris prop de fonts hidrotermals. Els bacteris toleren arsènic, cadmi i coure proporcionant al cuc protecció front a ells.

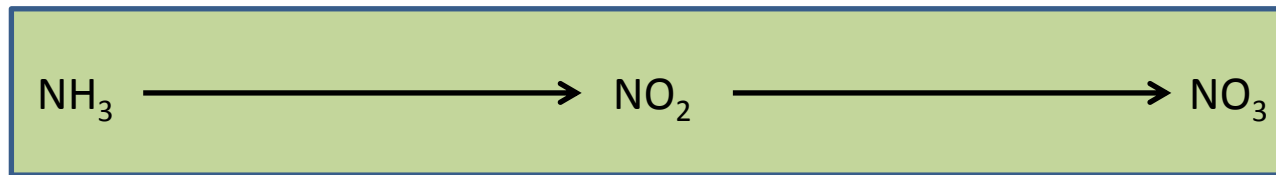
Comensalisme

- un organisme se'n beneficia i l'altre no és perjudicat ni ajudat
- **comensal** (organisme que es beneficia)
- A sovint sintròfic (associació en la qual el creixement d'un organisme depèn de la millora dels factors de creixement, nutrients o substrats aportats per un altre organisme que viu a prop)
- també pot implicar la modificació del medi ambient per un organisme, fent-lo més adequat per a un altre organisme

- Modificació de l'hàbitat → Biopel·lícules

El colonitzador inicial fa que després es puguin adherir la resta

- Transformació de compostos → Nitrificació



Nitrosomonas

Nitrobacter

- Disponibilitat de compostos → Fermentacions

- Cometabolisme → Adició de compostos orgànics fàcilment degradables incrementa la biodegradació de compostos de difícil degradació

Predació

- entre els microbis implica l'existència d'una espècies de depredadors que ataquen, i en general maten la seua presa

Proc. Natl. Acad. Sci. USA
Vol. 83, pp. 2138-2142, April 1986
Evolution and Microbiology

Predatory prokaryotes: Predation and primary consumption evolved in bacteria

(microbial ecology/microbial evolution/Chromatium/Daptobacter/Vamprococcus)

RICARDO GUERRERO*, CARLOS PEDRÓS-ALJO*, ISABEL ESTEVE*, JORDE MAS*, DAVID CHASE*, AND LYNN MARGULIS†

*Department of Microbiology and Institute for Fundamental Biology, Autonomous University of Barcelona, Bellaterra (Barcelona), Spain; †Cell Biology Laboratory (LSRB), Sepulveda Veterans Administration Hospital, Sepulveda, CA 9024; and ‡Department of Biology, Boston University, Boston, MA 02215

Contributed by Lynn Margulis, November 12, 1985

ABSTRACT Two kinds of predatory bacteria have been observed and characterized by light and electron microscopy in samples from freshwater sulfurous lakes in northeastern Spain. The first bacterium, named *Vamprococcus*, is Gram-negative and ovoidal (8.6 μm wide). An anaerobic epibiont, it adheres to the surface of phototrophic bacteria (*Chromatium* spp.) by specific attachment structures and, as it grows and divides by fission, destroys its prey. An important *in situ* predatory role can be inferred for *Vamprococcus* from direct counts in natural samples. The second bacterium, named *Daptobacter*, is a Gram-negative, facultatively anaerobic straight rod (0.5 × 1.5 μm) with a single polar flagellum, which collides, penetrates, and grows inside the cytoplasm of its prey (several genera of *Chromatiaceae*). Considering also the well-known case of *Bdellovibrio*, a Gram-negative, aerobic curved rod that penetrates and divides in the periplasmic space of many chemotrophic Gram-negative bacteria, there are three types of predatory prokaryotes presently known (epibiotic, cytoplasmic, and periplasmic). Thus, we conclude that antagonistic relationships such as primary consumption, predation, and scavenging had already evolved in microbial ecosystems prior to the appearance of eukaryotes. Furthermore, because they represent methods by which prokaryotes can penetrate other prokaryotes in the absence of phagocytosis, these associations can be considered preadaptations for the origin of intracellular organelles.

Although symbiotic bacteria have been extensively studied and their evolutionary importance in the origin of eukaryotic cells has been recognized (1, 2), predatory behavior in bacteria is known only for *Bdellovibrio* (3, 4) and *Vamprococcus* (5, 6). Antagonistic relationships among large organisms are considered to be properties of ecosystems and integrated into ecological theory (7); however, such behavior (e.g., primary consumption, predation, and scavenging) attributed only to animals and plants (8) has been ignored in microorganisms.

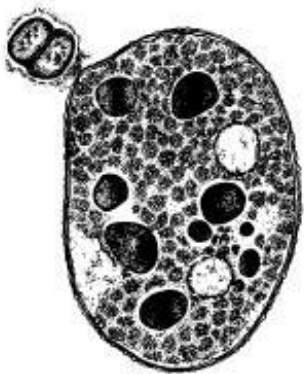
Techniques for measuring ecological variables at the microbial level have been developed in the last 20 years. We are now able to perform experiments and observations to see whether general ecological principles are applicable to microbial ecosystems. Studying microbial ecosystems not only takes us down the scale to the very small, it may also transport us back in time to the Archean and Proterozoic Eons (from 3400 until 570 millions of years ago), when microbes were the only inhabitants of the Earth. The study of microbial ecosystems not only helps us to interpret early stages of life on Earth but also reveals aspects of the evolution of ecological relationships as well.

The publication costs of this article were defrayed in part by page charge payment. This article must therefore be hereby marked "advertisement" in accordance with 18 U.S.C. §1734 solely to indicate this fact.

We report here bacterial scavenging and predation by two new bacteria, one epibiotic (*Vamprococcus*) and the other cytoplasmic (*Daptobacter*). *Vamprococcus* attacks different species of the genus *Chromatium*, a purple sulfur bacterium (9). It does not penetrate its prey cells and remains attached to the *Chromatium* cell wall. *Vamprococcus* reproduces while "sucking" the innards of its prey in a fashion reminiscent of vampires (thus its name). The second type of predatory bacteria is *Daptobacter*. *Daptobacter* penetrates and degrades the cytoplasm of its prey, several genera of *Chromatiaceae* (purple sulfur phototrophic bacteria); *Daptobacter* grows and divides inside the cytoplasm, leaving only the cell wall. *Vamprococcus* and *Daptobacter* have been found in several karstic lakes in which the anaerobic phreatic zone is extensive and dense populations of purple sulfur bacteria develop. Of the several lakes in which these bacteria were found, two were studied in detail. We describe the two environments where samples were taken. Our observations distinguished the two new bacteria from *Bdellovibrio* by their morphology, prey range, response to oxygen, and modes of feeding and reproduction.

MATERIALS AND METHODS

Studies were conducted in Lake Estanya (42° 02' N, 0° 32' E) and Lake Cidó (42° 48' N, 2° 45' E) in northeastern Spain. Both lakes are sinkholes formed in karstic areas, rich in calcium sulfate as gypsum and anhydrite. They receive most of their water inputs through seepage. The water conductivity, about 1800 μS/cm⁻¹ for Lake Estanya and 1300 μS/cm⁻¹ for Lake Cidó, is high, primarily as a consequence of dissolved salts as sulfates (sulfates are reciprocal ions; S = 1/11). From 7 to 10 mM sulfate is present in solution in the hypolimnia of both lakes. Lake Estanya, figure-eight shaped, has two basins 12 and 20 m deep, respectively. They are separated by a 2-m-deep sill (10). Lake Cidó, an almost semispherical basin, is 9 m deep and 25 m in average diameter at the surface. Because of high production of hydrogen sulfide in the sediments, it is completely anoxic during mixing (11). Details of lake ecology and methods of study have been published (12-14). In both lakes light penetrates down to the thermocline, and in both during stratification, hydrogen sulfide is abundant in the hypolimnia. Thus, phototrophic sulfur bacteria, which are anaerobic and autotrophic, reach large population densities in horizontal layers where adequate amounts of light and sulfide are present simultaneously. These thick, purple-colored layers (15, 16), sometimes called "bacterial plates," are easily detected by a large decrease in the transmittance of light. The samples for microscopic observation of the predatory bacteria were taken from various depths in the bacterial layer. Values for light, turbidity, hydrogen sulfide, oxygen, and temperature are shown for Lake Estanya (Fig. 1). The vertical distribution of these values in Lake Cidó is very similar (15) except that the



Vamprococcus



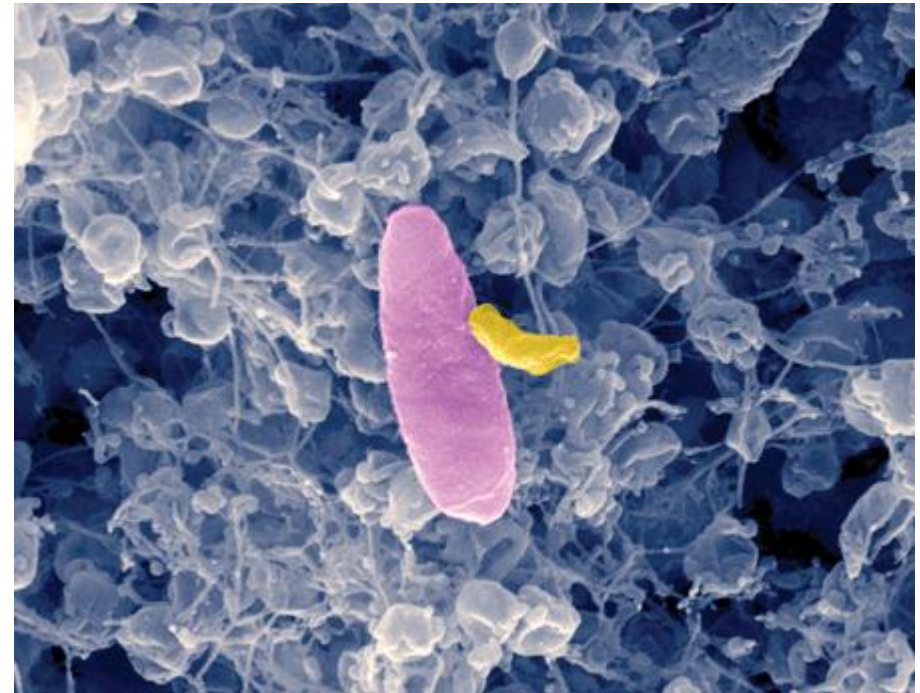
Bdellovibrio



Daptobacter



Scanning electron micrograph of *Bdellovibrio bacteriovorus* (pink) penetrating into an *E. coli* biofilms (blue).



Scanning electron micrograph of *Micavibrio aeruginosavorus* (yellow) preying on *Pseudomonas aeruginosa* growing in a biofilm.

Parasitisme

- un organisme guanya (paràsit) i l'altre es perjudica (hospedador)
- sempre hi ha una certa coexistència entre l'hospedador i el paràsit
- els paràsits que han reeixit han evolucionat per coexistir en equilibri amb els seus amfitrions
 - si es trenca l'equilibri, l'hospedador o el paràsit poden morir

Tifus: *Rickettsia typhi* és l'agent causal albergat en les puces, viu en rates. Es transmet als humans per la picada de puces.

Líquens: fong (proporciona aigua, els minerals, el medi ambient protegit i substrat ferm per al creixement) i un alga o cianobacteri (proporciona carbó orgànic i oxigen)





YARTSA GUNBU



Fruiting Stages of Caterpillar Fungus

Immature (<i>Nga bu</i>)	Mature (<i>Bar bu</i>)	Overmature (<i>Tshar bu</i>)
<p>Stroma still growing No sporulation Larva very firm Highest economic value</p>	<p>Stroma fully grown Perithecia not developed Larva still very firm High value</p>	<p>Sporulation started Perithecia developed Larva not as firm Still valuable Already spore source!</p>

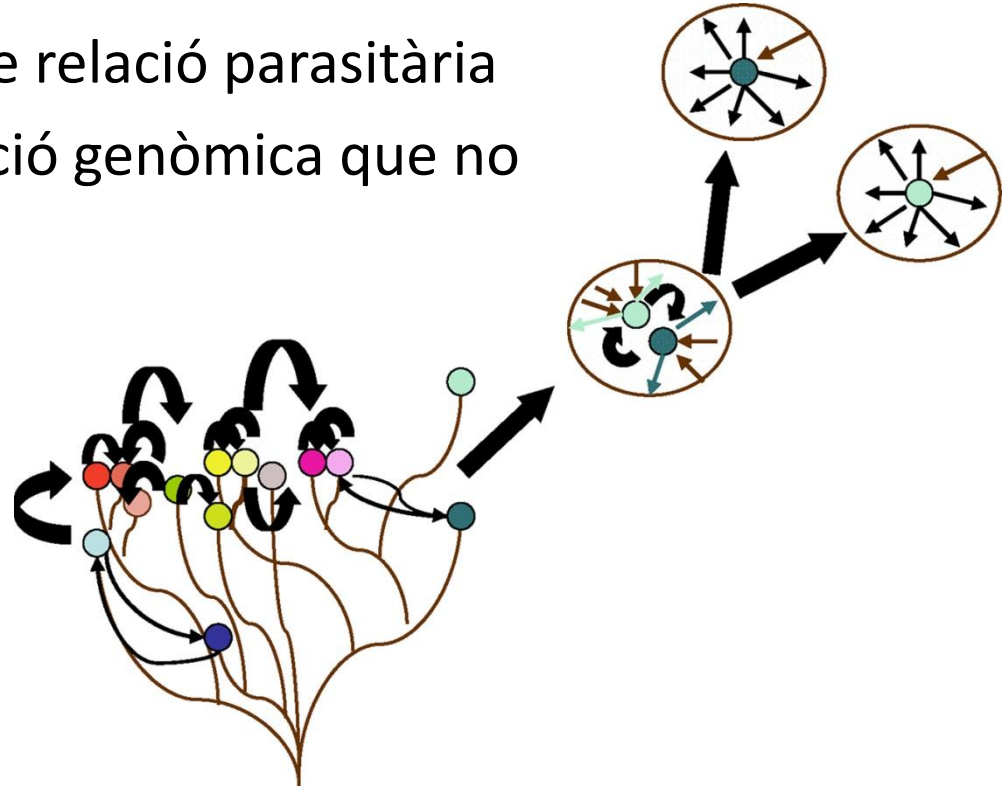
Mature perithecia with sterile apex

© Daniel Winkler 2010

Fruiting Stages of *Ophiocordyceps sinensis* © Daniel Winkler 2010 [from my GRI article, see above]

Reducció genòmica

- resultat de llarg termini de relació parasitària
- el paràsit perd la informació genòmica que no utilitza



Extreme genome reduction in *Buchnera* spp.: Toward the minimal genome needed for symbiotic life [Rosario Gil](#), [Beatriz Sabater-Muñoz](#), [Amparo Latorre](#), [Francisco J. Silva](#), [Andrés Moya*](#) *Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biología Evolutiva, Universitat de Valencia*

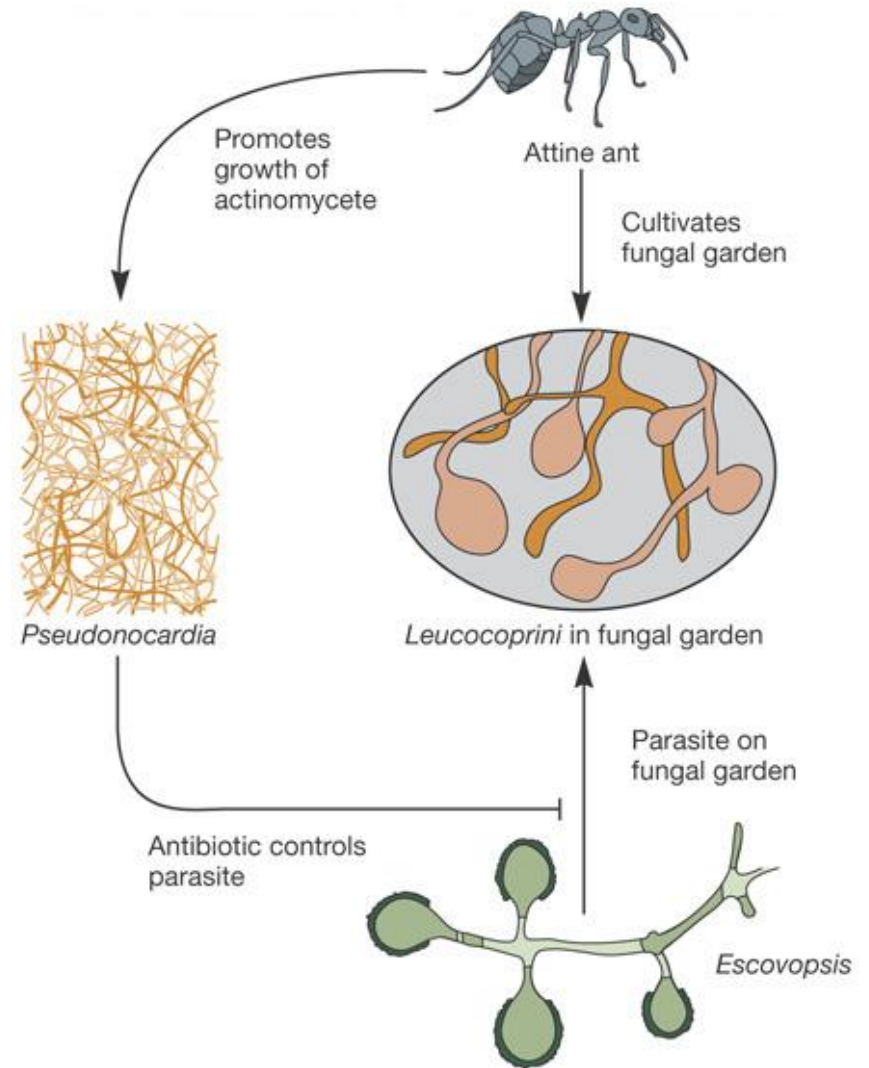
Amensalisme

- impacte negatiu d'un organisme a un altre sobre la base de l'alliberament d'un compost específic
- exemples
 - producció d'antibiòtics per fongs i bacteris
 - l'ús de productors d'estreptomicina per formigues per controlar els fongs paràsits
 - producció de bacteriocina per BAL
 - producció de pèptids antibacterians per insectes i mamífers (cecropines, defensines, i atelicidines)
 - producció d'àcids orgànics durant la fermentació



(a)

© John Durham/SPL/Photo Researchers



(b)

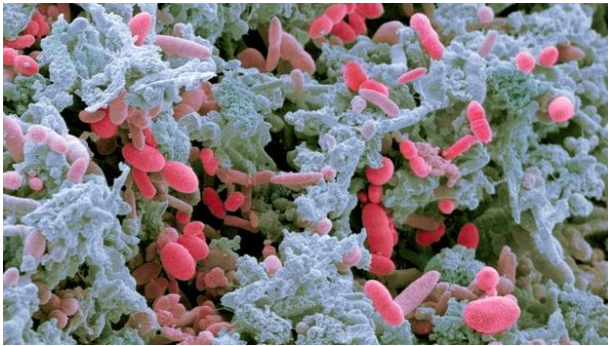
Competició

- dos organismes tracten d'adquirir o utilitzar el mateix recurs
 - els dos organismes comparteixen el recurs: ambdós sobreviuen en els nivells més baixos de la població
 - un organisme domina i l'altra població és exclosa

Competència per la glucosa

Candida albicans vs bacteris orals



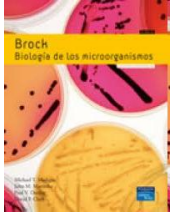


Tema 15

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Relacions hoste-paràsit.
- II. Microbiota pròpia en humans.
- III. Patogènia i virulència: factors de virulència.
- IV. Adhesió, colonització, invasivitat.
- V. Toxines.

Bibliografia



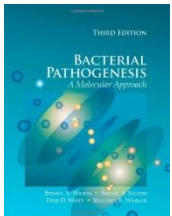
“Brock- Biología de los Microorganismos” Madigan, M.T., J.M Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 28



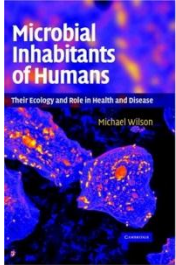
“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein” Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 30 i 33



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítols 14 i 15



“Bacterial pathogenesis: A molecular approach” Sayers, A.A., Wilson, B.A., Whitt, D.D., Winkler, M. 3^a ed. ASM Press. 2010. Capítols 4, 5, 6, 7, 8 i 9



“Microbial inhabitants of humans. Their ecology and role in health and disease. M. Wilson 1^a ed. Cambridge University Press. 2004. Cambridge

Tema 15

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. **Relacions hoste-paràsit.**
- II. Microbiota pròpia en humans.
- III. Patogènia i virulència: factors de virulència.
- IV. Adhesió, colonització, invasivitat.
- V. Toxines.

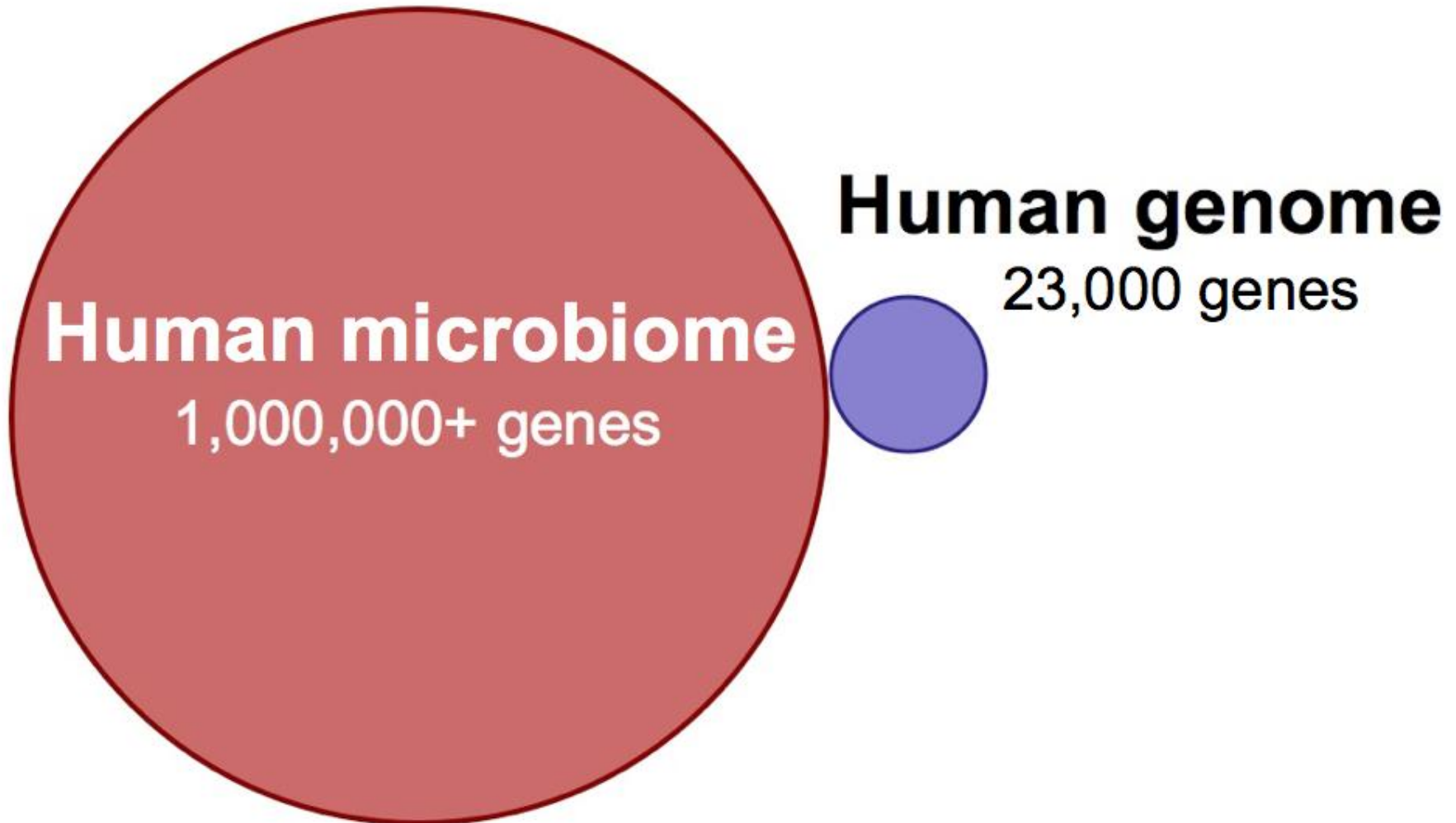
- Habitualment beneficioses de manera mútua
 - La microbiota normal sovint prevé la colonització per patògens
 - Els productes bacterians són habitualment beneficiosos per a l'hospedador (vitamines B i K)
- Patògens oportunistes
 - membres de la microbiota normal que produeixen malalties sota certes circumstàncies
- Hospedador compromés
 - Hospedador debilitat amb una menor resistència a la infecció

Tema 15

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Relacions hoste-paràsit.
- II. Microbiota pròpia en humans.**
- III. Patogènia i virulència: factors de virulència.
- IV. Adhesió, colonització, invasivitat.
- V. Toxines.

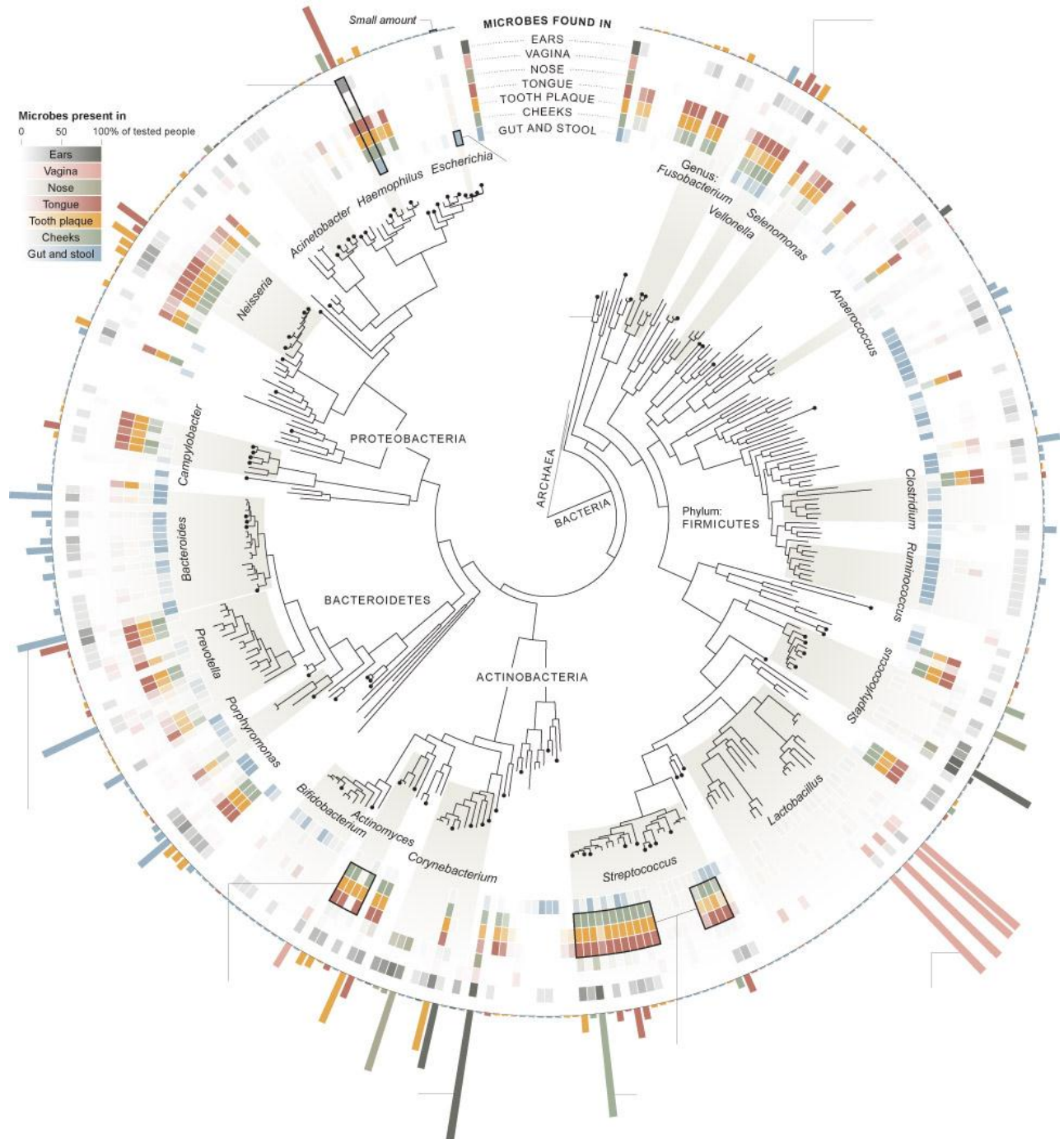
Motius per estudiar la microbiota humana



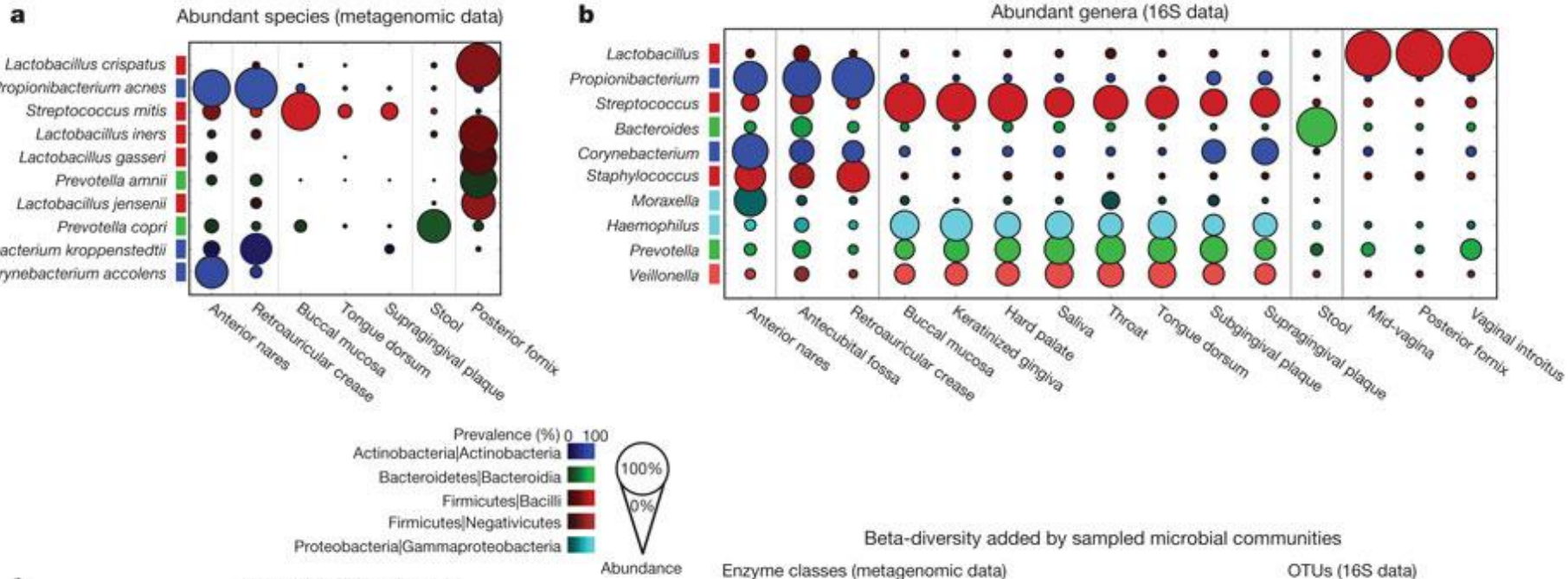


NIH HUMAN MICROBIOME PROJECT

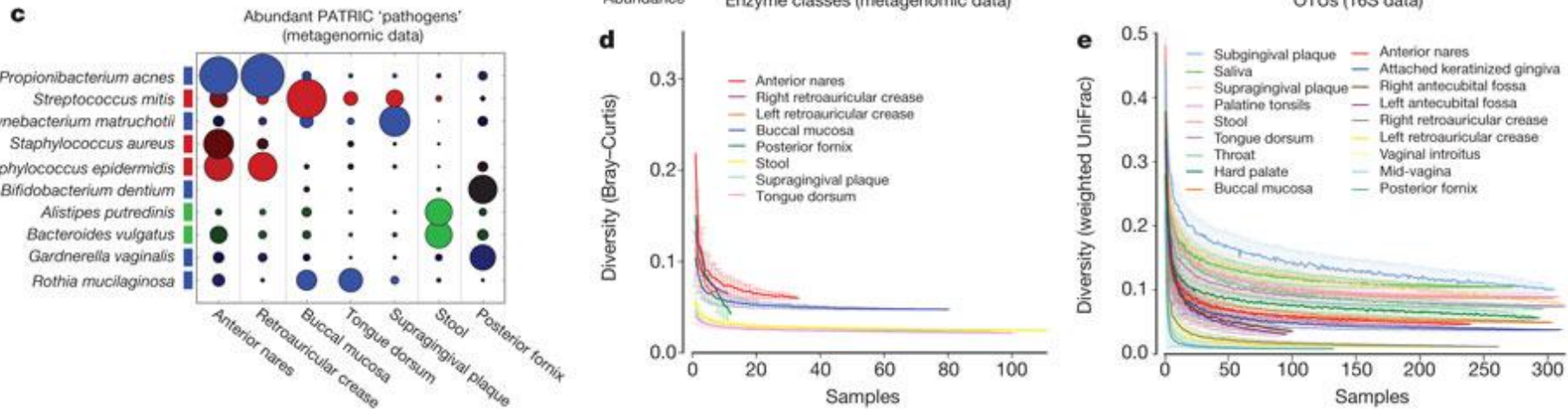
<http://www.hmpdacc.org/>



Mean non-zero abundance (size) and population prevalence (intensity) of microbial clades



Beta-diversity added by sampled microbial communities

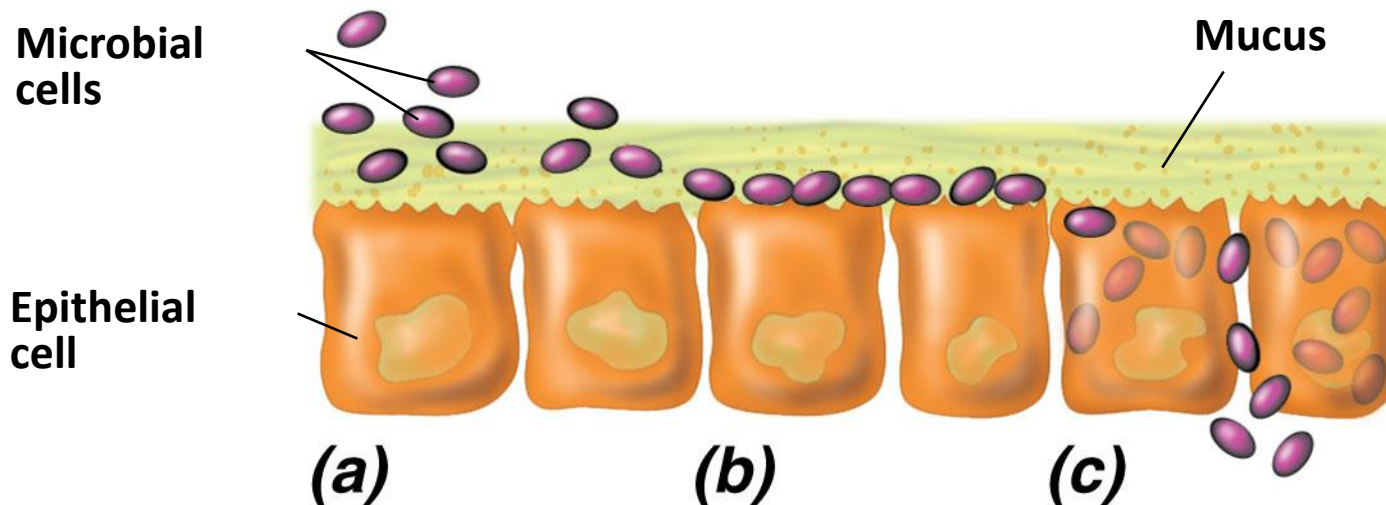


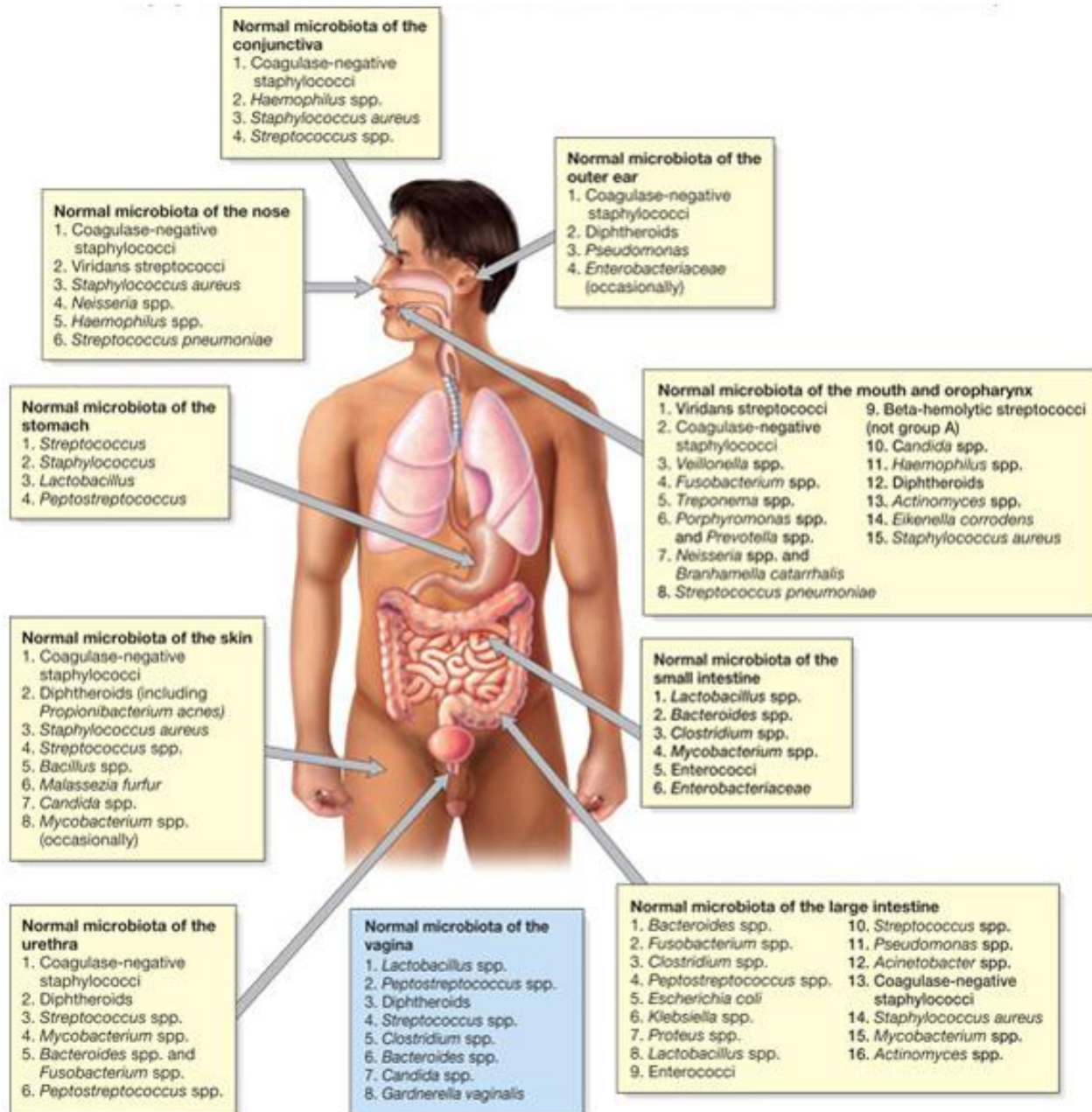
Structure, function and diversity of the healthy human microbiome Nature (2012) 486,207–214

Interaccions entre l'hospedador i la microbiota normal

- inclouen una àmplia gamma d'interaccions simbiòtiques com son:
 - comensalisme
 - mutualisme
 - parasitisme
- hi ha d'ecto- i d'endosimbiòtiques

- Els animals proporcionen un entorn favorable per al creixement de molts microorganismes
- Les infeccions comencen freqüentment a les membranes mucoses de l'animal





Organ/sistema	Microbiota associada en g (pes sec)
Ulls	1
Nas	10
Boca	20
Pulmons	20
Vagina	20
Pell	200
Intestins	1000

La pell

- microbis comensals inclouen tant microbiota resident com transitòria
 - barrera resistent a nivell mecànic
 - ambient inhòspit
 - pH lleugerament àcid
 - alta concentració de NaCl
 - moltes àrees amb baix contingut d'humitat
 - substàncies inhibidores: lisozim, catelicidines (pèptids antimicrobians)
- Acné: causat en part per *Propionibacterium acnes*

Corynebacterium spp.
Propionibacterium spp.
Staphylococcus spp.
Micrococcus spp.
Malassezia spp. (Fong)
Acinetobacter spp.
Brevibacterium spp.
Dermabacter hominis

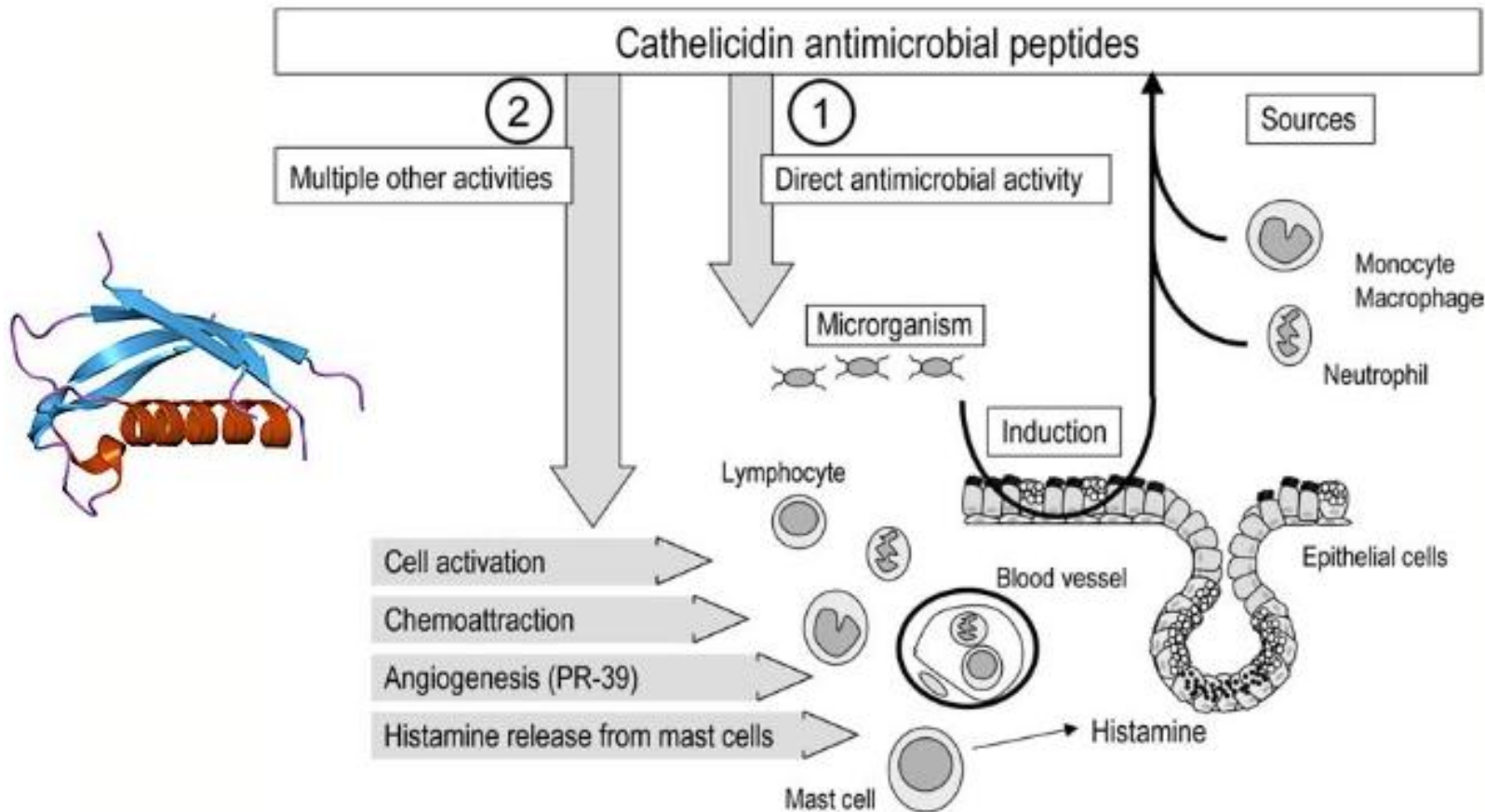


Figure 4. Biological functions of cathelicidin antimicrobial peptides. Cathelicidins are secreted by several cell types during infection and inflammation. For example, LL-37/hCAP-18 is found in airway surface fluid and originates from epithelial cells as well as professional inflammatory cells, such as macrophages, neutrophils and lymphocytes. The cathelicidin peptides have direct antimicrobial activity ①. Additionally, they regulate cellular responses including cell proliferation, cell migration of inflammatory cells, release of cytokines and angiogenesis ②. Cathelicidins are multifunctional peptides that link host defence with inflammation and angiogenesis and activate the adaptive immune system.

Nas i nasofaringe

- Bacteris (*Staphylococcus aureus* i *S. epidermidis*)
- La nasofaringe pot contenir nombres baixos de microbis potencialment patògens (*Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis* i *Haemophilus influenzae*)

Tracte respiratori

- no hi ha microbiota habitualment
- Els microbis es mouen per:
 - flux continu de mocs generat per les cèl·lules epitelials
 - fagocitosi pels macròfags alveolars
 - lisozim

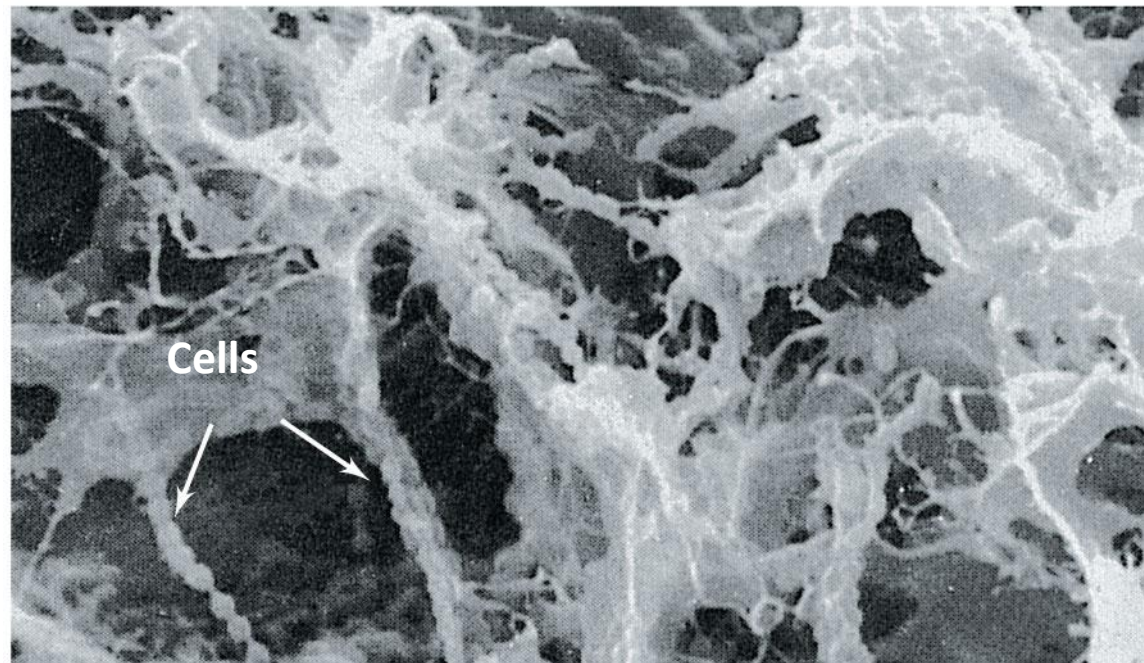
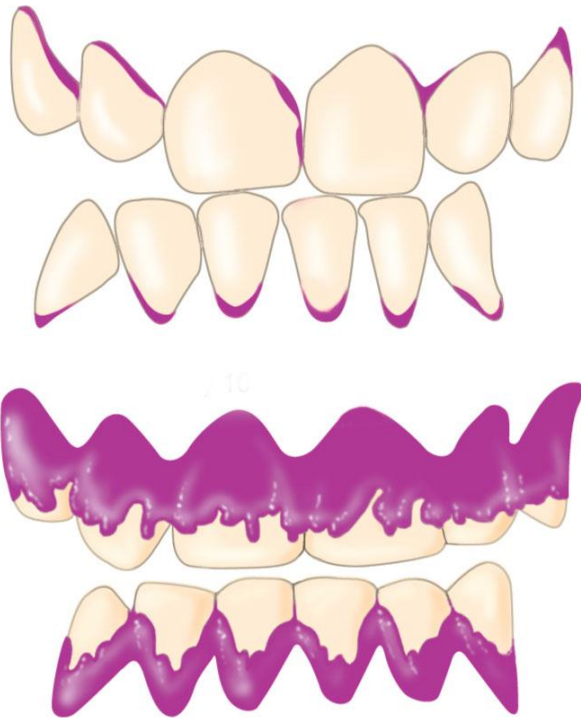
Ulls

- des del naixement i al llarg de la vida un reduït nombre de comensals bacterians es troben a la conjuntiva de l'ull, on el bacteri predominant és *Staphylococcus epidermidis*

Boca

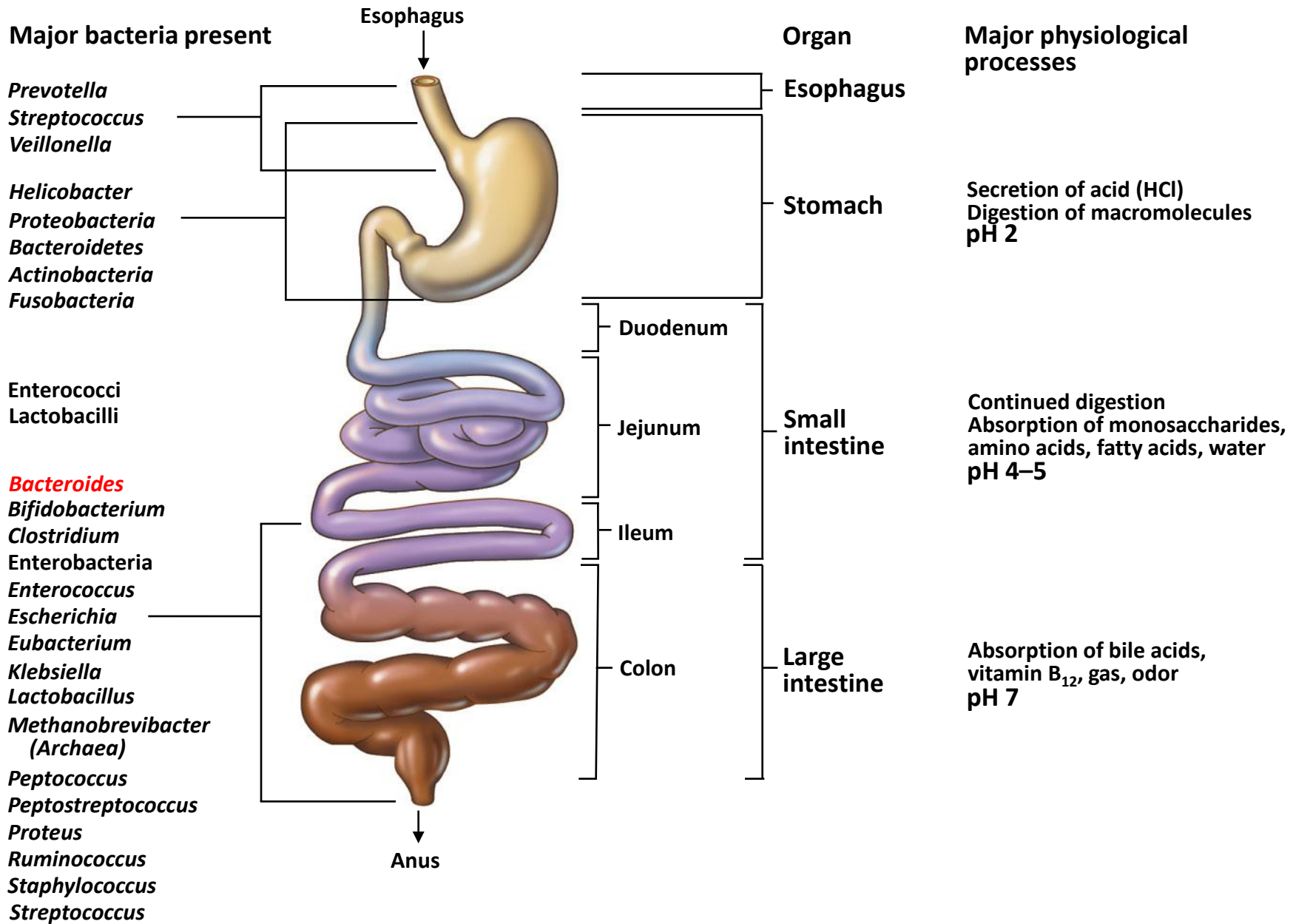
- conté organismes que sobreviuen a l'eliminació mecànica mitjançant l'adhesió a les genives i les dents; contribueixen a la formació de la placa dental, la càries dental, gingivitis i malalties periodontals
- La saliva conté enzims antimicrobians però sempre hi ha menjar a prop!
- A les poques hores de nàixer, la cavitat oral és colonitzada per microorganismes de l'ambient circumdant

Tal i com s'acumula la placa dental, els microorganismes produeixen altes concentracions d'àcid que contribueix a la descalcificació de l'esmalt de les dents (càries dental). Els bacteris làctics *Streptococcus sobrinus* i *Streptococcus mutans* són els associats habitualment a la càries dental.



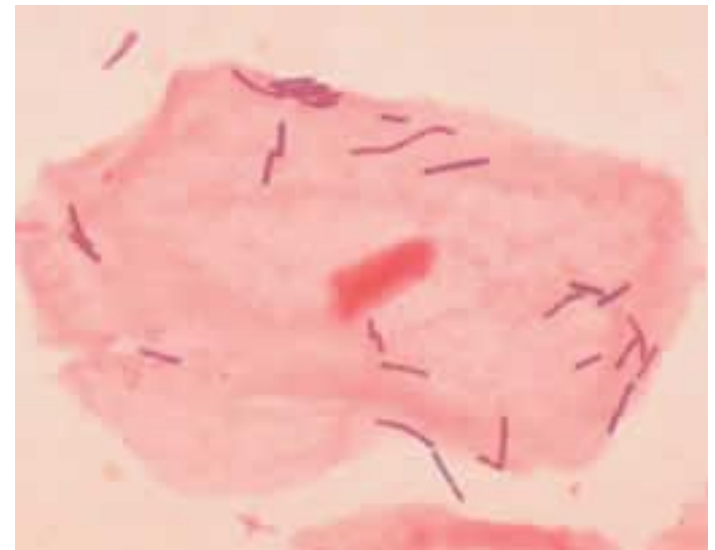
Tracte gastrointestinal

- Responsable de la digestió dels aliments, l'absorció de nutrients i la producció d'aliments per la microbiota indígena
- Conté 10^{13} a 10^{14} microbis



Tracte genitourinari

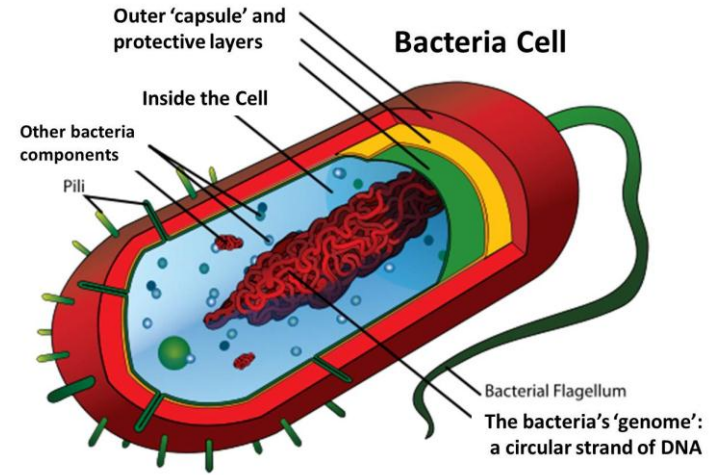
- els ronyons, els urèters i la bufeta estan normalment lliures de microbis
- Al final de la uretra es troben alguns (*Escherichia coli* i *Proteus mirabilis*) que es poden multiplicar i tornar patògens)
- Tracte genital femení (vagina)
 - microbiota complexa en un estat de flux a causa del cicle menstrual
 - Predominen els lactobacils tolerants als àcids (*Lactobacillus acidophilus*) Bacil de Döderlein [*C. albicans*, *Strep. agalactiae*, ...]



Tema 15

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Relacions hoste-paràsit.
- II. Microbiota pròpia en humans.
- III. **Patogènia i virulència: factors de virulència.**
- IV. Adhesió, colonització, invasivitat.
- V. Toxines.



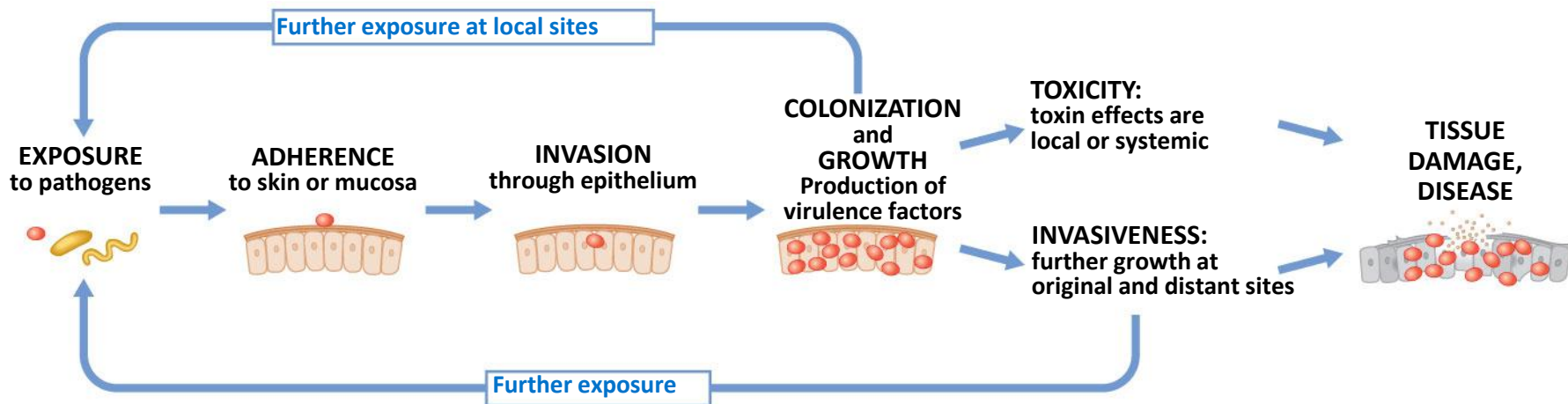
Adhesió

Colonització

Infecció

Invasió

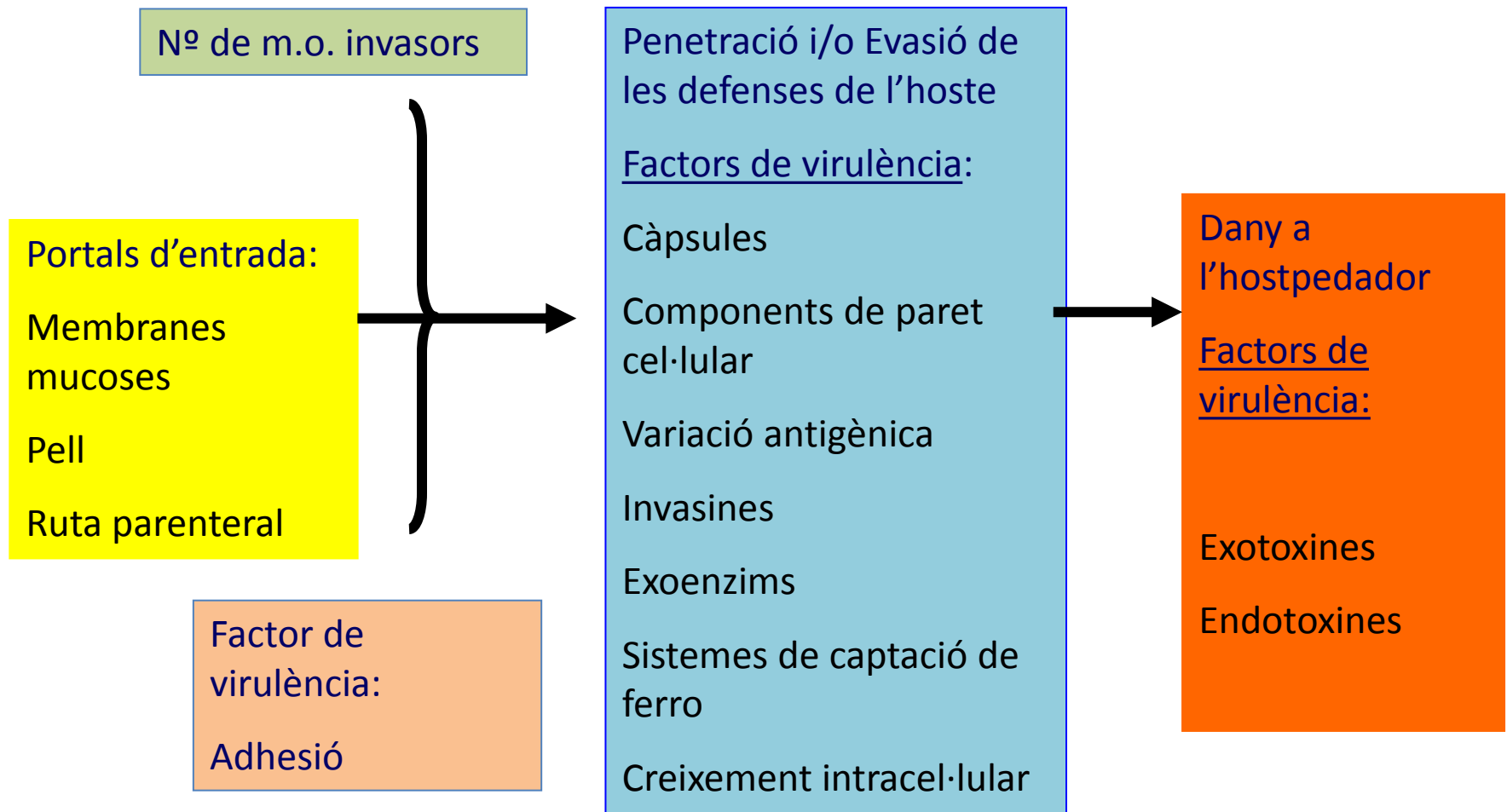




Els patògens utilitzen diverses estratègies per establir la virulència

La virulència és la capacitat relativa d'un patogen per provocar una malaltia

Patogènia



Mecanismes de canvi genètic i diversificació

PROCESSOS LENTS	PROCESSOS RÀPIDS
Mutacions puntuals	Variació de fase
<ul style="list-style-type: none"> • Canvi de nucleòtid • Inserció de nucleòtid • Deleció de nucleòtid 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversió del promotor • Síntesi “<i>slipped-strand</i>” SSM
Duplicació gènica	Variació antigènica
Deleció gènica	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gene shuffling</i> (barallat gènic) • Conversió gènica
Reorganització cromosòmica	HGT
<ul style="list-style-type: none"> • Inversió • Recombinació intragènica 	<ul style="list-style-type: none"> • Recombinació intergènica
	<ul style="list-style-type: none"> • Transformació
	<ul style="list-style-type: none"> • Plasmidis
	<ul style="list-style-type: none"> • DNA exogen
	<ul style="list-style-type: none"> • Conjugació
	<ul style="list-style-type: none"> • Plasmidis
	<ul style="list-style-type: none"> • Transposons
	<ul style="list-style-type: none"> • Transducció
	<ul style="list-style-type: none"> • Bacteriòfags
	<ul style="list-style-type: none"> • Generalitzada
	<ul style="list-style-type: none"> • Especialitzada

Vies d'entrada de patògens:

Via respiratòria

Streptococcus pneumoniae

Mycobacterium tuberculosis

Via gastrointestinal

Shigella spp.

Vibrio cholerae

Salmonella spp.

Via genitourinària

Neisseria gonorrhoeae

Treponema pallidum

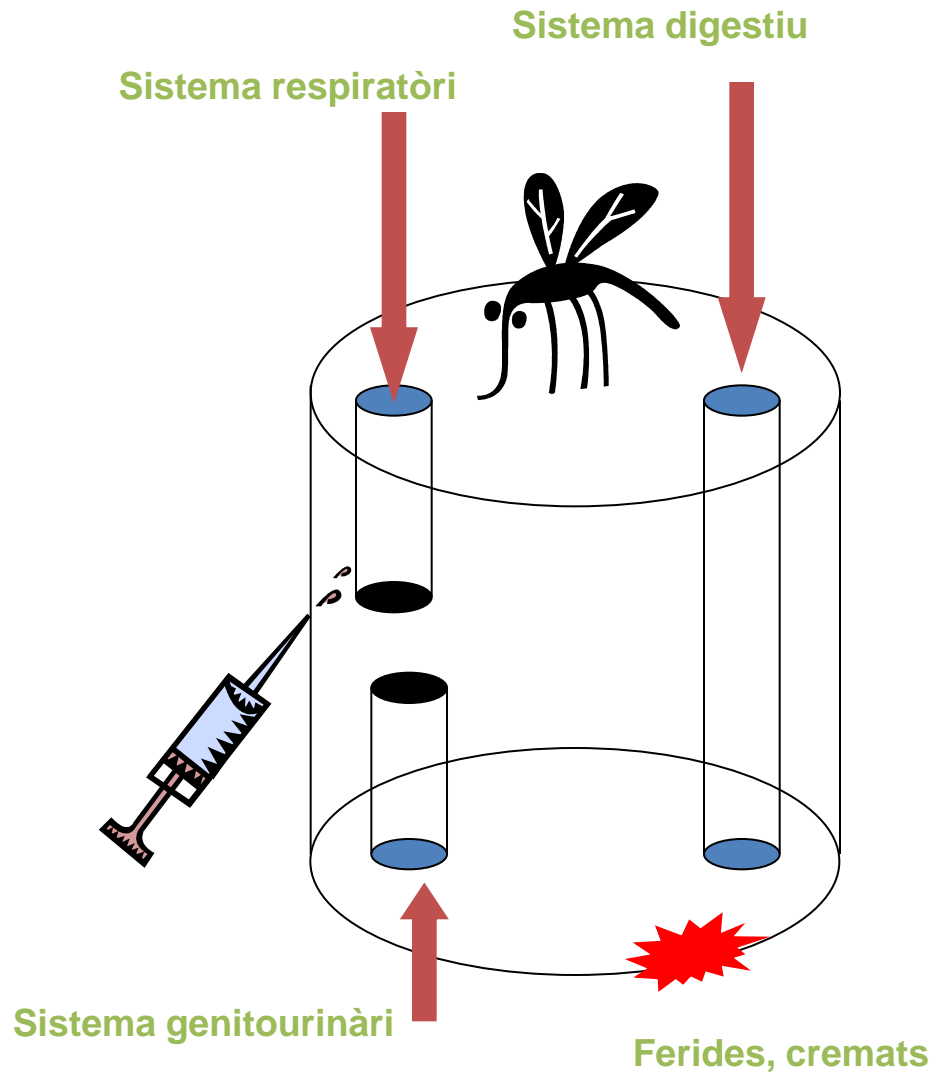
Chlamydia trachomatis

Pell o via parenteral

Clostridium tetani

Clostridium perfringens

Rickettsia rickettsii

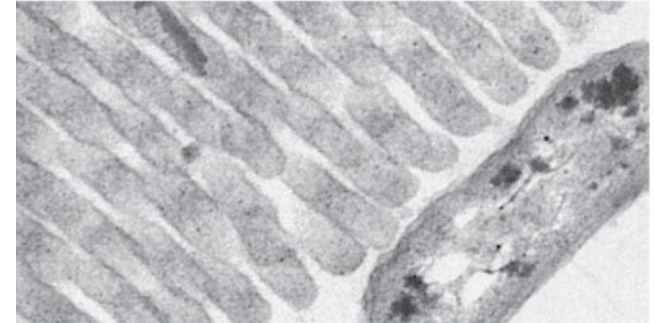


Tema 15

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Relacions hoste-paràsit.
- II. Microbiota pròpia en humans.
- III. Patogènia i virulència: factors de virulència.
- IV. Adhesió, colonització, invasivitat.**
- V. Toxines.

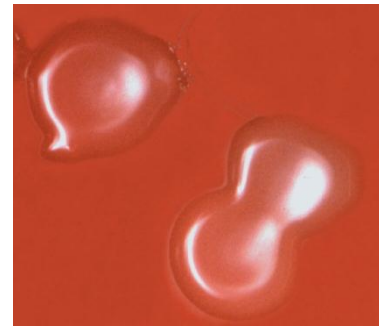
Adhesió



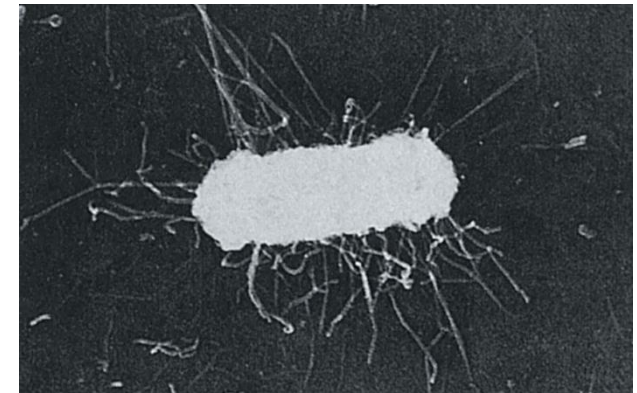
- La invasió d'un patògen
 - comença en el lloc de l'adhesió
 - es pot estendre per tot l'hospedador a través dels sistemes circulatori o limfàtic
- Adhesió específica
 - Un patògen ha de tenir accés als teixits de l'hospedador per fer-li dany
 - Bacteris i virus que inicien la infecció sovint s'adhereixen específicament a les cèl·lules epitelials a través d'interaccions macromoleculares en les superfícies del patògen i la cèl·lula hoste

L'adherència bacteriana es facilita per:

- macromolècules extracel·lulars que no estan unides covalentment a la superfície del bacteri
 - Capes-S, càpsula



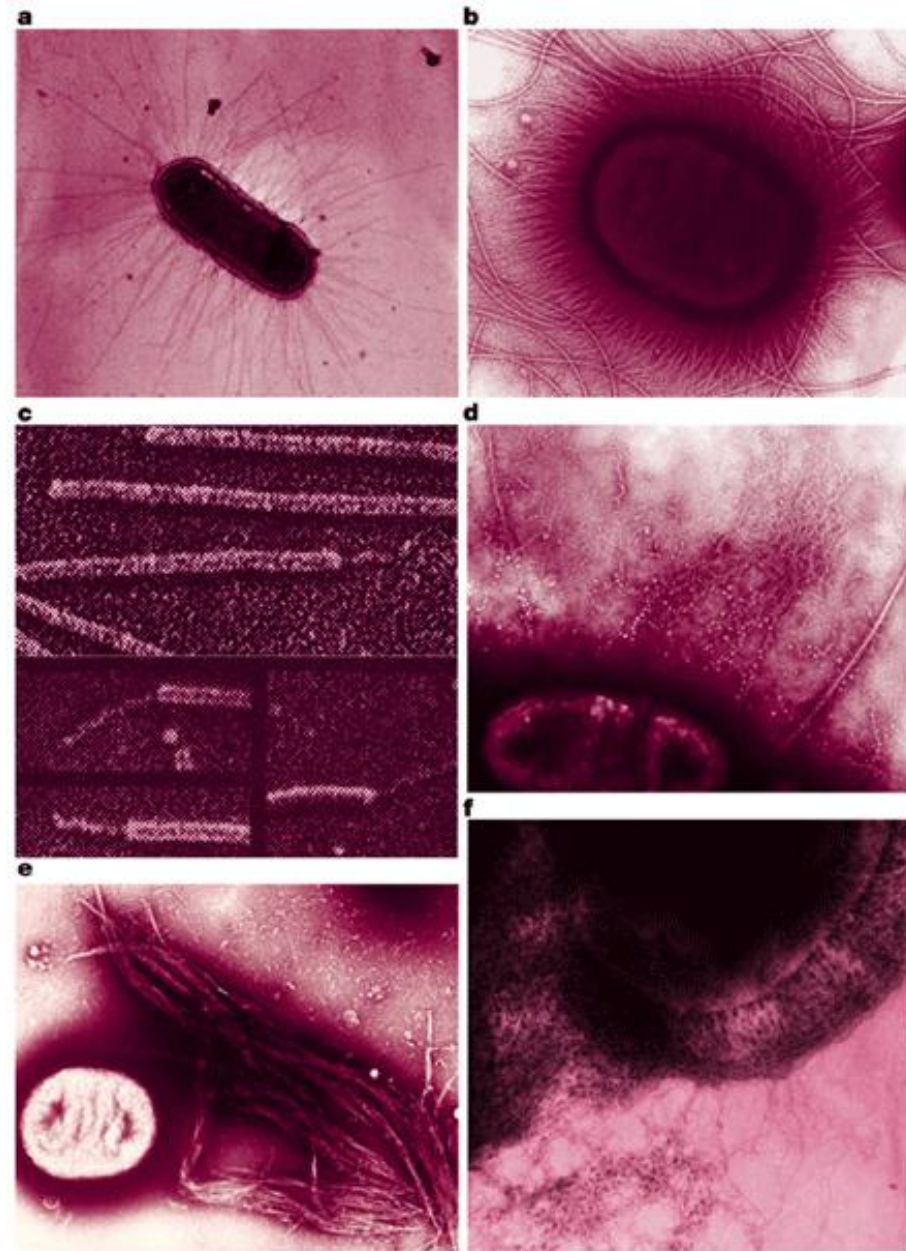
- les fímbrïes i els *pili*



Colonització

- La disponibilitat de nutrients és molt important pel que afecta el creixement de patògens
- Els patògens poden créixer localment en el lloc d'invasió o es poden estendre per tot el cos

E. coli produeix diferents factors de colonització (fímbríes/*pili*)

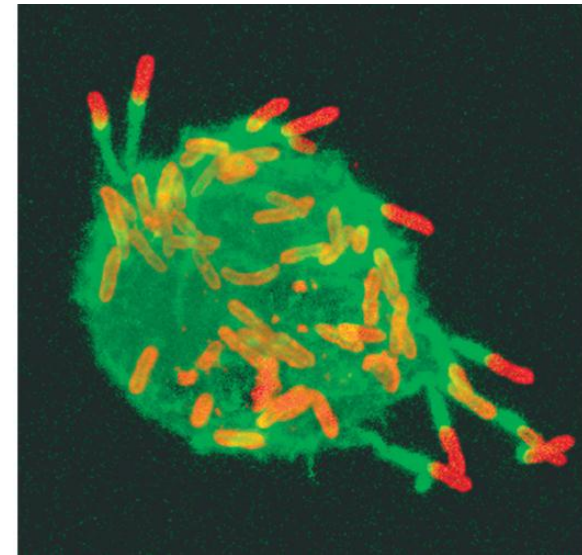


Invasió i creixement del patògen

- Capacitat d'un patògen per créixer en el teixit hospedador a densitats que inhibeixen la funció de l'amfitrió
- Pot causar dany sense produir una toxina



Invasió de cèl·lules no fagocítiques per *Salmonella*



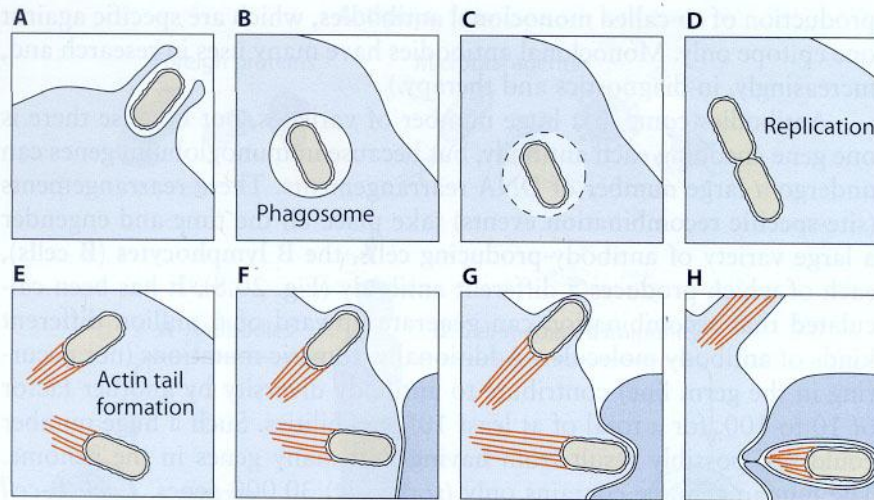
Burkholderia pseudomallei (roig) forma filaments d'actina (verd obscur) per a moure's pel citoplasma cel·lular i escapar a l'exterior cel·lular

I. Factors de virulència que afavoreixen la dispersió: exoenzims

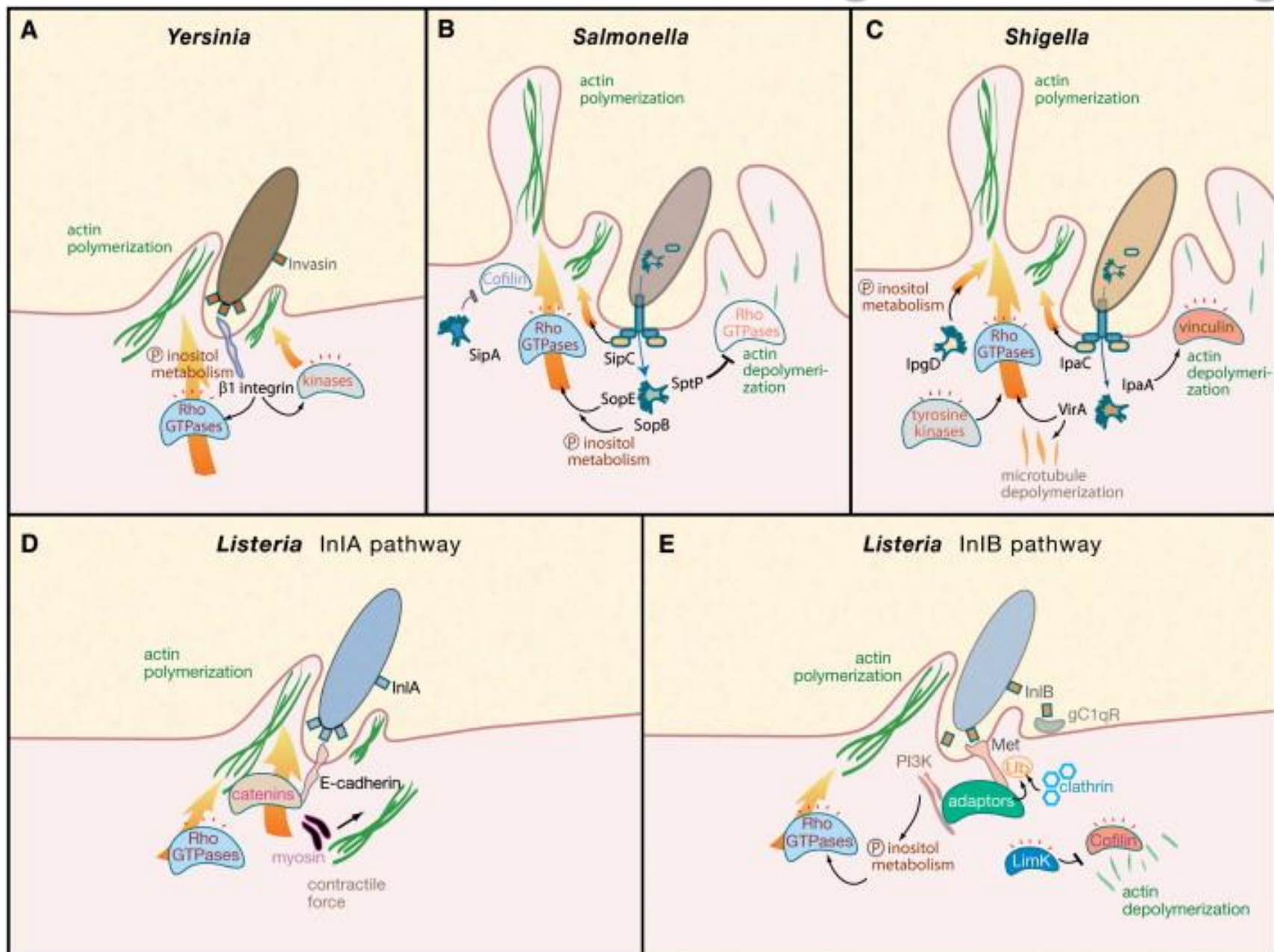
Producte	Microorganisme	Actuació
Hialuronidasa	<i>Streptococcus, Staphylococcus, Clostridium</i>	Degrada l'àcid hialurònic, ciment intercel·lular del teixit connectiu
Col·lagenasa	<i>Clostridium perfringens</i>	Degrada col·lagen present en músculs i teixit connectiu
Neuraminidasa	<i>Vibrio cholerae, Shigella dysenteriae</i>	Degrada àcid neuramínic, ciment intercel·lular de l'epiteli de la mucosa intestinal
Estreptoquinasa/ Estafiloquinasa	<i>Streptococcus, Staphylococcus</i>	S'uneix al plasminogen activant la producció de plasmina → digestió de fibrina → el patògen surt de coàguls
Lecitinasa	<i>Clostridium perfringens</i>	Degrada lecitina present en les membranes cel·lulars
Leucocidines	<i>Staphylococcus, Streptococcus</i>	Lisen fagòcits
Elastasa	<i>Vibrio, Aeromonas</i>	Degrada elastina associada amb les membranes basals
Coagulasa	<i>Staphylococcus aureus</i>	Coagula el fibrinogen. Els coàguls protegeixen al microbi

II. Invasió i residència intracel·lular

A. Invasió de cèl·lules no fagocítiques: El bacteri produeix proteïnes (invasines) que indueixen la seua ingestió



Alguns bacteris (*Listeria*, *Shigella*) són ingerits per fagocitosi (A), escapen del fagosoma (B) lisant la membrana (C) i es divideixen (D). Poden induir la polimerització d'actina en un dels seus pols (E), la qual cosa mou al bacteri pel citoplasma (F) i provoca extrusions citoplàsmiques (G) que permeten al bacteri envair les cèl·lules veïnes (H)

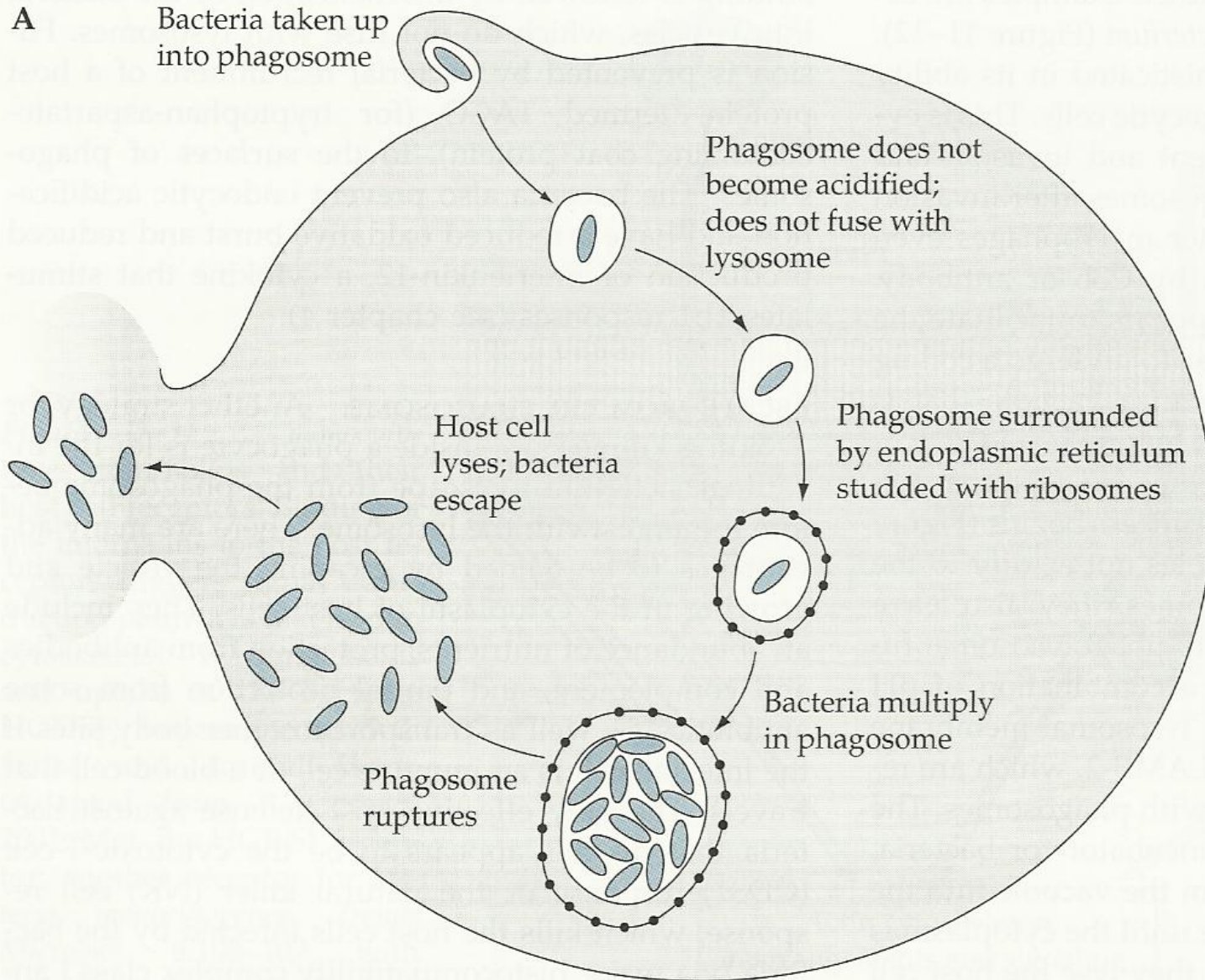


B. Invasió de cèl·lules fagocítiques: Implica la producció de factors de virulència que impedeixen l'eliminació del bacteri per part del fagòcit

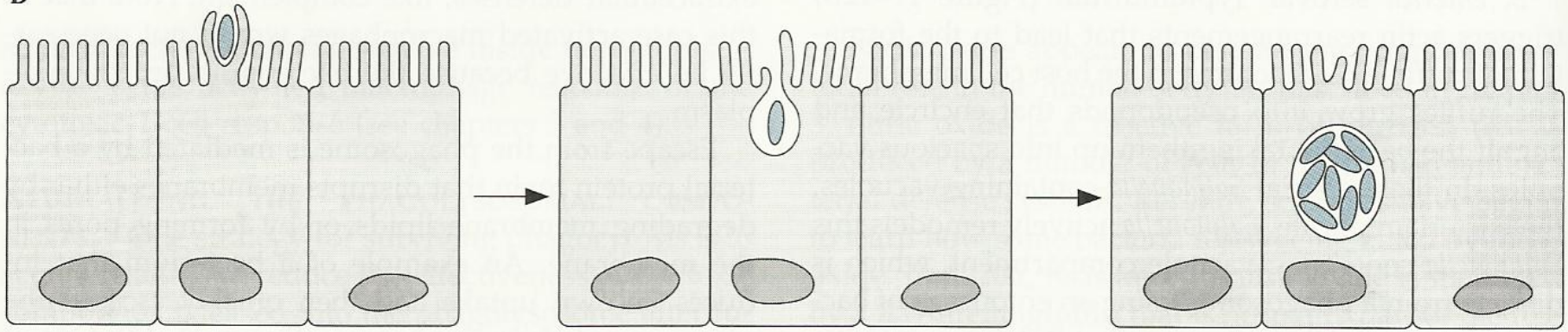
1. Inhibició de la fusió fagosoma-lisosoma.
2. Escapar del fagosoma.



Rickettsia prowazekii degradant la membrana del fagosoma



B

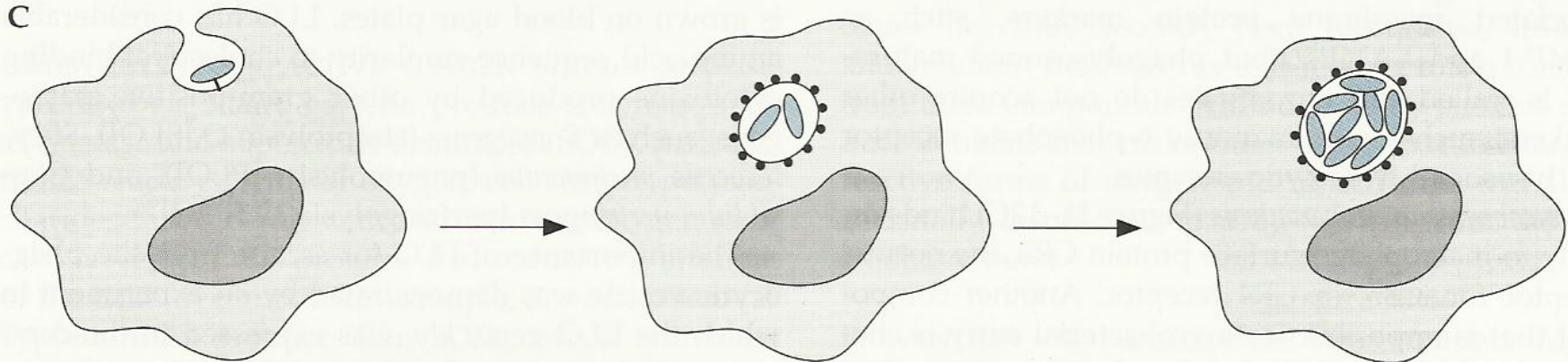


Bacteria trigger actin rearrangements; ruffling occurs; ruffles grow into pseudopods

Pseudopods encircle and engulf bacteria; bacteria taken up into spacious vacuoles

Bacteria remodel the vacuoles creating a growth-conducive environment; bacteria replicate in the vacuoles

C



Bacteria bind CR3 on surface of macrophage; bacteria taken up in vesicle

Bacteria recruit host protein to surface of phagosome; no fusion of lysosome with phagosome

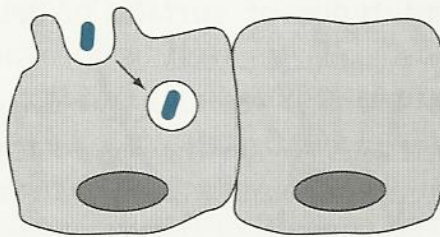
Bacteria prevent endocytic acidification; have reduced oxidative burst; bacteria replicate

Virulence factor

Step in pathogenesis

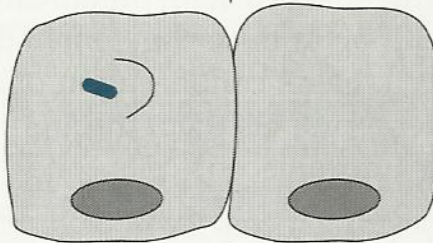
●, nucleus; ●●, *Listeria monocytogenes*;
≡, actin tails

InlA/B



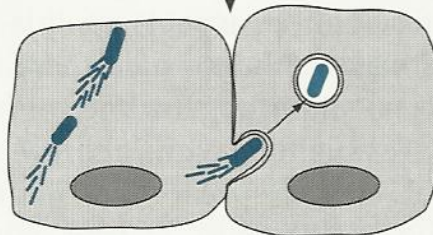
Bacteria taken up in vacuole in host cell

LLO
PlcA



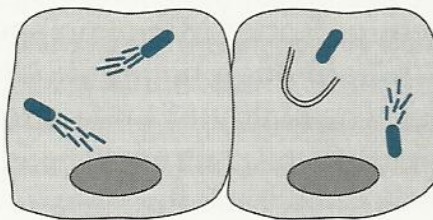
Vacuole is lysed; bacterium escapes into cytosol and replicates

ActA



Actin tail formation; intracellular movement; cell-to-cell spread

LLO
PlcB



Lysis of double-membrane vacuole; replication; actin tail formation and continued spread

Figure 11-13 Steps in *L. monocytogenes* entry, escape from the phagosome, actin tail formation, and cell-to-cell spread. The virulence factors thought to be involved at each step are indicated.

Tema 15

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Relacions hoste-paràsit.
- II. Microbiota pròpia en humans.
- III. Patogènia i virulència: factors de virulència.
- IV. Adhesió, colonització, invasivitat.
- V. **Toxines (exotoxines i endotoxines).**

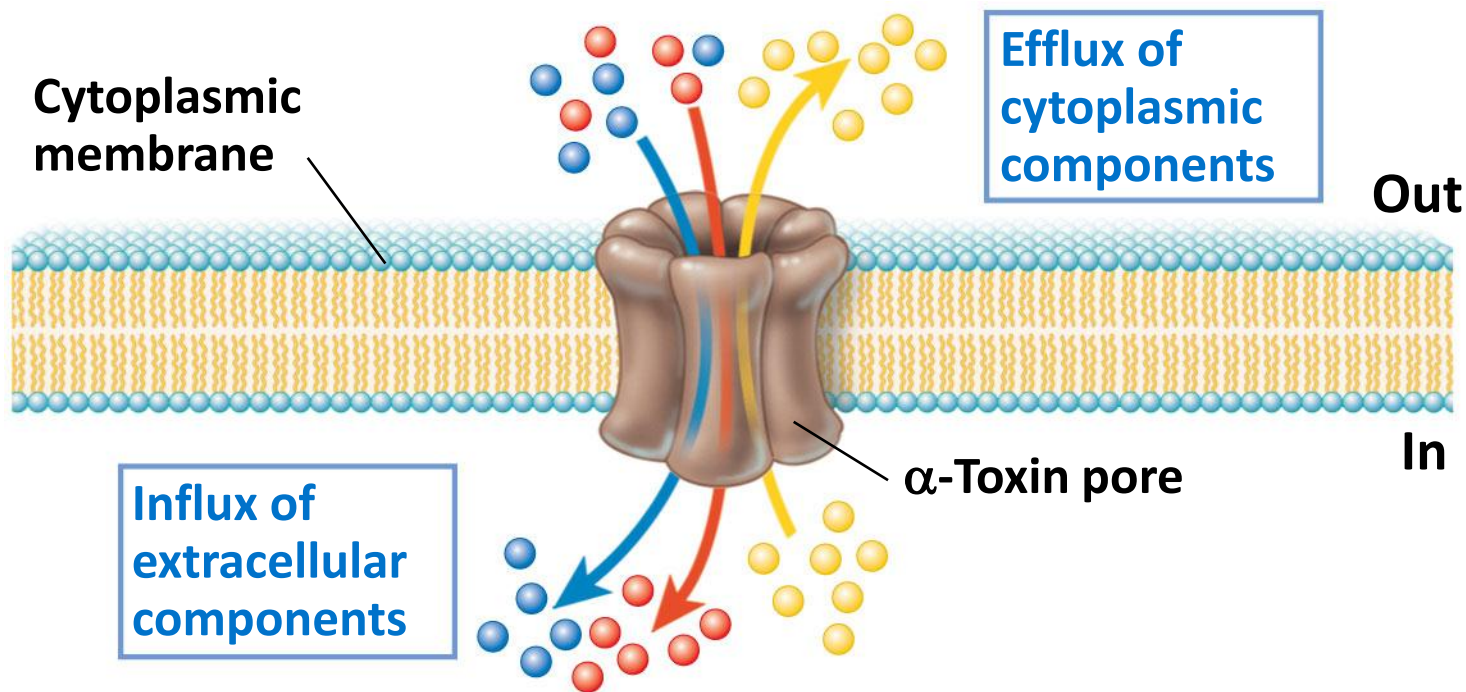
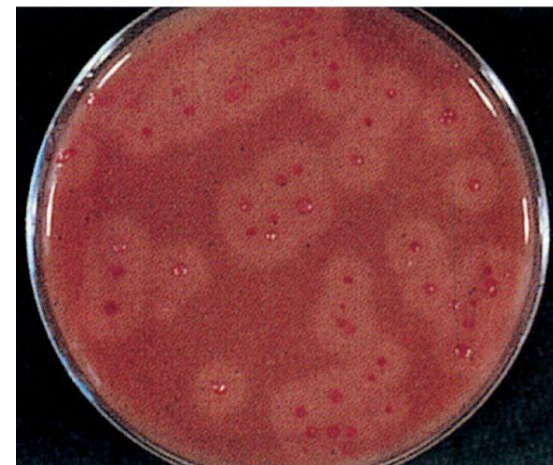
Characteristic	Exotoxins
Chemical composition	Protein, often with two components (A and B)
Disease examples	Botulism, diphtheria, tetanus
Effect on host	Highly variable between different toxins
Fever	Usually do not produce fever
Genetics	Frequently carried by extrachromosomal genes such as plasmids
Heat stability	Most are heat sensitive and inactivated at 60-80°C
Immune response	Antitoxins provide host immunity; highly antigenic
Location	Usually excreted outside the living cell
Production	Produced by both gram-positive and gram-negative bacteria
Toxicity	Highly toxic and fatal in nanogram quantities
Toxoid production	Converted to antigenic, nontoxic toxoids; toxoids are used to immunize (e.g., tetanus toxoid)

Exotoxines

- *Exotoxines* (proteïnes solubles, sensibles al calor, alliberades pel patogen quan creix)
 - Toxines citolítiques (hemolisines i fosfolipases)
 - Toxines AB
 - Toxines superantigèniques

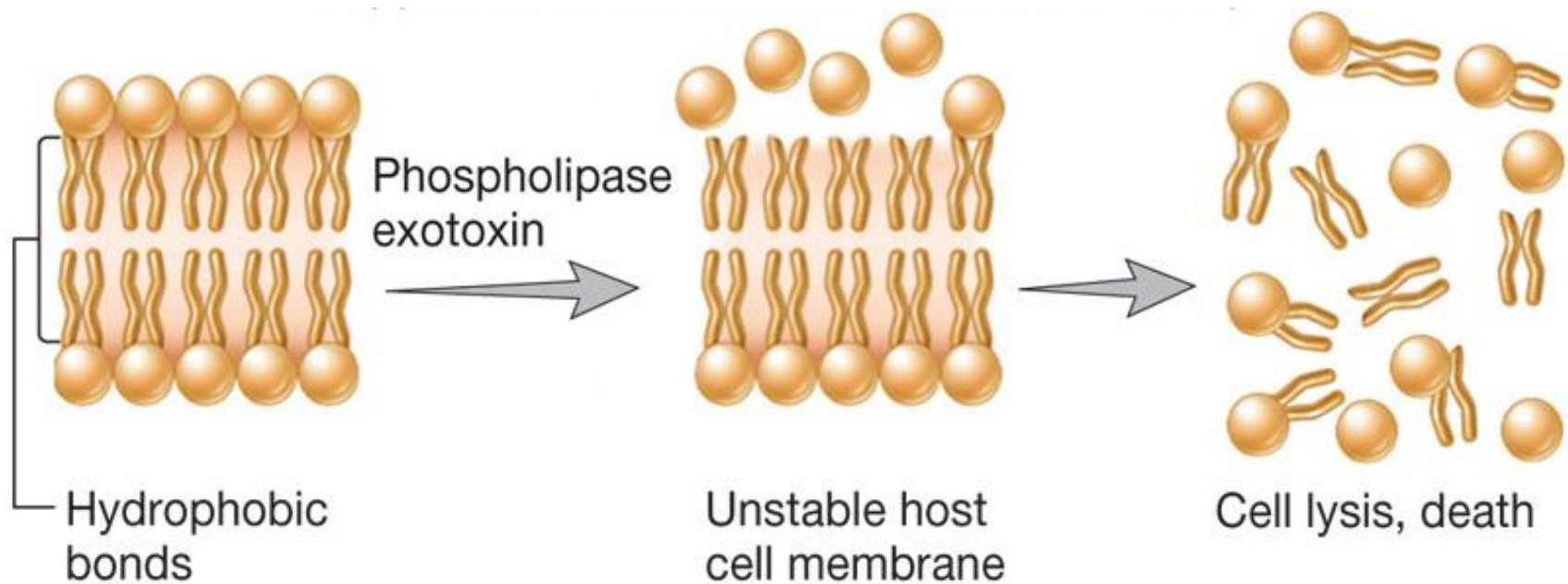
Exotoxines citolítiques (hemolisines)

- Degraden la membrana citoplasmàtica, causant la lisi cel·lular i la mort
- Les toxines que lisen els glòbuls rojos es diuen hemolisines (toxina estafilocòccia)



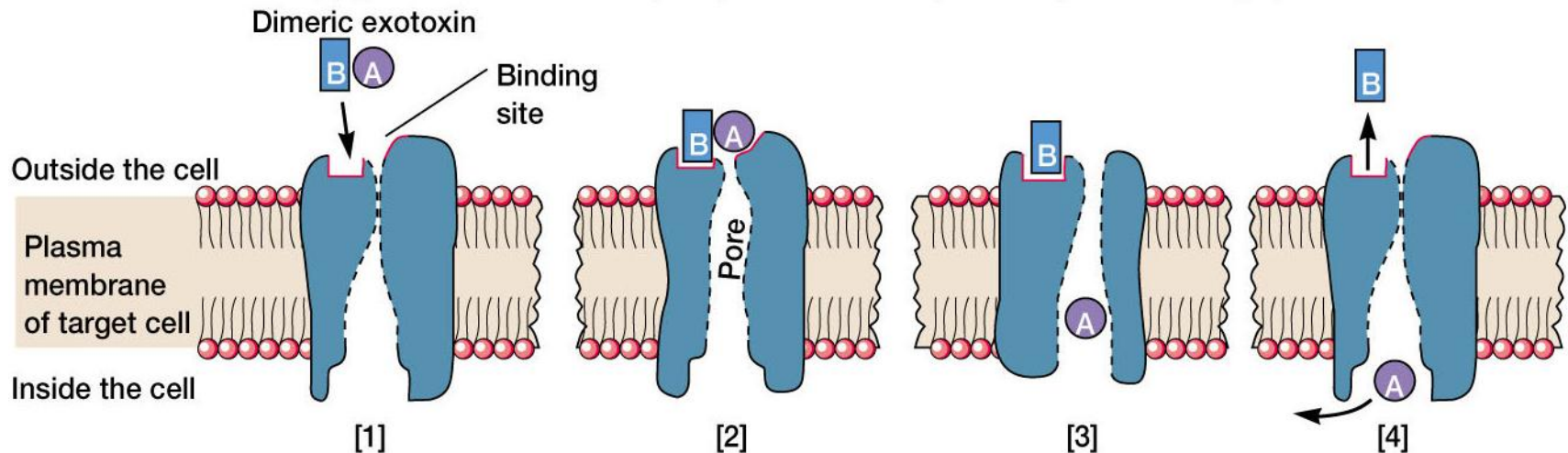
Exotoxines citolítiques (fosfolipases)

- Desestabilitzen la membrana, la cèl·lula es lisa i mor (eliminen la càrrega dels lípids de la membrana)

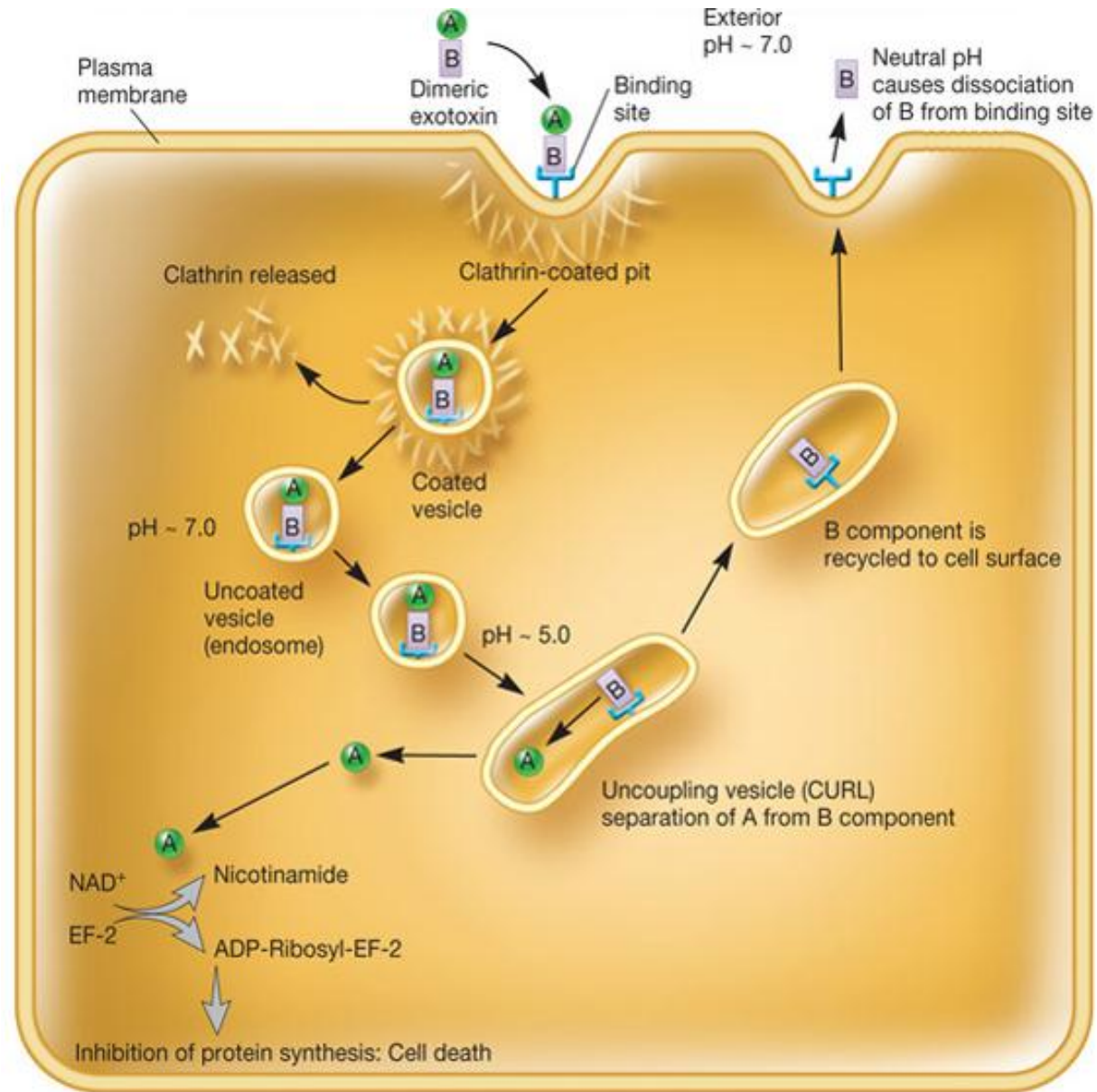


Exotoxines AB

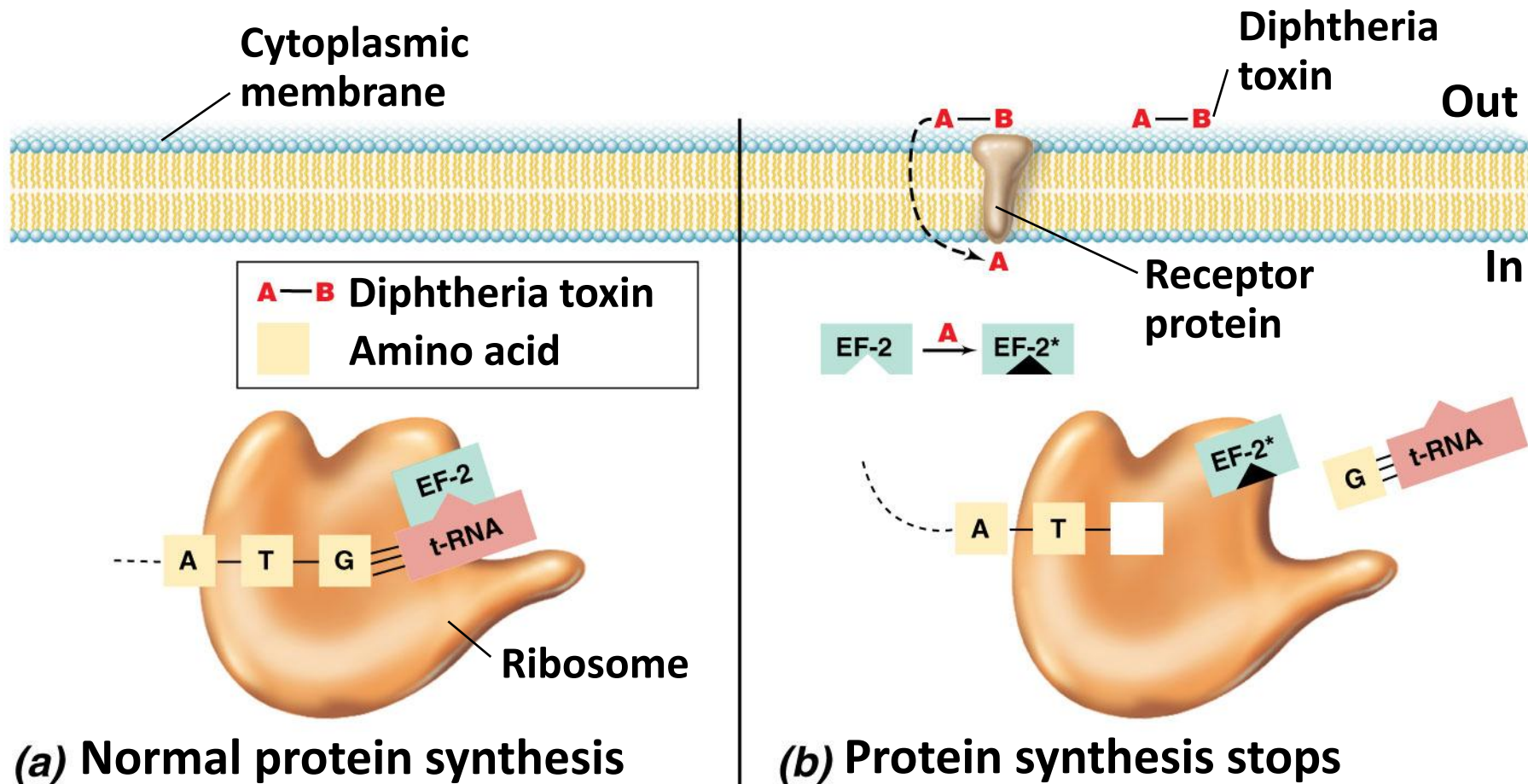
- Consta de dues subunitats
 - subunitat A– responsable de l'efecte tòxic
 - subunitat B– s'uneix a la cèl·lula diana
- Actuació directa



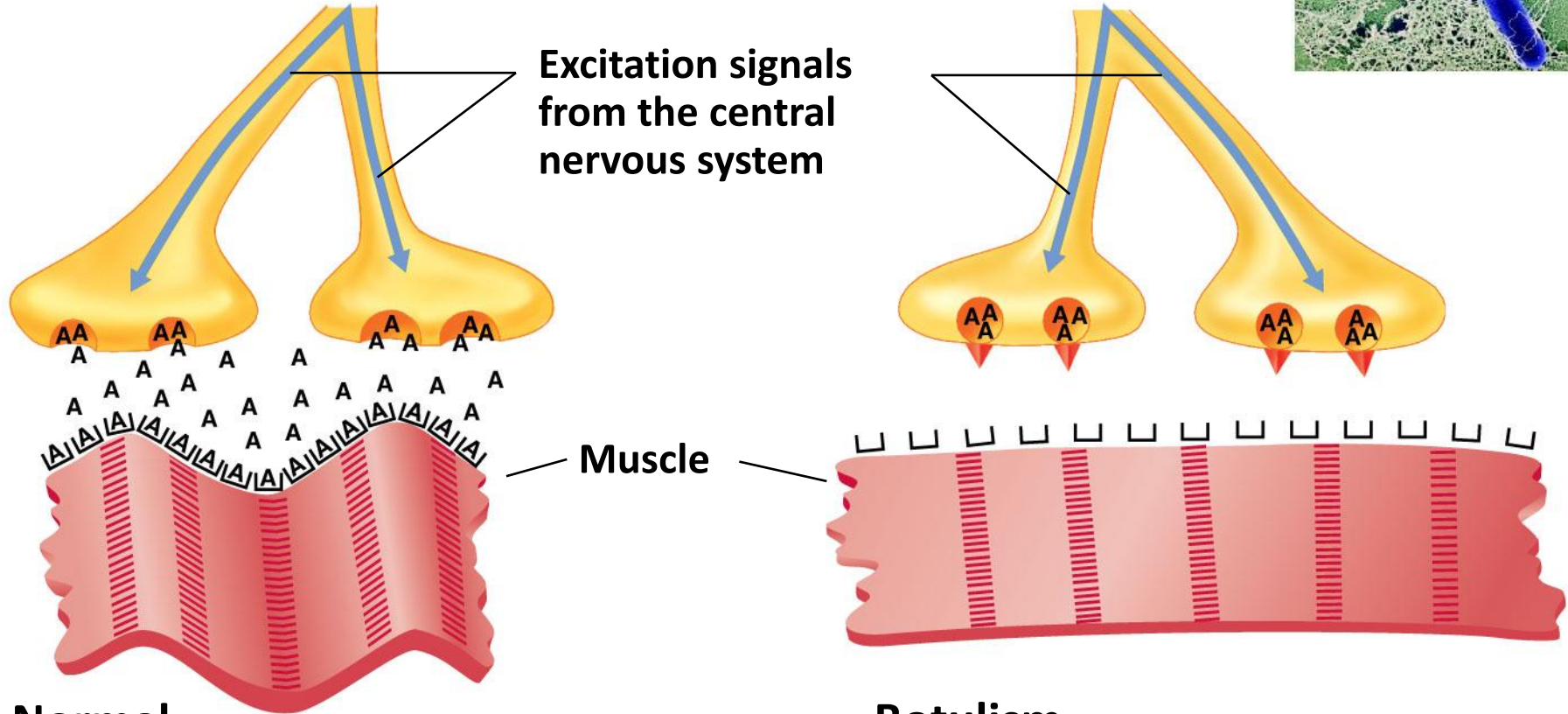
- Endocitosis



Toxina diftèrica (*Corynebacterium diphtheriae*)



Toxina botulínica (*Clostridium botulinum*)



Normal
Acetylcholine (A) induces contraction of muscle fibers

Botulism
Botulinum toxin, ▲, blocks release of A, inhibiting contraction

(a)

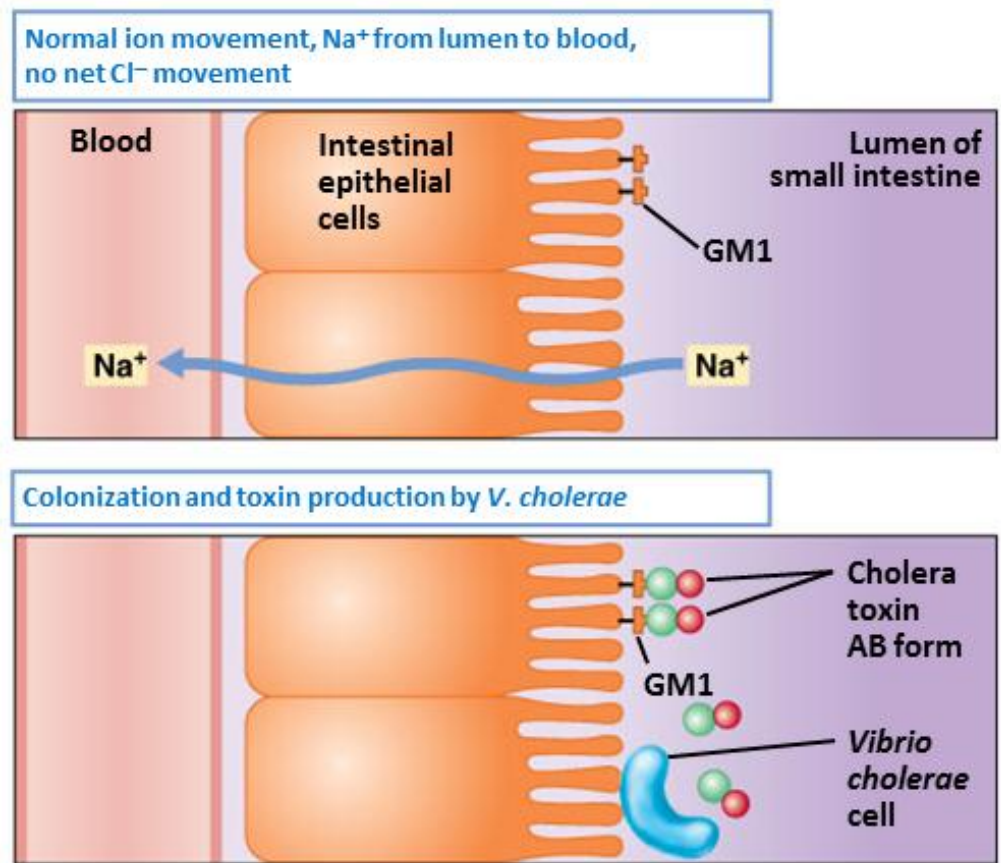
(b)

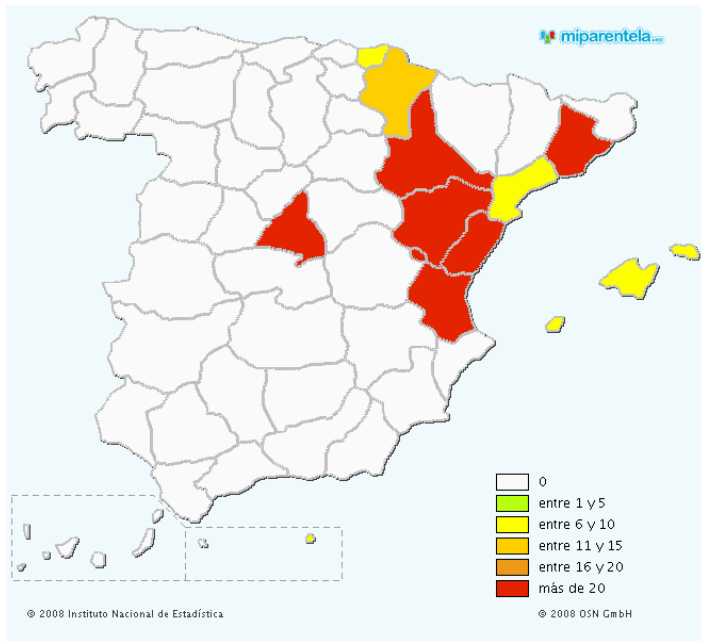
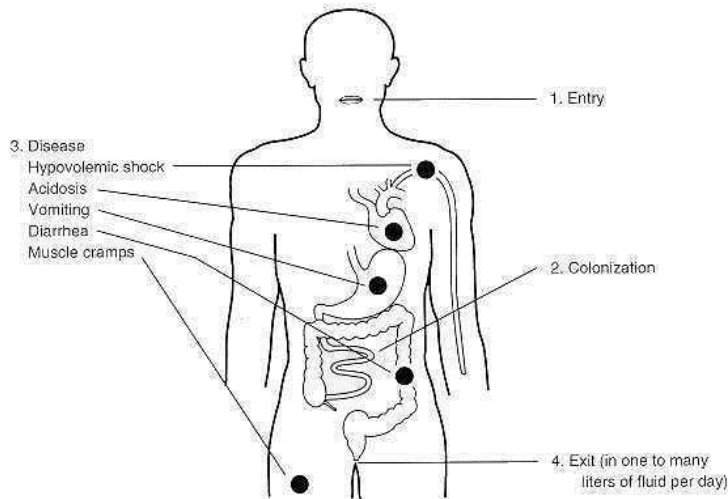
Toxina tetànica (*Clostridium tetani*)



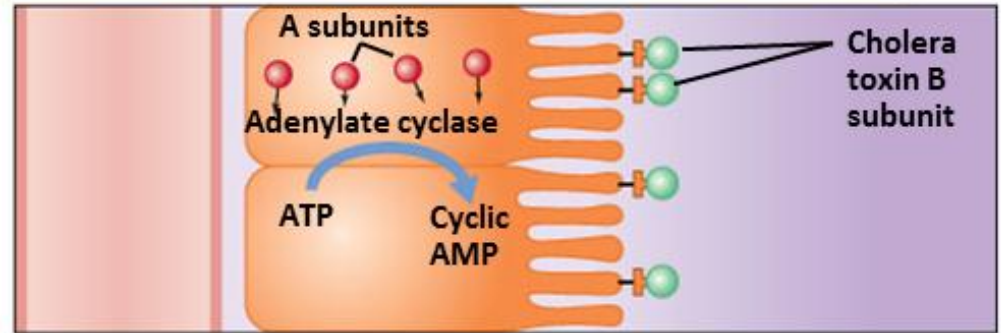
Toxina (*Vibrio cholerae*) ENTEROTOXINA

- Exotoxines que actuen a l'intestí prim, causant secreció massiva de fluids al lumen intestinal, i com a conseqüència vòmits i diarrea

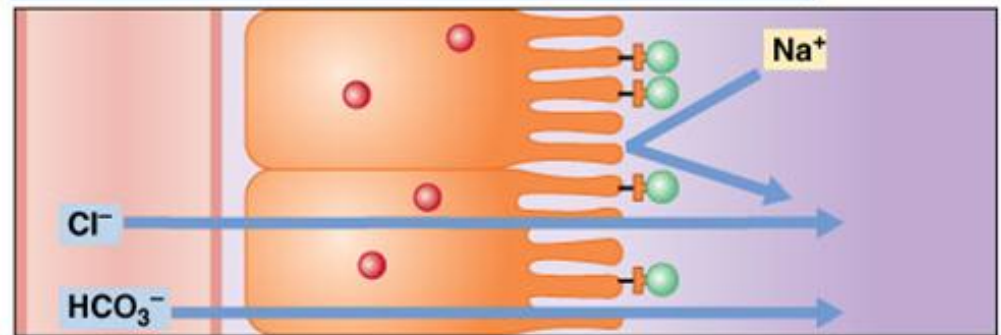




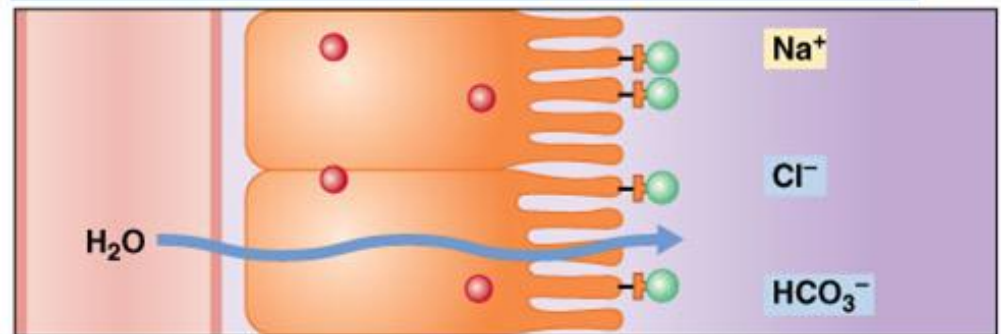
Activation of epithelial adenylate cyclase by cholera toxin



Na⁺ movement blocked, net Cl⁻ movement to lumen

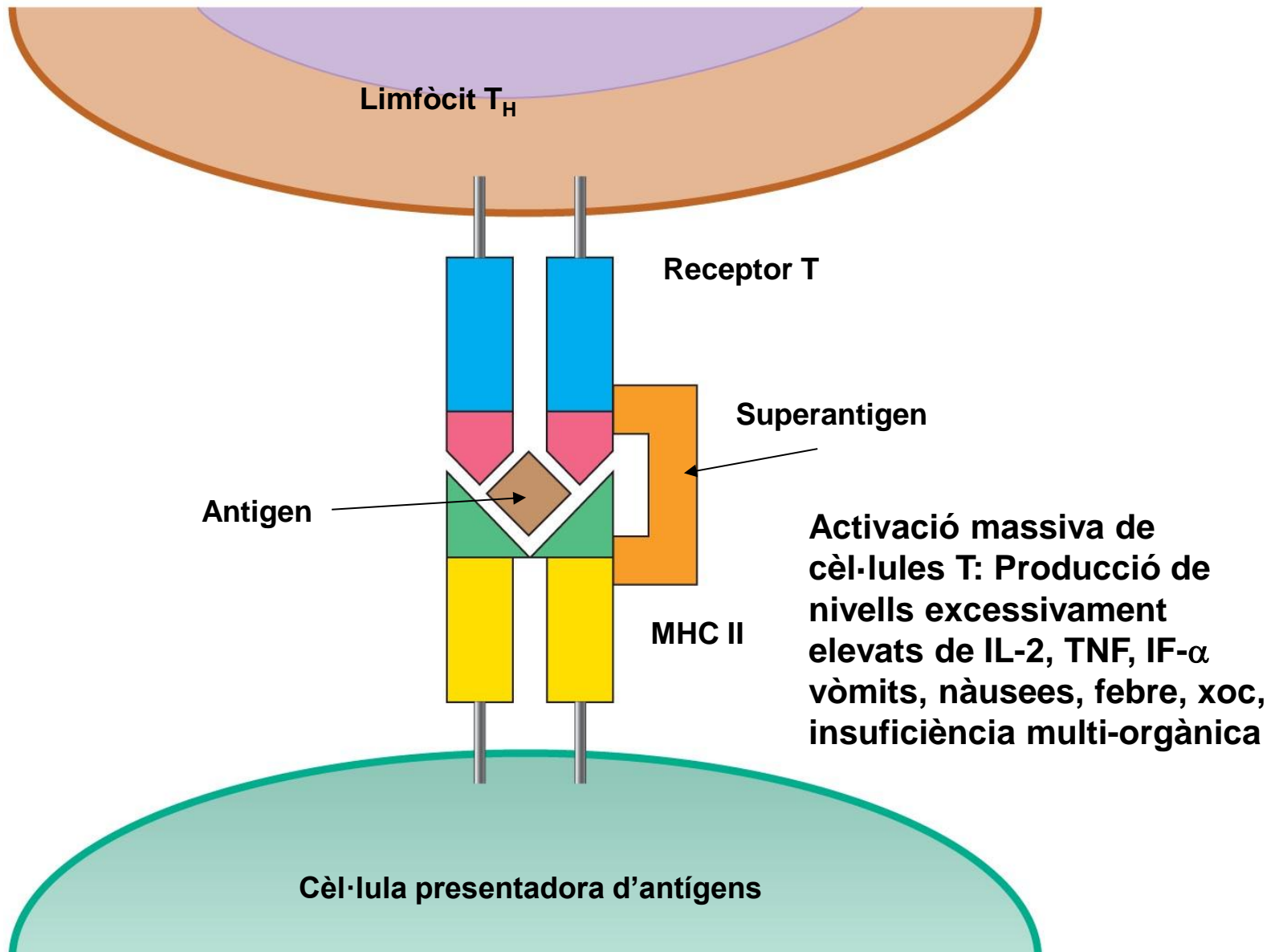


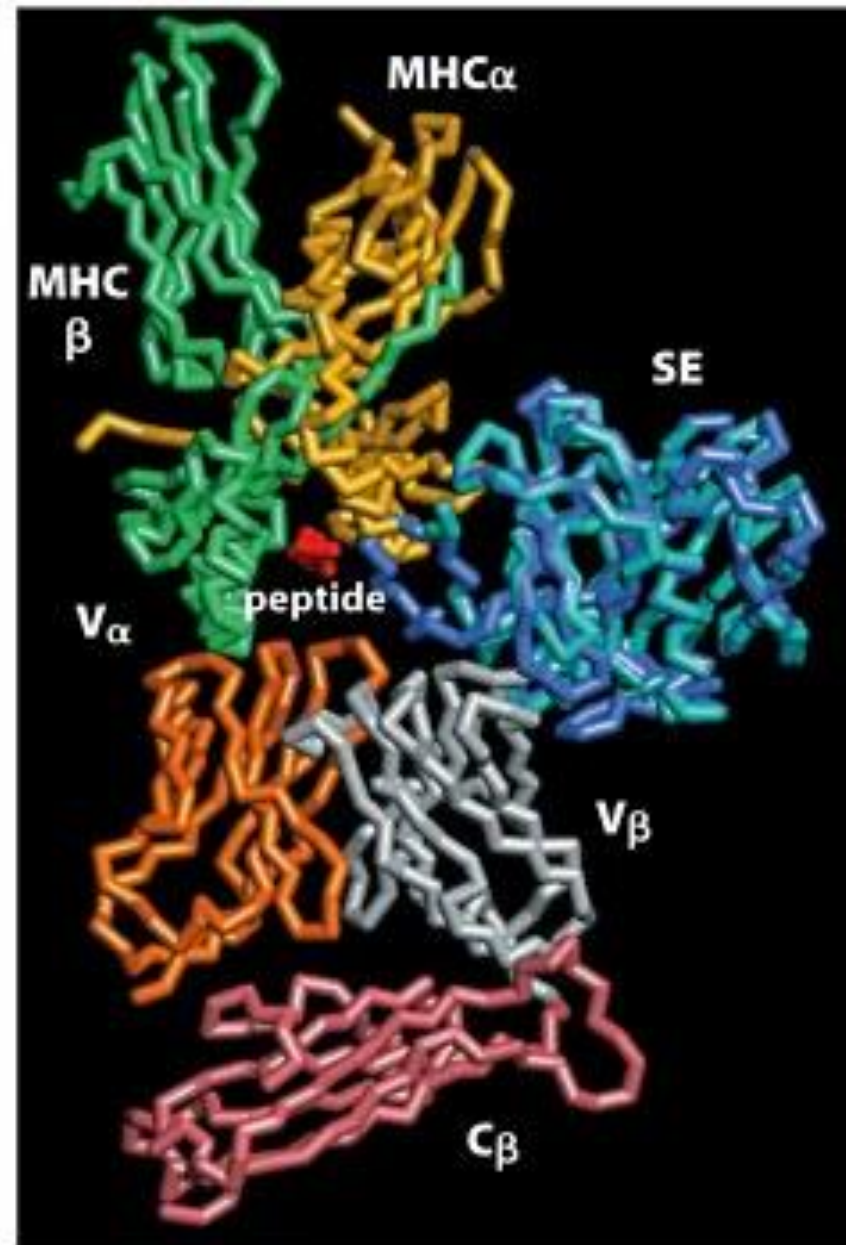
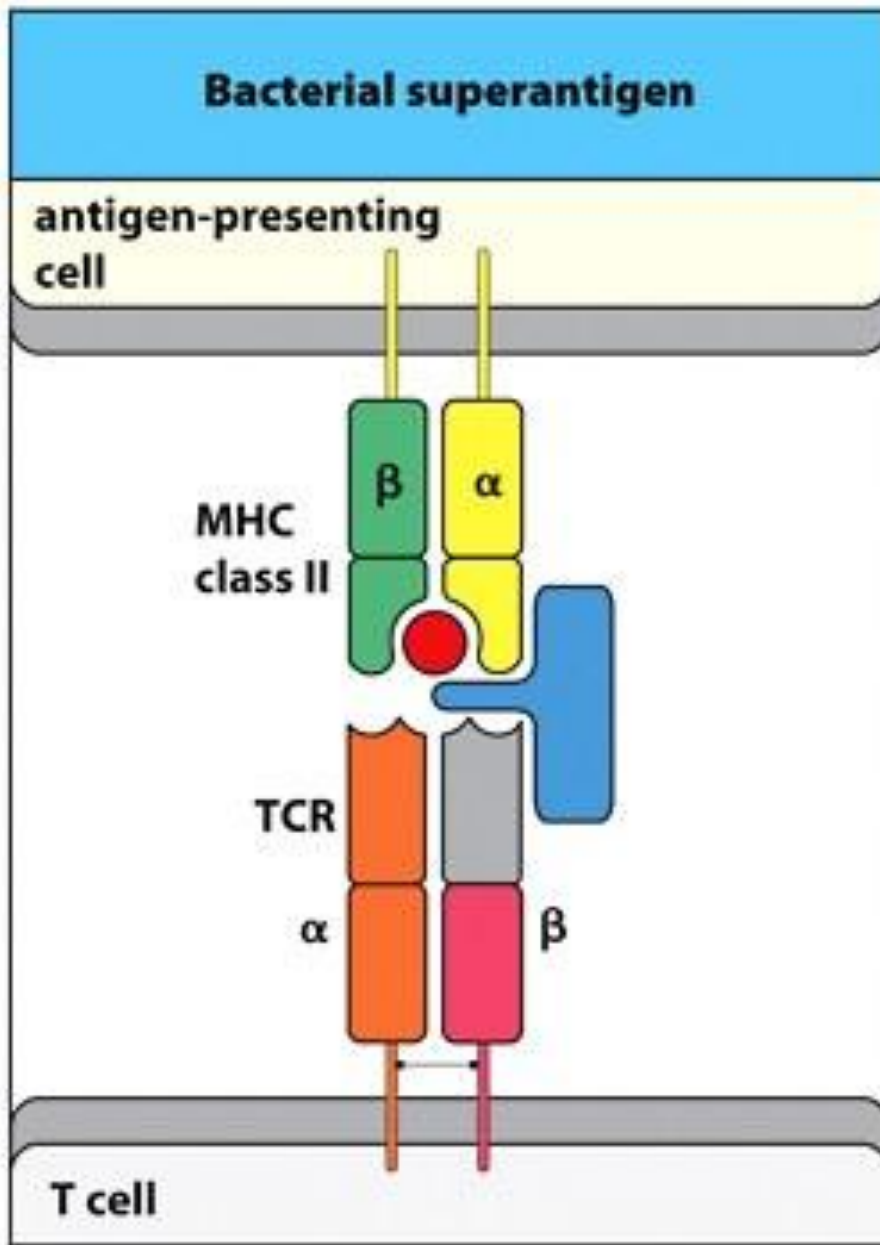
Massive water movement to the lumen; cholera symptoms



Toxines superantigèniques (*S. aureus*)

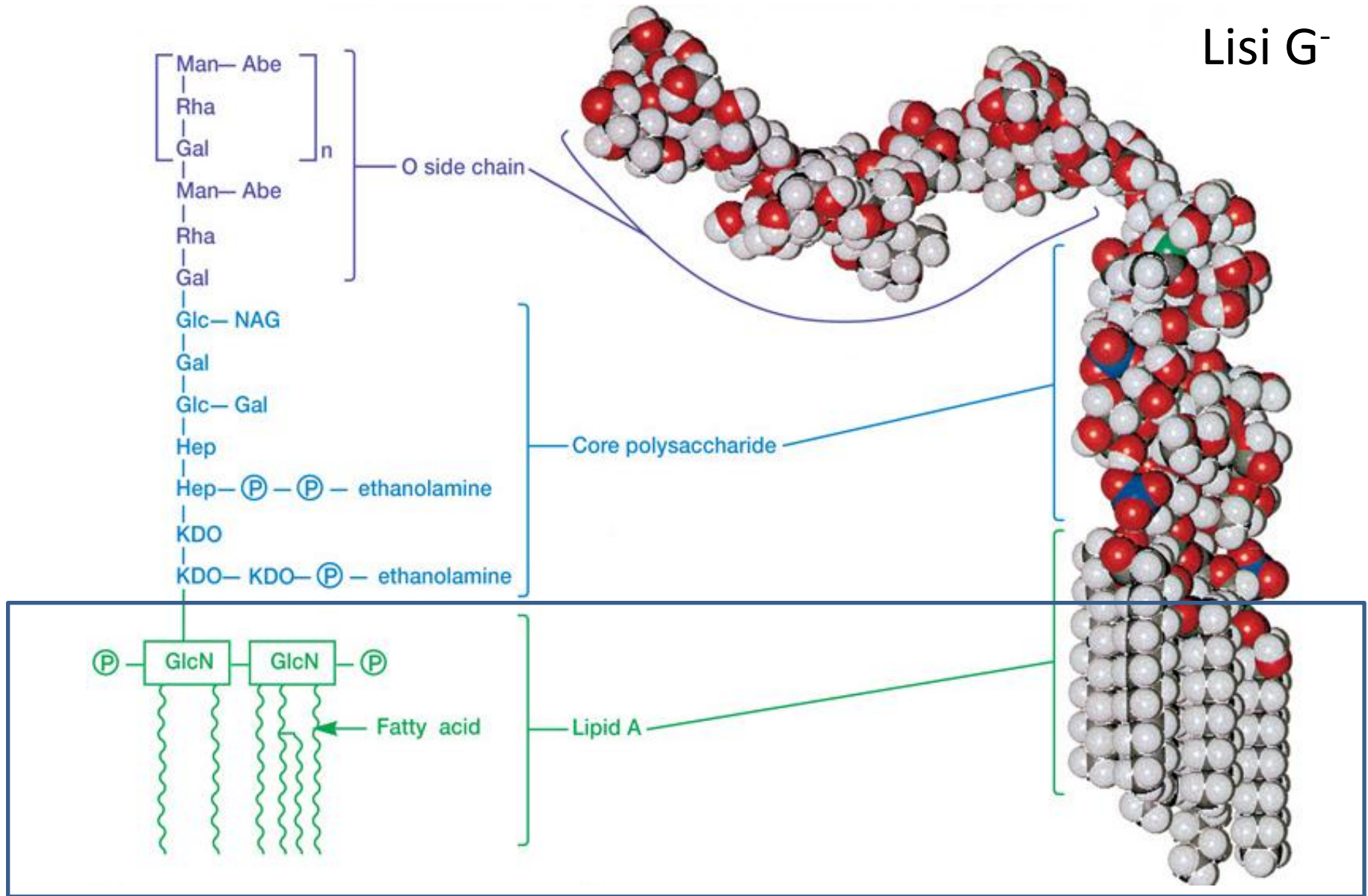
- Els superantígens (SAg) són toxines/mitògens bacterians o virals que comprenen una classe de malalties associades a molècules immuno-estimulants amb gran capacitat de transformació de cèl·lules T (30%).
- S'uneixen al complex major d'histocompatibilitat (MHC) de classe II, alliberant elevades quantitats de citocines.
- Es provoquen grans alteracions orgàniques i es suprimeix la resposta immunitària específica.

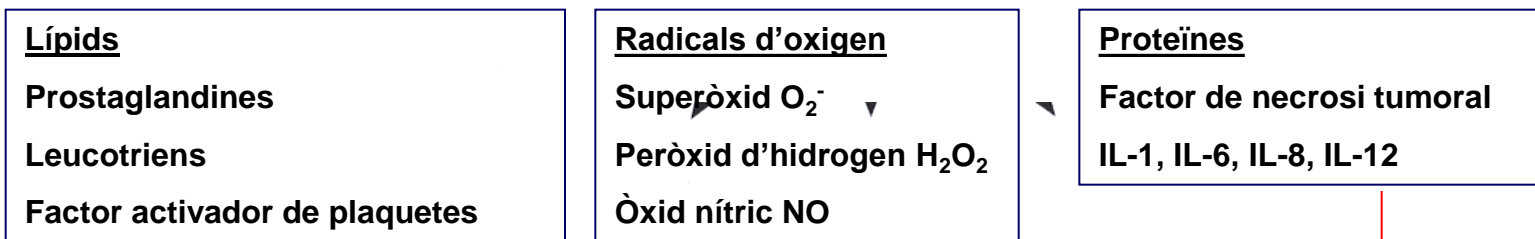
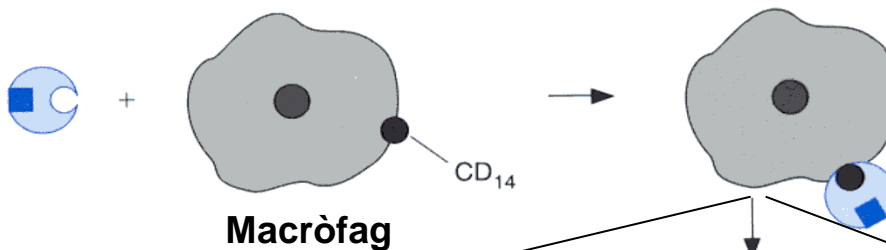




Characteristic	Endotoxins
Chemical composition	Lipopolysaccharide complex on outer membrane; lipid A portion is toxic
Disease examples	Gram-negative infections, meningococemia
Effect on host	Similar for all endotoxins
Fever	Produce fever by induction of interleukin-1 and TNF
Genetics	Synthesized directly by chromosomal genes
Heat stability	Heat stable to 250°C
Immune response	Weakly immunogenic; immunogenicity associated with polysaccharide
Location	Part of outer membrane of gram-negative bacteria
Production	Found only in gram-negative bacteria; Released on bacterial death and some liberated during growth
Toxicity	Less potent and less specific than exotoxin; causes septic shock
Toxoid production	Toxoids cannot be made

Lisi G⁻





Baixa producció

Sobreproducció

Efectes beneficiosos

- Febre moderada
- Estimulació general del sistema immune
- Eliminació microbiana

Efectes perjudicials

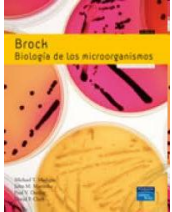
- Febre elevada
- Hipotensió
- Coagulació vascular disseminada
- Xoc letal

Tema 16

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Interacció microbiana amb les defenses de l'hoste.
- II. Agents quimioteràpics: antibiòtics i quimioteràpics de síntesi.
- III. Resistència a antimicrobians.
- IV. Teràpies preventives.

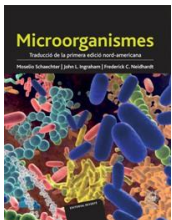
Bibliografia



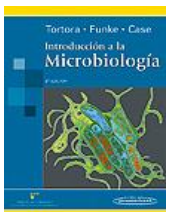
“Brock- Biología de los Microorganismos” Madigan, M. T., J. M. Martinko, P. V. Dunlap i D. P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítols 29, 30 i 31



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein” Willey, J. M.; Sherwood, L. M. i Woolverton, C. J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 31 i 32



“Microorganismes” Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 20



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G. J., Funke, B. R. i Case C. L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítols 16 i 17

Tema 16

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. **Interacció microbiana amb les defenses de l'hoste.**
 - a) **Defenses innates**
 - b) **Defenses adaptatives**
 - c) **Defenses microbianes contra la immunitat**
- II. **Agents quimioteràpics: antibiòtics i quimioteràpics de síntesi.**
- III. **Resistència a antimicrobians.**
- IV. **Teràpies preventives.**

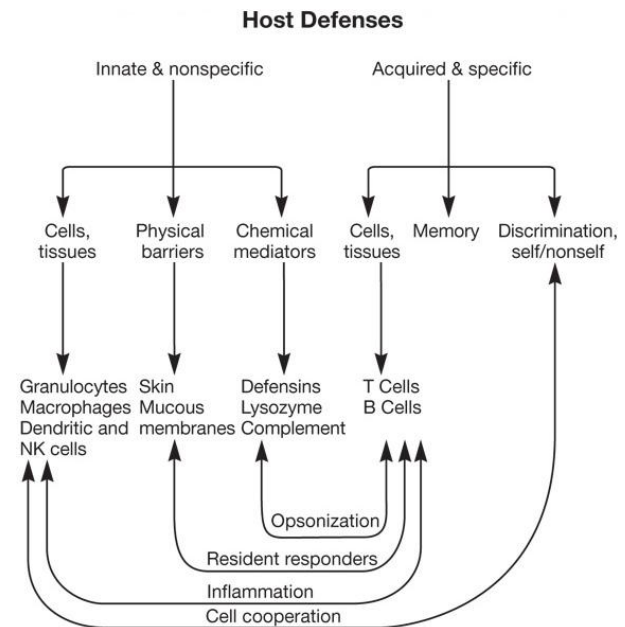
Defenses del cos enfront dels microorganismes

- CONSTITUTIVES O INNATES

- Mecàniques (pell, membranes mucoses)
- Químiques (àcids grassos a la pell, HCl a l'estómac, sals biliars a l'intestí, pèptids antimicrobians en teixits i leucòcits)
- Cel·lulars (leucòcits)

- ADAPTATIVES O INDUÏDES

- Immunitat humoral (anticossos)
- Immunitat cel·lular



IMMUNITAT INESPECÍFICA (INNATA)

**PRIMERA LÍNIA
DE DEFENSA**

Pell intacta
**Membranes
mucoses i
secrecions**
**Microbiota
normal**

**SEGONA LÍNIA DE
DEFENSA**

**Fagòcits i
cèl·lules NK**
Febre
Inflamació
**Substàncies
antimicrobianes**

IMMUNITAT ESPECÍFICA (ADAPTATIVA)

TERCERA LÍNIA DE DEFENSA

Anticossos (limfòcits B)
Limfòcits T


a) Defenses innates

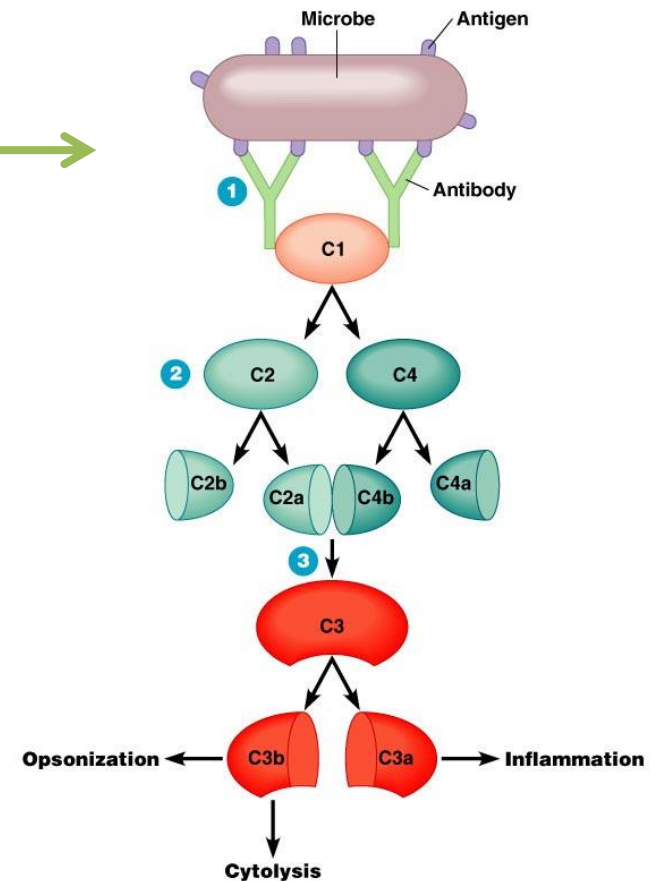
- Barreres externes
 - només uns pocs bacteris i virus poden penetrar la pell intacta
 - Les membranes mucoses dels tractes estan recobertes de substàncies antimicrobianes (Ac, lisozim), arrossegament de microorganismes per moviments peristàltics, ...
- Factors tissulars (resposta inflamatòria caracteritzada per enrogiment, local, dolor, pus)
 - **Fagòcits** (leucòcits que devoren substàncies estranyes)
 - Una manera d'estimular els fagòcits és amb el **sistema complement** (senyalització química produïda per un sistema soluble – no cel·lular). El sistema sol estar desactivat fins que apareixen **MAMP** (*microbe-associated molecular patterns*) o patrons moleculars bacterians (mureïna, flagel·lina o pilina)

• Sistema complement

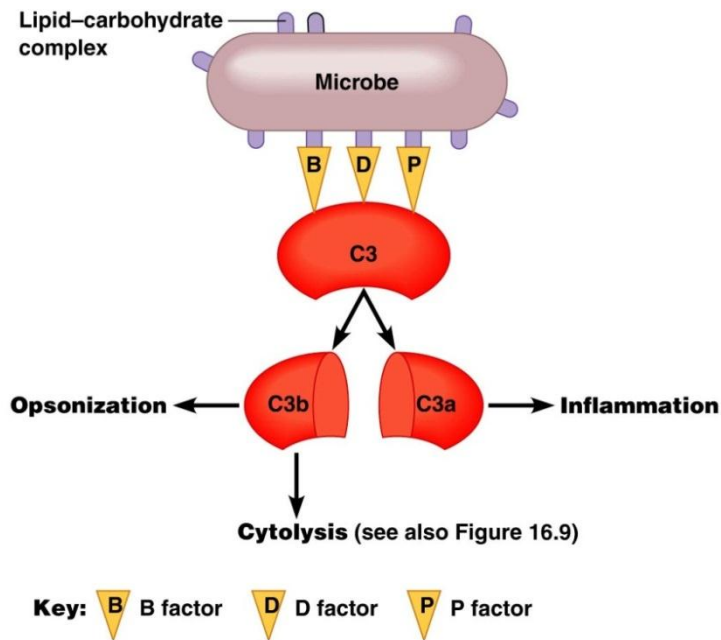
- Sistema multifuncional format per unes 30 proteïnes que “complementen” la funció dels Ac
- Normalment està inactiu i s’activa per actuar com a defensa

– Activació per:

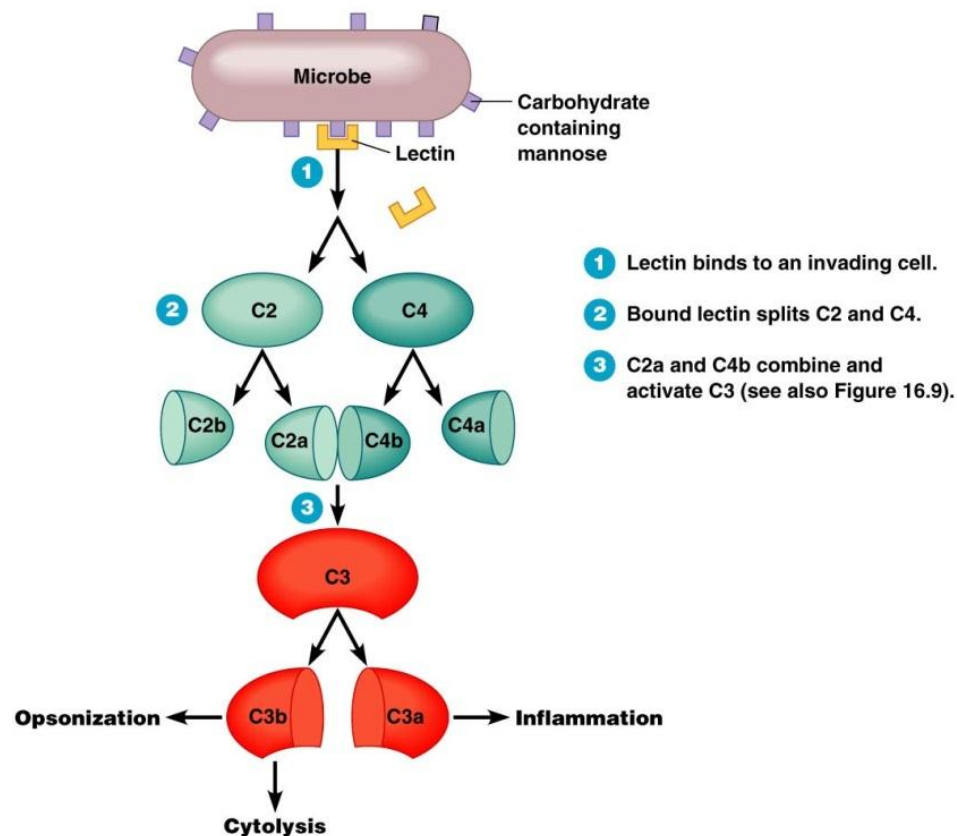
- Via clàssica (Ac) 
- Via alternativa (unió de proteïnes del complement a MAMP, desencadenant una cascada proteolítica)
- Via de les lectines (reconeixement dels residus de mannososa de la superfície del bacteri)



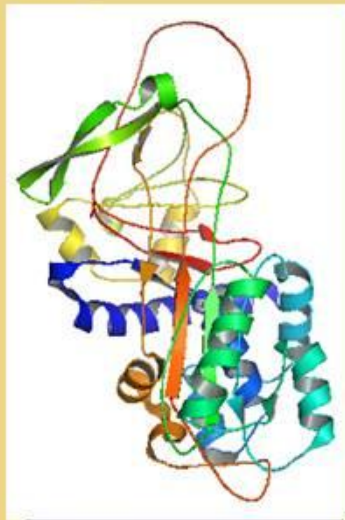
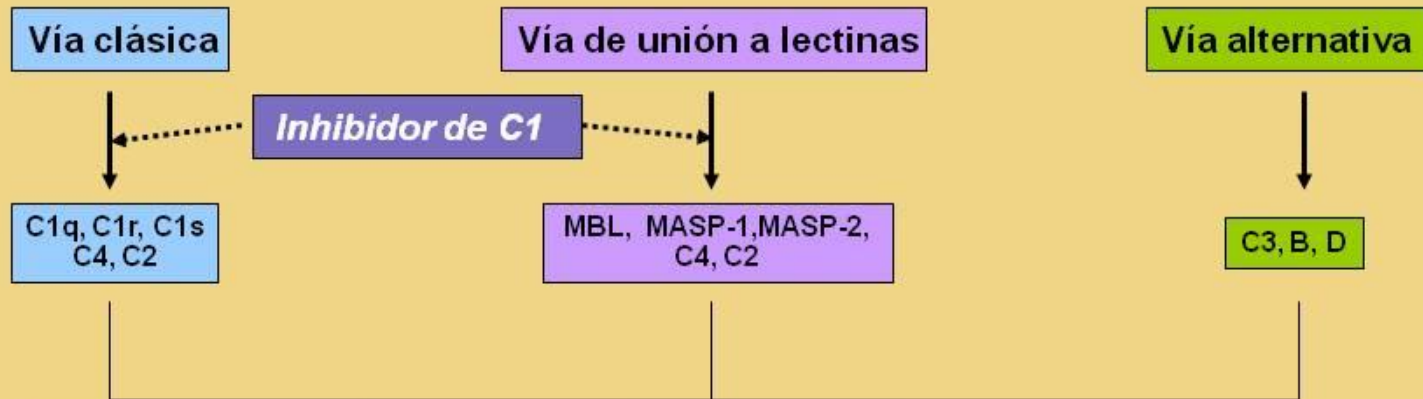
Via alternativa



Via lectines



Vías de activación del sistema del complemento



Inhibidor de C1

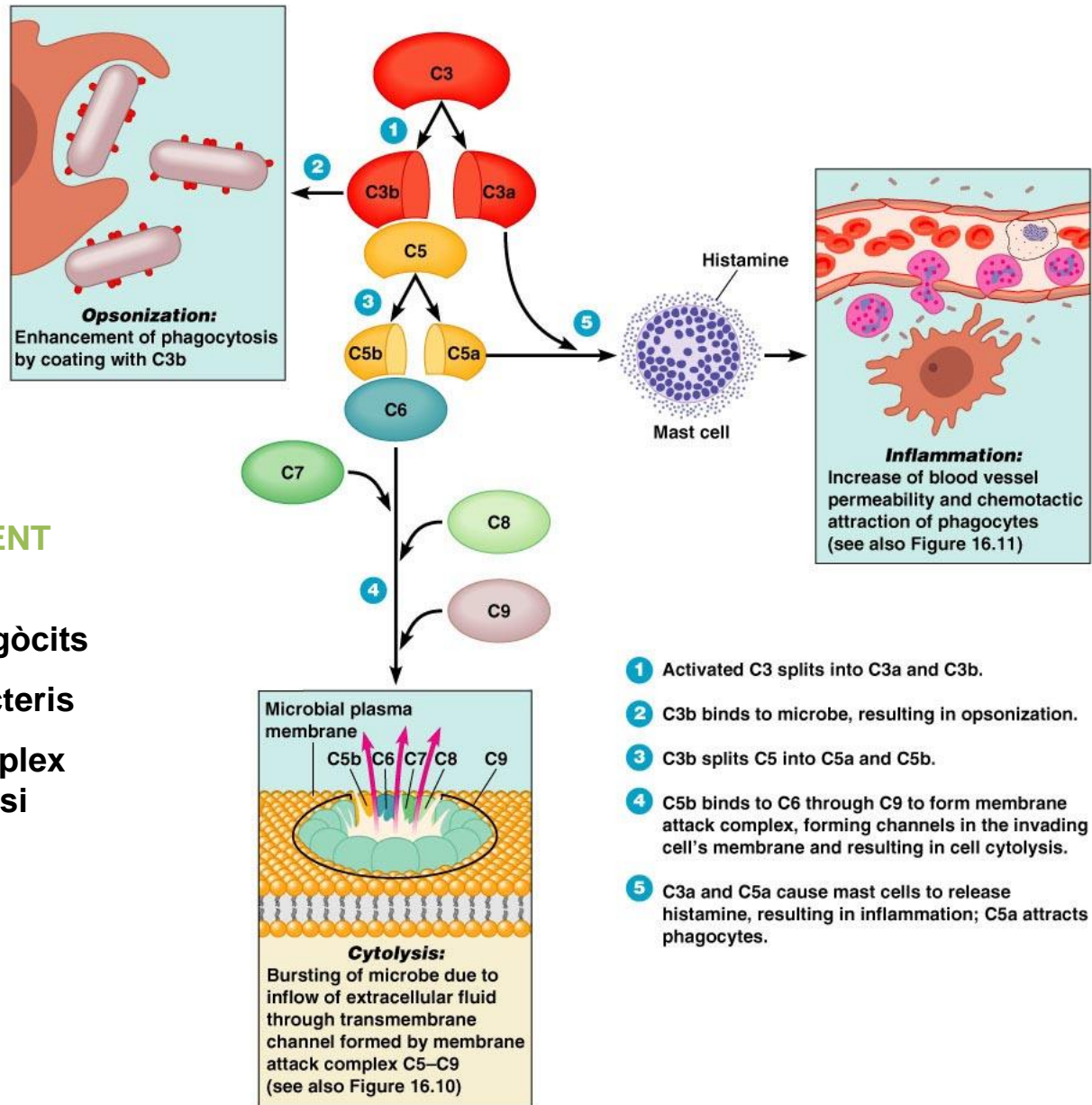
C3 convertasa

Factor H, Factor I, MCP

C3b

Complejo de ataque a la membrana (C5 a C9)

Destrucción de ciertos patógenos y células



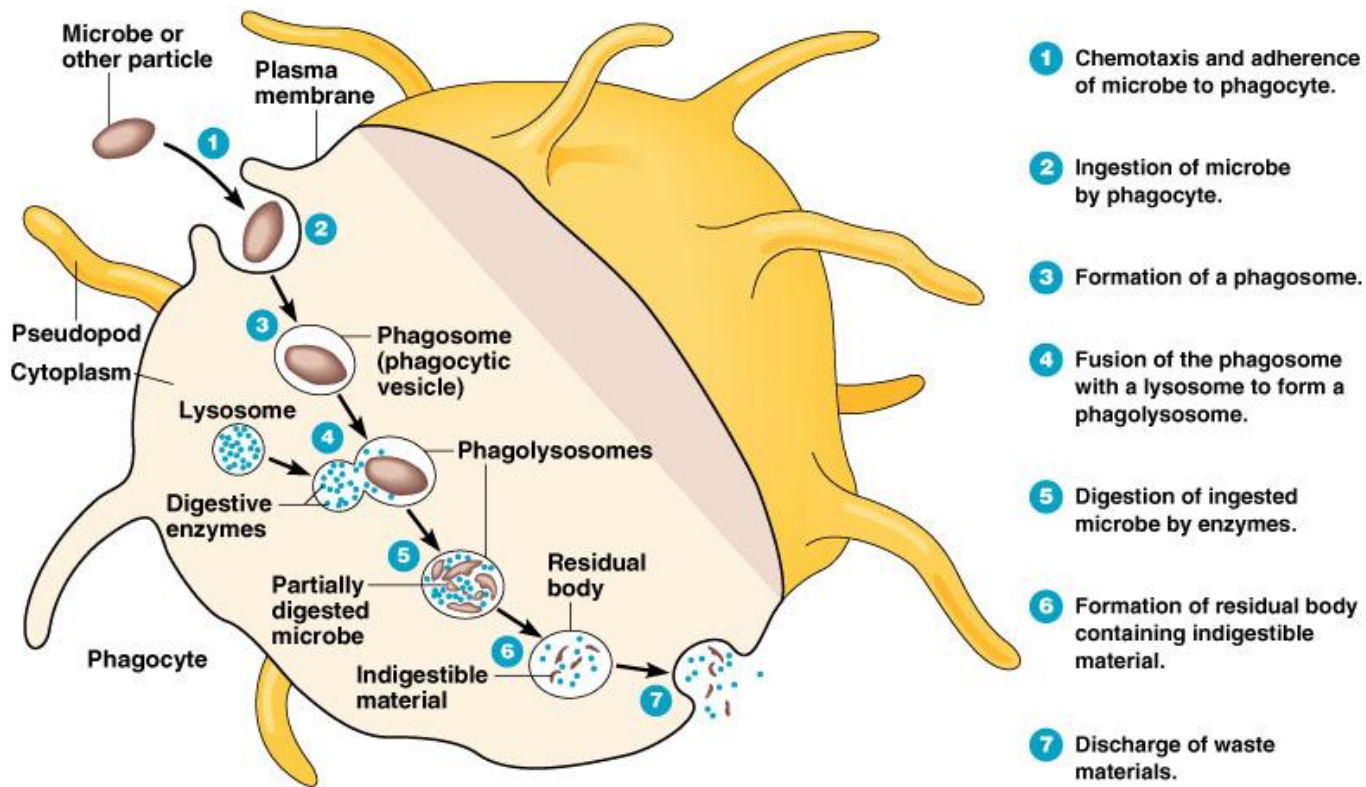
FUNCIONS DEL COMPLEMENT

- C3a, C5a → Mediadors d'inflamació i atracció de fagòcits
- C3b → Opsonització de bacteris
- C5b, C6, C7, C8, C9 → Complex d'atac a membrana (MAC), lisi bacteriana

- 1 Activated C3 splits into C3a and C3b.
- 2 C3b binds to microbe, resulting in opsonization.
- 3 C3b splits C5 into C5a and C5b.
- 4 C5b binds to C6 through C9 to form membrane attack complex, forming channels in the invading cell's membrane and resulting in cell cytolysis.
- 5 C3a and C5a cause mast cells to release histamine, resulting in inflammation; C5a attracts phagocytes.

• Fagòcitosi

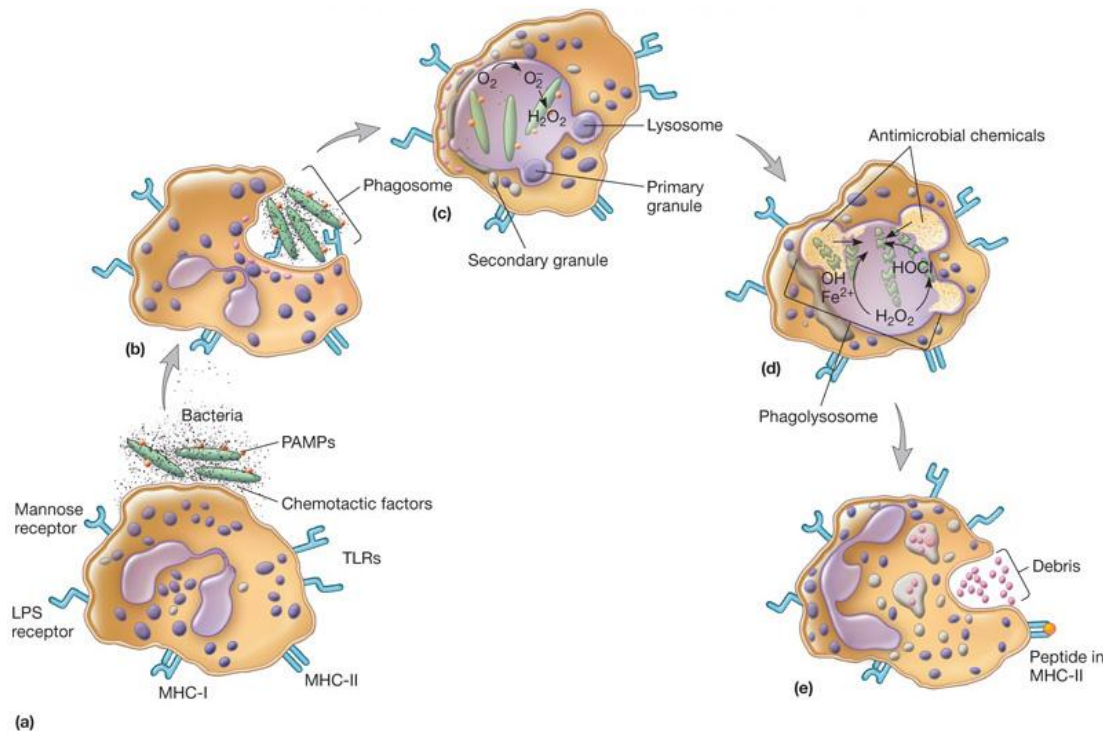
- Procés en que les cèl·lules fagocítiques reconeixen, ingereixen i maten microbis extracel·lulars
- Les “professionals” son els neutròfils (o leucòcits polimorfonucleats)



(a) Phases of phagocytosis

Mecanismes

- Existeixen dos mecanismes per al reconeixement del microbi pels fagòcits
 - Reconeixement **independent** d'opsonina
 - Reconeixement **dependent** d'opsonina
- La fagocitosis es pot augmentar enormement per opsonització



Mecanismes independents d'opsonina

- receptors no específics i específics en les cèl·lules fagocítiques
- quatre maneres de reconeixement:
 - interaccions lectina-carbohidrat
 - interaccions proteïna-proteïna
 - interaccions hidrofòbiques
 - detecció de patògens associats a patrons moleculars (PAMP) per receptors de reconeixement de patrons (PRR, per exemple, receptors Toll-like)

Table 31.2 Nonopsonic Modes of Recognition and Signaling by Phagocytes

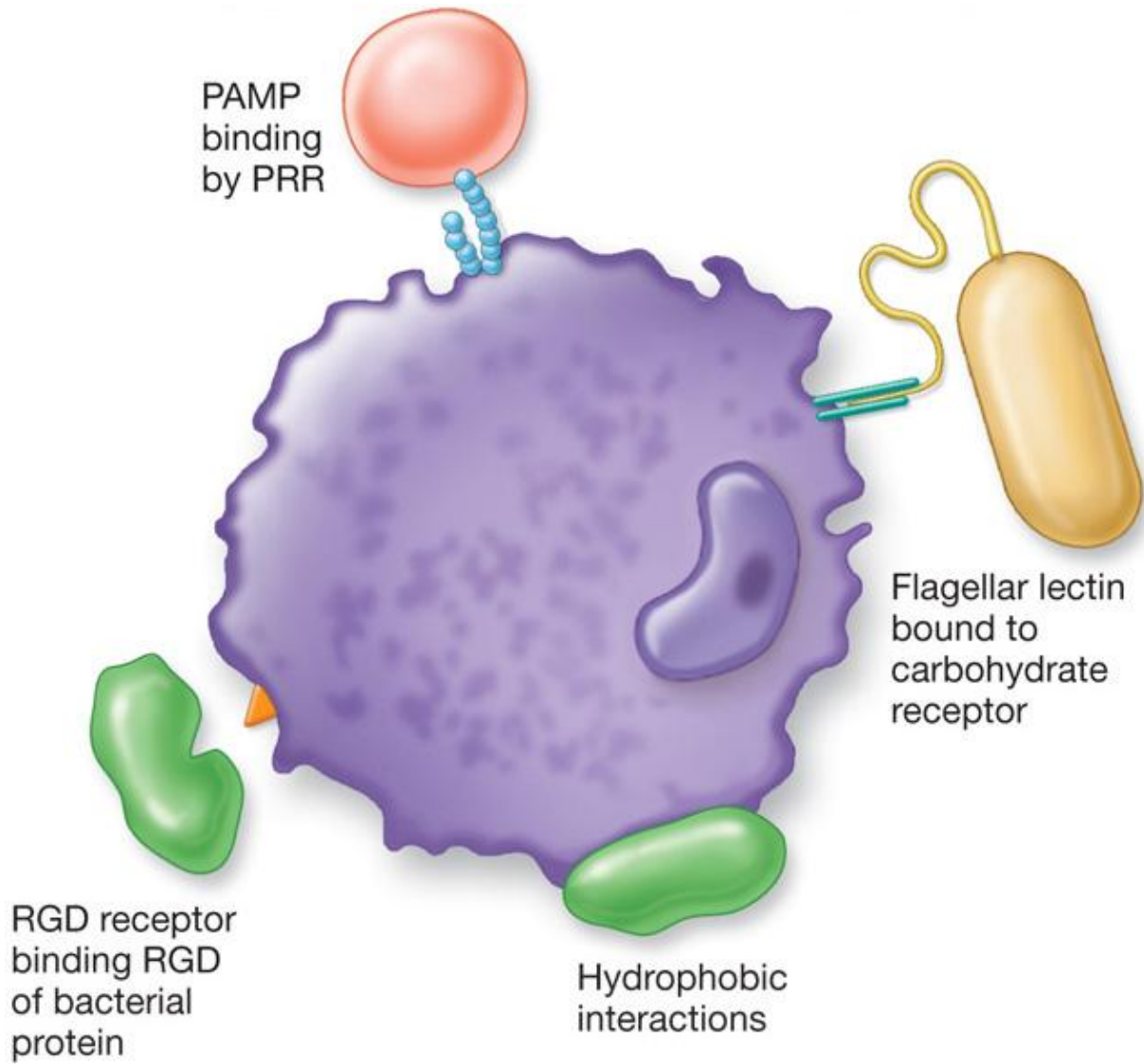
Type of Interaction	Bacterial Ligand (and Example)	Phagocytic Receptor (and Example)
Lectin-carbohydrate	Lectin (type I fimbriae)	Glycoprotein (integrins)
	Polysaccharide (capsule)	Lectin (Man/GlcNAc receptors)
Protein-protein	Arginine-glycine-aspartic acid (RGD)-containing proteins (filamentous hemagglutinin)	RGD receptor (integrins)
Hydrophobic protein Signaling	Glycolipid (lipoteichoic acid)	Lipid receptors (integrins)
	Bacterial lipopeptides	TLR1 ¹ /TLR2
	G ⁺ lipoteichoic acid and zymosan	TLR2/TLR6
	Peptidoglycan	TLR2
	Double-stranded viral RNA	TLR3
	LPS, Heat-shock proteins	TLR4/TLR4
	Flagellin	TLR5
	U-rich single-stranded (ss) viral RNA	TLR7
	ss viral RNA	TLR8
Unmethylated CpG of bacterial & viral DNA	TLR9	

¹TLR: toll-like receptor

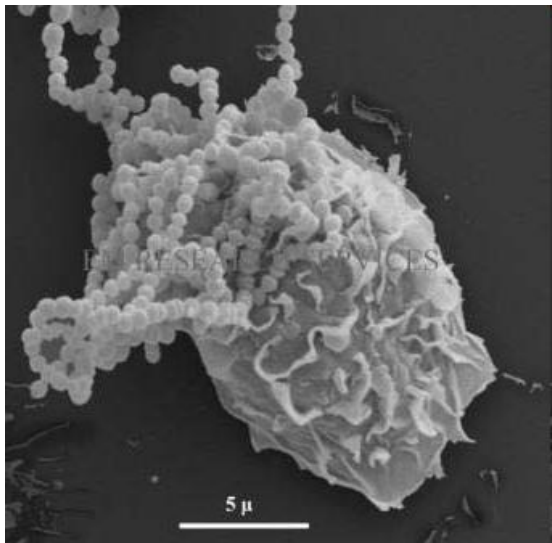
Pathogen-Associated Molecular Patterns (PAMPs)

- basat en la detecció, pels fagòcits, d'estructures microbianes conservades a nivell molecular
- PAMPs són exclusius dels microbis, no presents a l'hoste
 - lipopolisacàrid (LPS) de bacteris gram negatius
 - peptidoglicà de bacteris gram positius

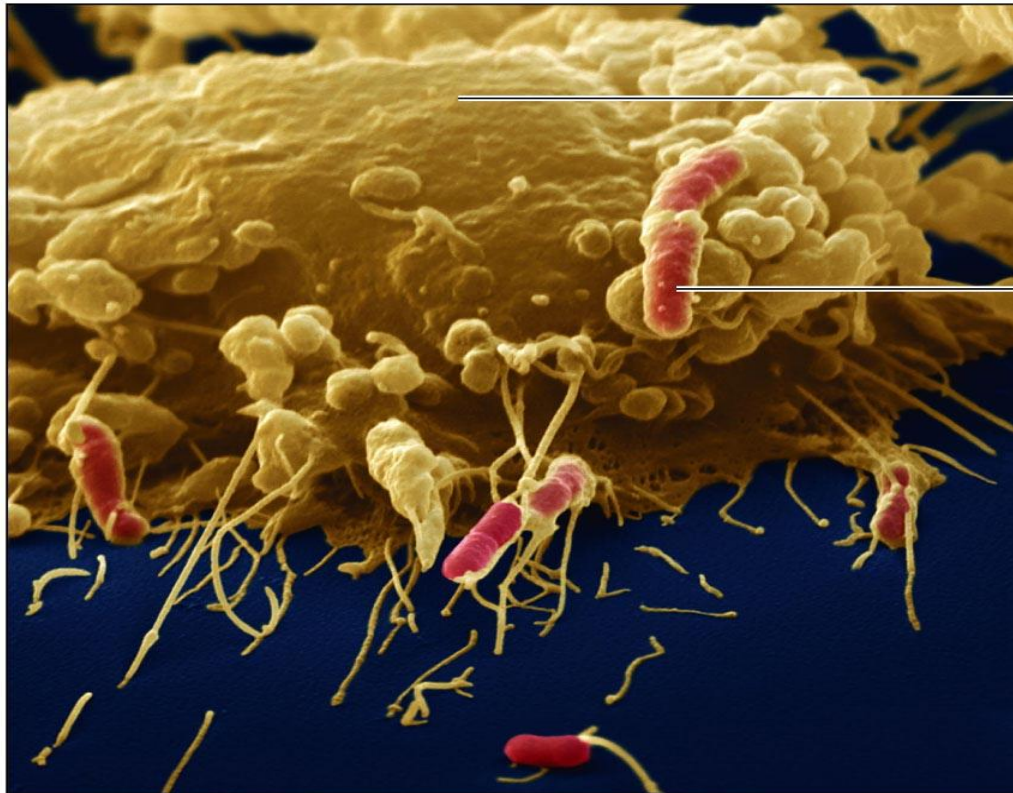
PAMP son reconeguts pels receptors de reconeixement de patrons (PRR) en les cèl·lules fagocítiques



- **Opsonització**
(unió d'una opsonina, en especial, un anticòs a un receptor en la membrana cel·lular del patogen)



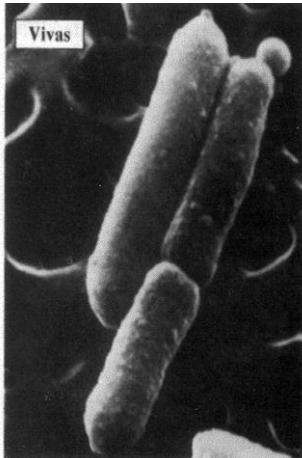
Phagocytic cell	Degree of binding	Opsonin
<p>(a) Attachment by nonspecific receptors</p>	±	-
<p>(b)</p>	+	Antibody
<p>(c)</p>	++	Complement C3b
<p>(d)</p>	++++	Antibody and complement C3b



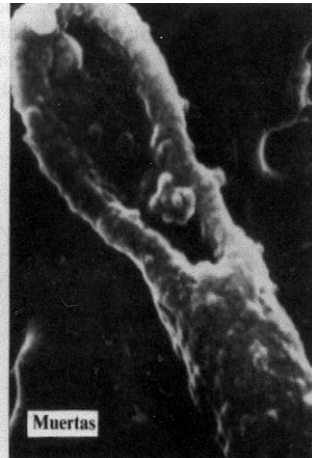
Macrophage

Bacterium

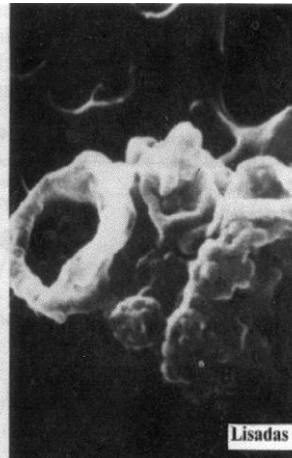
FAGOCITOSI



Vivas



Muertas

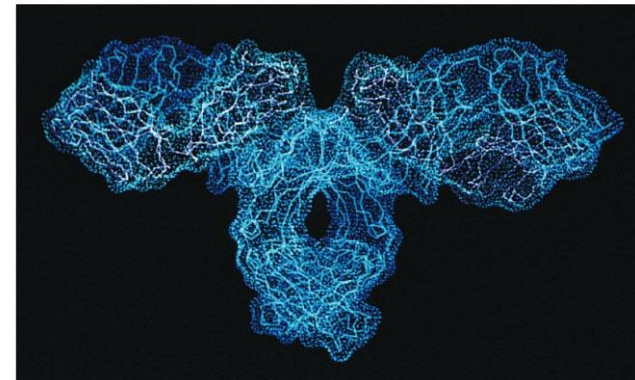
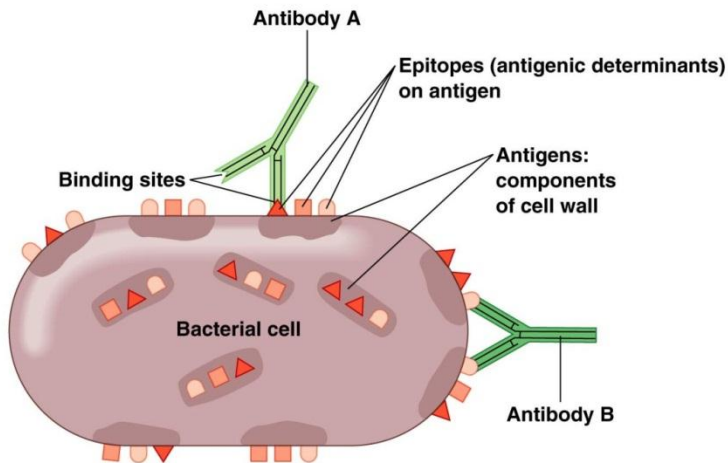
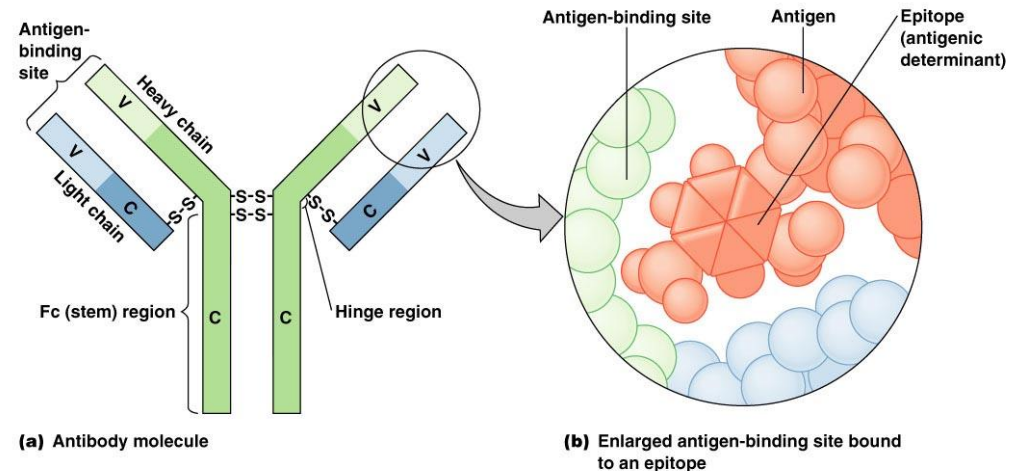


Lisadas

ACCIÓ DEL COMPLEMENT

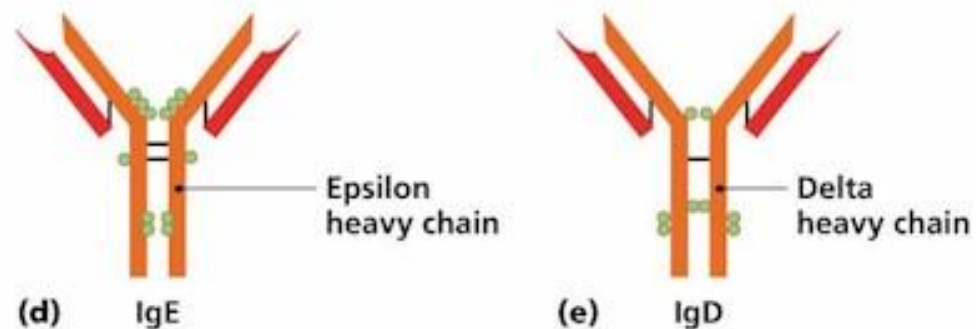
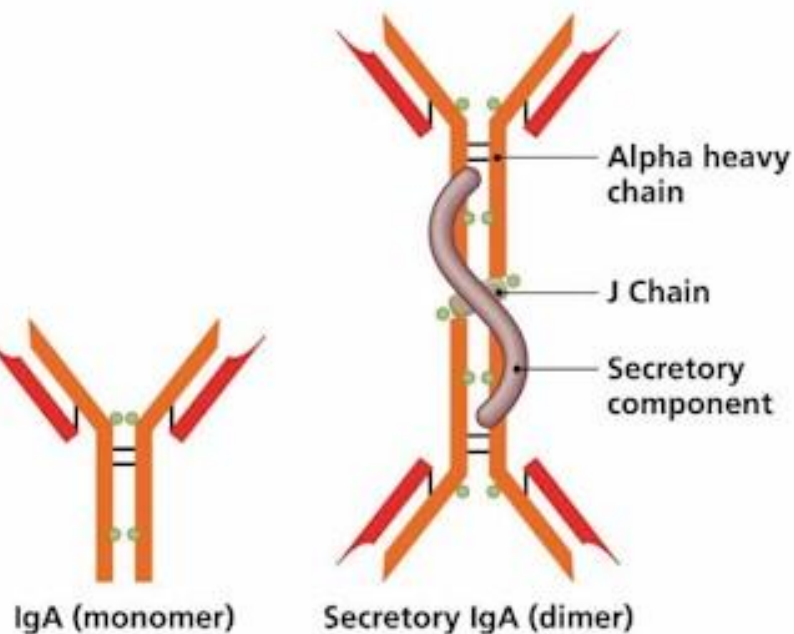
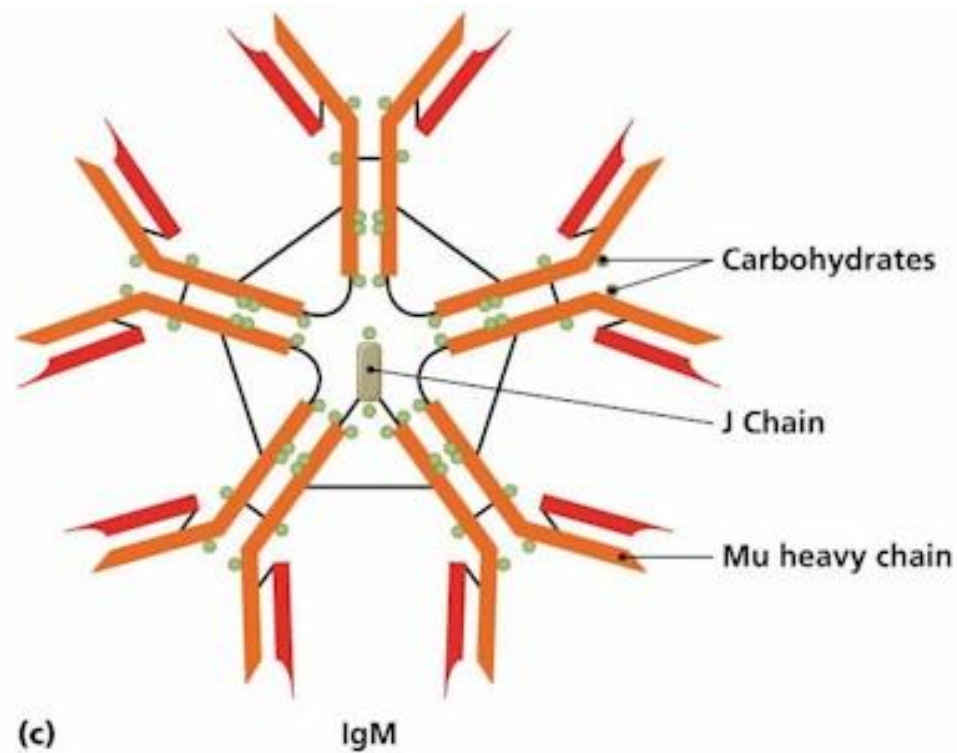
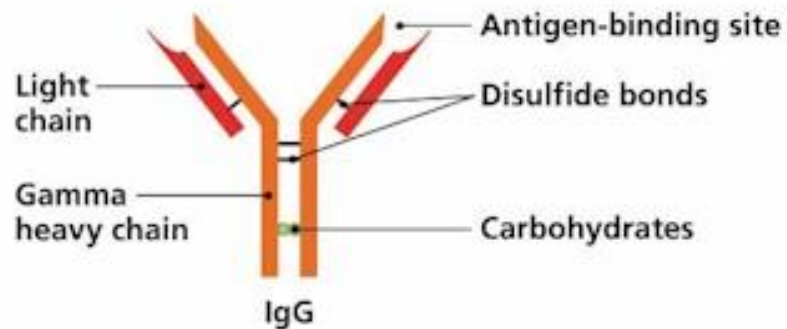
b) Defenses adaptatives

- **Anticossos** (necessiten de l'exposició a l'agent, son molt específiques i varien d'un individu a l'altre)
- Unió de les IgG per Fc

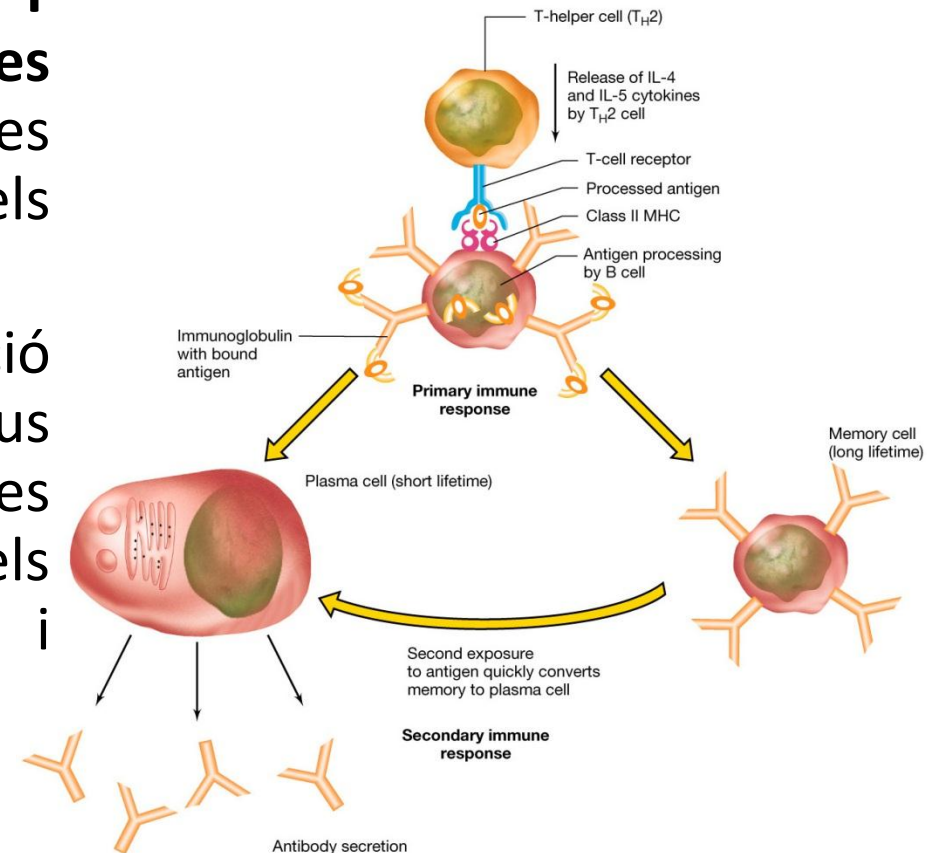


CARACTERÍSTIQUES DE LES PRINCIPALS CLASSES DE IMMUNOGLOBULINES HUMANES

Nom	PM (kD)	%	Llocs d'unió a Ag	Propietats	Distribució
IgA	405	10-15	2 (monòmer) 4 (dímer)	Ac de les secrecions. Inhibeix l'adhesió de patògens a les mucoses	Secrecions (dímer): saliva, mucus, calostre Sèrum (monòmer)
IgG	150	80	2	Ac circulant. Opsonina. Actua front a virus, bacteris, toxines	Sang, limfa, fluids. Travessa la placenta
IgM	970	5-10	10 (pentàmer)	Primer Ac tras la immunització. Opsonina	Sang, limfa. Superfície de limfòcits B (monòmer)
IgD	175	0,2	2	Inici de la resposta immune	Sang, limfa. Superfície de limfòcits B
IgE	190	0,002	2	Participa en reaccions al·lèrgiques. Possible lisi de paràsits	Sang limfa. Superfície mastòcits i basòfils



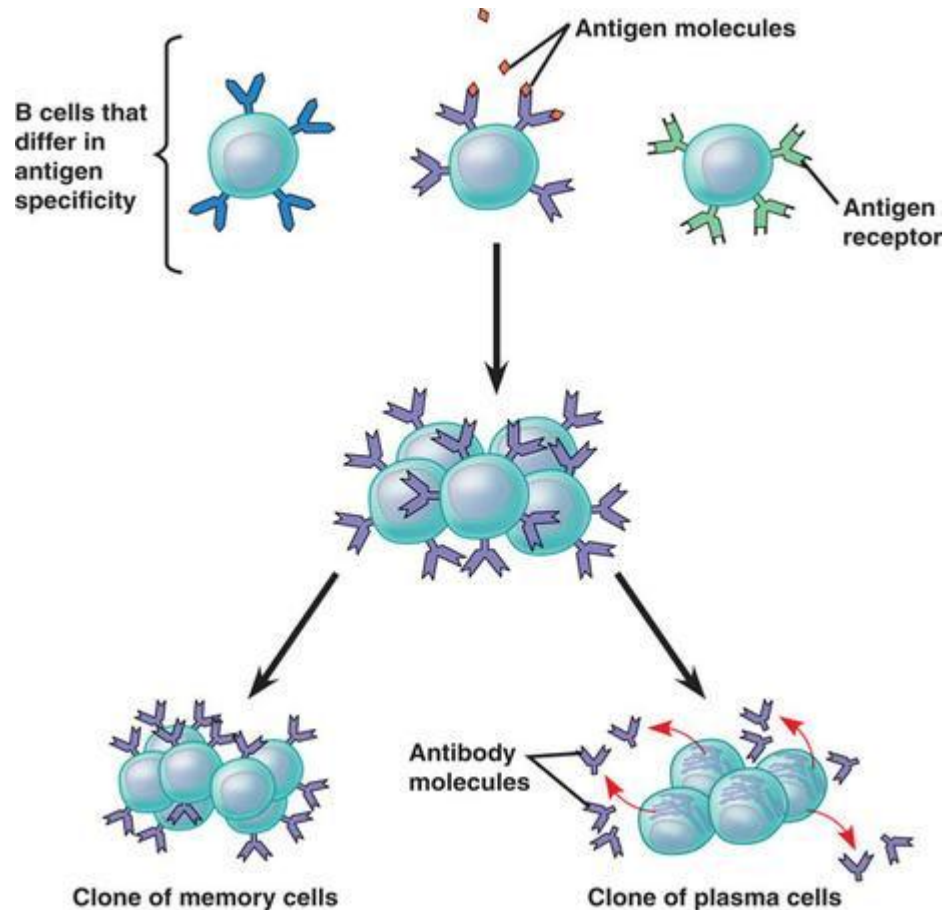
- **Immunitat cel·lular** (necessiten de l'exposició a l'agent, son molt específiques i varien d'un individu a l'altre)
- Requereixen que unes cèl·lules especialitzades (**limfòcits T citotòxics** o **cèl·lules assassines**) maten les cèl·lules infectades en reconèixer els antígens superficials
- Requereixen de comunicació intensa entre diferents tipus de cèl·lules (**citocines**). Les citocines son sintetitzades pels **limfòcits T col·laboradors** i estimulen els **limfòcits B i T**



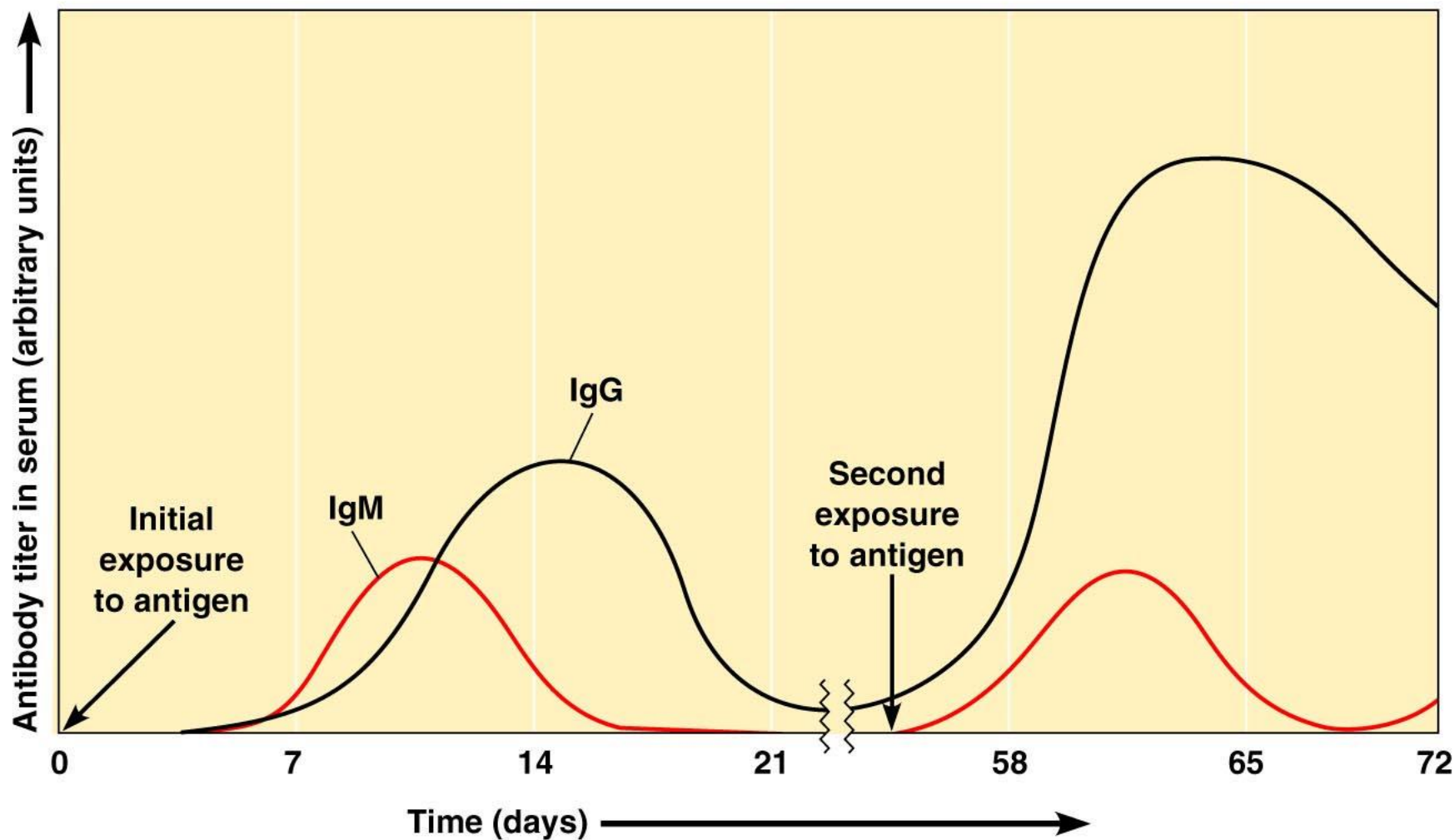
MISSATGERS QUÍMICS ENTRE CÈL·LULES DEL SISTEMA IMMUNE: INTERLEUCINES

CITOCINA	ACTIVITAT
Interleucina 1 (IL-1)	Estimula als limfòcits T_H en presència d'antígens. Atracció de fagòcits en la resposta inflamatòria
Interleucina 2 (IL-2)	Proliferació de limfòcits T_H i B. Activació de limfòcits T_C i cèl·lules NK
Interleucina 8 (IL-8)	Quimiotàctica per a cèl·lules del sistema immune
Interleucina 10 (IL-10)	Segregada per limfòcits T_{H2} , interfereix en l'activació dels limfòcits T_{H1}
Interleucina 12 (IL-12)	Diferenciació dels limfòcits T CD4
Interferons (IFN-a i IFN-b)	Indueixen l'activitat antiviral en cèl·lules nucleades (inhibeixen la síntesis proteica)
IFN-g	Activa macròfags, millora la presentació d'antígens
Factor de necrosi tumoral (TFN-a)	Citotòxica per a cèl·lules tumorals, augmenta l'activitat de cèl·lules fagocítiques

- **Memòria immunològica** (els segons atacs microbians son més lleugers) perquè alguns limfòcits B es diferencien a cèl·lules de memòria.
- Aquestes cèl·lules no es tornen a activar fins que no hi ha un altra estimulació antigènica
- Aleshores s'activa la resposta secundària



Respostes immunitàries primària i secundària



c) Defenses microbianes contra la immunitat

- Existència intracel·lular
 - *Mycobacterium tuberculosis*
- Producció de leucocidines (maten al fagòcit i alliberen al patògen)
 - *Streptococcus pyogenes* i *S. aureus* (formen el pus que son fagòcits morts)
- Càpsula bacteriana (dificulta adhesió del fagòcit)
 - *Streptococcus pneumoniae*
- Desconnectar totes les respostes immunitàries
 - VIH
 - Xarampió (pallola)
- Estimulació de sobreproducció d'antígens inespecífics (**superantígens**)
 - Alguns estreptococs i estafilococs
 - VIH i altres virus
- **Variació antigènica** (canviant periòdicament llurs antígens superficials)
 - Gonococs
 - Protozous
 - VIH

Tema 16

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Interacció microbiana amb les defenses de l'hoste.
- II. **Agents quimioteràpics: antibiòtics i quimioteràpics de síntesi.**
- III. Resistència a antimicrobians.
- IV. Teràpies preventives.

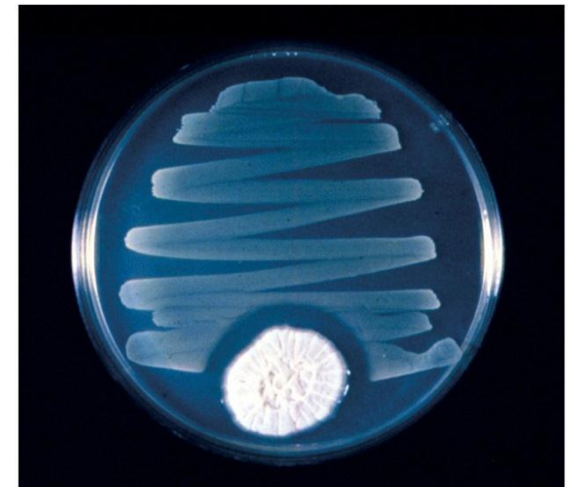
Agents quimioteràpics (o quimioterapèutics)

- agents químics utilitzats per tractar la malaltia
- destrueixen els microbis patògens o inhibeixen el seu creixement dins l'amfitrió
- la majoria són antibiòtics
 - productes microbians o els seus derivats que maten microbis susceptibles o inhibeixen el seu creixement



(Breu) història de la quimioteràpia

- Paul Ehrlich (1904) descobreix que un derivat arsènic (*salvasan*) funciona per tractar la sífilis (*Treponema pallidum*)
- Alexander Fleming (1928) va descobrir accidentalment la penicilina
- Gerhard Domagk, Jacques i Therese Trefouel (1935) descobreixen les sulfonamides
- Selman Waksman (1944) va descobrir l'estreptomicina per tractar la malaltia de la tuberculosi (*Mycobacterium tuberculosis*)
- (1953) Aïllament de cloramfenicol, tetramicina, neomicina i tetraciclina

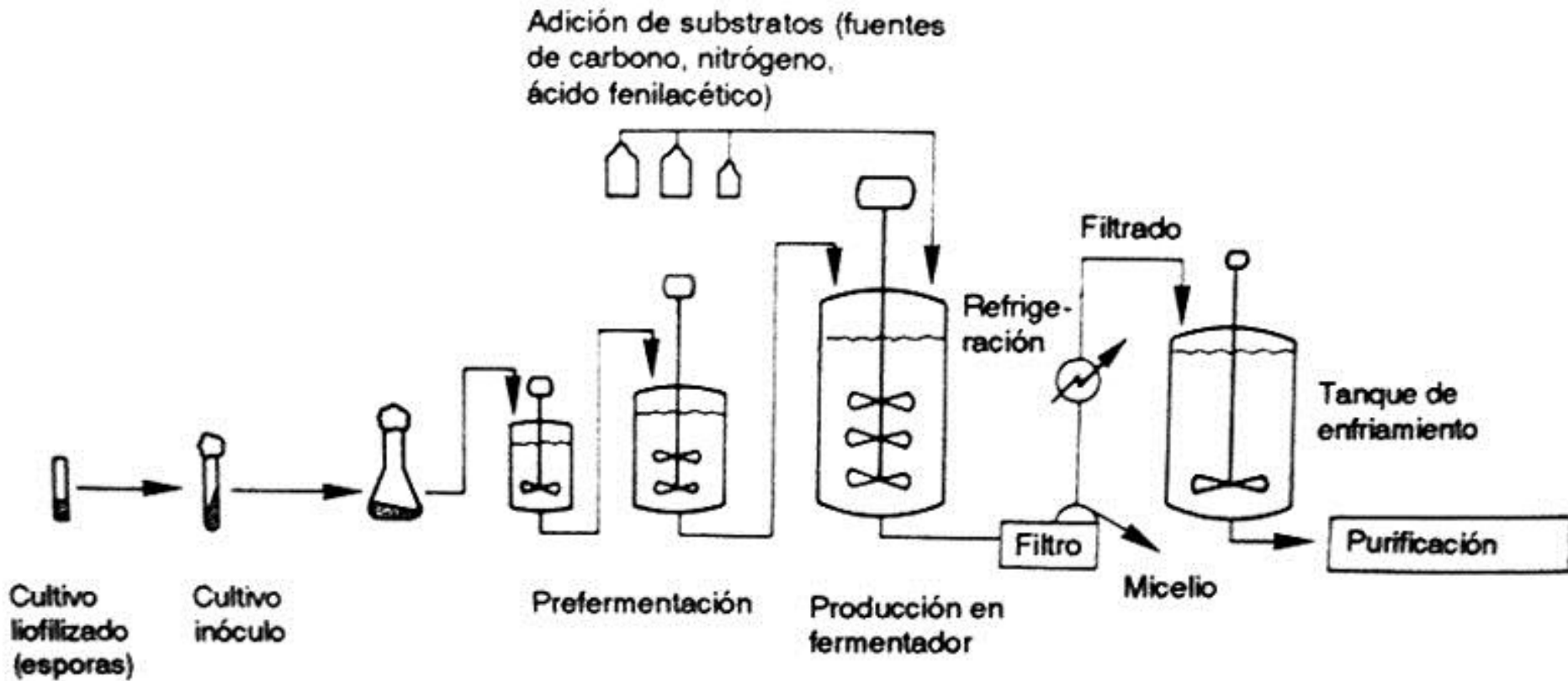


Característiques generals

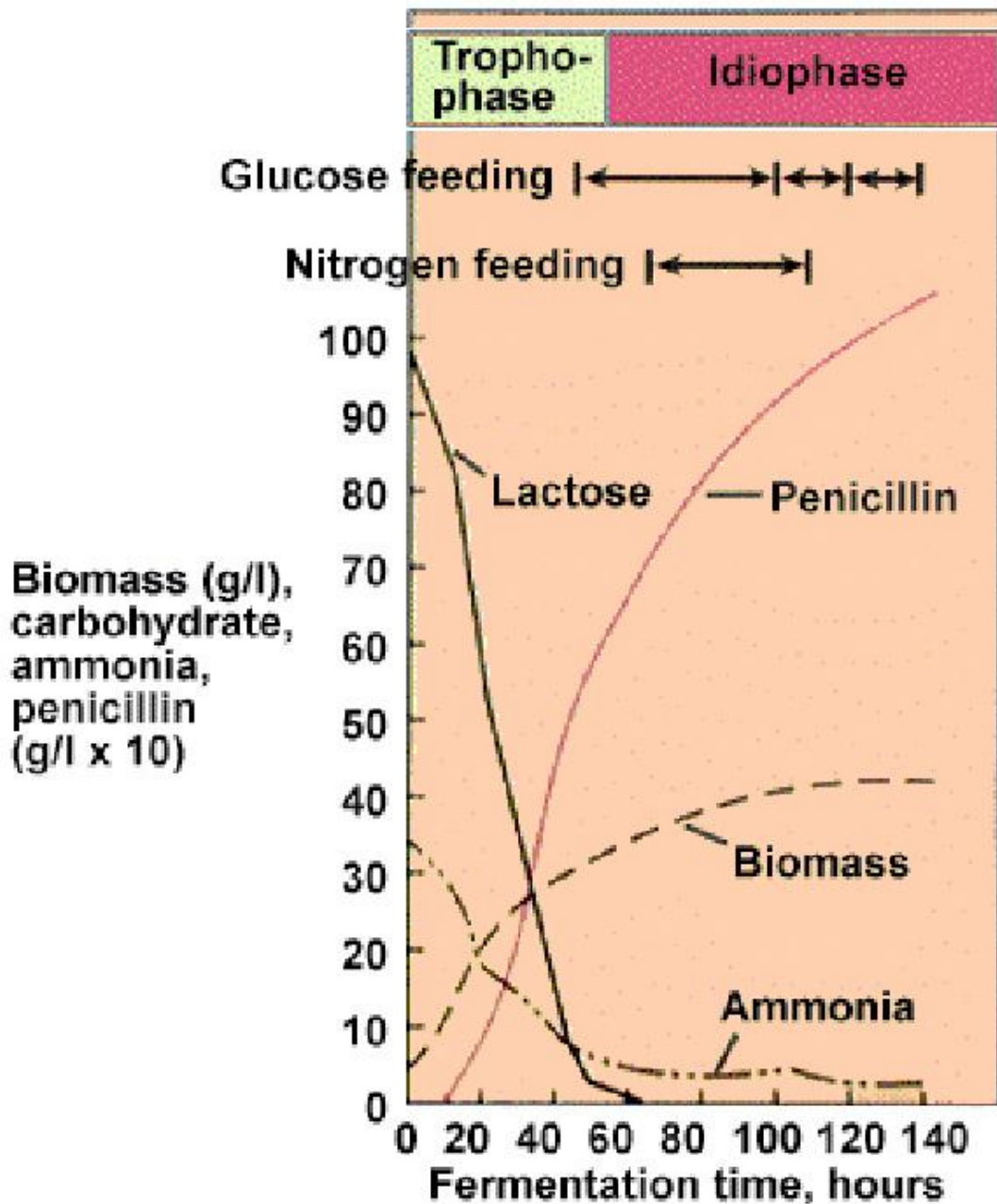
- **toxicitat selectiva** (capacitat de medicament per matar o inhibir el patogen mentre es danya l'amfitrió el mínim possible)
- **dosi terapèutica** (nivell de fàrmac requerit per al tractament clínic)
- **dosi tòxica** (nivell de drogues en què el fàrmac és massa tòxic per al pacient (producció d'efectes secundaris))
- **índex terapèutic** (relació de dosi tòxica a dosi terapèutica)
- **efectes secundaris** (efectes indesitjables dels fàrmacs sobre les cèl·lules de l'hospedador)
- **drogues d'espectre estret** (ataquen només uns pocs patògens diferents)
- **drogues d'ampli espectre** (ataquen molts patògens diferents)
- **agent bactericida** (mata els microbis)
- **agent estàtic** (inhibeix el creixement de microbis)

Producció d'antibiòtics

- encara que els bacteris i els fongs són capaços de produir naturalment molts antibiòtics usats comunament, molts agents quimioterapèutics importants són sintètics
- antibiòtics semisintètics són antibiòtics naturals que han estat químicament modificats perquè siguin menys susceptibles a la inactivació dels patògens
- ampicil·lina i l'amoxicil·lina són semisintètiques mentre que la penicil·lina G i penicil·lina V es produeixen naturalment



Carta de flujo de la fermentación de penicilina (Swartz, 1979).



Fermentació de penicil·lina per *Penicillium chrysogenum*

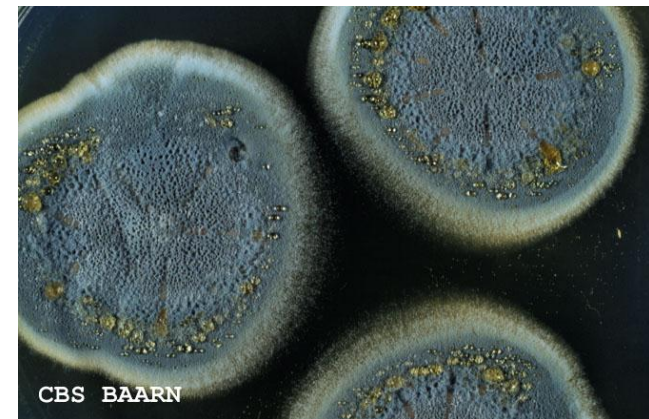


Table 34.2

Microbial Sources of Some Antibiotics

Microorganism	Antibiotic
Bacteria	
<i>Streptomyces</i> spp.	Amphotericin B
	Chloramphenicol (also synthetic)
	Kanamycin
	Neomycin
	Nystatin
	Rifampin
	Streptomycin
	Tetracyclines
	Vancomycin
	<i>Micromonospora</i> spp.
<i>Bacillus</i> spp.	Bacitracin
	Polymyxins
Fungi	
<i>Penicillium</i> spp.	Griseofulvin
	Penicillin
<i>Cephalosporium</i> spp.	Cephalosporins

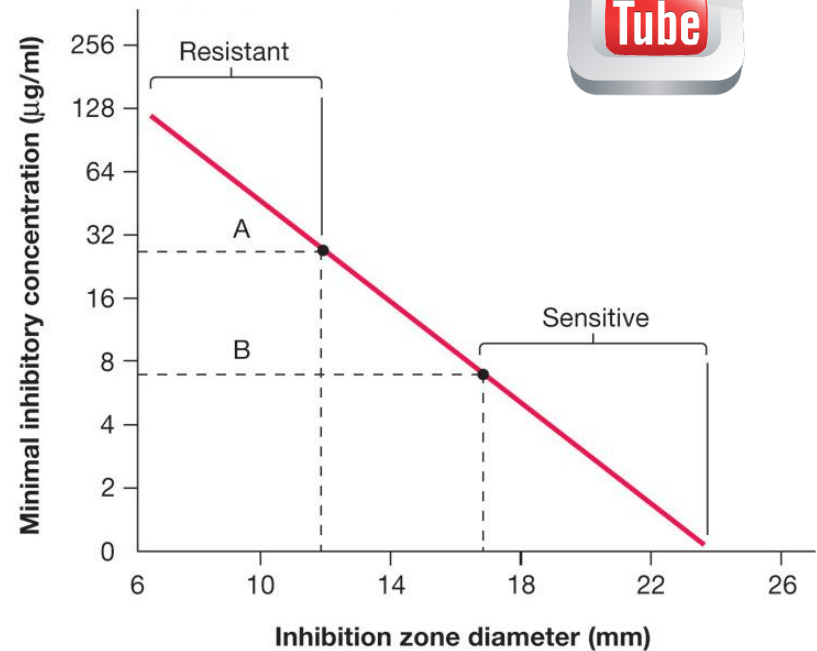
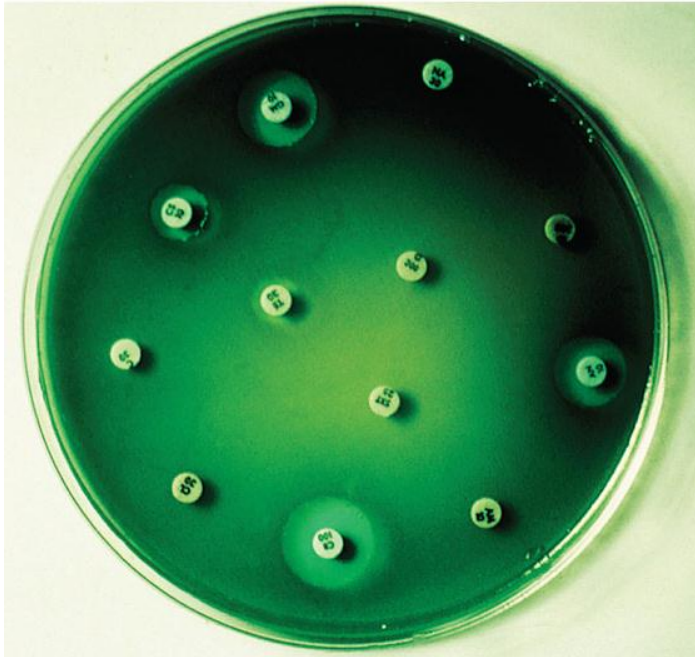


Determinació del nivell d'activitat antimicrobiana

- Concentració mínima inhibidora
 - concentració més baixa de fàrmac que inhibeix el creixement dels patògens
- Concentració letal mínima
 - concentració més baixa de fàrmac que mata els patògens

Mètodes: assaig de difusió en disc

- Kirby-Bauer. Observar zones clares (sense creixement) al voltant de discos impregnats amb diferents concentracions de fàrmacs específics



Mètodes: test E

- convenient per a l'ús amb patògens anaerobis
- similar al mètode de difusió de disc, però s'utilitzen tires que contenen un gradient d'antibiòtic en lloc del discos
- la intersecció de la zona el·líptica d'inhibició amb la tira indica la CMI



Table 34.1 Properties of Some Common Antibacterial Drugs

<i>Antibiotic Group</i>	<i>Primary Effect</i>	<i>Mechanism of Action</i>	<i>Members</i>	<i>Spectrum</i>	<i>Common Side Effects</i>
Cell Wall Synthesis Inhibition					
Penicillins	Cidal	Inhibit transpeptidation enzymes involved in cross-linking the polysaccharide chains of the bacterial cell wall peptidoglycan Activate cell wall lytic enzymes	Penicillin G, penicillin V, methicillin Ampicillin, carbenicillin	Narrow (gram-positive) Broad (gram-positive, some gram-negative)	Allergic responses (diarrhea, anemia, hives, nausea, renal toxicity)
Cephalosporins	Cidal	Same as above	Cephalothin, cefoxitin, cefaperazone, ceftriaxone	Broad (gram-positive, some gram-negative)	Allergic responses, thrombophlebitis, renal injury
Vancomycin	Cidal	Prevent transpeptidation of peptidoglycan subunits by binding to D-Ala-D-Ala amino acids at the end of peptide side chains. Thus it has a different binding site than that of the penicillins.	Vancomycin	Narrow (gram-positive)	Ototoxic (tinnitus and deafness), nephrotoxic, allergic reactions

Protein Synthesis Inhibition

Amino-glycosides	Cidal	Bind to small ribosomal subunit (30S) and interfere with protein synthesis by directly inhibiting synthesis and causing misreading of mRNA	Neomycin, kanamycin, gentamicin Streptomycin	Broad (gram-negative, mycobacteria) Narrow (aerobic gram-negative)	Ototoxic, renal damage, loss of balance, nausea, allergic responses
Tetracyclines	Static	Same as aminoglycosides	Oxytetracycline, chlortetracycline	Broad (including rickettsia and chlamydia)	Gastrointestinal upset, teeth discoloration, renal and hepatic injury
Macrolides	Static	Bind to 23S rRNA of large ribosomal subunit (50S) to inhibit peptide chain elongation during protein synthesis	Erythromycin, clindamycin	Broad (aerobic and anaerobic gram-positive, some gram-negative)	Gastrointestinal upset, hepatic injury, anemia, allergic responses
Chloramphenicol	Static	Same as above	Chloramphenicol	Broad (gram-positive and -negative, rickettsia and chlamydia)	Depressed bone marrow function, allergic reactions

Nucleic Acid Synthesis Inhibition

Quinolones and Fluoro-quinolones	Cidal	Inhibit DNA gyrase and topoisomerase II, thereby blocking DNA replication	Norfloxacin, ciprofloxacin, Levofloxacin	Narrow (gram-negatives better than gram-positives) Broad spectrum	Tendonitis, headache, lightheadedness, convulsions, allergic reactions
Rifampin	Cidal	Inhibits bacterial DNA-dependent RNA polymerase	R-Cin, rifacilin, rifamycin, rimactane, rimpin, siticox	<i>Mycobacterium</i> infections and some gram-negative such as <i>Neisseria meningitidis</i> and <i>Haemophilus influenzae</i> b	Nausea, vomiting, diarrhea, fatigue, anemia, drowsiness, headache, mouth ulceration, liver damage

Cell Membrane Disruption					
Polymyxin B	Cidal	Bind to plasma membrane and disrupts its structure and permeability properties	Polymyxin B, polymyxin topical ointment	Narrow—mycobacterial infections, principally leprosy	Can cause severe kidney damage, drowsiness, dizziness
Antimetabolites					
Sulfonamides	Static	Inhibits folic acid synthesis by competing with <i>p</i> -aminobenzoic acid (PABA)	Silver sulfadiazine, sodium sulfacetamide, sulfamethoxazole, sulfanilamide, sulfasalazine, sulfisoxazole	Broad spectrum	Nausea, vomiting, and diarrhea; hypersensitivity reactions such as rashes, photosensitivity
Trimethoprim	Static	Blocks folic acid synthesis by inhibiting the enzyme tetrahydrofolate reductase	Trimethoprim (in combination with a sulfamethoxazole [1:5])	Broad spectrum	Same as sulfonamides but less frequent
Dapsone	Static	Thought to interfere with folic acid synthesis	Dapsone	Narrow—mycobacterial infections, principally leprosy	Back, leg, or stomach pains; discolored fingernails, lips, or skin; breathing difficulties, fever, loss of appetite, skin rash, fatigue
Isoniazid	Cidal if bacteria are actively growing, static if bacteria are dormant	Exact mechanism is unclear, but it is thought to inhibit lipid synthesis (especially mycolic acid); putative enoyl-reductase inhibitor	Isoniazid	Narrow—mycobacterial infections, principally tuberculosis	Nausea, vomiting, liver damage, seizures, “pins and needles” in extremities (peripheral neuropathy)

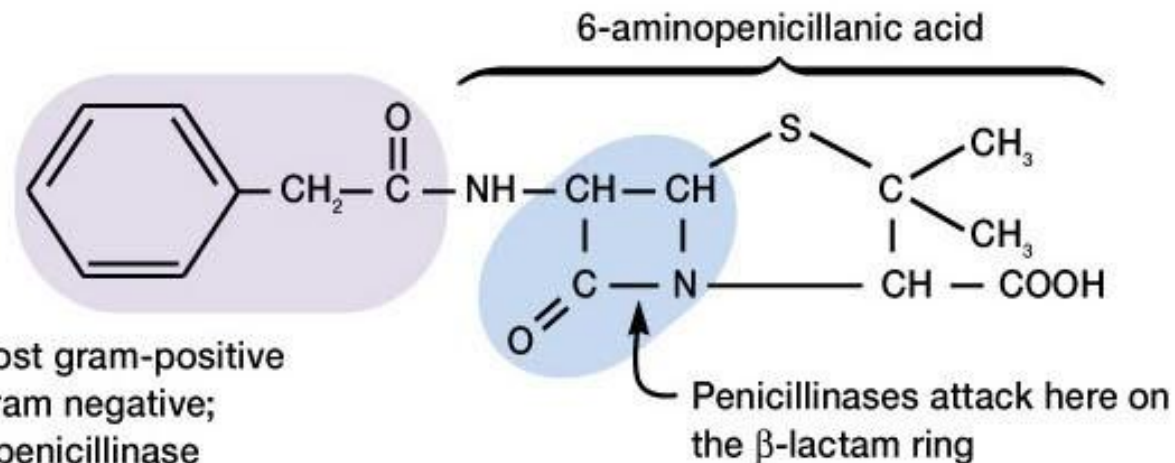
Inhibidors de la síntesi de la paret cel·lular

Penicil·lines

- derivats de l'àcid 6-aminopenicil·lànic; es diferencien en la cadena lateral unida al grup amino-
- característica més important de la molècula és l'anell β -lactàmic (essencial per a la bioactivitat)

Penicillin G

High activity against most gram-positive bacteria, low against gram negative; destroyed by acid and penicillinase

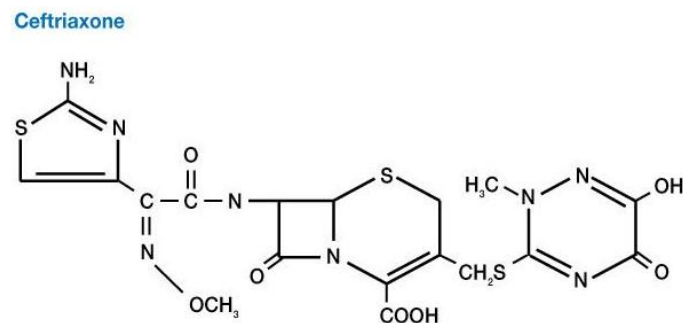
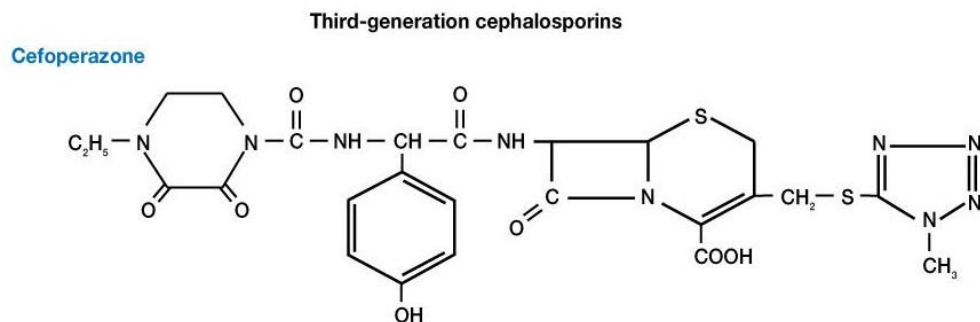
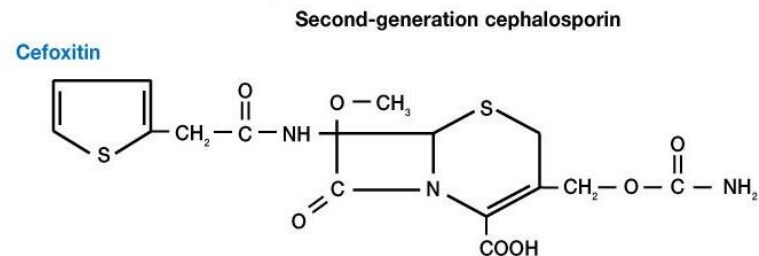
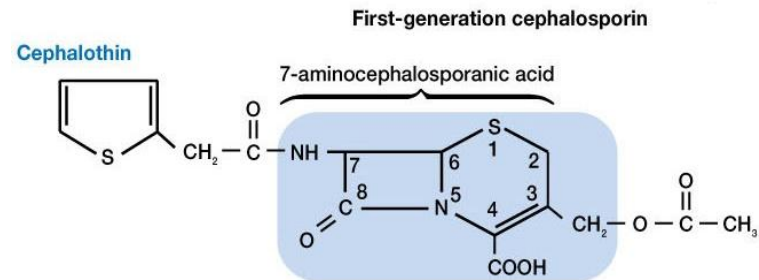


- molts organismes resistents a la penicil·lina produeixen β -lactamasa (penicil·linasa) que hidrolitza un enllaç en l'anell
- **mode d'acció:** inhibició de l'última etapa (transpeptidació) en la síntesi de la paret cel·lular bacteriana
- impedeix la síntesi de les parets cel·lulars complets
- condueix a la lisi de la cèl·lula
- només actua sobre els bacteris en creixement que estan sintetitzant nou peptidoglicà
- penicil·lines semisintètiques tenen un espectre més ampli que les d'origen natural



Cefalosporines

- estructural i funcionalment similars a les penicil·lines
- antibiòtics d'ampli espectre que poden ser utilitzats per la majoria dels pacients que són al·lèrgics a la penicil·lina
- s'agrupen en quatre categories basades en el seu espectre d'activitat

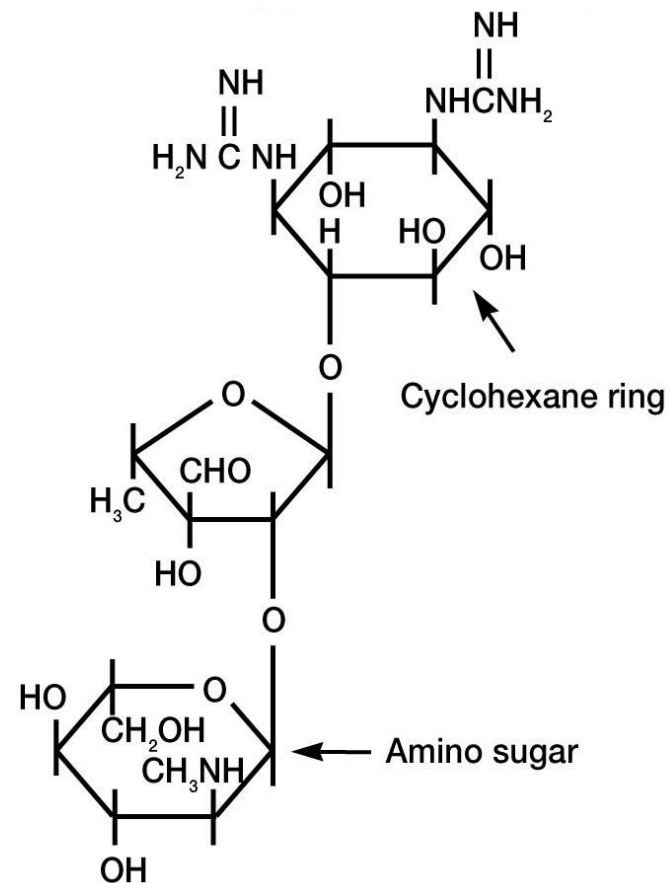


Inhibidors de la síntesi proteica

- molts antibiòtics s'uneixen específicament al ribosoma procariota
- altres antibiòtics inhibeixen un pas en la síntesi de proteïnes
 - unió de l'aminoacil-tRNA
 - formació d'enllaç peptídic
 - lectura del mRNA
 - translocació
- exemples
 - aminoglicòsids
 - tetraciclines
 - macròlids
 - cloramfenicol

Aminoglicòsids

- tots contenen un anell de ciclohexà i amino-sucres
- s'uneixen a la subunitat ribosòmica 30S i interfereixen amb la síntesi de proteïnes inhibint directament el procés i provocant lectura errònia de l'ARN missatger

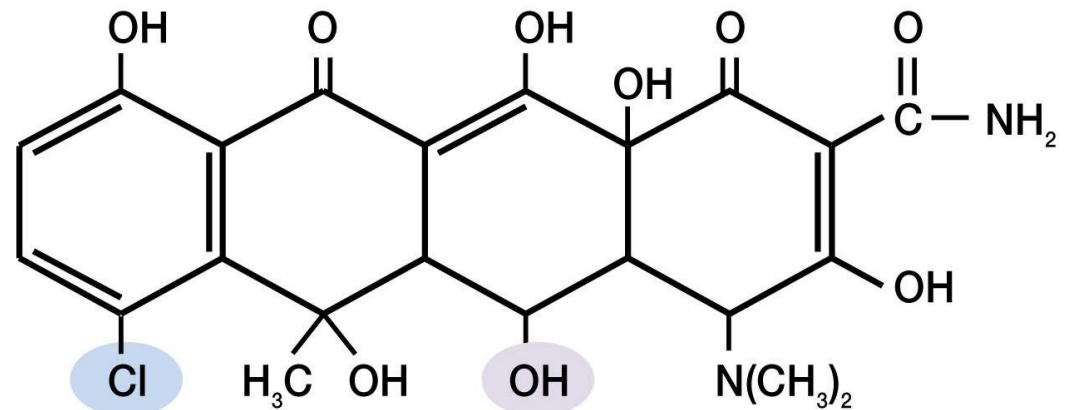


Streptomycin

Tetraciclines

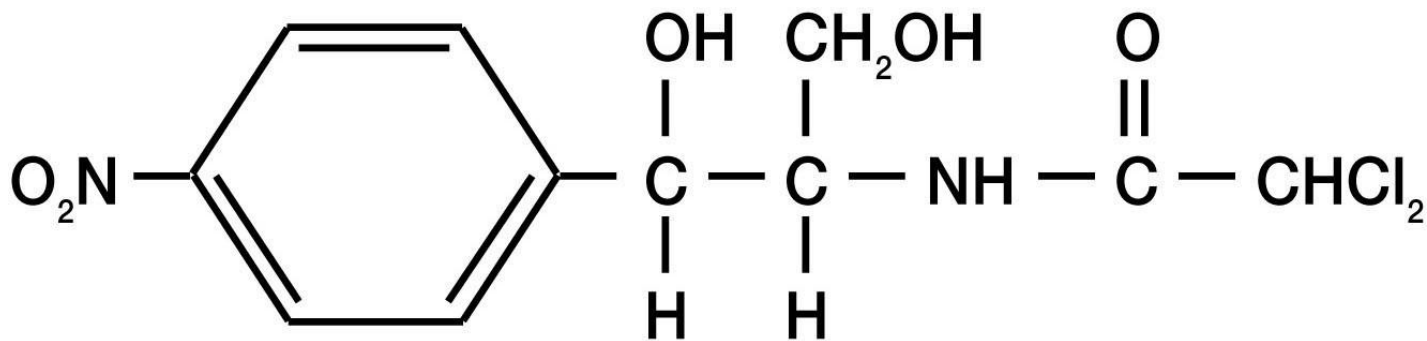
- tots tenen una estructura de quatre anell a la que s'uneixen diferents cadenes laterals
- són d'ampli espectre, bacteriostàtic
- es combinen amb la subunitat ribosomal 30S
 - inhibeix l'enllaç de l'aminoacil-tRNA al lloc A del ribosoma
- de vegades s'usa per tractar l'acne

Tetracycline (chlortetracycline, doxycycline)



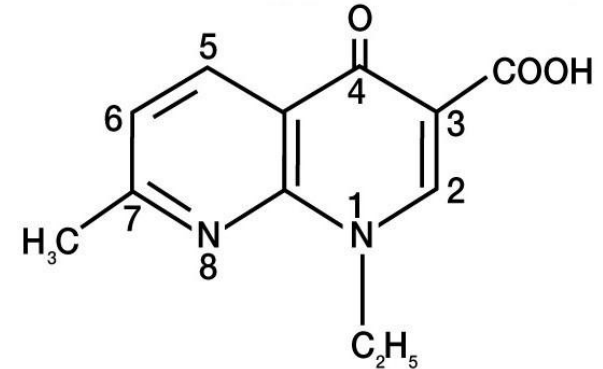
Cloramfenicol

- ara es sintetitza químicament
- s'uneix a la subunitat 23S rRNA a la subunitat ribosomal 50S ribosomal i inhibeix la reacció peptidiltransferasa
- tòxic amb nombrosos efectes secundaris pel que només s'utilitza en situacions que amenacen la vida



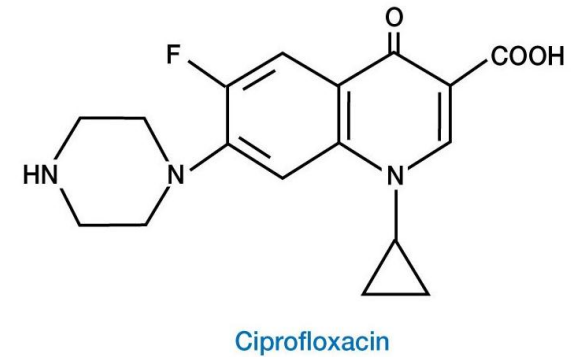
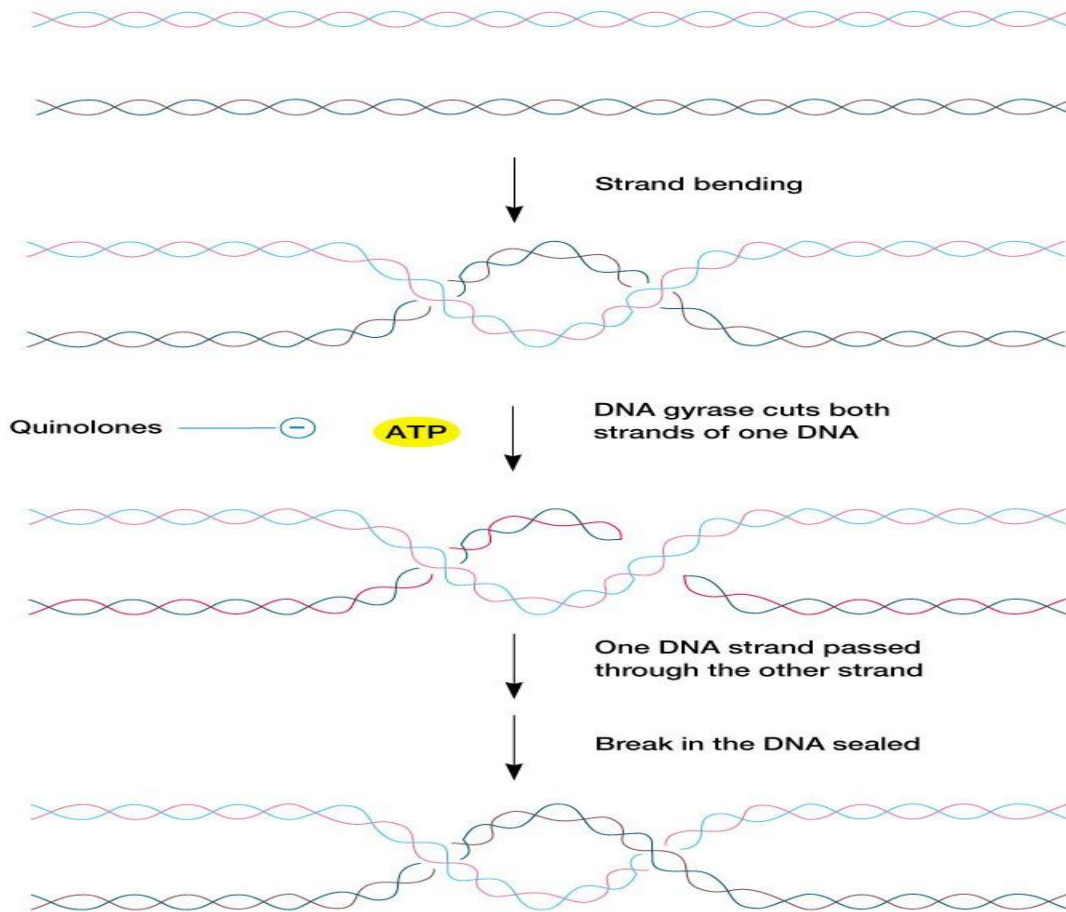
Inhibició de la síntesi d'àcids nucleics

- varietat de mecanismes
 - bloquejar la replicació de l'ADN
 - inhibició de DNA polimerasa
 - Inhibició de DNA helicasa
 - bloquegen la transcripció
 - inhibició de la RNA polimerasa
- no son tan efectives com altres antibiòtics perquè procariotes i eucariotes no difereixen molt en la seua forma de sintetitzar els àcids nucleics
- Àcid nalidíxic acid va ser la primera quinolona sintetitzada (1962)



Nalidixic acid

- Inhibició del complexe bacterià DNA-girasa

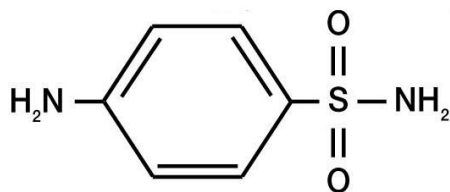


Antagonistes metabòlics

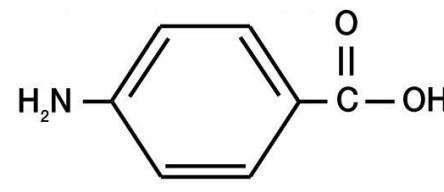
- actuen com **antimetabòlits**
 - antagonitzen o bloquegen el funcionament de les vies metabòliques per inhibició competitiva de la utilització de metabòlits per els enzims clau
- són anàlegs estructurals
 - molècules que són estructuralment similars i competeixen amb intermediaris metabòlics d'origen natural
 - bloquegen el metabolisme cel·lular normal

Sulfonamides

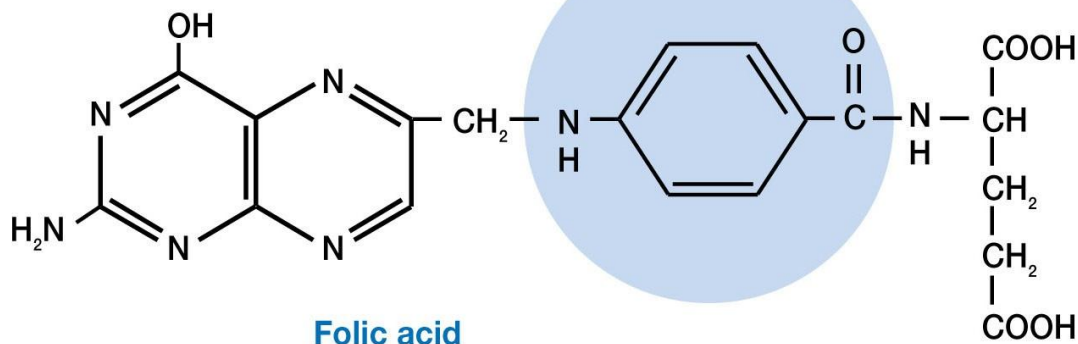
- l'àcid *p*-aminobenzoic (PABA) és un precursor de la síntesi d'àcid fòlic (precursor de purines i pirimidines) a molts patògens
- la sulfanilàmida és un anàleg estructural del PABA



Sulfanilamide



p-aminobenzoic acid



Folic acid

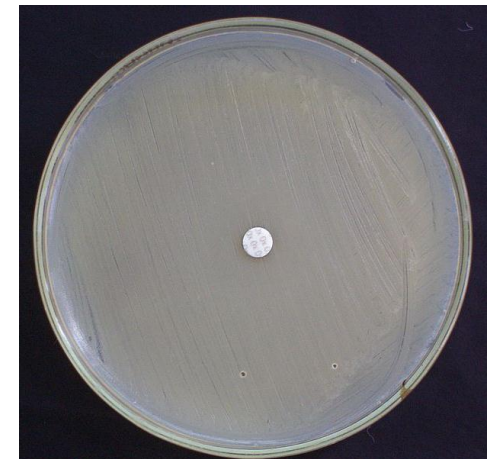
Tema 16

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Interacció microbiana amb les defenses de l'hoste.
- II. Agents quimioteràpics: antibiòtics i quimioteràpics de síntesi.
- III. Resistència a antimicrobians.
- IV. Teràpies preventives.

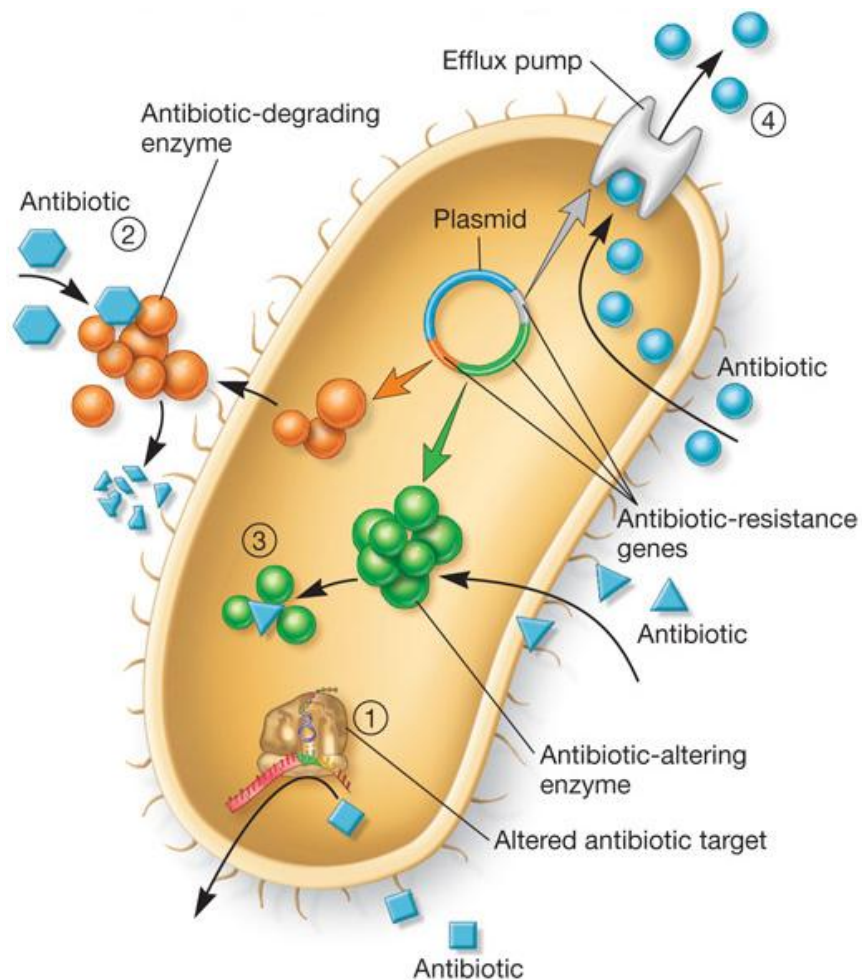


- un problema creixent
- una vegada que la resistència s'origina en una població es pot transmetre a altres bacteris
- un tipus particular de mecanisme de resistència no s'ha associat a una única classe de fàrmacs
- els mutants de resistència sorgeixen espontàniament i son seleccionats
- El problema del “superbacteri” resistent a antibiòtics és una seriosa amenaça per a la salut humana. *Staphylococcus aureus* resistent a meticil·lina (MRSA) i després resistent a la vancomicina (VRSA) aïllat de les úlceres del peu en un pacient diabètic



Mecanismes de resistència als fàrmacs

- evitar l'entrada de drogues
 - fàrmac no pot unir-se a o penetrar al patogen
 - disminució de la permeabilitat bacteriana
- bombeig del fàrmac a l'exterior
- inactivació del fàrmac
 - modificació química del fàrmac pel patogen
- alteració de l'enzim o de l'òrganul diana
- ús de vies alternatives o augment de la producció del metabòlit diana

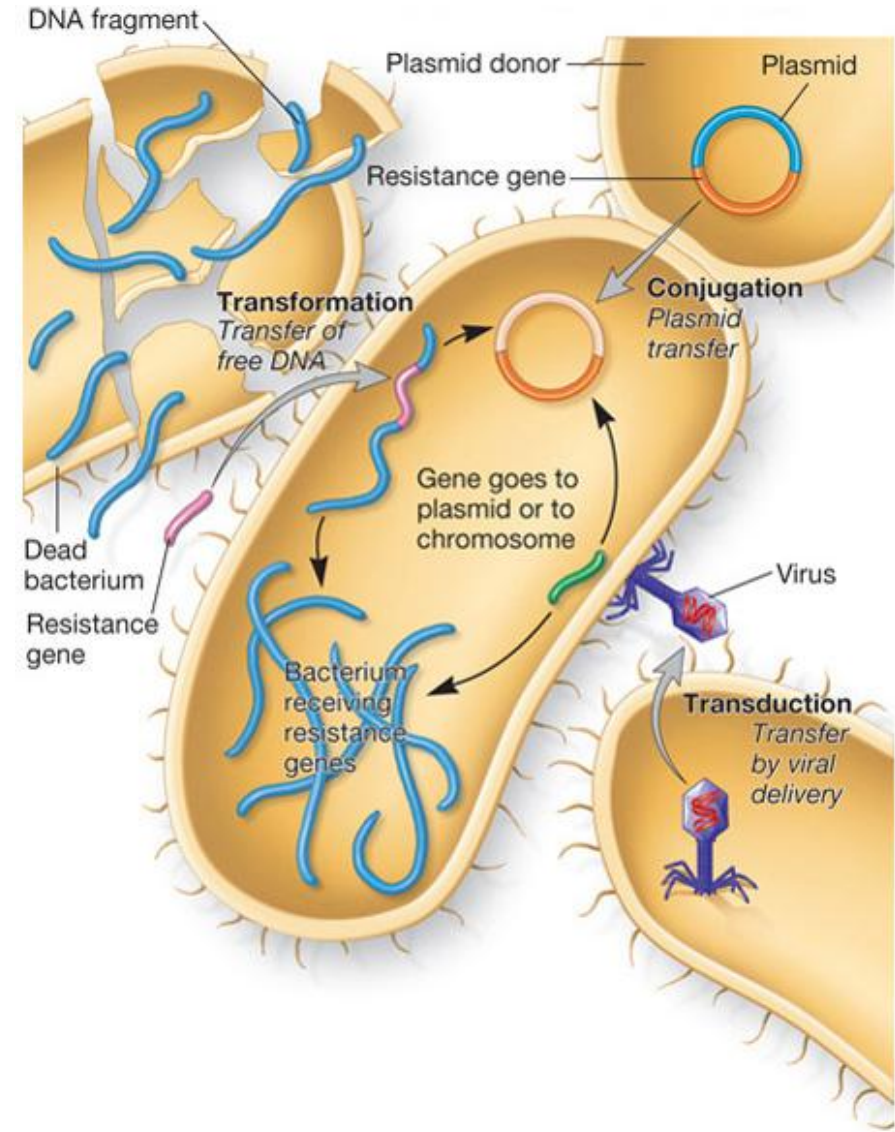


Origen i transmissió de resistències a fàrmacs

- Els gens de resistència es poden trobar a
 - **cromosoma bacterià** (resultats de mutacions espontànies que generalment resulten en un canvi en la diana del fàrmac)
 - **plàsmids** (es poden transferir a altres cèl·lules mitjançant conjugació, transducció, transformació. Pot transportar múltiples gens de resistència)
 - **transposons** (contenen gens de resistència als antibiòtics - alguns tenen múltiples gens de resistència es poden moure ràpidament entre els plasmidis i a través d'una població bacteriana)
 - **integrons**

cassets genètics

- conjunts de gens de resistència
- poden existir com a elements genètics
- poden ser part de transposó, integró o cromosoma



Tema 16

INTERACCIONS MICROBIANES

- I. Interacció microbiana amb les defenses de l'hoste.
- II. Agents quimioteràpics: antibiòtics i quimioteràpics de síntesi.
- III. Resistència a antimicrobians.
- IV. Teràpies preventives.

Prevenció d'aparició de resistència als medicaments

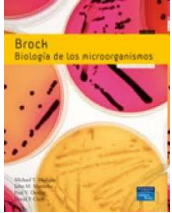
- administrar el fàrmac en altes concentracions
- administrar dos o més medicaments a la vegada
- utilitzar medicaments només quan és necessari
- solucions futures possibles
 - desenvolupament continu de nous fàrmacs
 - ús de bacteriòfags per al tractament de malalties bacterianes

Tema 17

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. La classificació dels microorganismes: problemes intrínsecs.
- II. Classificació fenètica i filogenètica.
- III. Nomenclatura.
- IV. Identificació.

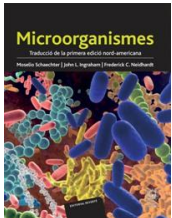
Bibliografia



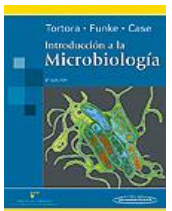
“Brock- Biología de los Microorganismos” Madigan, M.T., J.M Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 14



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein” Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítol 19



“Microorganismes” Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 15



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 10

Tema 17

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. **La classificació dels microorganismes: problemes intrínsecs.**
- II. Classificació fenètica i filogenètica.
- III. Nomenclatura.
- IV. Identificació.

Els tres dominis de la vida

- Carl Woese va determinar, sequenciant la subunitat xicoteta del RNA ribosomal (SSU rRNAs) que tots el éssers vius pertanyen a un dels tres dominis
 - *Archaea*
 - *Bacteria*
 - *Eucarya*

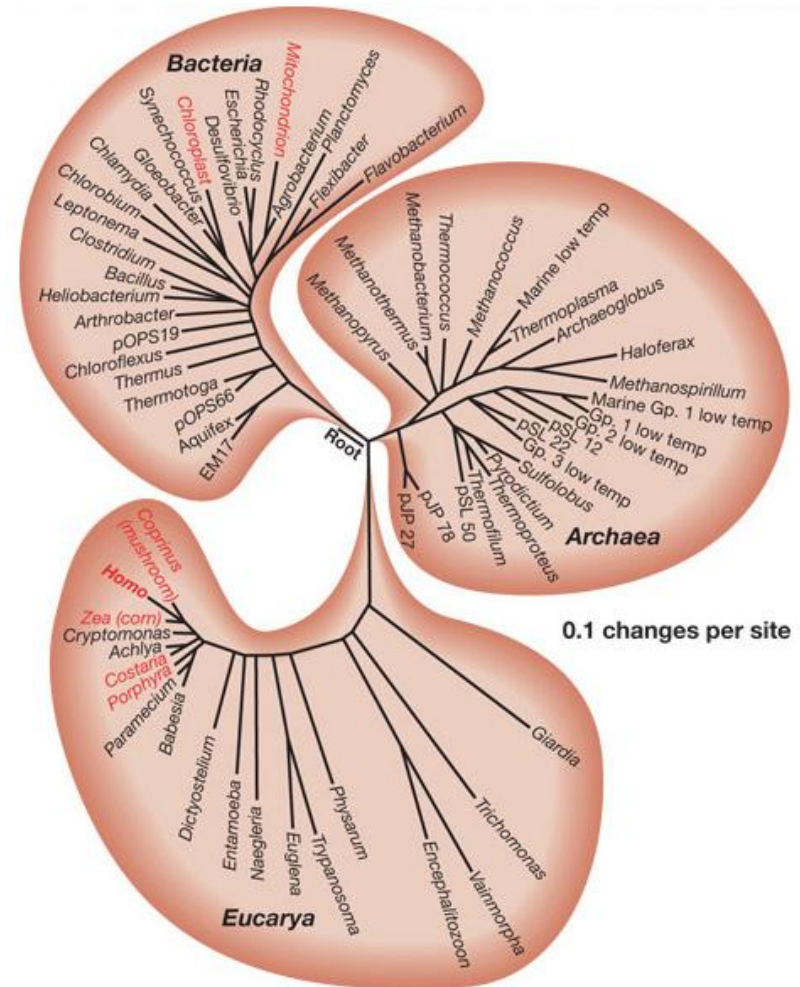


Table 19.1 Comparison of *Bacteria*, *Archaea*, and *Eucarya*

Property	<i>Bacteria</i>	<i>Archaea</i>	<i>Eucarya</i>
Membrane-Enclosed Nucleus with Nucleolus	Absent	Absent	Present
Complex Internal Membranous Organelles	Absent	Absent	Present
Cell Wall	Almost always have peptidoglycan containing muramic acid	Variety of types, no muramic acid	No muramic acid
Membrane Lipid	Have ester-linked, straight-chained fatty acids	Have ether-linked, branched aliphatic chains	Have ester-linked, straight-chained fatty acids
Gas Vesicles	Present	Present	Absent
Transfer RNA	Thymine present in most tRNAs <i>N</i> -formylmethionine carried by initiator tRNA	No thymine in T or T ϕ C arm of tRNA Methionine carried by initiator tRNA	Thymine present Methionine carried by initiator tRNA
Polycistronic mRNA	Present	Present	Absent
mRNA Introns	Absent	Absent	Present
mRNA Splicing, Capping, and Poly A Tailing	Absent	Absent	Present
Ribosomes			
Size	70S	70S	80S (cytoplasmic ribosomes)
Elongation factor 2 reaction with diphtheria toxin	Does not react	Reacts	Reacts
Sensitivity to chloramphenicol and kanamycin	Sensitive	Insensitive	Insensitive
Sensitivity to anisomycin	Insensitive	Sensitive	Sensitive
DNA-Dependent RNA Polymerase			
Number of enzymes	One	One	Three
Structure	Simple subunit pattern (6 subunits)	Complex subunit pattern similar to eucaryotic enzymes (8–12 subunits)	Complex subunit pattern (12–14 subunits)
Rifampicin sensitivity	Sensitive	Insensitive	Insensitive
Polymerase II Type Promoters	Absent	Present	Present
Metabolism			
Similar ATPase	No	Yes	Yes
Methanogenesis	Absent	Present	Absent
Nitrogen fixation	Present	Present	Absent
Chlorophyll-based photosynthesis	Present	Absent	Present*
Chemolithotrophy	Present	Present	Absent

Evolució procariòtica

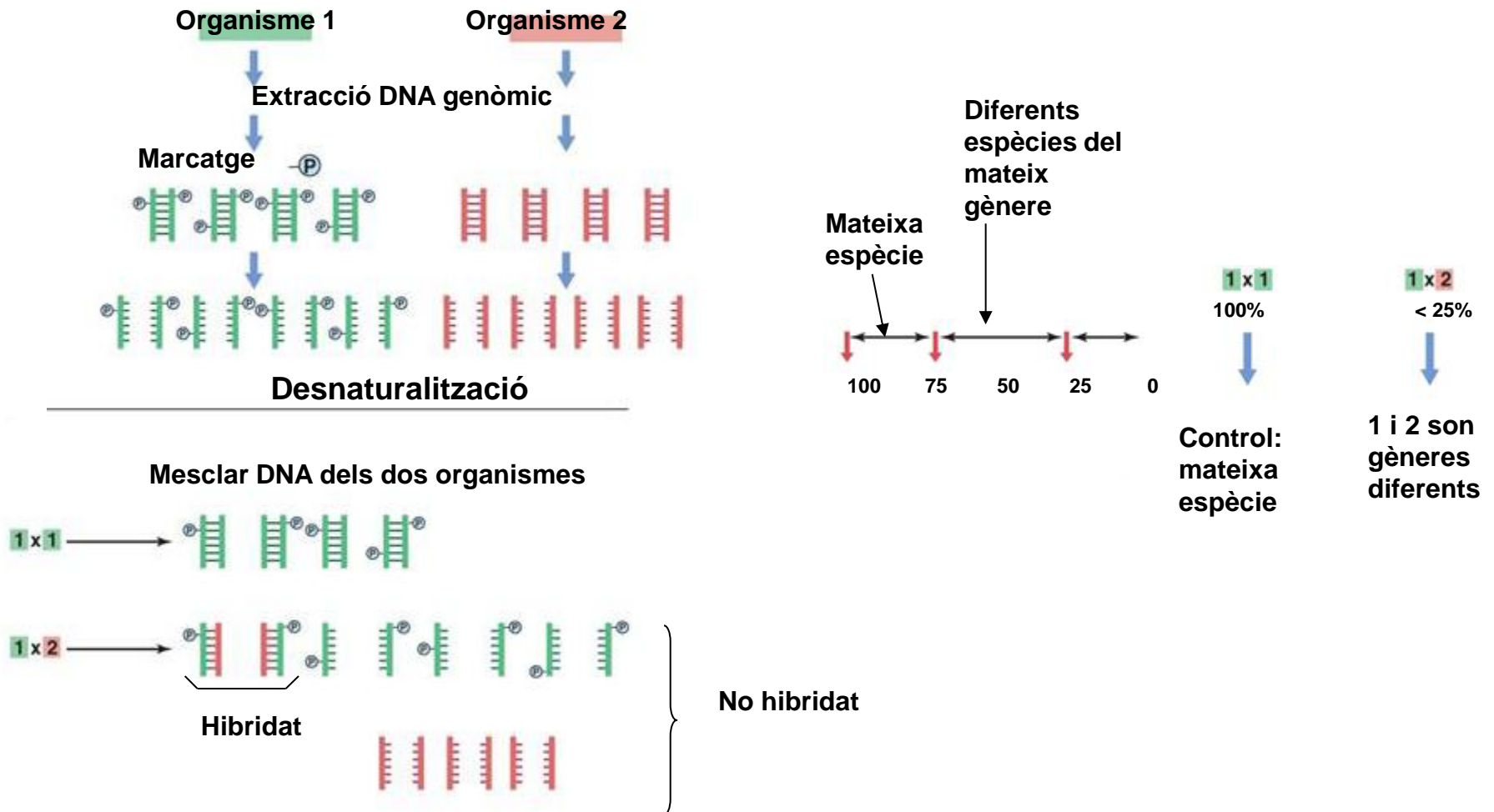
- El producte és la diversitat microbiana, basada en la selecció que determina el desenvolupament de noves espècies
- Els canvis genètics hereditaris en arqueus i bacteris s'introdueixen per:
 - mutació
 - transferència genètica lateral

TAXONOMIA → és la ciència de la classificació biològica, s'encarrega de la construcció de sistemes que permeten una ordenació posant de manifest relacions entre organismes

La taxonomia està constituïda per tres àrees independents però relacionades:

- ✓ **Classificació:** estructuració dels organismes en grups (taxons) en funció de semblances o parentesc evolutiu
- ✓ **Nomenclatura:** assignació de noms a grups (taxons) d'acord amb normes establides
- ✓ **Identificació:** aplicació pràctica, procés pel qual es determina la inclusió de nous aïllaments en els grups establerts
- ✓ **Sistemàtica:** estudi científic dels organismes amb la finalitat de caracteritzar-les i agrupar-les de forma ordenada

Espècie bacteriana: Grup monofilètic d'organismes que mostren un grau suficient de coherència genòmica i fenotípica com per a identificar-se de forma separada d'altres semblants. Les fronteres de l'espècie: homologia DNA/DNA > 70% i %G+C igual o diferència < 5



Tema 17

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. La classificació dels microorganismes: problemes intrínsecs.
- II. Classificació fenètica i filogenètica.**
- III. Nomenclatura.
- IV. Identificació.

Classificació fenètica

- agrupa els organismes en base a la similitud mútua dels fenotips
- pot revelar les relacions evolutives, però no depèn d'un anàlisi filogenètic (no pesa caràcters)
- els millors sistemes comparen tants atributs com siga possible

Classificació filogenètica

- desenvolupament evolutiu d'una espècie
- generalment es basa en la comparació directa de material genètic i productes dels gens
- aquest enfocament més factible quan Woese i Fox van proposar la utilització de seqüències de rRNA per determinar les relacions evolutives dels organismes

Algunes característiques emprades en la classificació (i identificació)

Fonts de carboni i nitrogen

Composició de la paret cel·lular

Fonts d'energia

Tipus nutricional general

Temperatura: rang de tolerància i òptim

Luminescència

Mecanismes d'obtenció d'energia

Mobilitat

Tolerància osmòtica

Relacions amb l'oxigen

pH: rang de tolerància i òptim

Pigments

NaCl: requeriment i tolerància

Inclusions

Rang de substrats fermentats

Metabòlits secundaris

Producció d'enzims

Coeficients d'associació

- *simple matching coefficient* (S_{SM})
 - Proporció de caràcters comuns (per presència i absència)
- *Jaccard coefficient*
 - Ignora caràcters que no tenen cap de les dues espècies

Table 19.2 The Calculation of Association Coefficients for Two Organisms

In this example, organisms A and B are compared in terms of the characters they do and do not share. The terms in the association coefficient equations are defined as follows:

		Organism B	
		1	0
Organism A	1	a	b
	0	c	d

a = number of characters coded as present (1) for both organisms

b and c = numbers of characters differing (1,0 or 0,1) between the two organisms

d = number of characters absent (0) in both organisms

Total number of characters compared = $a + b + c + d$

The simple matching coefficient (S_{SM}) =
$$\frac{a + d}{a + b + c + d}$$

The Jaccard coefficient (S_J) =
$$\frac{a}{a + b + c}$$

- **dendograma** – diagrama d'arbre
- **phenon** – grup d'organismes amb gran similitat
 - phenons amb $\geq 80\%$ similitat = **espècie**

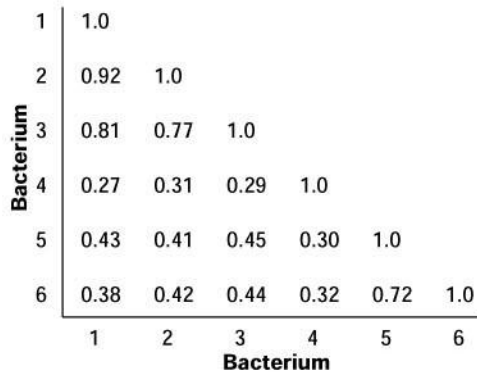
matriu de similitat



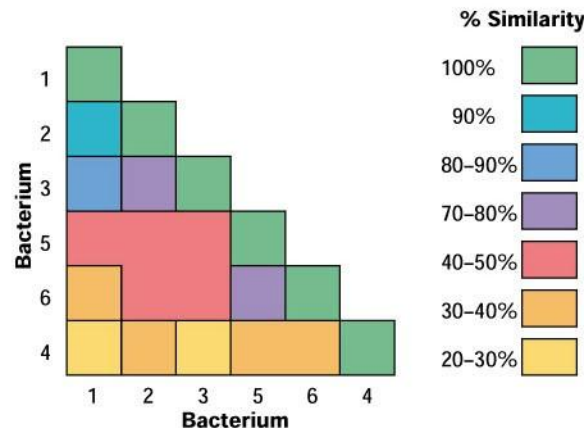
Reagrupament i unió per obtenir un *cluster*



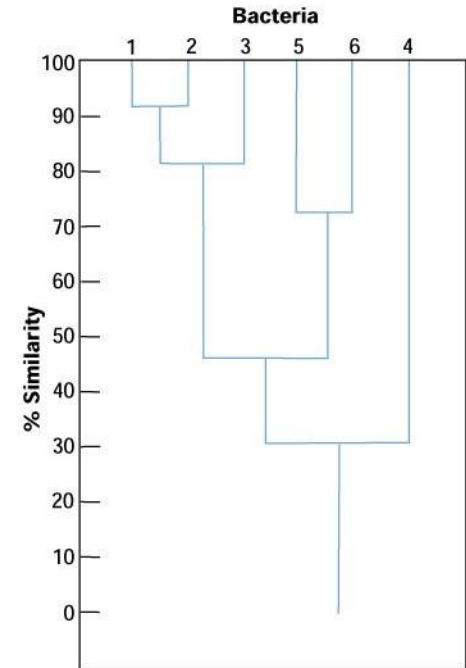
dendograma



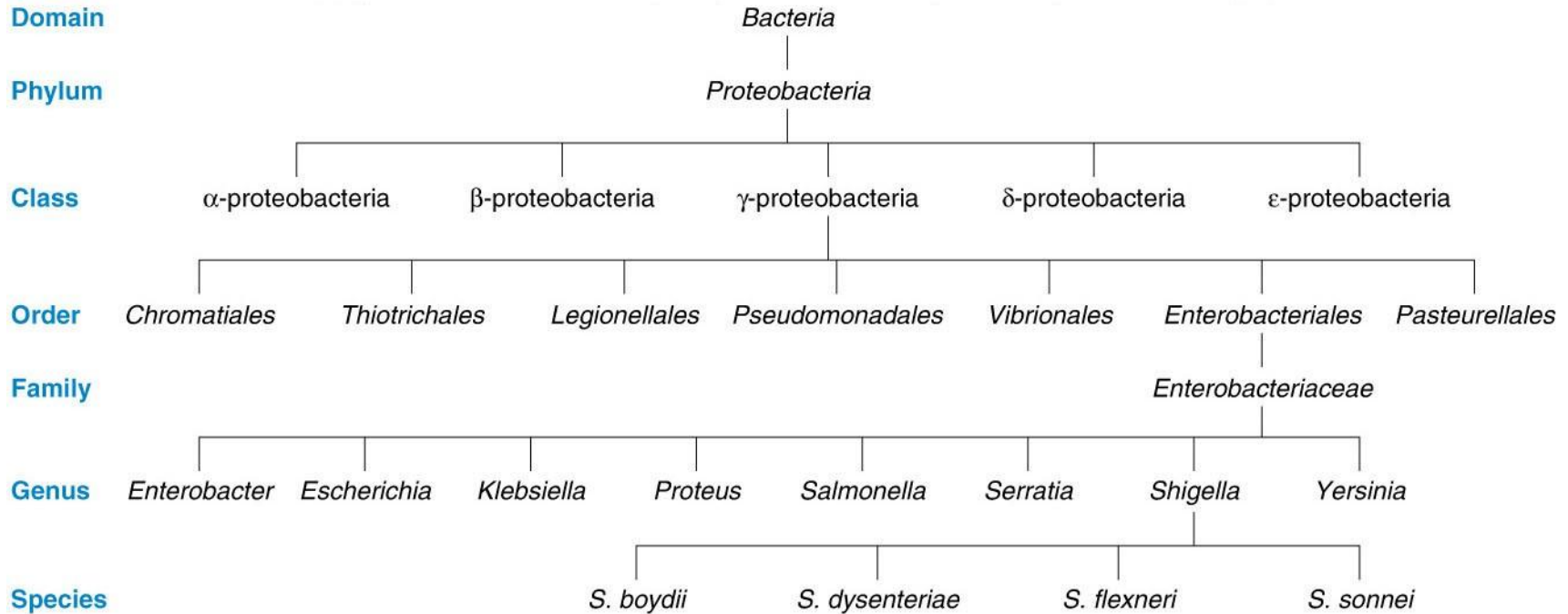
(a)



(b)



(c)



gènere – grup ben definit amb una o més espècies clarament separat d'altres

APÉNDICE 3 Clasificación de Bergey de los procariotas

El *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* es una referencia de reconocida autoridad en taxonomía bacteriana*. El *Manual* se divide en cuatro volúmenes. Cada volumen contiene varias secciones y cada sección trata de varios géneros relacionados. En resumen, el contenido de cada volumen es como sigue:

Volumen I 1984. Bacterias Gram negativas de importancia médica y comercial: espiroquetas, bacterias espirales y curvadas, bacilos Gram negativos aeróbicos y aeróbicos facultativos, anaerobios estrictos Gram negativos, cocos Gram negativos aerobios y anaerobios, bacterias sulfato- y sulfuro-reductoras, rickettsias y clamidias, micoplasmas.

Volumen II 1986. Bacterias Gram positivas de importancia médica y comercial: cocos Gram positivos, bacilos Gram positivos formadores y no formadores de endosporas, micobacterias, actinomicetos no filamentosos.

Volumen III 1989. Bacterias Gram negativas restantes y Archaea: Bacterias fototróficas, deslizantes, envainadas, gemantes y con apéndices, cianobacterias, bacterias quimiolitotrofas; metanógenos, halófilos extremos, hipertermófilos, *Thermoplasma* y otras Archaea.

Volumen IV 1989. Actinomicetos filamentosos y bacterias relacionadas.

* Además de la obra *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, existe una versión en un solo volumen titulada *Manual of Determinative Bacteriology* (1994) y un tratado en cuatro volúmenes titulado *The Prokaryotes*, 2ª edición (editado por A. Balows, H.G. Triper, M. Dworkin, W. Harder y K.-H. Schleifer, 1992), que deberían consultarse en aspectos relacionados con avances recientes de la clasificación bacteriana.

A continuación se detalla la lista de géneros del *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Los nombres que se dan entre comillas indican microorganismos cuya nomenclatura no está todavía definitivamente aclarada.

- Volumen I**
- SECCIÓN 1**
Las espiroquetas
Orden I: Spirochaetales
Familia I: Spirochaetales
Género I: *Spirochaeta*
Género II: *Cristispira*
Género III: *Treponema*
Género IV: *Borrelia*
Familia II: Leptosiraceae
Género I: *Leptospira*
- Otros organismos**
Espiroquetas del aparato digestivo de las termitas y *Cryptocercus punctulatus*
- SECCIÓN 2**
Bacterias Gram negativas aeróbicas/microaerófilas, móviles, helicoidales/vibrioides
Género: *Aquaspirillum*
Género: *Spirillum*
Género: *Azospirillum*
Género: *Oceanospirillum*
Género: *Campylobacter*
Género: *Bdellovibrio*
Género: *Vampirovibrio*
- SECCIÓN 3**
Bacterias Gram negativas inmóviles (o raramente móviles) y curvadas
Familia I: Spirosomaceae
Género I: *Spirosoma*
Género II: *Runella*
Género III: *Flectobacillus*
- Otros géneros**
Género: *Microcycilus*
Género: *Meniscus*
Género: *Brachyarcus*
Género: *Pelosigma*

- SECCIÓN 4**
Bacilos y cocos Gram negativos aerobios
Familia I: Pseudomonadaceae
Género I: *Pseudomonas*
Género II: *Xanthomonas*
Género III: *Frateriura*
Género IV: *Zoogloea*
Familia II: Azotobacteraceae
Género I: *Azotobacter*
Género II: *Azomonas*
Familia III: Rhizobiaceae
Género I: *Rhizobium*
Género II: *Bradyrhizobium*
Género III: *Agrobacterium*
Género IV: *Phyllobacterium*
Familia IV: Methylococcaceae
Género I: *Methylococcus*
Género II: *Methylomonas*
Familia V: Halobacteriaceae
Género I: *Halobacterium*
Género II: *Halococcus*
Familia VI: Acetobacteraceae
Género I: *Acetobacter*
Género II: *Gluconobacter*
Familia VII: Legionellaceae
Género I: *Legionella*
Familia VIII: Neisseriaceae
Género I: *Neisseria*
Género II: *Moraxella*
Género III: *Acinetobacter*
Género IV: *Kingella*
- Otros géneros**
Género: *Beijerinckia*
Género: *Dersxia*
Género: *Xanthobacter*
Género: *Thermus*
Género: *Thermomicrobium*
Género: *Halomonas*
Género: *Alteromonas*

- Género: *Flavobacterium*
Género: *Alcaligenes*
Género: *Serpens*
Género: *Janthinobacterium*
Género: *Brucella*
Género: *Bordetella*
Género: *Francisella*
Género: *Paracoccus*
Género: *Lampromedia*

- SECCIÓN 5**
Bacilos Gram negativos anaerobios facultativos
Familia I: Enterobacteriaceae
Género I: *Escherichia*
Género II: *Shigella*
Género III: *Salmonella*
Género IV: *Citrobacter*
Género V: *Klebsiella*
Género VI: *Enterobacter*
Género VII: *Erwinia*
Género VIII: *Serratia*
Género IX: *Hafnia*
Género X: *Edwardsiella*
Género XI: *Proteus*
Género XII: *Providencia*
Género XIII: *Morganella*
Género XIV: *Yersinia*
- Otros géneros de la familia Enterobacteriaceae**
Género: *Obesumbacterium*
Género: *Xenorhabdus*
Género: *Kluyvera*
Género: *Rahnella*
Género: *Cedecea*
Género: *Tatumella*
- Familia II: Vibrionaceae
Género I: *Vibrio*
Género II: *Photobacterium*

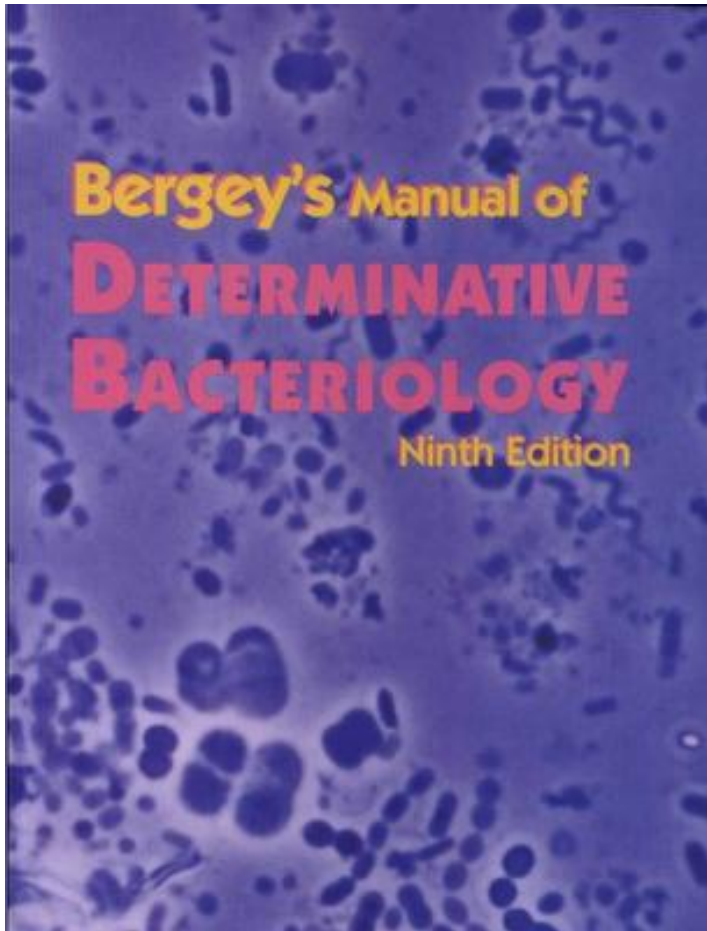


Table 19.11 Organization of *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*

Taxonomic Rank	Representative Genera	Textbook Coverage
Volume 1. <i>The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria</i>		
Domain <i>Archaea</i>		
Phylum <i>Crenarchaeota</i>		
Class I. <i>Thermoprotei</i>	<i>Thermoproteus, Pyrodictium, Sulfolobus</i>	pp. 507–8
Phylum <i>Euryarchaeota</i>		
Class I. <i>Methanobacteria</i>	<i>Methanobacterium</i>	pp. 508–13
Class II. <i>Methanococci</i>	<i>Methanococcus</i>	
Class III. <i>Methanomicrobia</i>	<i>Methanomicrobium</i>	
Class IV. <i>Halobacteria</i>	<i>Halobacterium, Halococcus</i>	pp. 514–16
Class V. <i>Thermoplasmata</i>	<i>Thermoplasma, Picophilus, Ferroplasma</i>	p. 516–17
Class VI. <i>Thermococci</i>	<i>Thermococcus, Pyrococcus</i>	p. 517
Class VII. <i>Archaeoglobi</i>	<i>Archaeoglobus</i>	p. 517
Class VIII. <i>Methanopyri</i>	<i>Methanopyrus</i>	p. 510–12
Domain <i>Bacteria</i>		
Phylum <i>Aquificae</i>	<i>Aquifex, Hydrogenobacter</i>	p. 519
Phylum <i>Thermotogae</i>	<i>Thermotoga, Geotoga</i>	p. 520
Phylum <i>Thermodesulfobacteria</i>	<i>Thermodesulfobacterium</i>	
Phylum <i>Deinococcus-Thermus</i>	<i>Deinococcus, Thermus</i>	p. 520

(Continued)

CLASSIFICACIÓ FILOGENÈTICA

- En procariotes la filogènia es dedueix de la seqüència nucleotídica
- Els procariotes estan relacionats per herència i, per tant, la seqüència d'un genoma és un registre dels antecessors del procariota
- L'anàlisi de les diferències en les seqüències genòmiques dels procariotes permet reconstruir la seua història filogenètica

Gens utilitzats en l'anàlisi filogenètica

Procariotes: rRNA 16S

Eucariotes: rRNA 18S

}

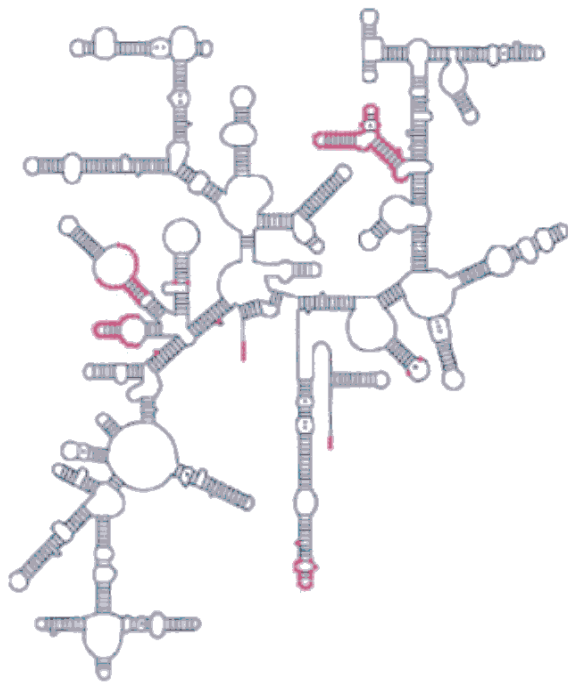
SSU (*small subunit ribosomal*) rRNA

rRNA 23S

recA

gyrB

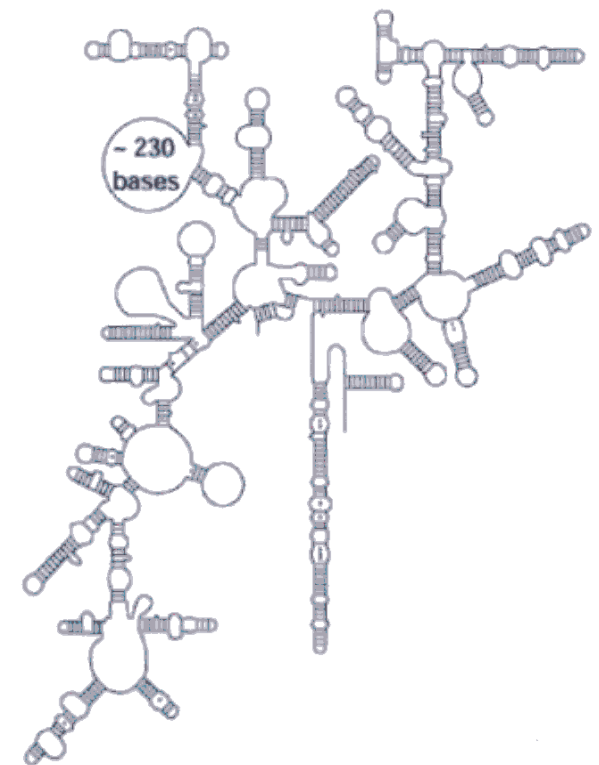
ESTRUCTURES DEL rRNA 16S EN REPRESENTANTS DELS TRES DOMINIS



Escherichia coli



Methanococcus vannielii



Saccharomyces cerevisiae

Taxonomic Outline of the Prokaryotic Genera
Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology, 2nd Edition
GEORGE M. GARRITY, MATTHEW WINTERS AND DENISE B. SEARLES

Domain *Archaea*
Phylum A1. *Crenarchaeota* phyl. nov.
Class I. *Thermoprotei* class. nov.
Order I. *Thermoproteales* ^{VP (1)}
Family I. *Thermoproteaceae* ^{VP}
Genus I. *Thermopneus* ^{VP (1)}
Genus II. *Calditoga* ^{VP}
Genus III. *Pyrobaculum* ^{VP}
Genus IV. *Thermocladium* ^{VP}
Family II. *Thermofilaceae* ^{VP}
Genus I. *Thermophilum* ^{VP (1)}
Order II. *Desulfurococcales* ord. nov.
Family I. *Desulfurococcaceae* ^{VP}
Genus I. *Desulfurococcus* ^{VP (1)}
Genus II. *Acidilobus* ^{VP}
Genus III. *Aeropyrum* ^{VP}
Genus IV. *Ignicoccus* ^{VP}
Genus V. *Staphylothermus* ^{VP}
Genus VI. *Sultheria* ^{VP}
Genus VII. *Sulfophobococcus* ^{VP}
Genus VIII. *Thermotoga* gen. nov.
Genus IX. *Thermosphaera* ^{VP}
Family II. *Pyrodictiaceae* ^{VP}
Genus I. *Pyrodicticum* ^{VP (1)}
Genus II. *Hyperthermus* ^{VP}
Genus III. *Pyrolobus* ^{VP}
Order III. *Sulfolobales* ^{VP}
Family I. *Sulfolobaceae* ^{VP}
Genus I. *Sulfolobus* ^{AL (1)}
Genus II. *Acidilobus* ^{VP}
Genus III. *Metallorphaera* ^{VP}
Genus IV. *Stygiolobus* ^{VP}
Genus V. *Sulfurorphaera* ^{VP}
Genus VI. *Sulfurococcus* ^{VP}
Phylum A2. *Euryarchaeota* phyl. nov.
Class I. *Methanobacteria* class. nov.
Order I. *Methanobacteriales* ^{VP (1)}
Family I. *Methanobacteriaceae* ^{AL}
Genus I. *Methanobacterium* ^{AL (1)}
Genus II. *Methanobrevibacter* ^{VP}
Genus III. *Methanosphaera* ^{VP}
Genus IV. *Methanothermobacter* ^{VP}
Family II. *Methanothermococcaceae* ^{VP}
Genus I. *Methanothermobacter* ^{VP (1)}
Class II. *Methanococci* class. nov.
Order I. *Methanococcales* ^{VP (1)}
Family I. *Methanococcaceae* ^{VP}
Genus I. *Methanococcus* ^{AL (1)}
Genus II. *Methanothermococcus* gen. nov.

CONTINGUTS DE LA 2ª EDICIÓ DEL MANUAL DE BERGEY

Volum 1. *Arquea*, bacteris fototròfics i bacteris evolutivament més antics (*Aquifex*, *Thermotoga*,..)

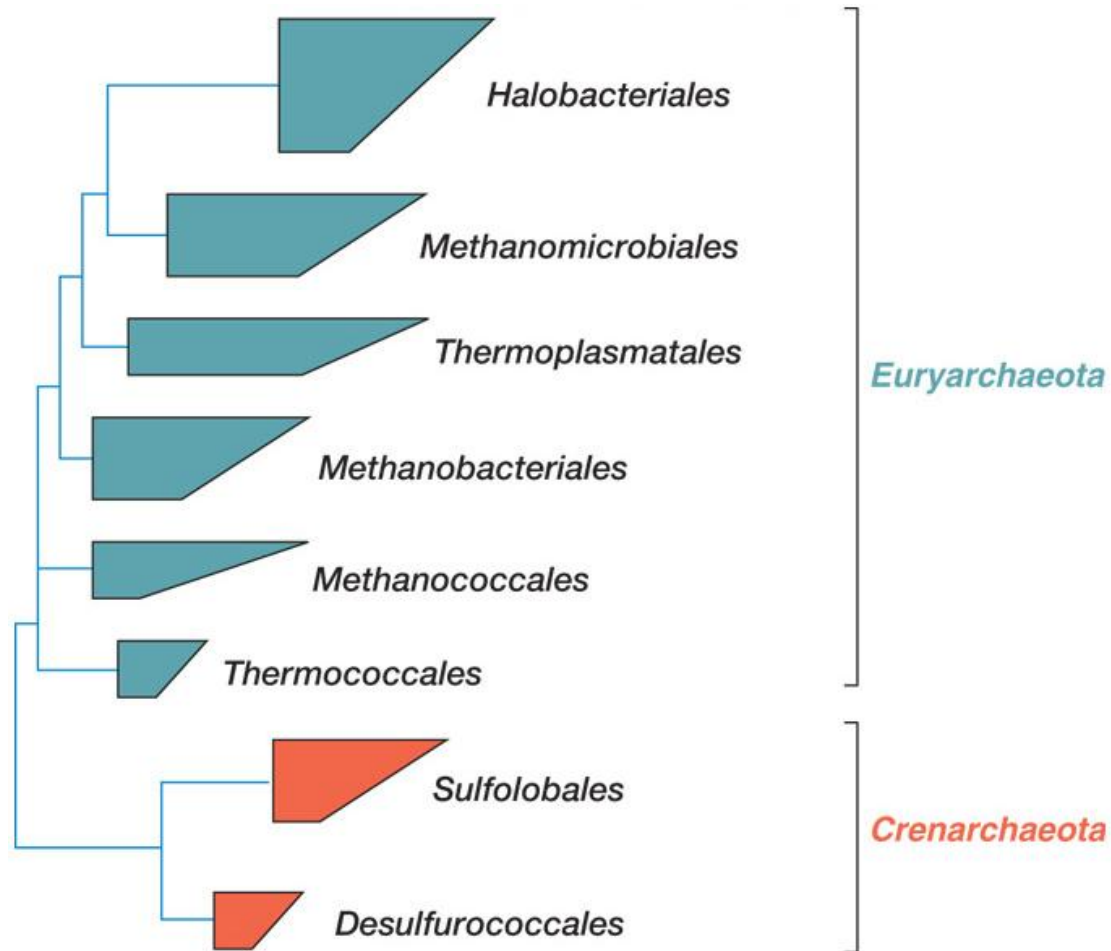
Volum 2. Proteobacteria (alfa-, beta-, gamma-, delta- i epsilonproteobacteria)

Volum 3. Bacteris Gram-positius de baix contingut G+C (*Clostridium*, *Mycoplasma*, *Listeria*,...)

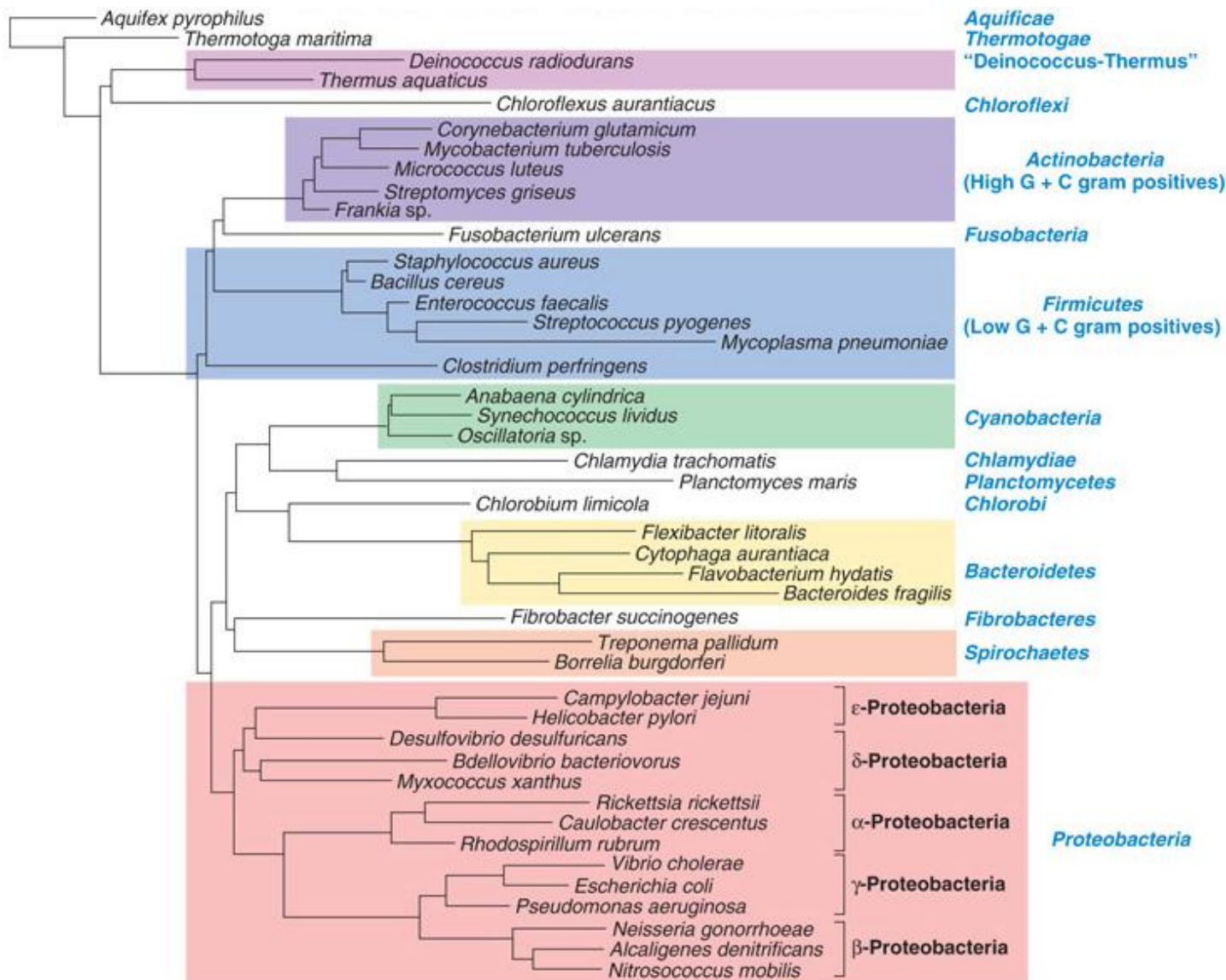
Volum 4. Bacteris Gram-positius d'alt contingut G+C (*Micrococcus*, *Streptomyces*)

Volum 5. Planctomycetes, espiroquetes, fibrobacteris, bacteroides i fusobacteris)

Filogènia dels arqueus



Filogènia dels bacteris



Tema 17

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. La classificació dels microorganismes: problemes intrínsecs.
- II. Classificació fenètica i filogenètica.
- III. Nomenclatura.**
- IV. Identificació.

Sistema binomial de Nomenclatura

- Carl von Linné (Carolus Linnaeus)
- Una nova espècie no es reconeix mentre no es publica al *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*

RANGS TAXONÒMICS

Domini	Bacteria	Archaea
Phylum	Proteobacteria	Euryarcheota
Classe	γ-Proteobacteria	Halobacteria
Ordre	Enterobacteriales	Halobacteriales
Família	Enterobacteriaceae	Halobacteriaceae
Gènere	<i>Escherichia</i>	<i>Halobacterium</i>
Espècie	<i>E. coli</i>	<i>H. salinarum</i>

Tema 17

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. La classificació dels microorganismes: problemes intrínsecs.
- II. Classificació fenètica i filogenètica.
- III. Nomenclatura.
- IV. Identificació.**
 - 1. Mètodes culturals**
 - 2. Mètodes moleculars**
 - 3. Mètodes immunològics**

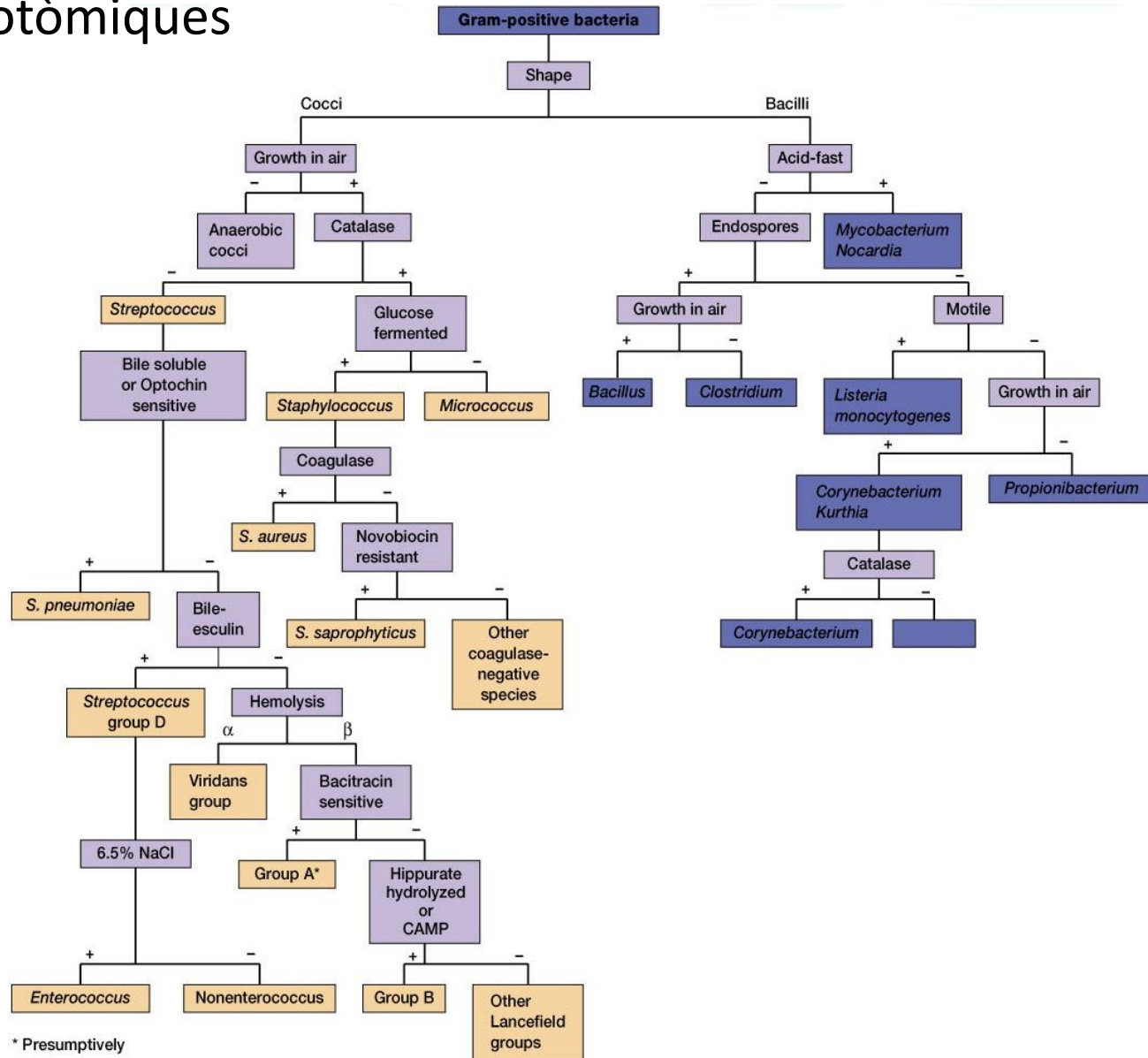
I. MÈTODES CULTURALS

Estudi de característiques morfològiques, culturals, fisiològiques i bioquímiques ⇒ comparació amb les característiques d'espècies conegudes

1. Obtenció de cultiu pur
2. Gram, morfologia, endòspores, càpsules,..
3. O/F
4. Consulta de les proves a realitzar ⇒ fer-les

Característica	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Vibrionaceae</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>
Gènere representatiu	<i>Escherichia</i>	<i>Vibrio</i>	<i>Pseudomonas</i>
Metabolisme de glucosa	Fermentatiu	Fermentatiu	Oxidatiu
Morfologia cel.lular	Bacils rectes	Bacils rectes o corbats	Bacils rectes
Flagels	Peritrics	Polars	Polars
Creixement amb O ₂	+	+	+
Creixement sense O ₂	+	+	-
Oxidasa	-	+	+
Requeriment de Na ⁺	-	(+)	-
Inhibició per O129	-	+	-

Claus dicotòmiques



☞ Ús de sistemes miniaturitzats de identificació

1. Cultiu pur
2. Gram, morfologia, O/F,..
3. Elecció del sistema adient



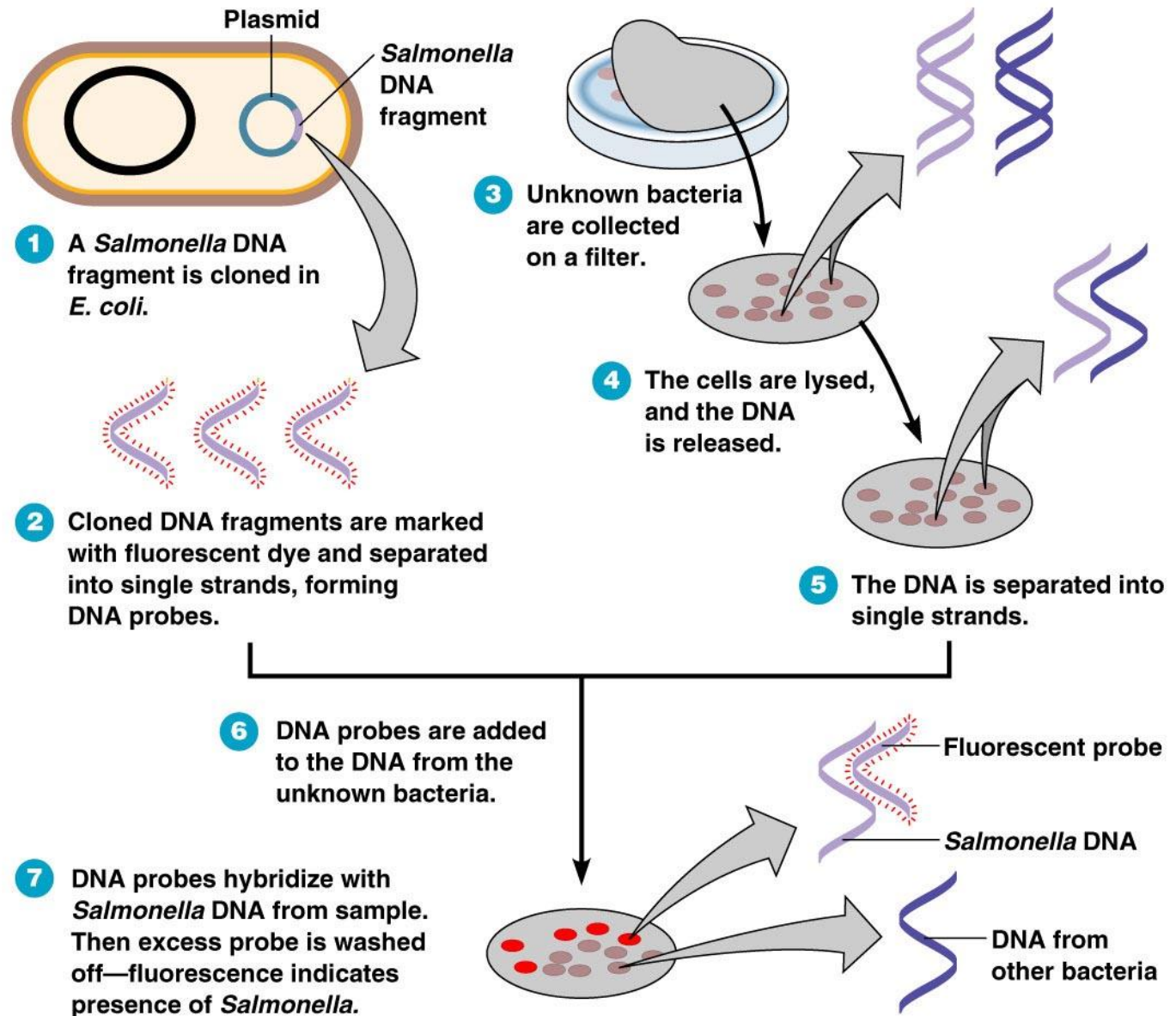
Tira API. Inclou al menys 20 proves i hi ha varies opcions: enterobacteris, Gram-negatius no enterobacteris, estreptococs,...



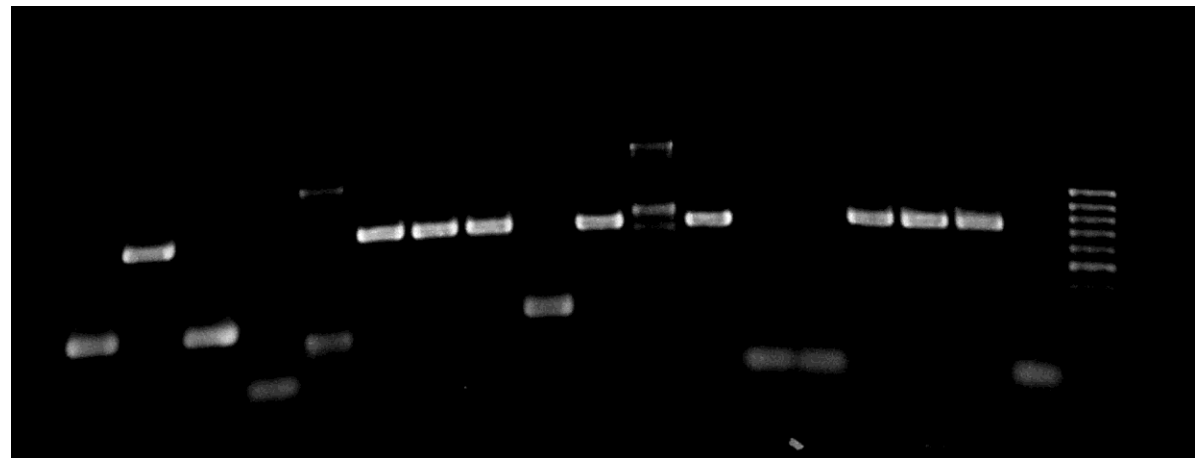
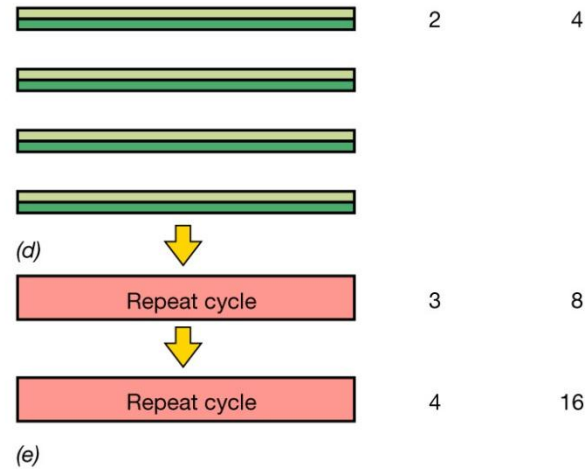
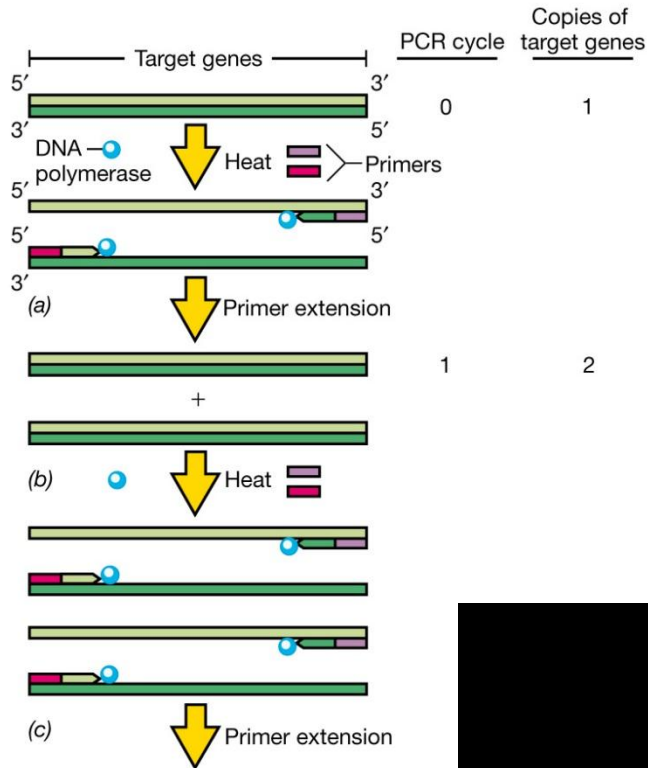
BIOLOG. Basat en la comparació de patrons d'utilització de fonts de C.

II. MÈTODES MOLECULARS

🔑 Sondes d' ADN



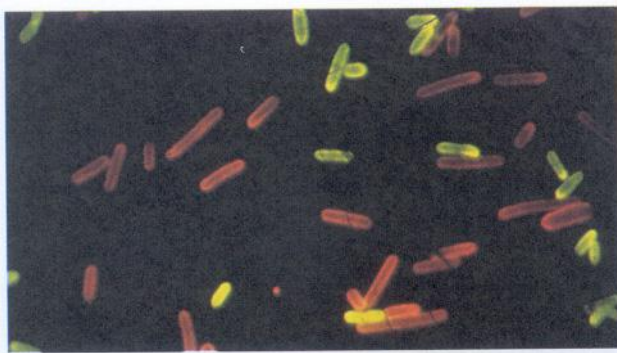
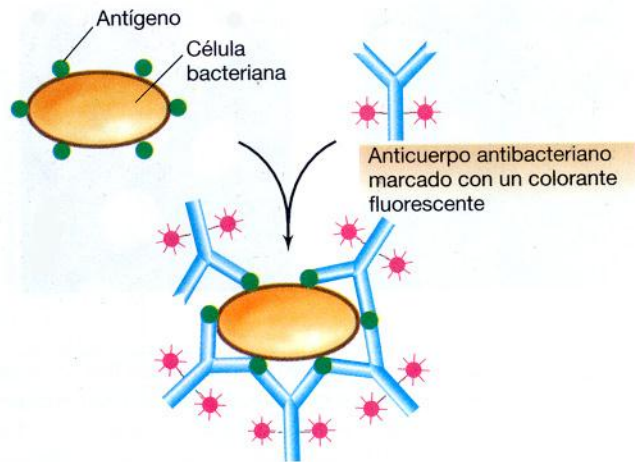
PCR



III. MÈTODES IMMUNOLÒGICS

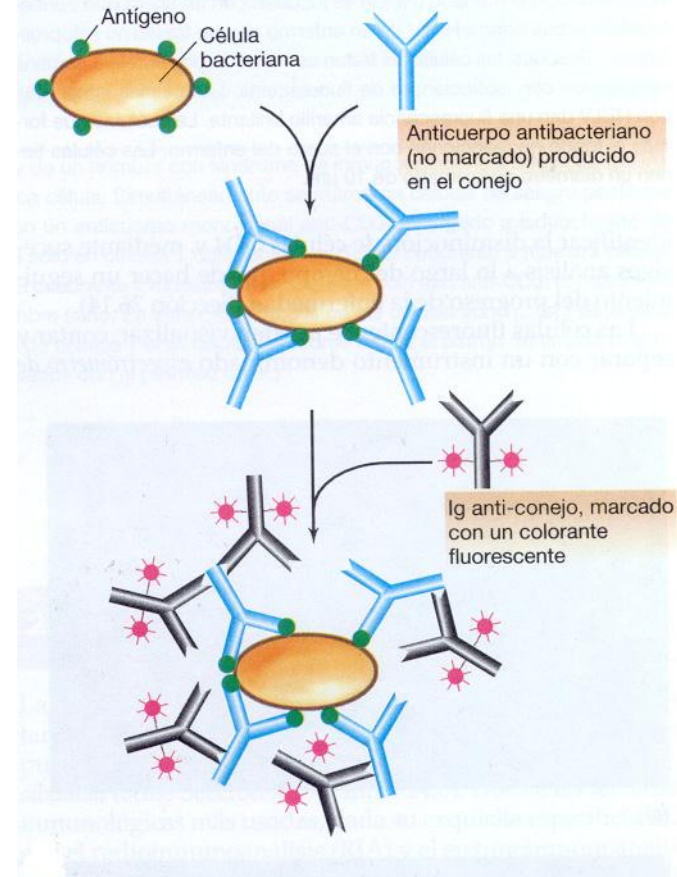
☞ Tincions immunològiques

Tinció directa



Clostridium septicum tenyit amb un anticòs conjugat amb ITF (verd) i *C. chauveii* tenyit amb un anticòs conjugat amb rodamina-B (roig)

Tinció indirecta

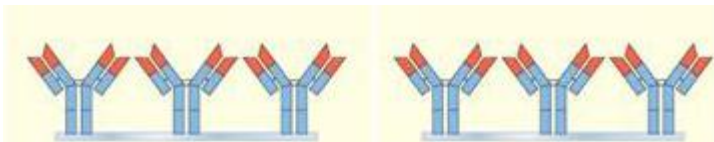




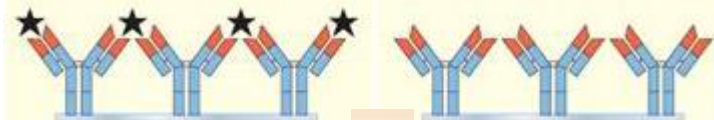
ELISA

Directe

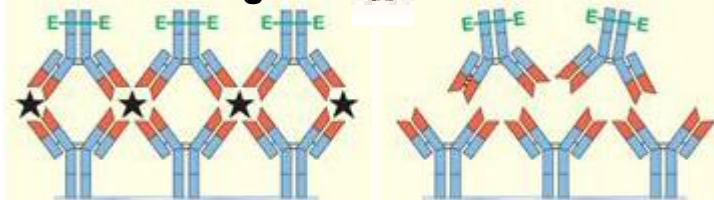
Indirecte



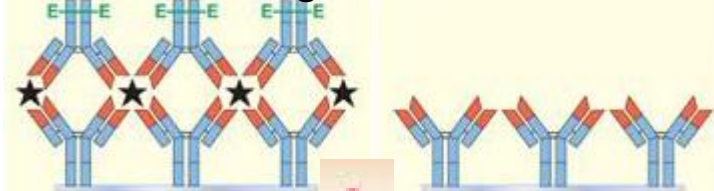
Anticòssos front a l'antigen cobrint la superfície



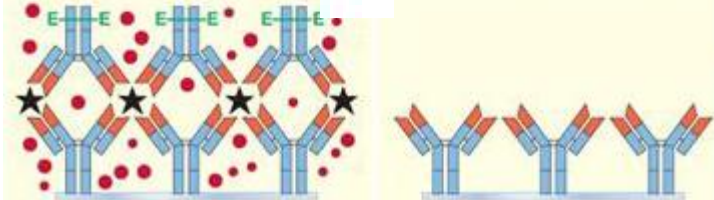
Adició de l'antigen → ★



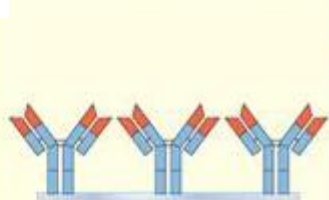
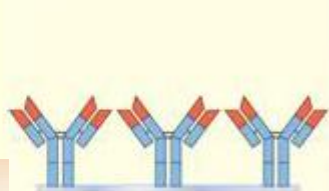
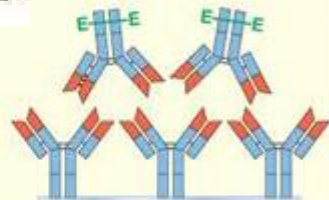
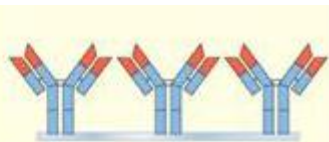
Anticòssos front a l'antigen marcats amb enzim



Adició del substrat → ●



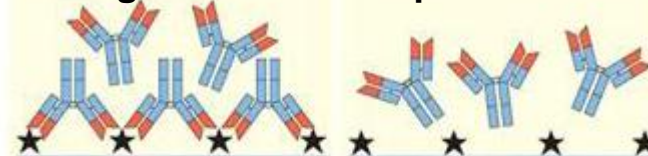
Test positiu



Test negatiu



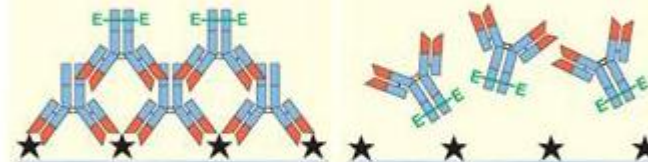
Antigen cobrint la superfície



Adició de la mostra de sèrum



Anticòssos marcats amb enzim



Adició del substrat → ●



Test positiu



Test negatiu

Resolució relativa de diferents tècniques moleculars

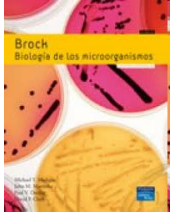
Family	Genus	Species	Subspecies	Strain
Genome sequencing				
16S rDNA sequencing				
Mol% G+C				
DNA-DNA hybridization				
Multilocus sequence typing				
Whole cell protein profiling				
Genomic fingerprinting				

Tema 18

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. Diversitat procariòtica.
- II. Arqueus: caràcters generals i principals grups.
- III. Bacteris: principals grups.

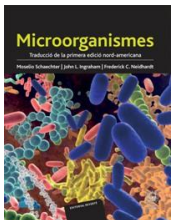
Bibliografia



“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítols 15, 16 i 17



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 20, 21, 22, 23 i 24



“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 15



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 11

Tema 18

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. **Diversitat procariòtica.**
- II. Arqueus: caràcters generals i principals grups.
- III. Bacteris: principals grups.

- Arqueus (500 espècies catalogades)
 - Crenarqueotes (termoacidòfils)
 - Euriarqueotes
 - Metanògens
 - Halòfils extrems
- Bacteris (10.000 espècies catalogades)
 - Vint-i-tres llinatges (B1-B23)

Tema 18

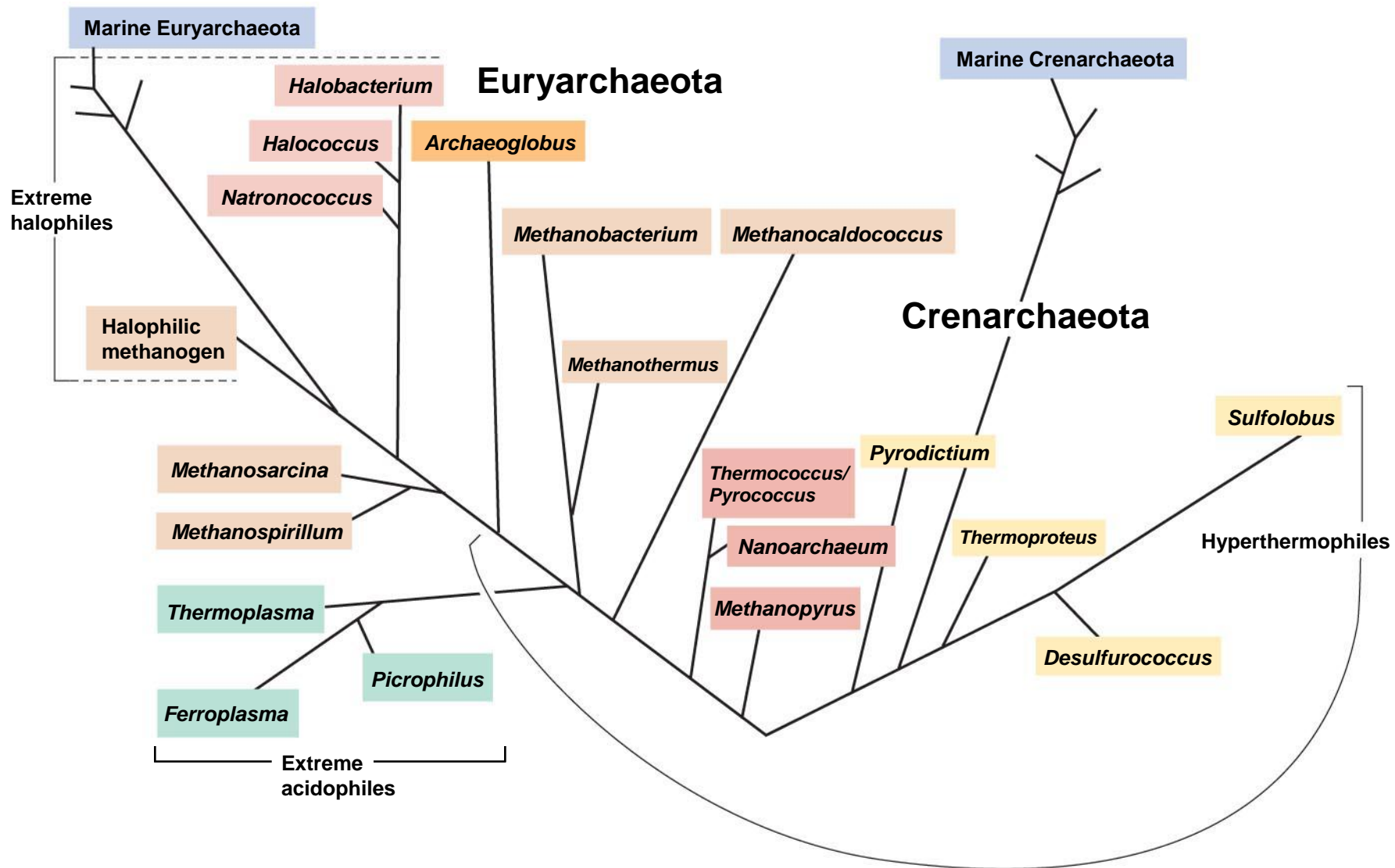
DIVERSITAT MICROBIANA

- I. Diversitat procariòtica.
- II. **Arqueus: caràcters generals i principals grups.**
 1. **Introducció: estructura, filogenètica i diversitat metabòlica**
 2. ***Euryarchaeota***
 3. ***Crenarchaeota***
- III. Bacteris: principals grups.

1. Introducció: estructura, filogenètica i diversitat metabòlica

- *Archaea* comparteix moltes característiques amb *Bacteria* i amb *Eukarya*
- A nivell de bioenergètica i metabolisme intermedi *Archaea* és semblant a *Bacteria*
 - Excepcionalment, alguns *Archaea* usen la metanogènesi
 - L'autotròfia, per diferents vies metabòliques està molt distribuïda entre *Archaea* (via acetil-CoA (metanògens), TCA invers).
 - Catabolisme de glucosa per glicòlisis o Entner-Doudoroff modificada
 - Gluconeogènesi per glicòlisi en halòfils i metanògens
 - TCA present en halòfils i *Thermoplasma*, no en metanògens

- Paret cel·lular
 - Sense mureïna
 - Tipus: pseudomureïna, metanocondroïtina, heteropolisacàrids, proteïnes, glicoproteïnes.
- Membrana cel·lular
 - Unions èter, lípids de membrana especials.
 - Monocapes o bicapes
- Genètica
 - Cromosomes circulars. Pocs plasmidis.
 - Ribosomes 70S de morfologies molt variables. Resistents a cloranfenicol i kanamicina. Sensibles a la toxina diftèrica.
 - RNA polimerasa més semblant a les eucariòtiques.



Crenarchaeota: fundamentalment hipertermòfils *Euryarchaeota*: metanògens i halòfils

CARACTERÍSTIQUES DELS PRINCIPALS GRUPS FISIOLÒGICS D'ARQUEUS

Grup	Característiques generals	Gèneres
Metanògens	Anaerobis estrictes. Cofactors específics	<i>Methanobacterium</i> , <i>Methanococcus</i>
Reductors de sulfat	Hipertermòfils i anaerobis. Creixement autotròfic amb H_2 i $S_2O_3^{2-}$. Formen metà en baixes quantitats	<i>Archaeoglobus</i>
Halòfils extrems	Quimioorganòtrofs aerobis. Requeriment de NaCl $\geq 1,5M$. Neutròfils o basòfils	<i>Halobacterium</i> <i>Natronobacterium</i>
Sense paret cel·lular	Pleomòrfics. Quimioorganòtrofs i termoacidòfils. Anaerobis facultatius. Glucoproteïnes i lipoglicans en la membrana	<i>Thermoplasma</i>
Hipertermòfils dependents de sofre	Termòfils estrictes (70-110°C). El S es reduït anaeròbiamment a H_2S o oxidat aeròbiamment a H_2SO_4	<i>Sulfolobus</i> <i>Acidianus</i> <i>Pyrococcus</i>

2. Euriarqueotes

- Grup molt divers a nivell filogenètic
- Habita en ambients extrems (alta salinitat, pH, T)
- Classificació:
 - *Archaea* halòfils extrems
 - *Archaea* metanogènics
 - *Thermoplasmatales*
 - *Thermococcales* i *Methanopyrus*
 - *Archaeoglobales*
 - *Nanoarchaeum* i *Aciduliprofundum*

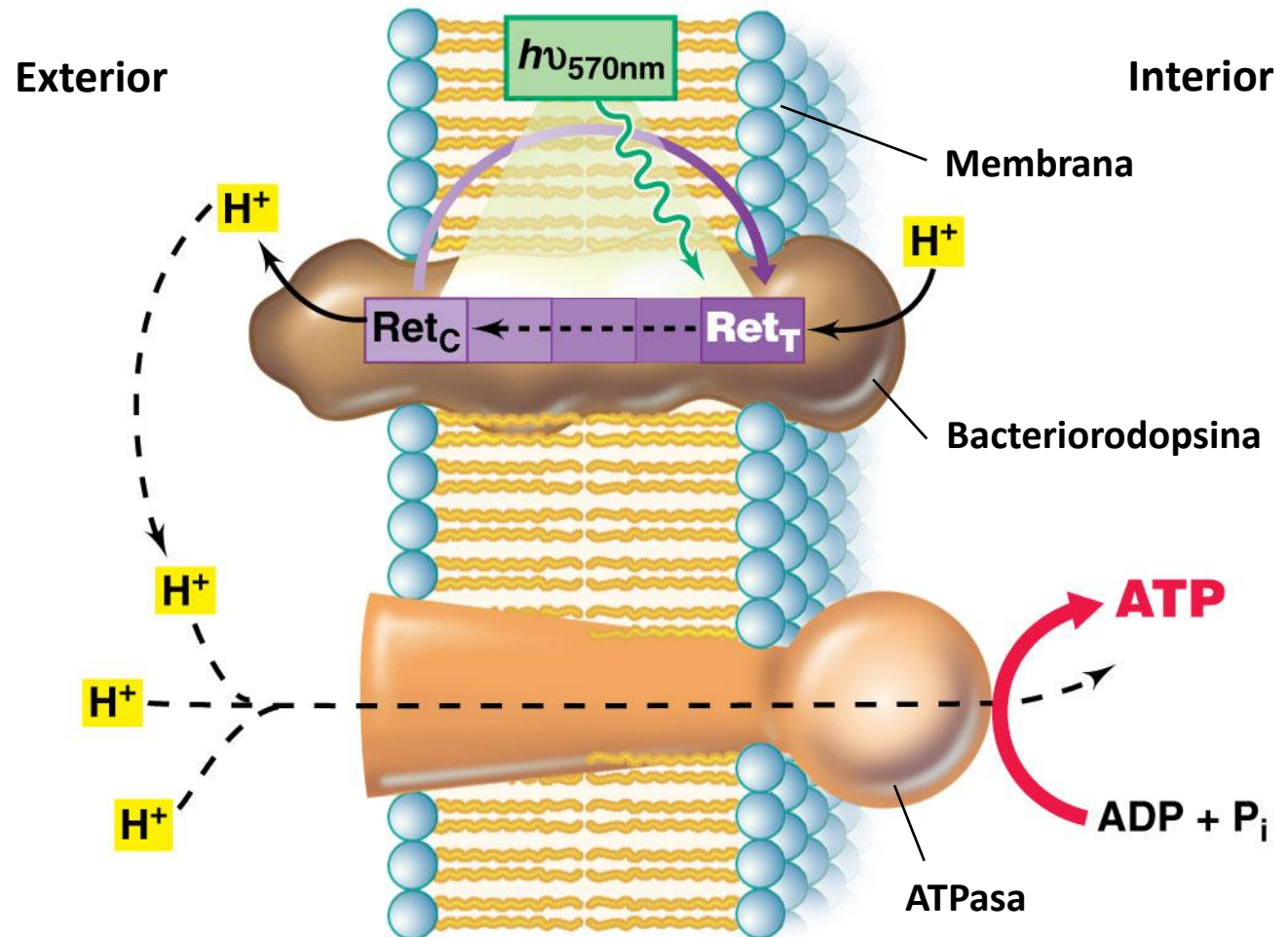
Archaea halòfils extrems

- *Haloarchaea* (*Halobacterium*, *Haloferax*, *Natronobacterium*)
- Típicament requereixen un mínim de 1.5 M (~9%) NaCl per créixer
- Es troben en ambients salins artificials (salaons, salines, llacs salats)
- Reproducció per fissió binària
- No formen espores



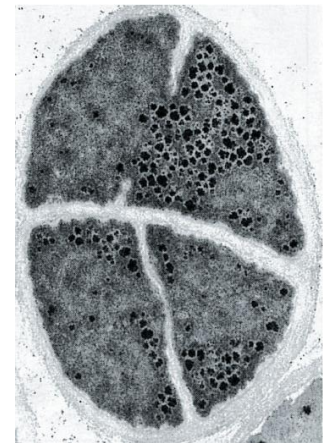
- Majoritàriament immòbils
- Majoritàriament aerobis obligats
- Adaptats a la vida en ambient d'alta força iònica (paret cel·lular formada per glicoproteïnes estabilitzades per Na^+)
- Mantenen el balanç osmòtic acumulant o sintetitzant soluts compatibles
- *Halobacterium* bombeja K^+ perquè la seva concentració supere el Na^+ extracel·lular (balanç d'aigua favorable)

Alguns haloarqueus poden sintetitzar ATP amb energia de la llum (Bacteriorodopsina)



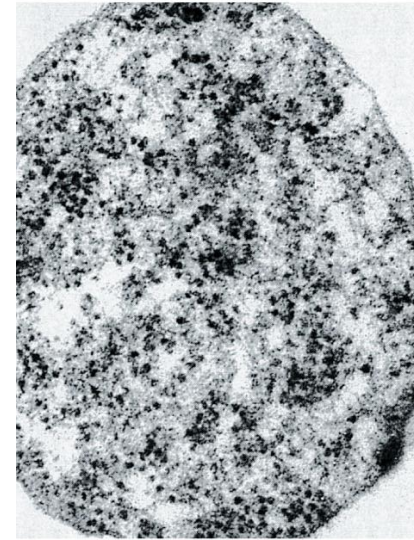
Archaea metanogènics

- *Methanobacterium*, *Methanocaldococcus*,
Methanosarcina
- Es troben en diferents ambients
- Taxonomia basada en aspectes fenotípics-
filogenètics
- Anaerobis obligats
- Poden convertir en CH₄ fins a 11 substrats
diferents



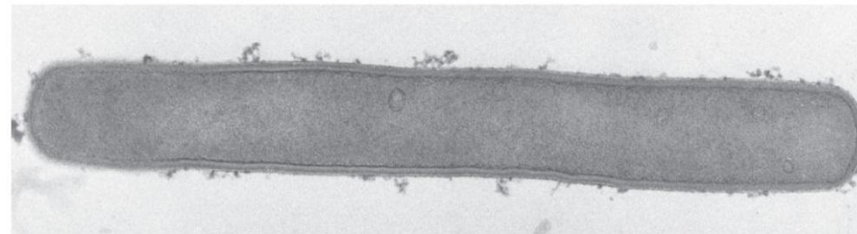
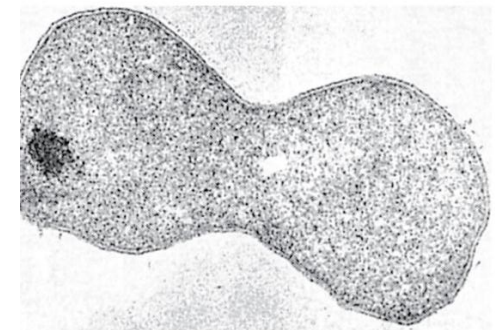
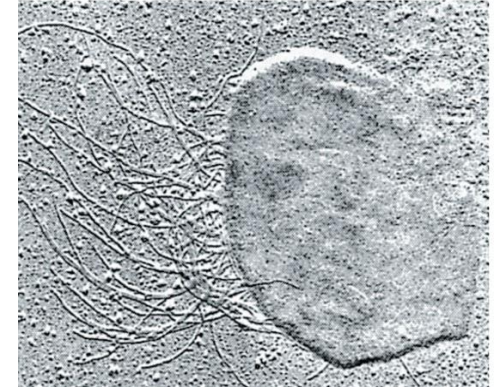
Thermoplasmatales (termofílics i/o extremadament acidòfils)

- *Thermoplasma*
 - Quimioorganòtrofs
 - Aerobis facultatius via respiració del sofre
 - Es troben a piles d'autocombustió de carbó
 - Membranes amb lipoglicà (monocapa lipídica amb enllaços tetraeter)
- *Ferroplasma*
 - Quimilitotròf
 - Oxida Fe^{2+} a Fe^{3+} , generant àcid
 - Creix a les mines de pirita (FeS_2)
- *Picrophilus*
 - acidòfil extrem (creix òptimament a pH 0.7)



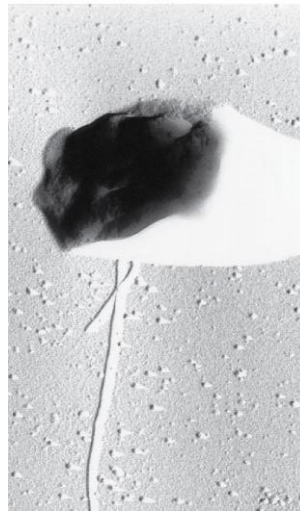
Thermococcales and *Methanopyrus*

- *Thermococcales*
 - *Thermococcus* i *Pyrococcus*
 - Termes marines anòxiques
 - Altament mòbils
- *Methanopyrus*
 - Metanogènics
 - Tenen lípids de membrana exclusius



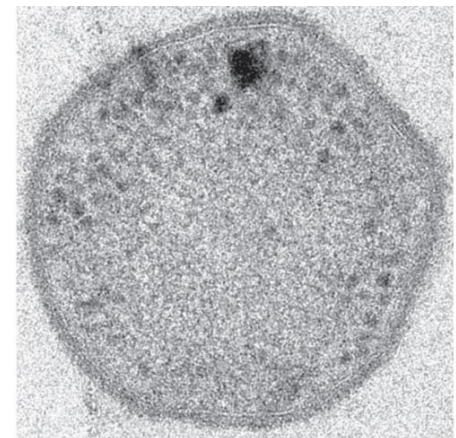
Archaeoglobales

- *Archaeoglobus*,
Ferroglobus
 - Hipertermòfils



Nanoarchaeum i *Aciduliprofundum*

- *N. equitans* és un dels organismes cel·lulars més menuts (~0.4 μm)
 - Simbiont obligat del crenarchaeota *Ignicoccus*
 - Genoma molt menut (li falten gens per tot, excepte pels processos moleculars centrals)



3. Crenarqueotes (termoacidòfils)

- Viuen en T extremes (hipertermòfils) 70-113 °C i també en ambients extremadament freds
- Molts son anaerobis obligats
- Quimiorganòtrofs i quimiolitòtrofs amb diversos donadors i acceptors d'electrons
- Hàbitats
 - Volcans terrestres
 - Volcans submarins
 - Hàbitats no termals



(a)

T. D. Brock



(b)

T. D. Brock



(c)

T. D. Brock

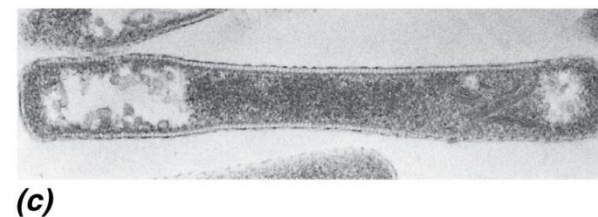
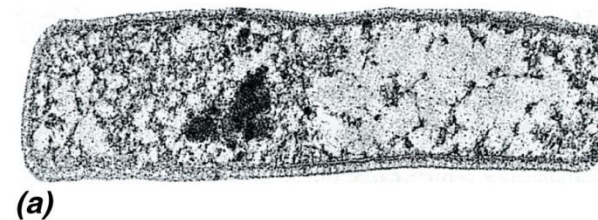
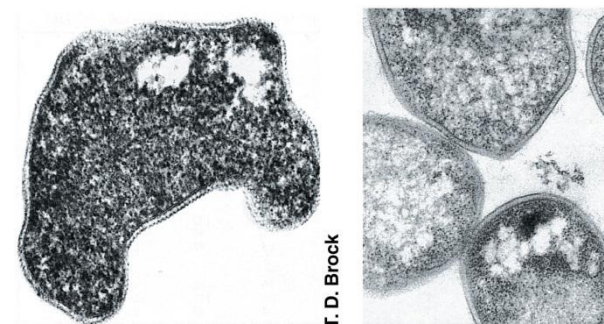


(d)

T. D. Brock

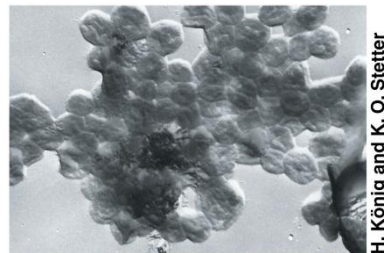
Crenarchaeota que viuen en hàbitats volcànics terrestres

- *Sulfolobales* (*Sulfolobus* i *Acidianus*)
 - Viu en fonts acídiques rics en sofre
- *Thermoproteales* (*Thermoproteus*, *Thermofilum*, i *Pyrobaculum*)
 - Termes lleugerament àcides o fumaroles hidrotermals

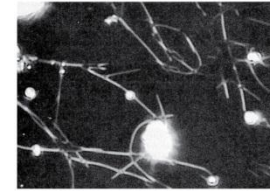


Crenarchaeota que viuen en hàbitats volcànics submarins

- Termes i fumaroles marines. Son el arqueus més termofílics
 - *Pyrodictium* i *Pyrolobus* (T òptima >100 °C)
 - *Desulfurococcus* i *Ignicoccus* (anaerobis estrictes)
 - *Staphylothermus*



H. König and K. O. Stetter



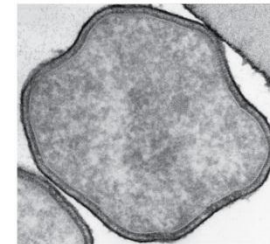
(a)

H. König and K. O. Stetter



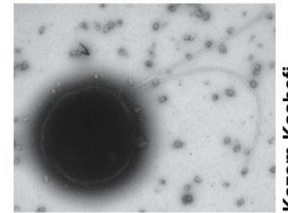
(b)

H. König and K. O. Stetter



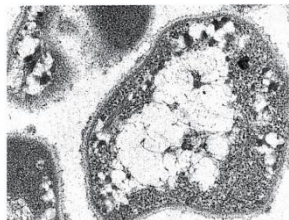
(c)

R. Rachel and K. O. Stetter



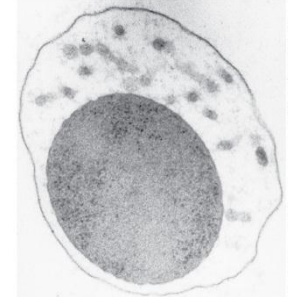
(d)

Kazem Kashefi



(a)

R. Rachel and K. O. Stetter



(b)

Reinhard Rachel and Karl O. Stetter

Crenarchaeota que viuen en hàbitats no termals

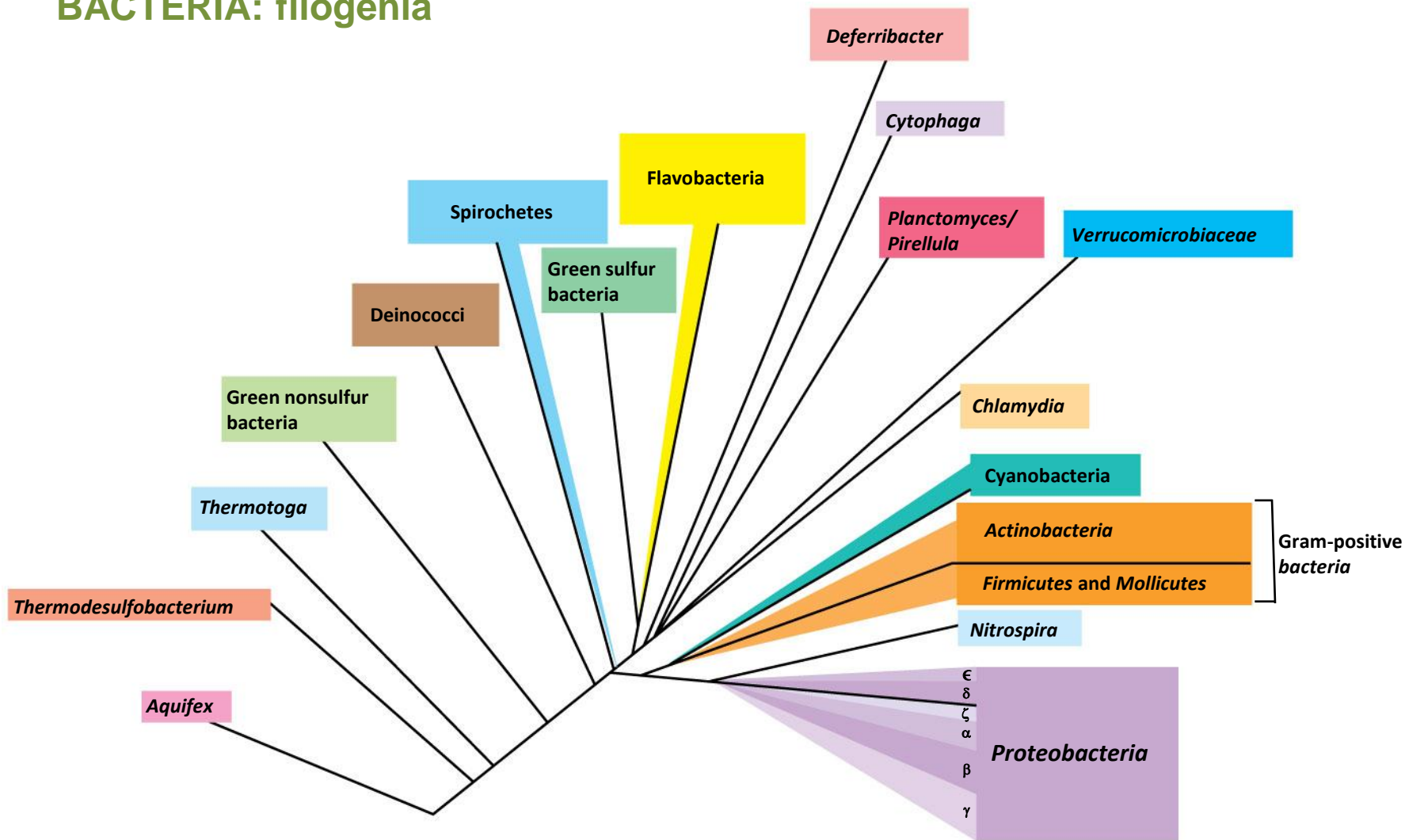
- Identificats en ambients terrestres i en aigües marines temperades i fredes per mètodes d'estudi independents del creixement
- Nitrificants

Tema 18

DIVERSITAT MICROBIANA

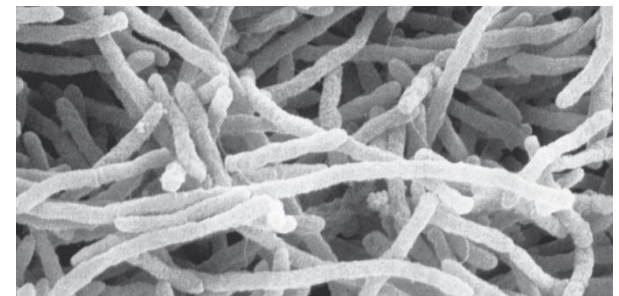
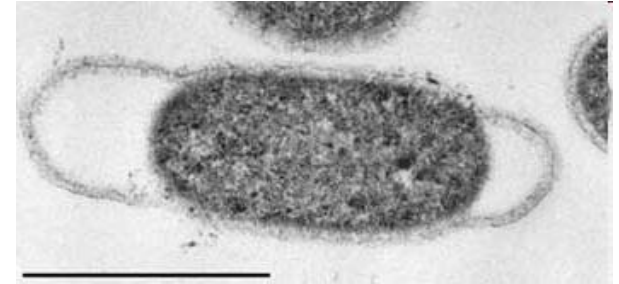
- I. Diversitat procariòtica.
- II. Arqueus: caràcters generals i principals grups.
- III. **Bacteris: principals grups.**

BACTERIA: filogènia



Aquifex (B1) i *Thermotoga* (B2)

- Bacteris hipertermofílics
- *Thermotoga*
 - Anaeròbic, fermentador, quimioorganòtrof
 - 20% dels gens d'origen *Archaea*
- *Aquifex*
 - Quimiolitòtrof obligat
 - És el bacteri més termofílic (pot créixer a 95°C)



Thermodesulfobacteris, *Thermosulfobacterium* (B3)

- Reductores de sulfat termòfiles

Deinococcus i *Thermus* (B4)

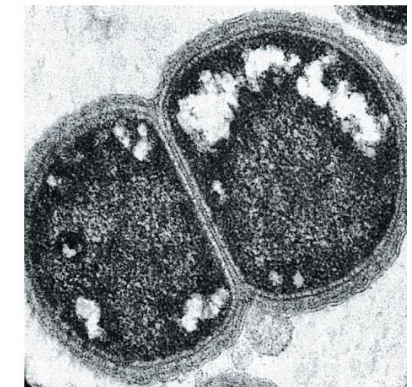
- *Thermus*

- Termofílic, aeròbic, organòtrof
- Font de la *Taq* DNA polimerasa



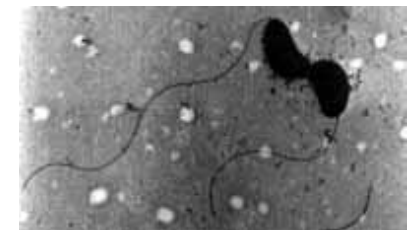
- *Deinococcus*

- G+, aeròbic, organòtrof
- Solen tindre carotenoides
- Resistents a la radiació UV, dessecació i agents mutants



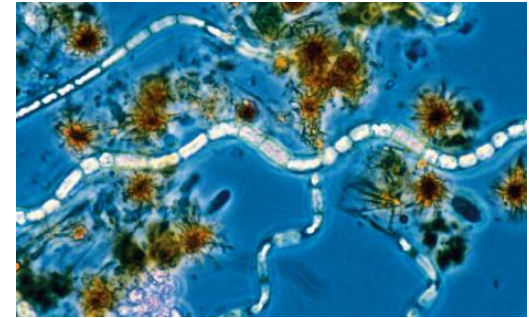
Chrysiogenetes, *Chrysiogenes arsenatis* (B5)

- Respira arsenat (forma oxidada de l'arsènic)



Cloroflexis, *Chloroflexus* (B6)

- Filamentós, termofílic
- Fotòtrof
- Creix en termes a pH neutre o bàsic
- Motilitat per lliscament

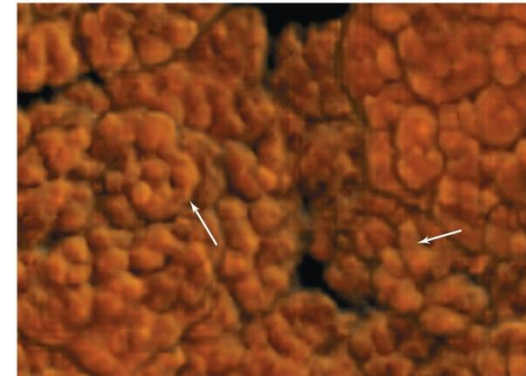


Termomicrobis, *Thermobacterium* (B7)

- Aerobis estrictes que creixen a 75 °C
- Lípids de membrana atípics
- Paret cel·lular de proteïnes, sense peptidoglicà

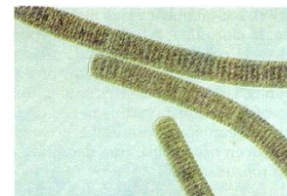
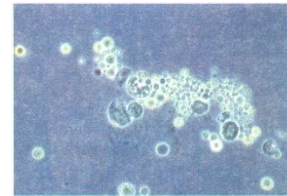
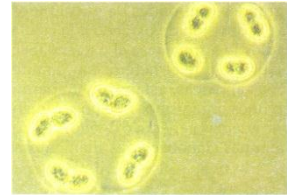
Nitrospira (B8) i *Deferribacter* (B9)

- Quimiolitòtrofs o quimioorganòtrofs
- Termòfils o mesòfils

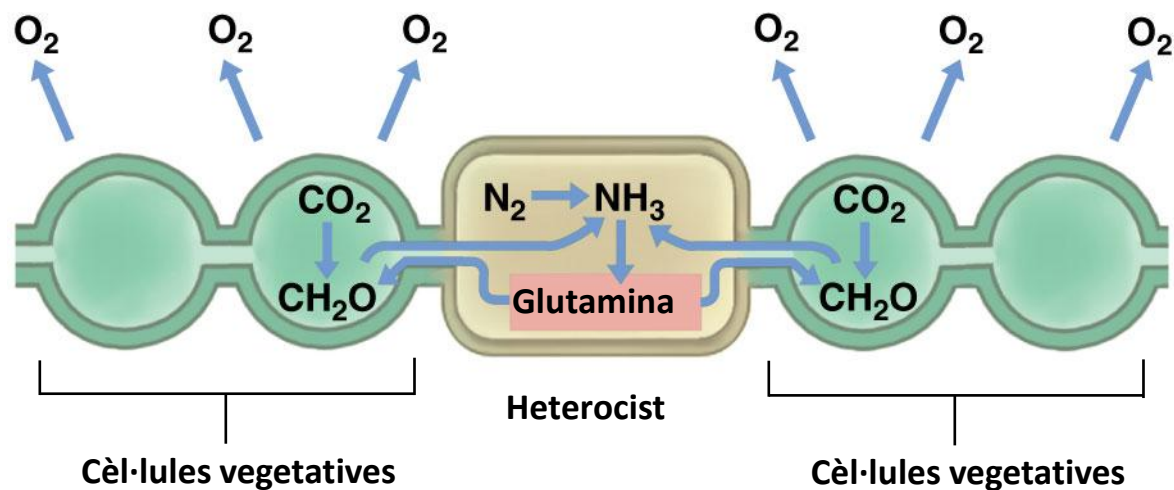


Cianobacteris: *Synechococcus*, *Oscillatoria*, *Nostoc* (B10)

- Fotòtrofs oxigènics
- Solen tindre vesicles de gas
- Algunes produeixen neurotoxines
- Gran diversitat morfològica
 - Unicel·lulars (divisió per fissió binària)
 - Unicel·lulars (divisió per fissió múltiple)
 - Filamentoses (amb heterocistos)
 - Filamentoses (sense heterocistos)
 - Filaments ramificats

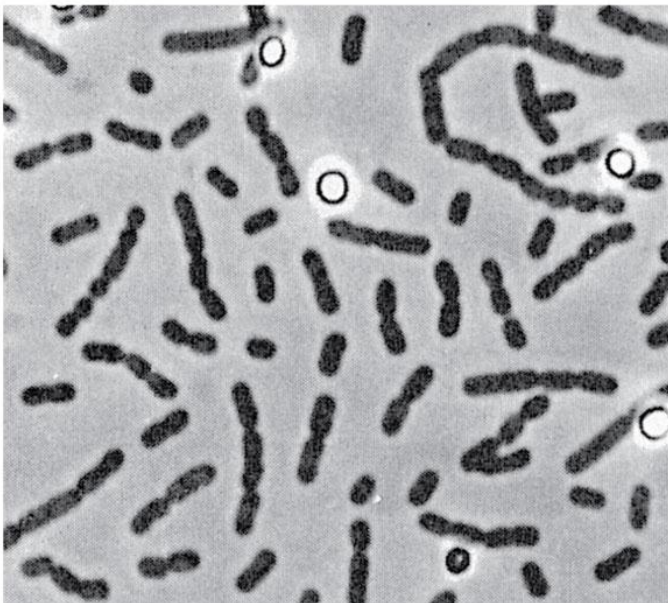


- Heterocist: cèl·lula més grossa on es crea un ambient anòxic
- És un lloc de fixació del nitrogen
- La nitrogenasa és sensible a l'oxigen



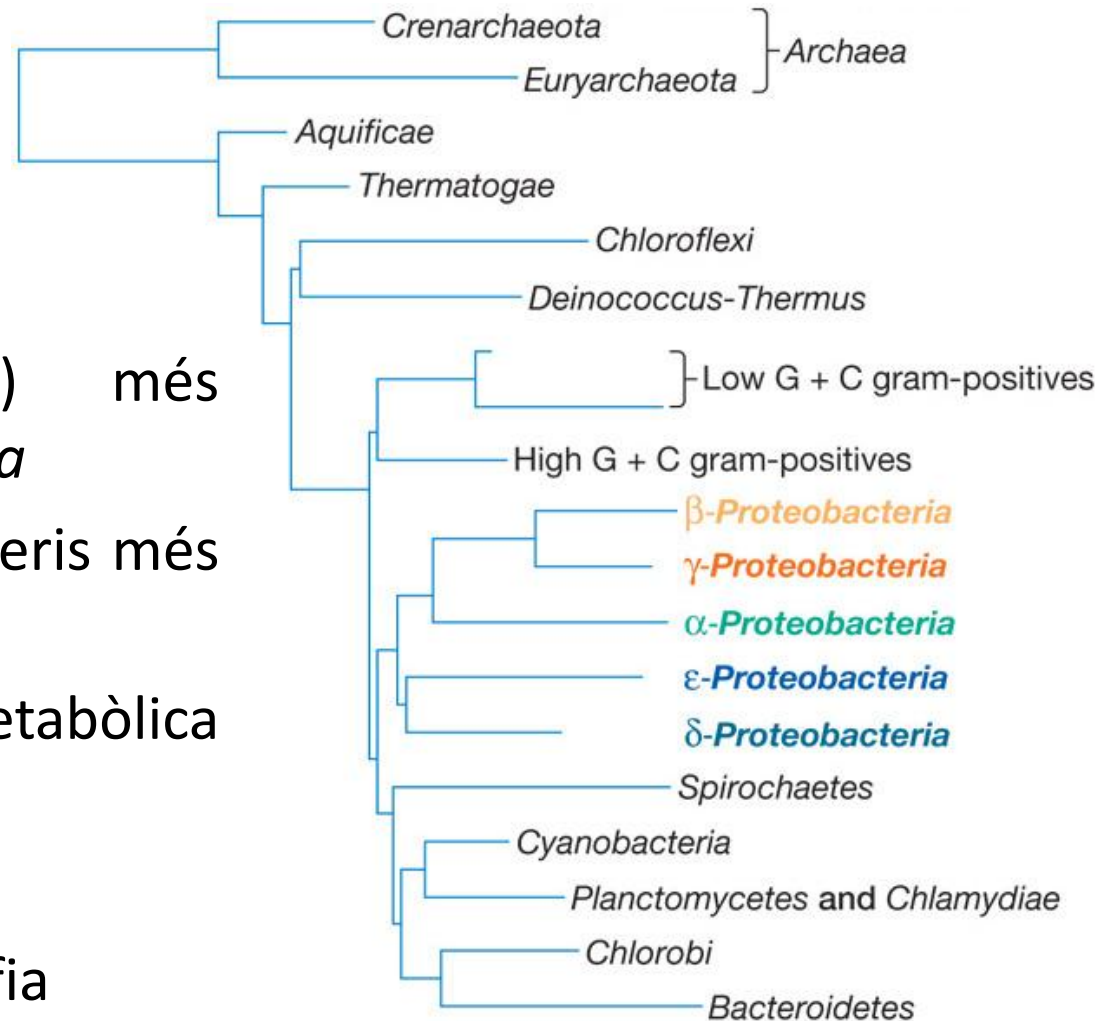
Bacteris verds del sofre, *Chlorobium*(B11)

- Fotòtrofs anoxigènics, amb molta diversitat filogenètica, no mòbils
- Utilitzen H_2S com acceptor d'electrons i l'oxiden a SO_4^{2-}
- Tenen clorosomes (cossos rics en bacterioclorofil·la)



Proteobacteria (B12)

- El llinatge (*phyla*) més important dels *Bacteria*
- Inclou molts dels bacteris més coneguts
- La major diversitat metabòlica dels *Bacteria*
 - Quimilitotròfia
 - Quimioorganotròfia
 - Fototròfia
- Diversitat morfològica



Classe	Gèneres representatius	Grups fisiològics
Alfa	<i>Rhodospirillum</i> , <i>Rhodospira</i> <i>Caulobacter</i> , <i>Hyphomicrobium</i> <i>Nitrobacter</i> <i>Rickettsia</i> <i>Acetobacter</i> , <i>Gluconobacter</i> <i>Methylocystis</i>	Bacteris rojos no del sofre Bacteris amb prosteca Nitrificants Paràsits intracel·lulars Bacteris de l'àcid acètic Metilotrofs
Beta	<i>Nitrosomonas</i> <i>Thiobacillus</i> <i>Ralstonia</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Hydrogenophaga</i> <i>Spirillum</i>	Nitrosificants Quimiolitòtrofs del sofre Oxidadors d'hidrogen Espirils
Gamma	<i>Escherichia</i> , <i>Vibrio</i> , <i>Aeromonas</i> <i>Methylococcus</i> <i>Chromatium</i> <i>Coxiella</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiotrix</i>	Gram-negatiu, fermentatiu, anaerobis facultatiu Metilotrofs Bacteris rojos del sofre Paràsits intracel·lulars Gram-negatiu, oxidatiu, aerobis Oxidadors de sofre
Delta	<i>Desulfovibrio</i> , <i>Desulfomicrobium</i> <i>Myxococcus</i>	Respiradors anaerobis de sulfat i sofre Formadors de cossos fructífers
Epsilon	<i>Campylobacter</i> , <i>Helicobacter</i>	Espirils

Alfa proteobacteria

 Table 22.1 Characteristics of Selected α -Proteobacteria

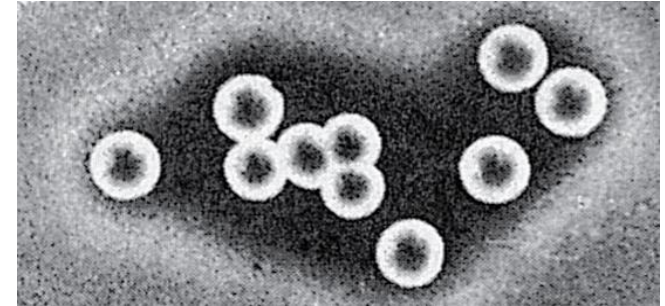
Genus	Dimensions (μm) and Morphology	G + C Content (mol%)	Genome size (Mb)	Oxygen Requirement	Other Distinctive Characteristics
<i>Agrobacterium</i>	0.6–1.0 \times 1.5–3.0; motile, nonsporing rods with peritrichous flagella	57–63	2.5	Aerobic	Chemoorganotroph that can invade plants and cause tumors
<i>Caulobacter</i>	0.4–0.6 \times 1–2; rod- or vibrioid-shaped with a flagellum and prostheca and holdfast	62–65	4.0	Aerobic	Heterotrophic and oligotrophic; asymmetric cell division
<i>Hyphomicrobium</i>	0.3–1.2 \times 1–3; rod-shaped or oval with polar prosthecae	59–65	Nd*	Aerobic	Reproduces by budding; methylotrophic
<i>Nitrobacter</i>	0.5–0.9 \times 1.0–2.0; rod- or pear-shaped, sometimes motile by flagella	59–62	3.4	Aerobic	Chemolithotroph, oxidizes nitrite to nitrate
<i>Rhizobium</i>	0.5–1.0 \times 1.2–3.0; motile rods with flagella	57–66	5.1	Aerobic	Invades leguminous plants to produce nitrogen-fixing root nodules
<i>Rhodospirillum</i>	0.7–1.5 wide; spiral cells with polar flagella	62–64	4.4	Anaerobic, microaerobic, aerobic	Photoheterotroph under anoxic conditions
<i>Rickettsia</i>	0.3–0.5 \times 0.8–2.0; short nonmotile rods	29–33	1.1–1.3	Aerobic	Obligate intracellular parasite

*Nd: Not determined; genome not yet sequenced

Alfa proteobacteria

Proteobacteria quimioorganòtrofs aerobis i aerobis facultatius

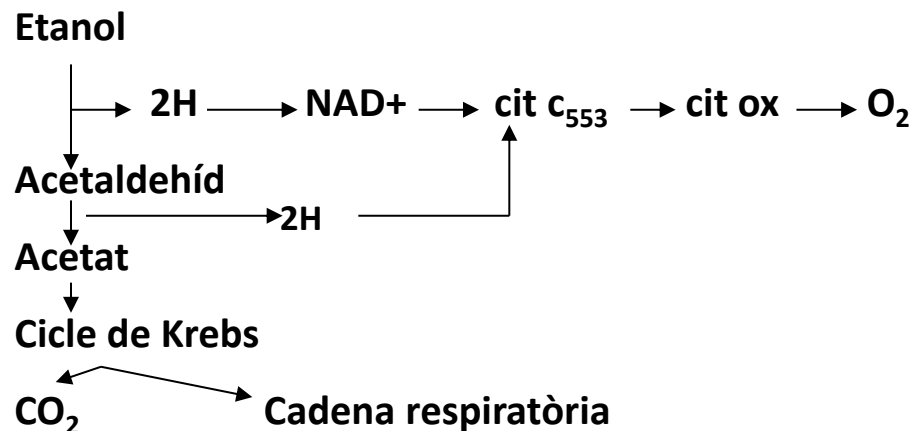
- Bacteris de l'àcid acètic (Bacils aerobis i mòbils que oxiden completament alcohols i sucres, acumulant àcids orgànics)



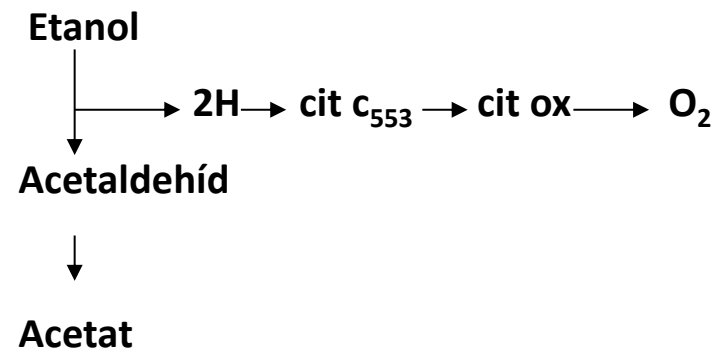
Acetobacter (superoxidants, cicle de Krebs complet, flagels perítrics)

Gluconobacter (suboxidants, cicle de Krebs incomplet, flagels polars)

Acetobacter



Gluconobacter



Beta proteobacteria

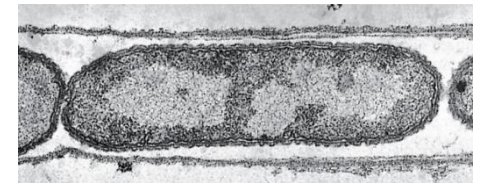
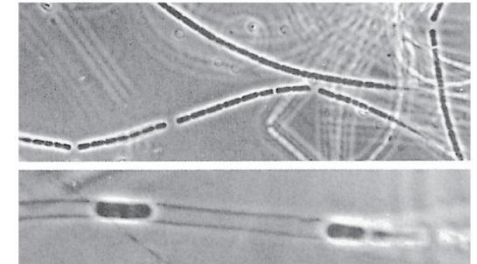
 Table 22.3 Characteristics of Selected β -Proteobacteria

Genus	Dimensions (μm) and Morphology	G + C Content (mol%)	Genome Size (Mb)	Oxygen Requirement	Other Distinctive Characteristics
<i>Bordetella</i>	0.2–0.5 \times 0.5–2.0; nonmotile coccobacillus	66–70	3.7–5.3	Aerobic	Requires organic sulfur and nitrogen; mammalian parasite
<i>Burkholderia</i>	0.5–1.0 \times 1.5–4; straight rods with single flagella or a tuft at the pole	59–69.5	4.1–7.2	Aerobic, some capable of anaerobic respiration with NO_3^-	Poly- β -hydroxybutyrate as reserve; can be pathogenic
<i>Leptothrix</i>	0.6–1.5 \times 2.5–15; straight rods in chains with sheath, free cells flagellated	68–71	Nd*	Aerobic	Sheaths encrusted with iron and manganese oxides
<i>Neisseria</i>	0.6–1.9; cocci in pairs with flattened adjacent sides	48–56	2.2–2.3	Aerobic	Inhabitant of mucous membranes of mammals
<i>Nitrosomonas</i>	Size varies with strain; spherical to ellipsoidal cells with intracytoplasmic membranes	45–54	2.8	Aerobic	Chemolithotroph that oxidizes ammonia to nitrite
<i>Sphaerotilus</i>	1.2–2.5 \times 2–10; single chains of cells with sheaths, may have holdfasts	70	Nd	Aerobic	Sheaths not encrusted with iron and manganese oxides
<i>Thiobacillus</i>	0.3–0.5 \times 0.9–4; rods, often with polar flagella	52–68	Nd	Aerobic	All chemolithotrophic, oxidizes reduced sulfur compounds to sulfate, some also chemoorganotrophic

*Nd: Not determined; genome not yet sequenced

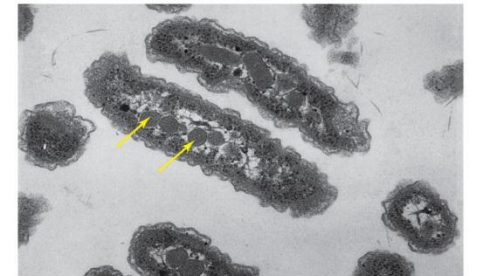
Sphaerotilus i *Leptothrix* (Bacteris embeïnats)

- Filamentosos, aerobis
- Les cèl·lules nadadores es formen dins d'una beina
- Habiten aigües riques en nutrients orgànics



Thiobacillus (Bacteris oxidants del sofre)

- Quimiolitòtrofs del sofre
- Donadors d'electrons habituals H_2S , S^0 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$; generant àcid sulfúric
- Alguns posseeixen carboxisomes



(a)



Gama proteobacteria

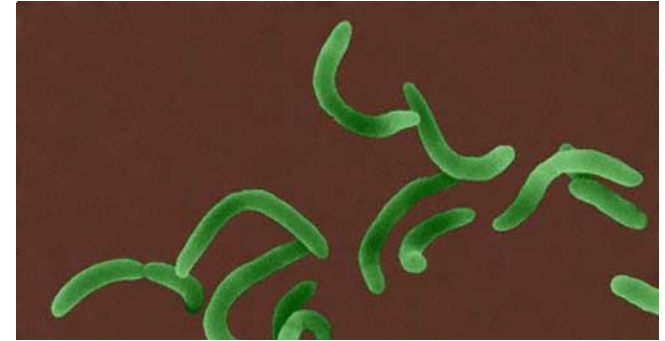
 Table 22.5 Characteristics of Selected γ -Proteobacteria

Genus	Dimensions (μm) and Morphology	G + C Content (mol %)	Oxygen Requirement	Other Distinctive Characteristics
<i>Azotobacter</i>	1.5–2.0; ovoid cells, pleomorphic, peritrichous flagella or nonmotile	63.2–67.5	Aerobic	Can form cysts; fix nitrogen nonsymbiotically
<i>Beggiatoa</i>	1–200 \times 2–10; colorless cells form filaments, either single or in colonies	35–39	Aerobic or microaerophilic	Gliding motility; can form sulfur inclusions with hydrogen sulfide present
<i>Chromatium</i>	1–6 \times 1.5–16; rod-shaped or ovoid, straight or slightly curved, polar flagella	48–50	Anaerobic	Photolithoautotroph that can use sulfide; sulfur stored within the cell
<i>Ectothiorhodospira</i>	0.7–1.5 in diameter; vibrioid- or rod-shaped, polar flagella	61.4–68.4	Anaerobic, some aerobic or microaerophilic	Internal lamellar stacks of membranes; deposits sulfur granules outside cells
<i>Escherichia</i>	1.1–1.5 \times 2–6; straight rods, peritrichous flagella or nonmotile	48–59	Facultatively anaerobic	Mixed acid fermenter; formic acid converted to H_2 and CO_2 , lactose fermented, citrate not used
<i>Haemophilus</i>	<1.0 in width, variable lengths; coccobacilli or rods, nonmotile	37–44	Facultative or aerobic	Fermentative; requires growth factors present in blood; parasites on mucous membranes
<i>Leucothrix</i>	Long filaments of short cylindrical cells, usually holdfast is present	46–51	Aerobic	Dispersal by gonidia, filaments don't glide; rosettes formed; heterotrophic
<i>Methylococcus</i>	0.8–1.5 \times 1.0–1.5; cocci with capsules, nonmotile	59–65	Aerobic	Can form a cyst; uses methane, methanol, and formaldehyde as sole carbon and energy sources
<i>Photobacterium</i>	0.8–1.3 \times 1.8–2.4; straight, plump rods with polar flagella	39–44	Facultatively anaerobic	Two species can emit blue-green light; Na^+ needed for growth
<i>Pseudomonas</i>	0.5–1.0 \times 1.5–5.0; straight or slightly curved rods, polar flagella	58–69	Aerobic or facultatively anaerobic	Respiratory metabolism with oxygen or nitrate as acceptor; some use H_2 or CO as energy source
<i>Vibrio</i>	0.5–0.8 \times 1.4–2.6; straight or curved rods with sheathed polar flagella	38–51	Facultatively anaerobic	Fermentative or respiratory metabolism; sodium ions stimulate or are needed for growth; oxidase positive

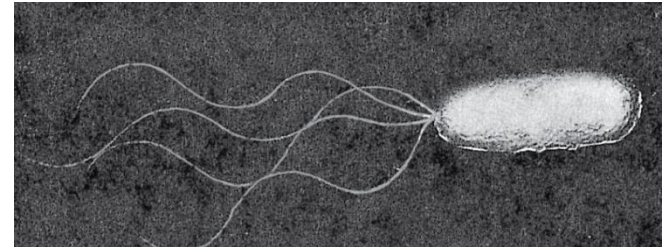
Gamma proteobacteria

Proteobacteria quimioorganòtrofs aerobis i aerobis facultatius

- *Vibrio* (Bacils mòbils, aerobis facultatius, metabolisme fermentatiu. Hàbitat aquàtic. Alguns patògens humans)

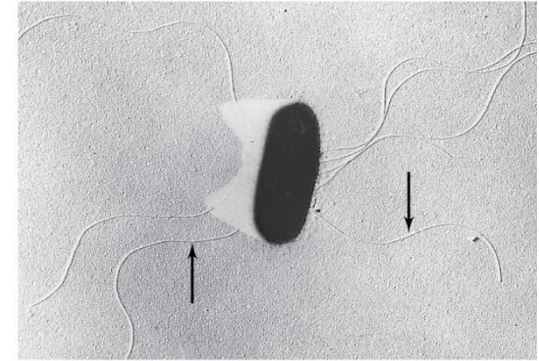


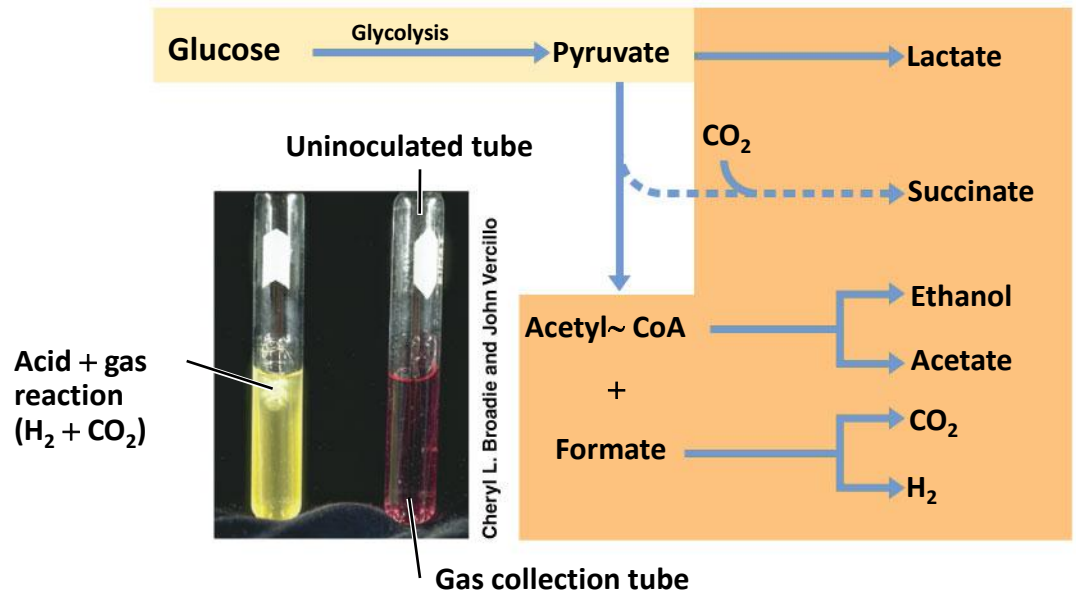
- *Pseudomonas* (Bacils aerobis amb flagel polar. Hàbitat aquàtic i al sòl. Patògens humans oportunistes)



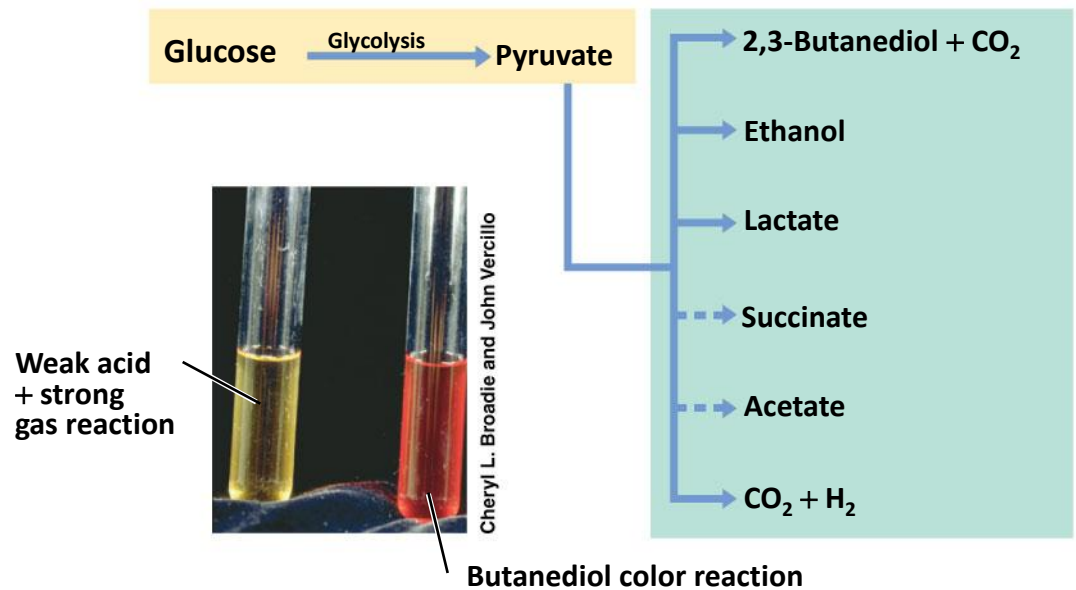
Enterobacteris

- Aerobis facultatius, mòbils o inmòbils
- Bacils no esporulats que fermenten sucres
 - Fermentació àcido mixta
 - Fermentació 2,3-butanodiol
- *Escherichia*
- *Salmonella*
- *Shigella*
- *Proteus*
- *Enterobacter*





(a) Mixed-acid fermentation (for example, *Escherichia coli*)



(b) Butanediol fermentation (for example, *Enterobacter aerogenes*)

Table 22.2 Selected Characteristics of Representative Nitrifying Bacteria

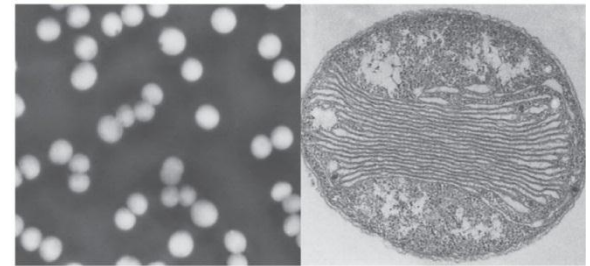
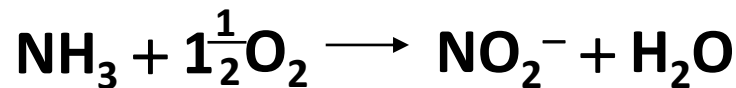
Species	Cell Morphology and Size (μm)	Reproduction	Motility	Cytomembranes	G + C Content (mol%)	Habitat
Ammonia-Oxidizing Bacteria						
<i>Nitrosomonas europaea</i> (β -proteobacteria)	Rod; 0.8–1.1 \times 1.0–1.7	Binary fission	–	Peripheral, lamellar	50.6–51.4	Soil, sewage, freshwater, marine
<i>Nitrosococcus oceani</i> (γ -proteobacteria)	Cocoid; 1.8– 2.2 in diameter	Binary fission	+; 1 or more subpolar flagella	Centrally located parallel bundle, lamellar	50.5	Obligately marine
<i>Nitrospira briensis</i> (β -proteobacteria)	Spiral; 0.3– 0.4 in diameter	Binary fission	+ or –; 1 to 6 peritrichous flagella	Rare	53.8–54.1	Soil
Nitrite-Oxidizing Bacteria						
<i>Nitrobacter winogradskyi</i> (α -proteobacteria)	Rod, often pear-shaped; 0.5–0.9 \times 1.0–2.0	Budding	+ or –; 1 polar flagellum	Polar cap of flattened vesicles in peripheral region of the cell	61.7	Soil, freshwater, marine
<i>Nitrococcus mobilis</i> (γ -proteobacteria)	Cocoid; 1.5– 1.8 in diameter	Binary fission	+; 1 or 2 subpolar flagella	Tubular cytomembranes randomly arranged in cytoplasm	61.3 (1 strain)	Marine

From Brenner, D. J.; Krieg, N. R.; and Staley, J. T. Eds. 2005. *Bergey's Manual to Systemic Bacteriology* 2nd ed. Vol. 2: *The Proteobacteria*. Garrity, G. M. Ed-in-Chief. New York: Springer.

- *Bacteris nitrificants*

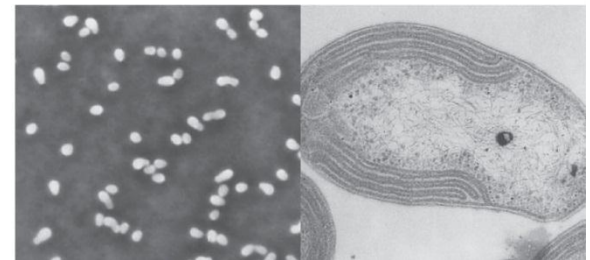
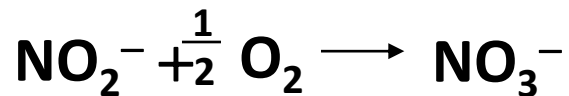
- Creixen quimilitotòricament a partir de compostos de nitrogen inorgànic
- Presents en *Alpha-*, *Beta-*, *Gamma-* i *Deltaproteobacteria*

- Oxidació de l'amoni (*Nitrosococcus*)

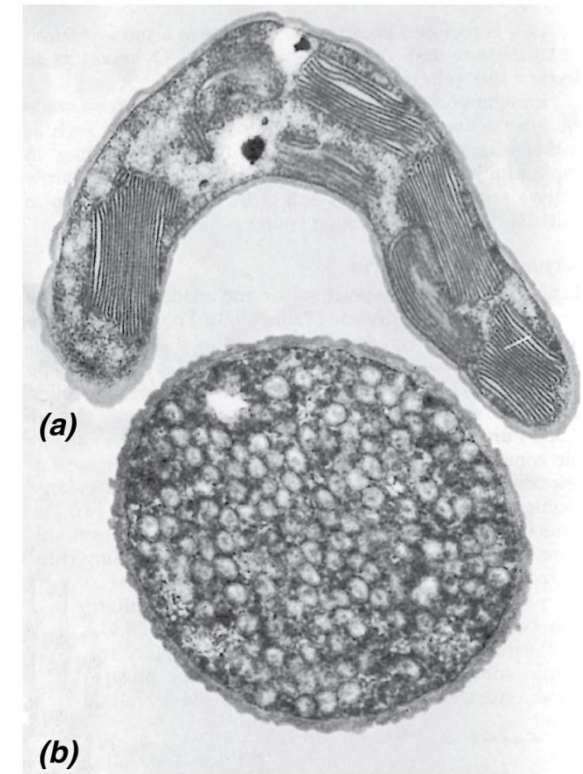


(a)

- Oxidació del nitrit (*Nitrobacter*)



- *Bacteris prototròfics porpres*
 - Fotosíntesi anoxigènica
 - *Alfa-, Beta-, o Gamaproteobacteria*
 - Contenen bacterioclorofil·la i pigments carotenoides
 - Usen H_2S com a donant d'electrons per a la reducció de CO_2 a la fotosíntesi



- Metanòtrofs

- Aerobis obligats (aquàtics i del sòl) que usen CH_4 i altres compostos (C_1) com a font d'electrons i carboni
- Tenen sistemes de membrana interns per oxidar el metà
 - Tipus I (gamaproteobacteria) Assimilen els compostos C_1 pel cicle de la ribulosa monofosfat
 - Tipus II (alfaproteobacteria) Assimilen els compostos C_1 per la via de la serina

- Metilòtrofs

- Poden créixer utilitzant compostos del carboni sense enllaços C-C (la majoria també son metanòtrofs)

Delta i Epsilon proteobacteria

Table 22.8 Characteristics of Selected δ - and ϵ -Proteobacteria

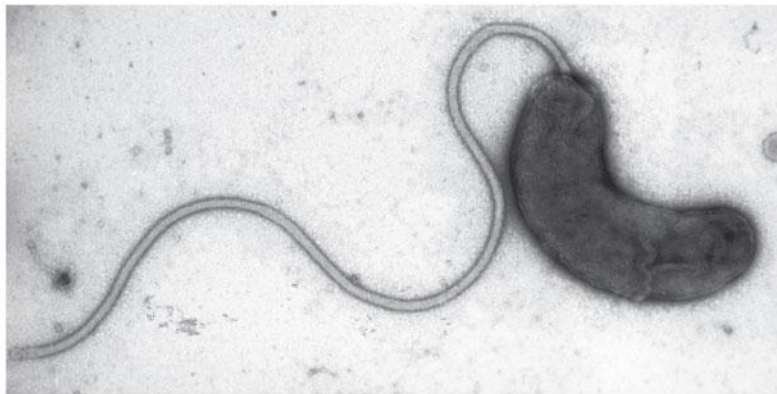
Genus	Dimensions (μm) and Morphology	G + C Content (mol%)	Oxygen Requirement	Other Distinctive Characteristics
δ-Proteobacteria				
<i>Bdellovibrio</i>	0.2–0.5 \times 0.5–1.4; comma-shaped rods with a sheathed polar flagellum	33.4–51.5	Aerobic	Preys on other gram-negative bacteria and grows in the periplasm, alternates between predatory and intracellular reproductive phases
<i>Desulfovibrio</i>	0.5–1.5 \times 2.5–10; curved or sometimes straight rods, motile by polar flagella	46.1–61.2	Anaerobic	Oxidizes organic compounds to acetate and reduces sulfate or sulfur to H ₂ S
<i>Desulfuromonas</i>	0.4–0.9 \times 1.0–4.0; straight or slightly curved or ovoid rods, lateral or subpolar flagella	50–63	Anaerobic	Reduces sulfur to H ₂ S, oxidizes acetate to CO ₂ , forms pink or peach-colored colonies
<i>Myxococcus</i>	0.4–0.7 \times 2–10; slender rods with tapering ends, gliding motility	68–71	Aerobic	Forms fruiting bodies with microcysts not enclosed in a sporangium
<i>Stigmatella</i>	0.6–0.8 \times 4–10; straight rods with tapered ends, gliding motility	68.5–68.7	Aerobic	Stalked fruiting bodies with sporangioles containing myxospores (0.9–1.2 \times 2–4 μm)
ϵ-Proteobacteria				
<i>Campylobacter</i>	0.2–0.5 \times 0.5–5; vibrioid cells with a single polar flagellum at one or both ends	30–38	Microaerophilic	Carbohydrates not fermented or oxidized; oxidase positive and urease negative; found in intestinal tract, reproductive organs, and oral cavity of animals
<i>Helicobacter</i>	0.5–1.0 \times 2.5–5.0; helical, curved, or straight cells with rounded ends; multiple, sheathed flagella	33–42.5	Microaerophilic	Catalase and oxidase positive; urea rapidly hydrolyzed; found in the gastric mucosa of humans and other animals

Bdellovibrio

Paràsit d'altres bacteris

Aerobis obligats

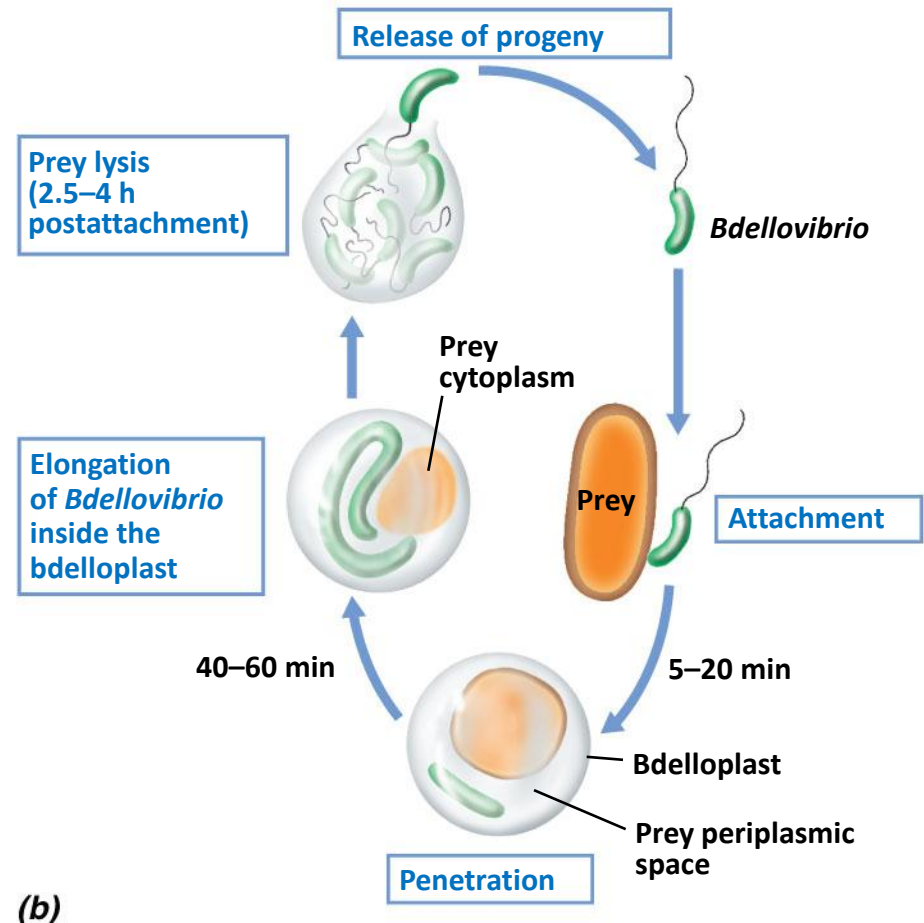
Ambient aquàtic i al sòl



(a)

Susan F. Koval

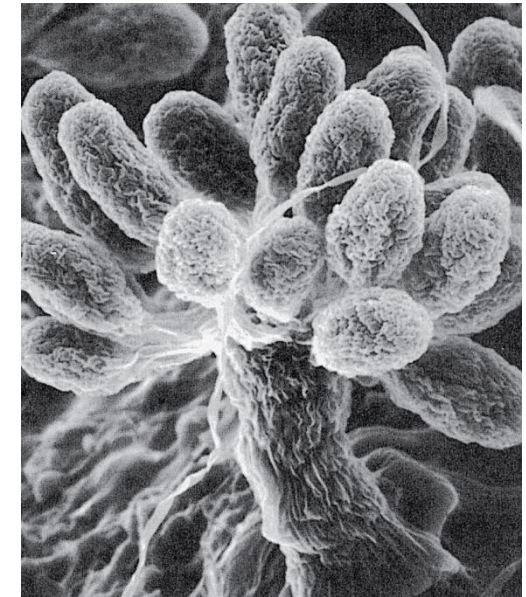
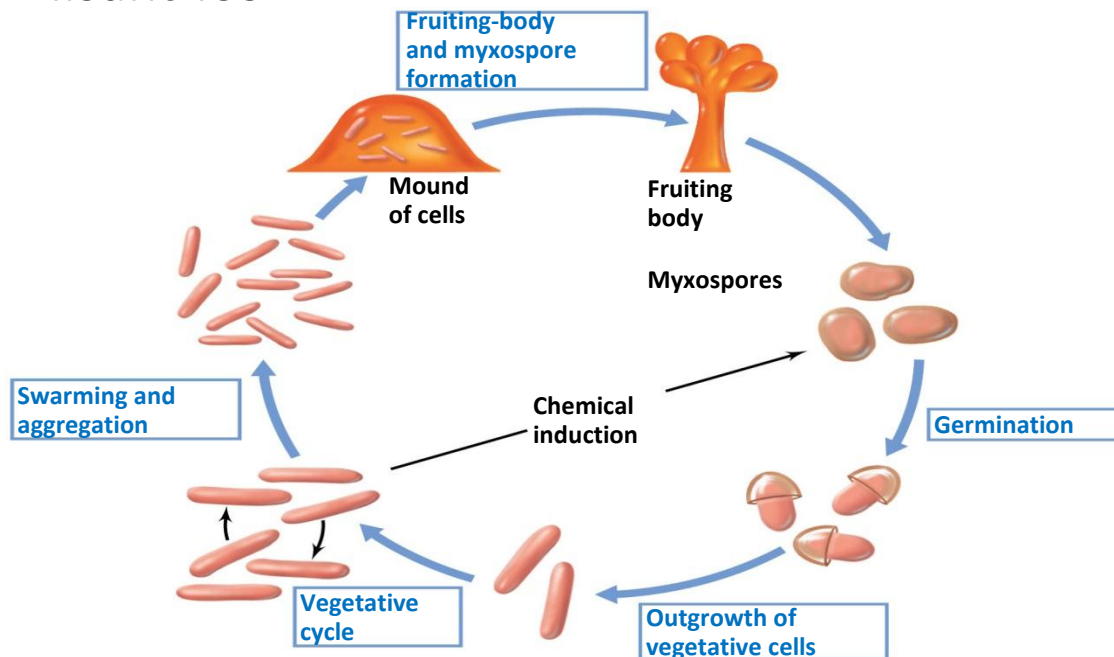
Deltaproteobacteria



(b)

Deltaproteobacteria

- Mixobacteris (*Myxococcus*)
- *Gliding* (bacils llargs o filamentosos), sense flagel, es mouen per contacte amb superfícies
- Formen cossos fructífers (estructures multicel·lulars)
- Tenen cicles de vida complexos
- Quimiorganòtrofs: utilitzen nutrients produïts per altres bacteris, lisant-los



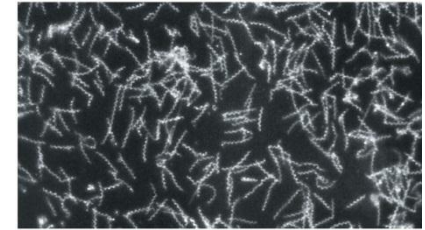
Epsilonproteobacteria

- Abundants en hàbitats rics en sofre (termes hidrotermals)
- Molts son autòtrofs (usen H_2 , fòrmic, sulfat o tiosulfat com donant d'electrons)
- Patògens i no patògens
 - *Campylobacter* i *Helicobacter* (patògens)
 - *Arcobacter* (patogen)
 - *Sulfurospirillum* i *Thiovulum* (no patogen)
 - *Wolinella succinogenes* (rumen)

Bacteris Gram+: Firmicutes, Mollicutes (B13), Actinobacteris (B14)

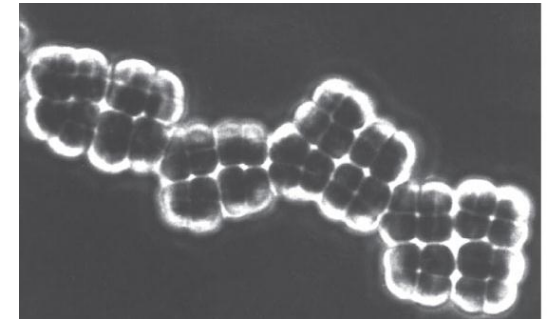
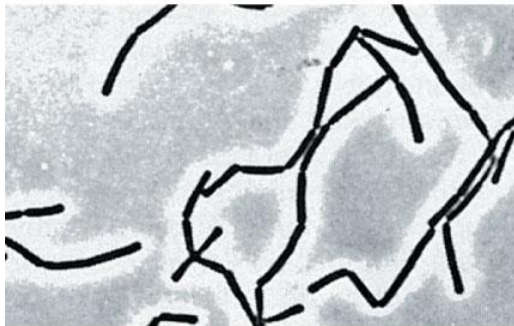
– Mollicutes: *Spiroplasma*, *Mycoplasma*

- Patògens, sense paret

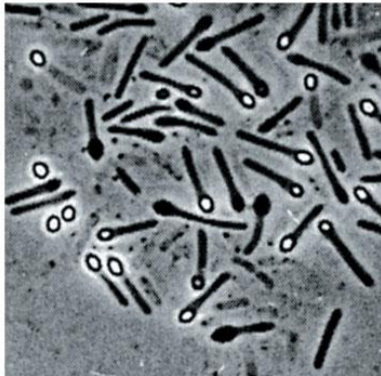


– Firmicutes no esporulats: *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Sarcina*

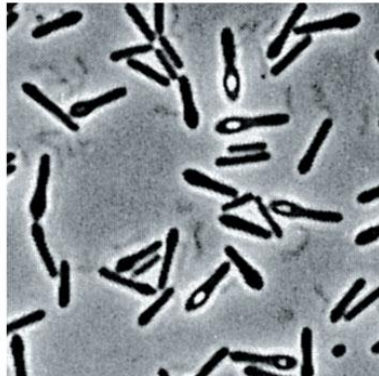
- Cocs aeròbics
- Resistents a una A_w baixa i concentració de sal alta



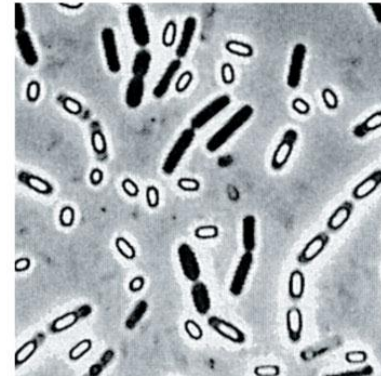
- Firmicutes esporulats: *Bacillus*, *Clostridium*
 - Formes endòspores. La seua posició permet classificar-los



Hans Hippe



Hans Hippe



Hans Hippe

Bacillus

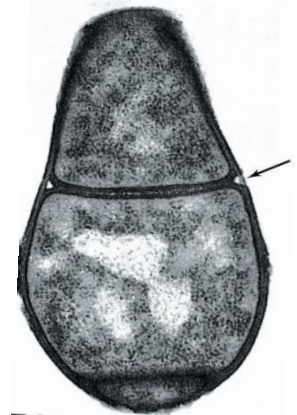
- Produeixen enzims hidrolítics
- Molts produeixen antibiòtics
- Alguns produeixen bioinsecticides

Clostridium

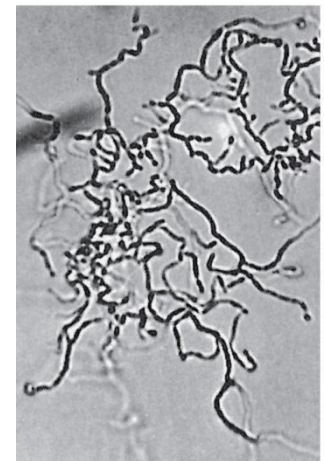
- Viuen en ambients anaerobis (sol i intesti de mamífers)
- Causants de botulisme, gangrena, tètanus

– Actinobacteris:

- *Corynebacterium* (productor d'antibiòtics)
- *Propionibacterium* (aliments fermentats)
- *Mycobacterium* (tuberculosi)
 - cèl·lules pleomòrfiques difícils de tenyir per Gram)
- *Streptomyces, Actinomyces*
 - Filamentoses (miceli semblant al fúngic)
 - Produeixen molts enzims extracel·lulars
 - Produeixen molts antibiòtics

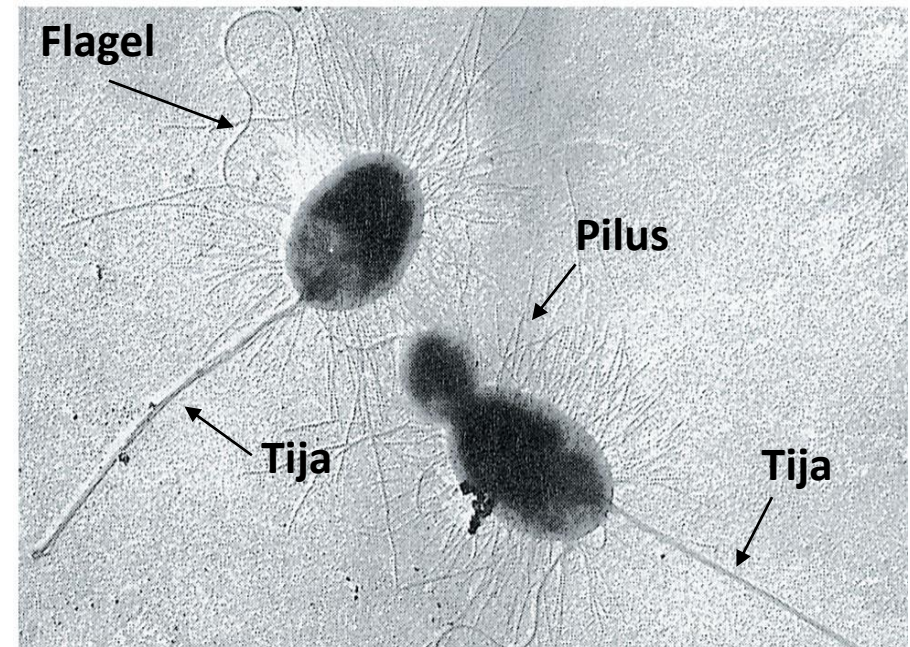
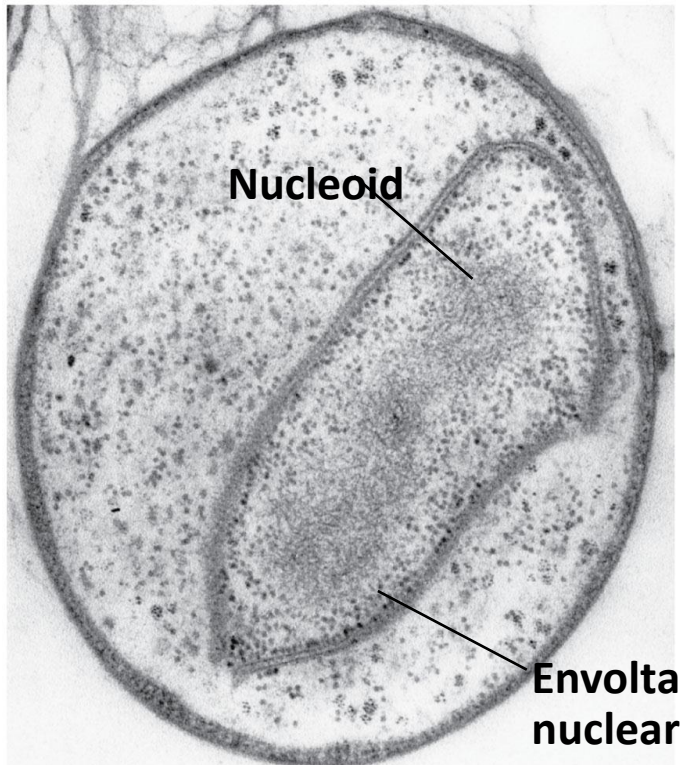


T.A. Krulwich



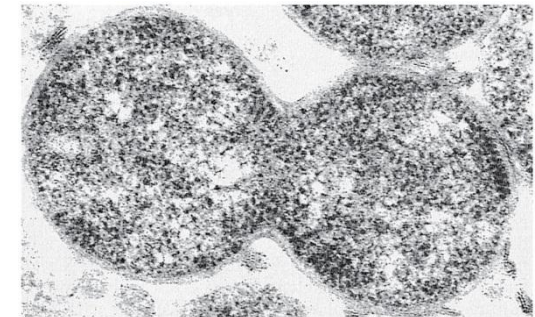
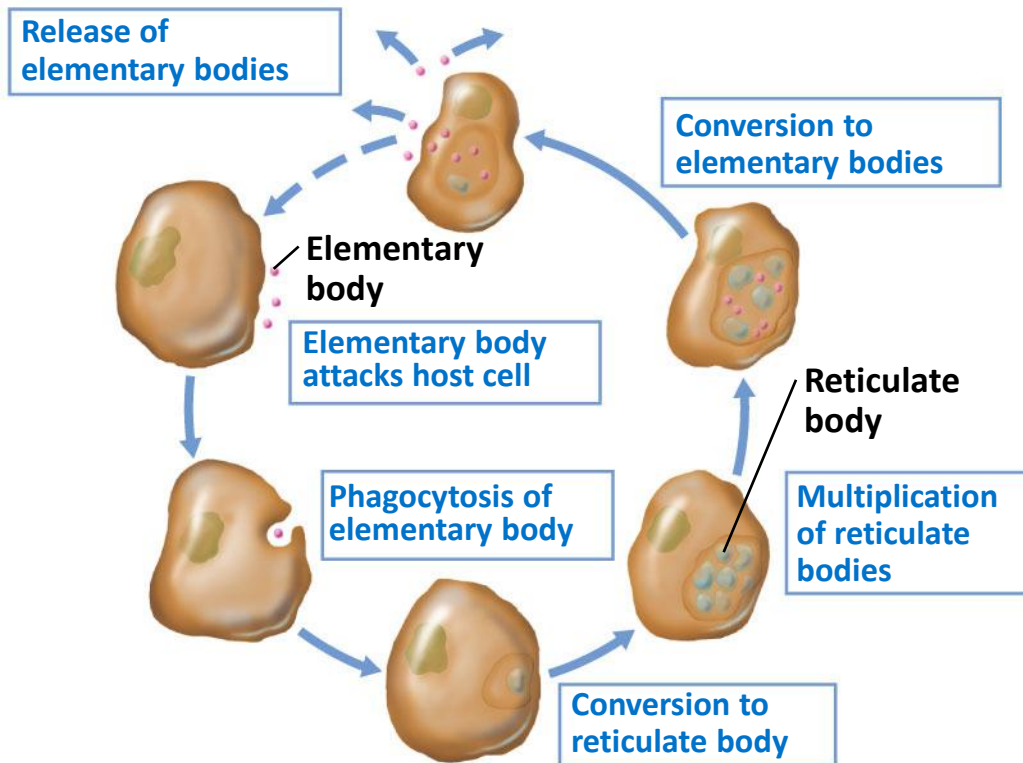
Planctomicets: *Planctomyces*, *Pirellula* (B15)

- Amb tija (reproducció per gemmació)
- Gran compartimentació (membrana nuclear)



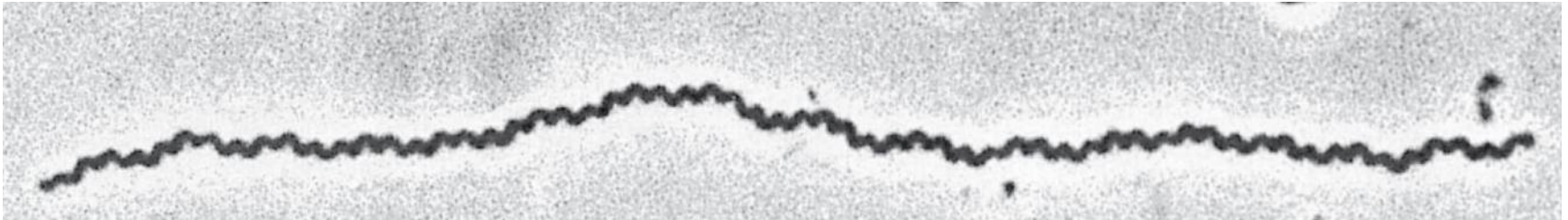
Clamídies: *Chlamydia* (B16)

- Paràsit obligat amb poques capacitats metabòliques
- MTS molt freqüent avui en dia



Espiroquetes: *Spirochaeta*, *Treponema*, *Borrelia* (B17)

- Gram-, mòbils
- Present en ambients aquàtics i al rumen d'animals
- Endoflagel localitzat al periplasma
- Classificat en 8 gèneres en funció del seu hàbitat, patogenicitat, filogènia, morfologia i fisiologia



Fibrobacteris: *Fibrobacter* (B18)

Acidobacteris: *Geothrix* (B19)

Bacteroidetes: *Bacteroides*, *Cytophaga* (B20)

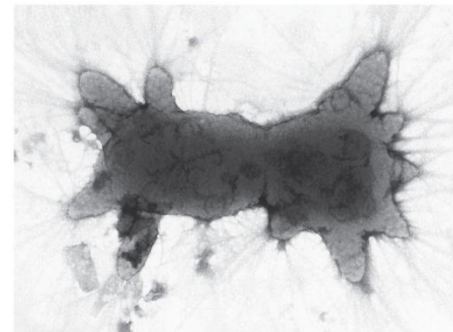
- Gliding mobility

Fusobacteris: *Fusobacterium* (B21)

Verrucomicrobis: *Prostheco bacter* (B22) →

- Alguns produeixen prosteques, altres gemmen

Dictioglomis: *Dyctioglomus* (B23)

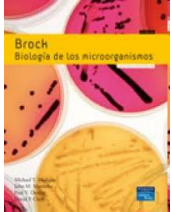


Tema 19

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. **Microorganismes eucariotes.**
- II. **Fongs: principals grups.**
- III. **Protistes: caràcters generals i principals grups.**

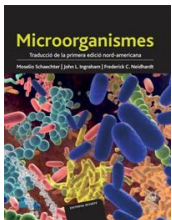
Bibliografia



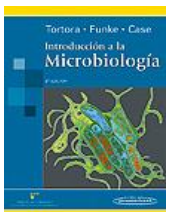
“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítol 18



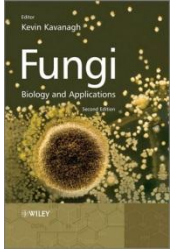
“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 25 i 26



“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 16



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítol 12



“Fungi: Biology and Applications” Kavanagh, K. 2^a ed. Wiley. Oxford. 2011

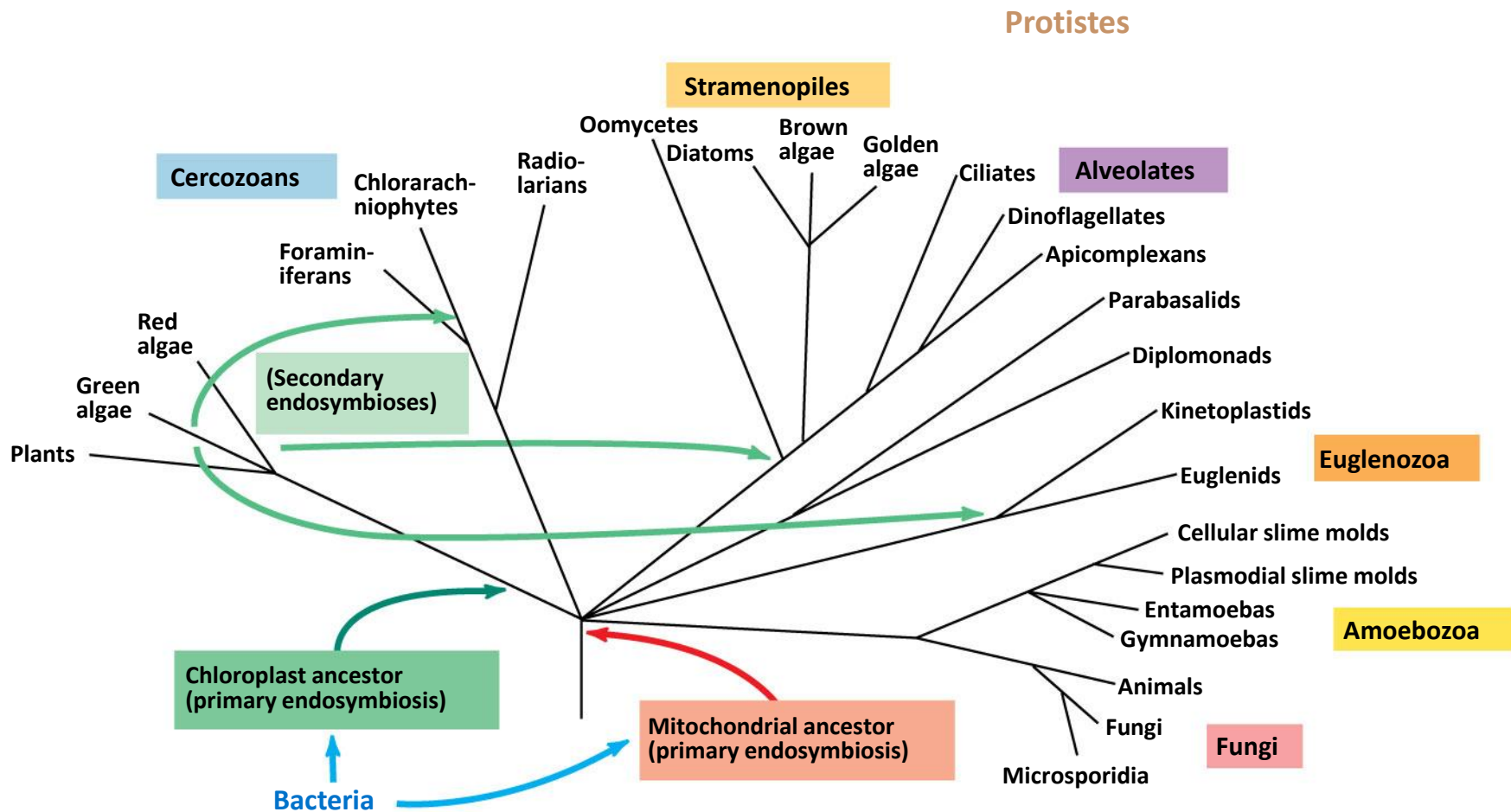
Tema 19

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. **Microorganismes eucariotes.**
- II. Fongs: principals grups.
- III. Protistes: caràcters generals i principals grups.

Filogènia dels *Eukarya*

- Basada en gens 18S rRNA
 - Relació dels gens 18S rRNA és molt menys robusta que la dels gens 16S rRNA als procariotes
- Les filogènies es construeixen amb altres gens (per exemple, la tubulina, la RNA polimerasa, i la ATPasa)
 - Han sorgit noves idees a causa d'aquestes filogènies noves (per exemple, els fongs i els animals estan estretament relacionats)
- La filogènia molecular eucariota encara està per refinar



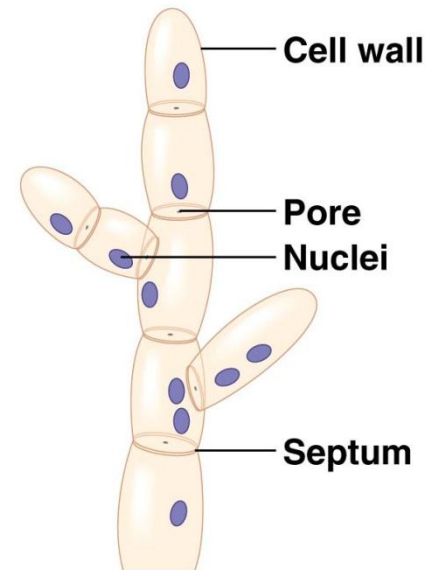
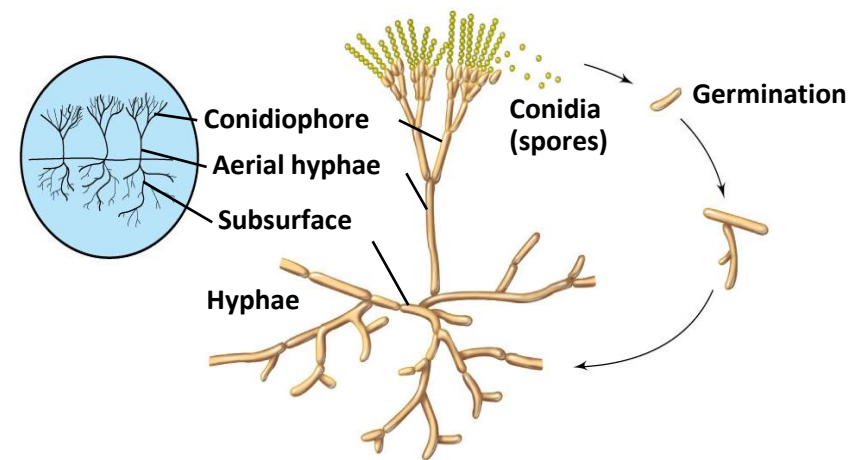
Tema 19

DIVERSITAT MICROBIANA

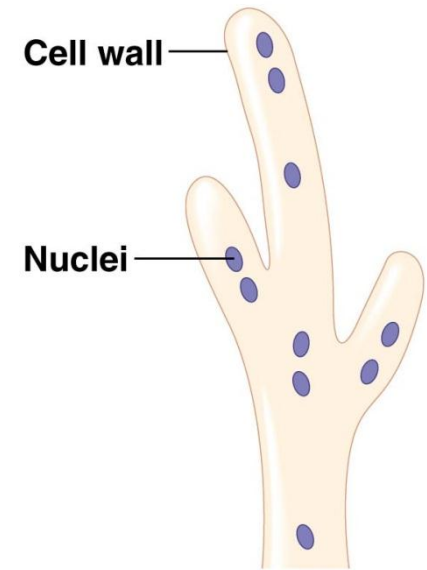
- I. Microorganismes eucariotes.
- II. **Fongs: principals grups.**
- III. Protistes: caràcters generals i principals grups.

- Grup filogenèticament homogeni
- Principalment de hàbitat terrestre malgrat que també poden aïllar-se d'aigua dolça i marina
- Parets cel·lulars principalment de quitina (polímer de N-acetilglucosamina)
- Presenten reproducció sexual i asexual, però poden créixer vegetativament sense cicle sexual
- Sapròfits, creixen sobre matèria orgànica secretant exoenzims que degraden polímers com cel·lulosa o lignina
- Algunes espècies son patògenes d'animals i plantes.
- Algunes espècies tenen importància industrial (fermentacions, producció d'antibiòtics)

- Es coneixen més de 100.000 espècies de morfologia i grandària molt variada
- Formació d'hifes. Si s'extenen poden produir espores asexuals anomenades conidis (típicament pigmentats i resistents a la dessecació)

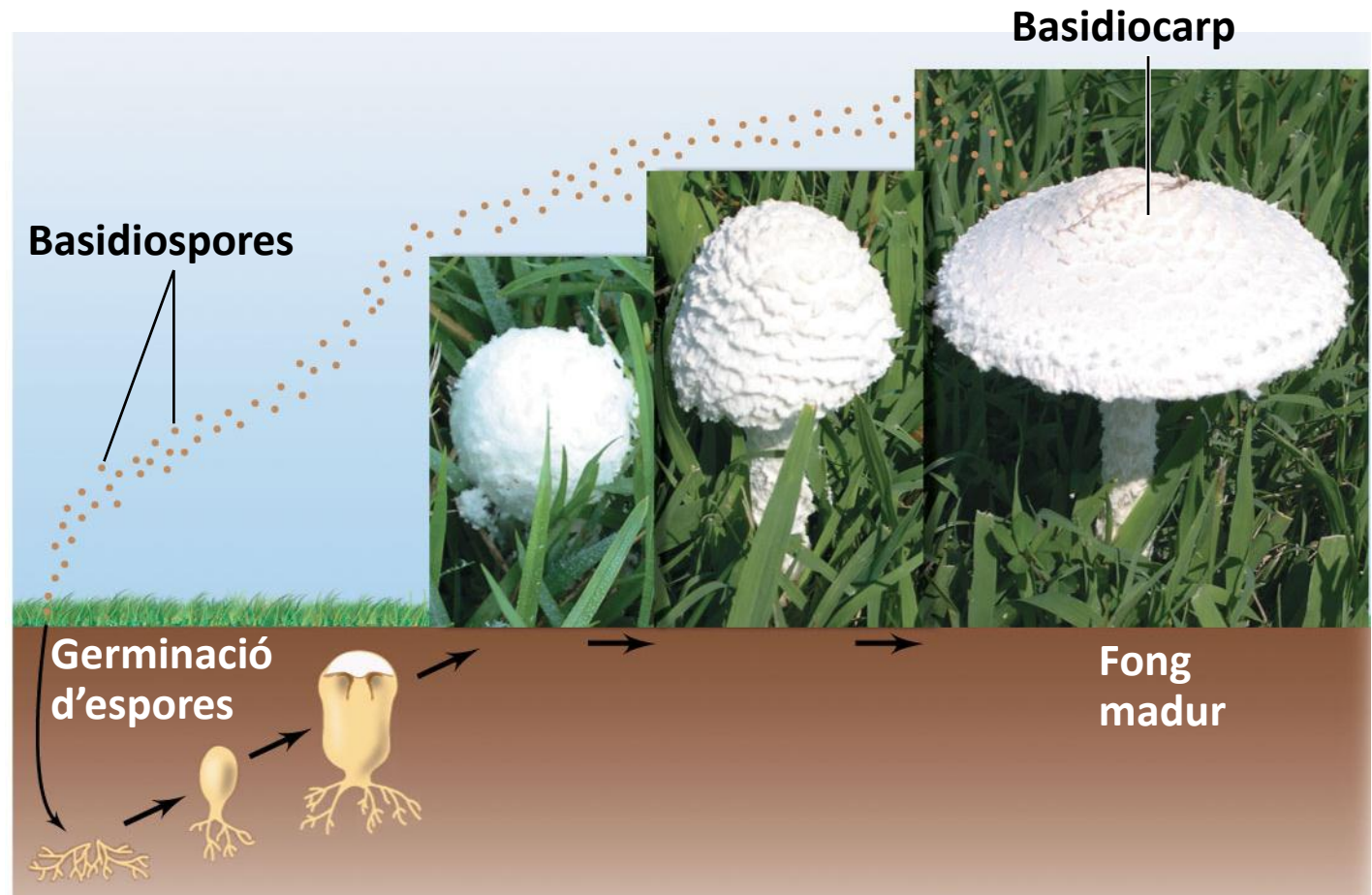


(a) Septate hypha



(b) Coenocytic hypha

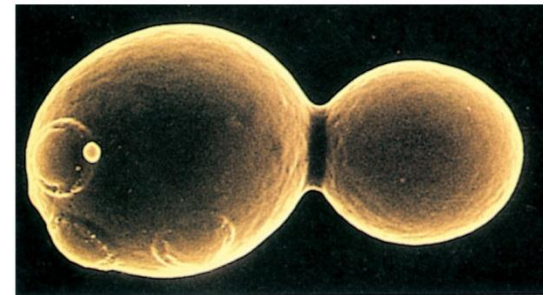
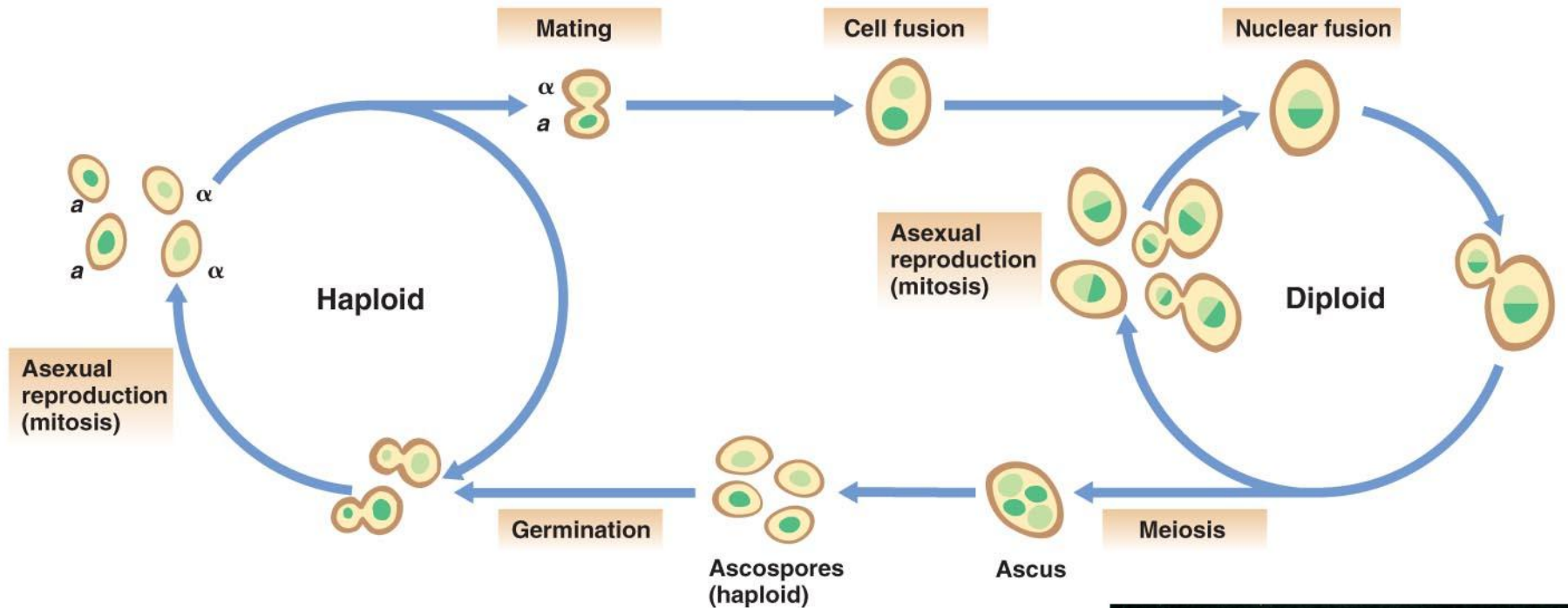
- Alguns fongs produeixen estructures reproductives macroscòpiques anomenades cossos fructífers (bolets).



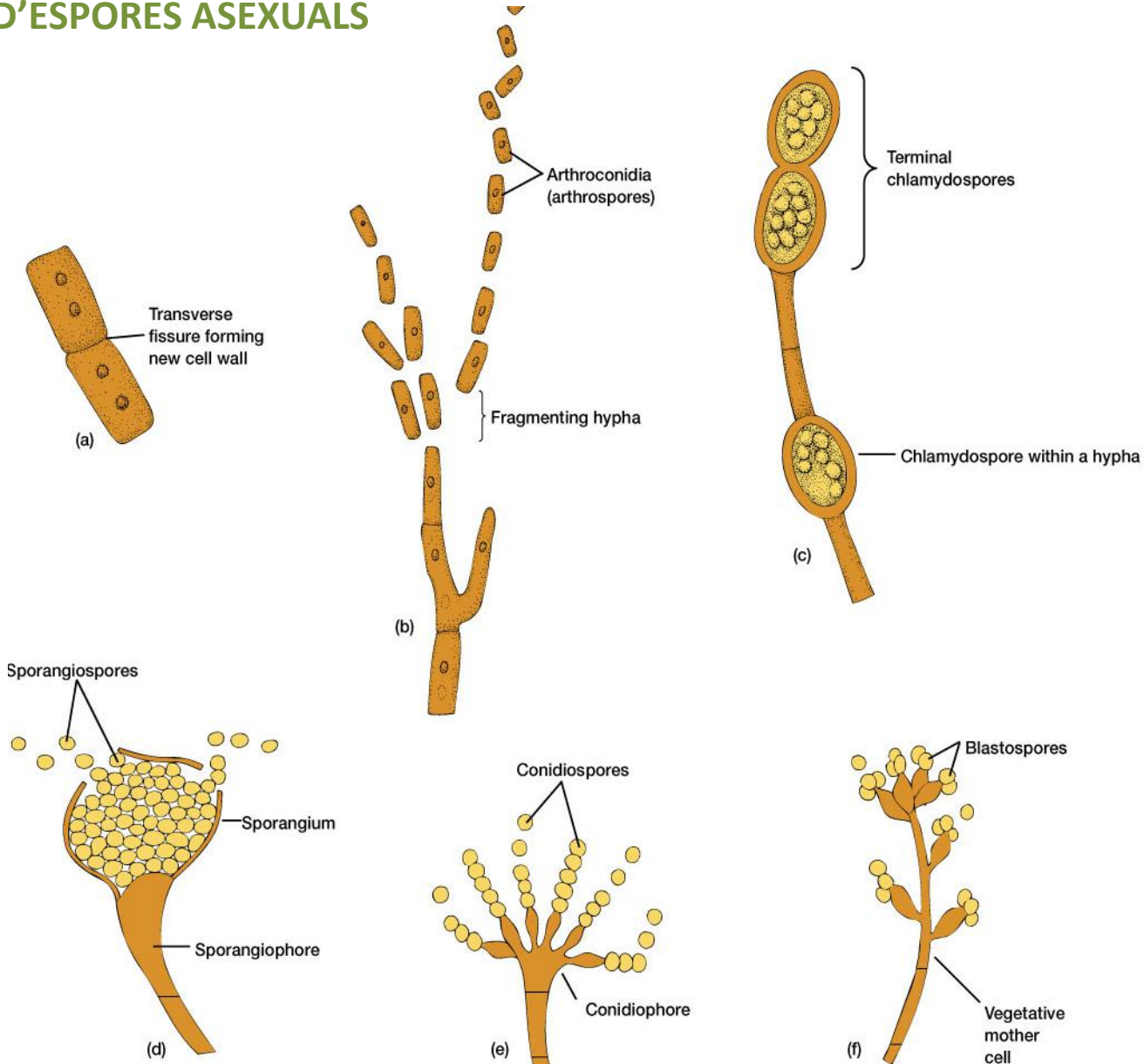
Reproducció

- La majoria dels fongs es reproduïxen asexualment
 - Creixement i propagació dels filaments de les hifes
 - Producció d'espores asexuals
 - Divisió cel·lular (gemmació)
- Alguns fongs produeixen espores com a resultat de la reproducció sexual
 - Les espores sexuals poden provenir de la fusió de dues cèl·lules haploides per formar una cèl·lula diploide (ascospores, basidiòspores, zigospores)
 - Les espores són resistents a la dessecació, cocció, congelació, i als productes químics

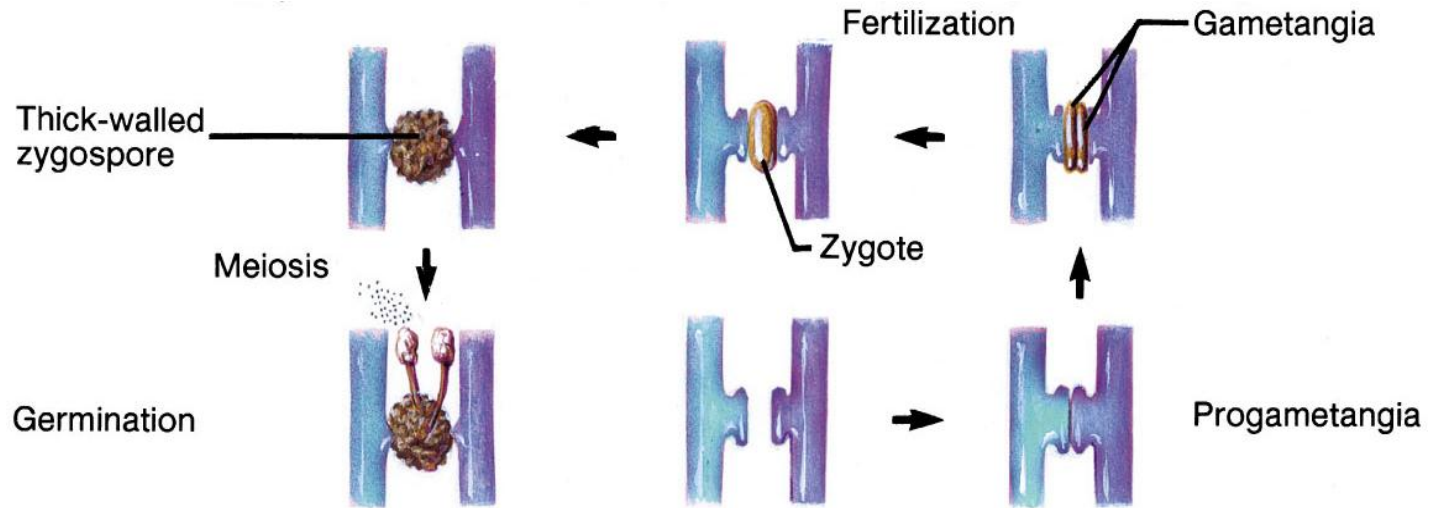
Cicle cel·lular de *Saccharomyces cerevisiae*



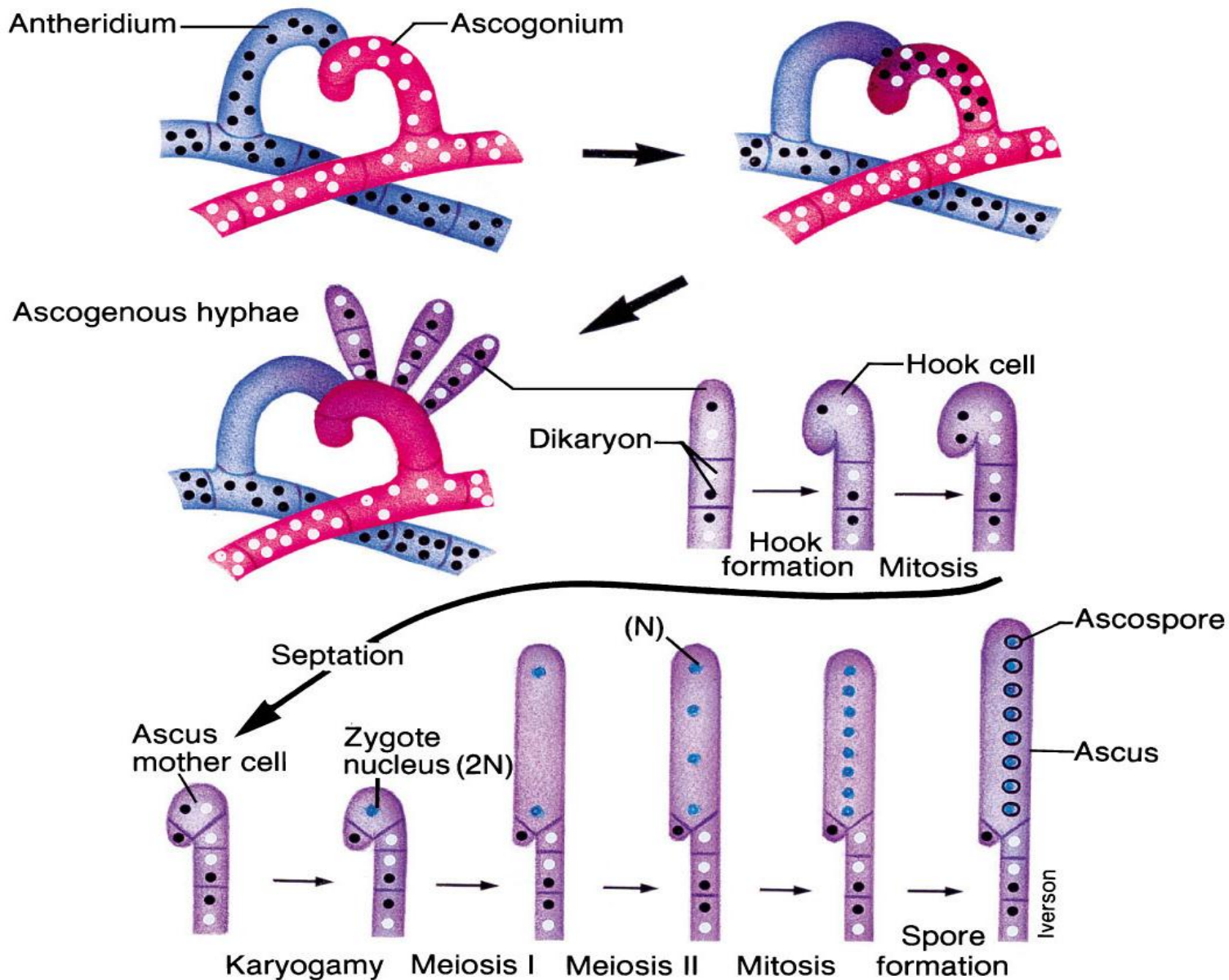
TIPUS D'ESPORES ASEXUALS



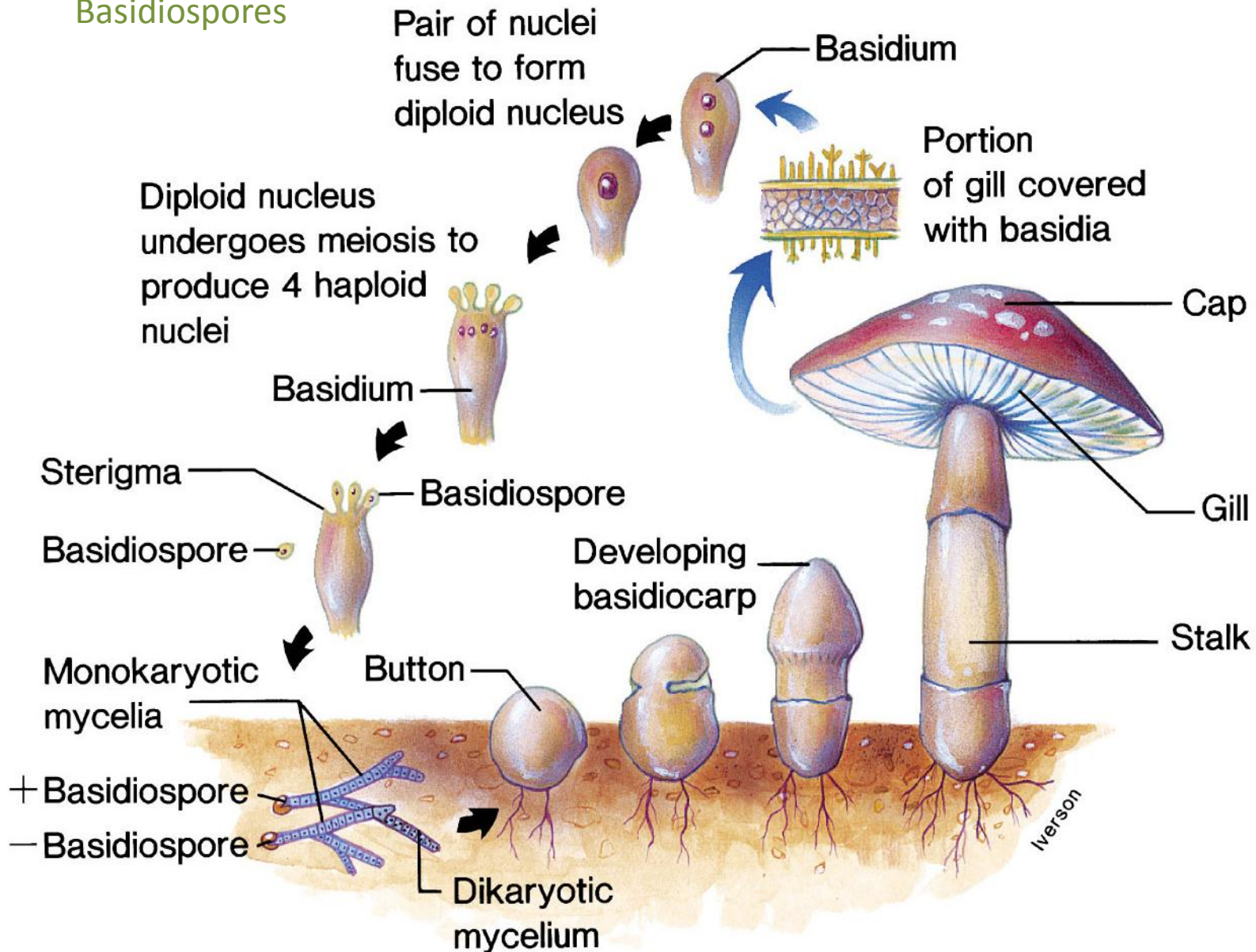
Zigospores



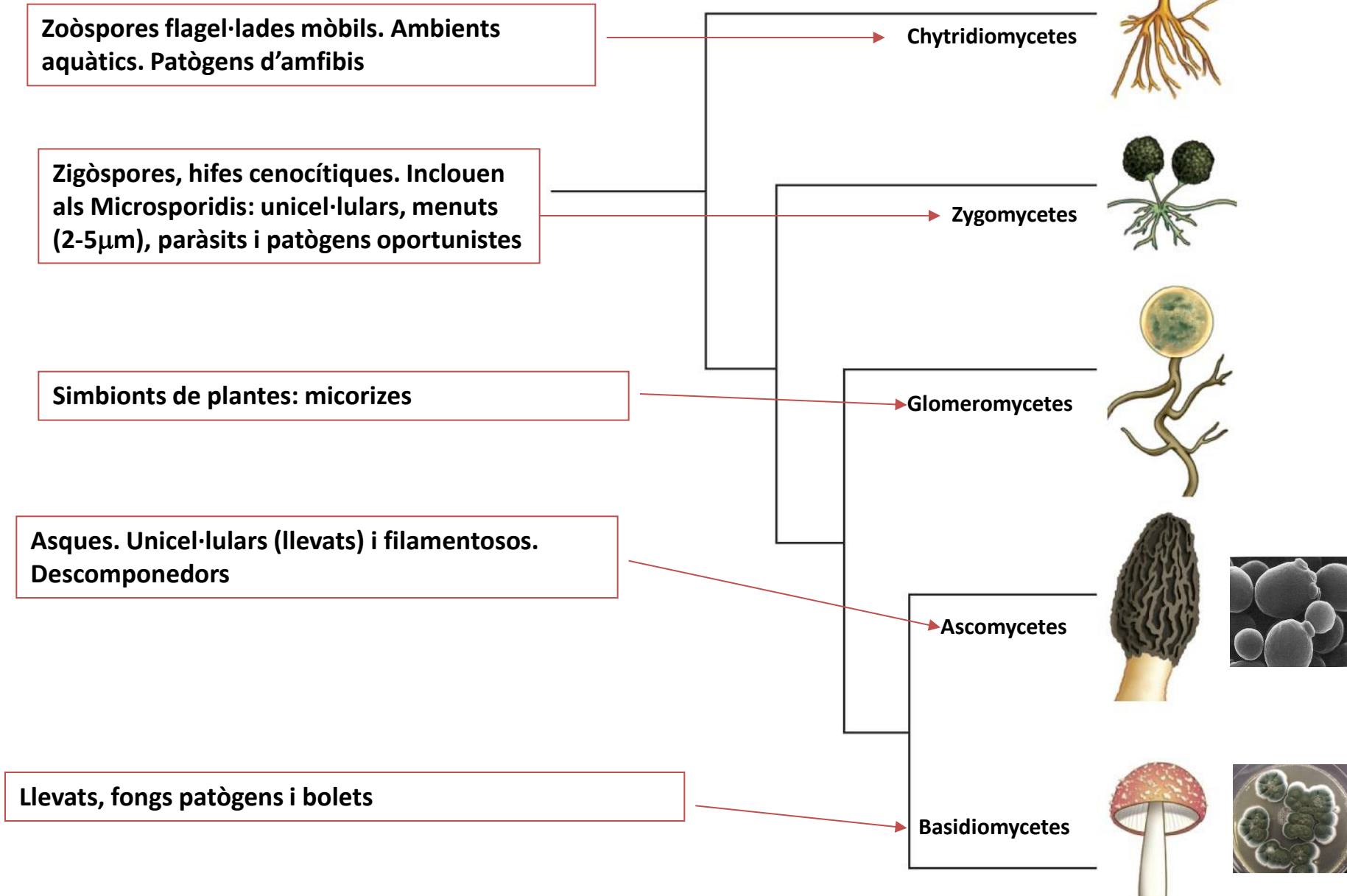
Ascospores



Basidiospores



Filogènia dels fongs



Tema 19

DIVERSITAT MICROBIANA

- I. Microorganismes eucariotes.
- II. Fongs: principals grups.
- III. Protistes: caràcters generals i principals grups.

1. Caràcters generals

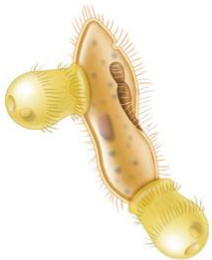
- Son un grup polifilètic de microorganismes eucariotes unicel·lulars.
- Majoritàriament sense paret cel·lular, mòbils (flagels, cilis o pseudopodis) i no pigmentats.
- Molts poden produir estats de latència (quistos)
- Fotoautòtrofs, quimioorganòtrofs o mixòtrofs.
- Nutrició per fagocitosis (nutrició holozoica) o a través del citostoma (boca cel·lular) i (nutrició saprozoica)



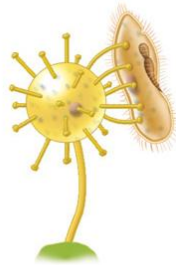
Amoeba



Leidyopsis



Didinium



Podophrya



Codonosiga

Tipus de nutrició holozoica

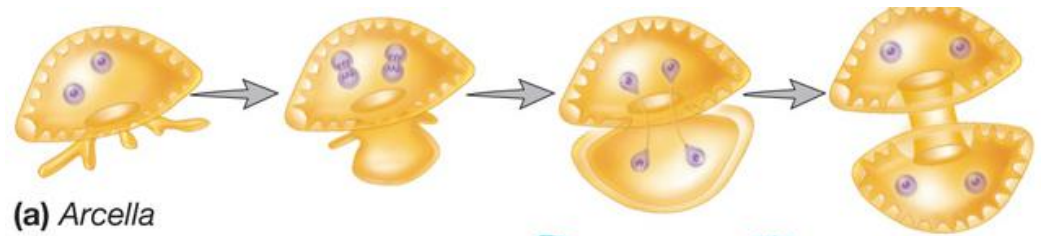
Amoeba i *Leidyopsis* empren pseudopodis per a captar bacteris i partícules

Didinium s'alimenta de *Paramecium*

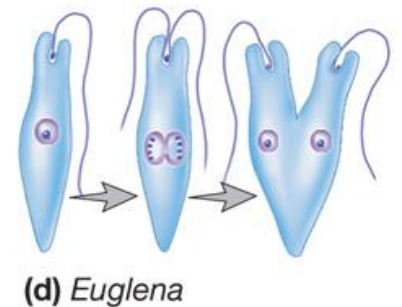
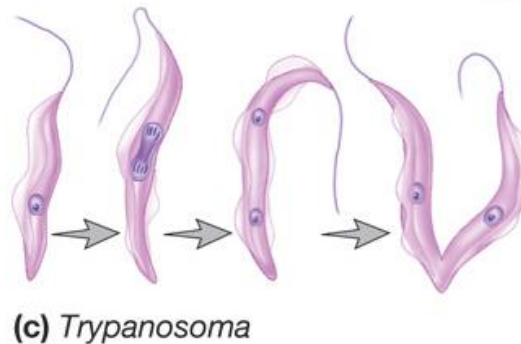
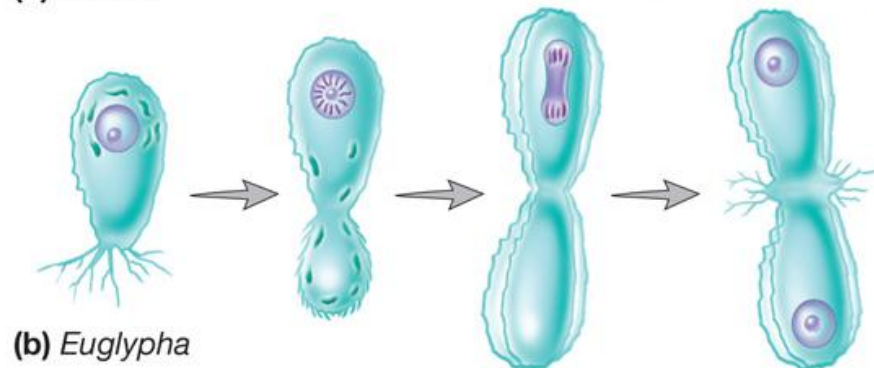
Podophrya utilitza tentacles per adherir la presa que després absorbeix

Codonosiga capta partícules de l'aigua

- Tots presenten un o més nuclis.
- Reproducció asexual per fissió binària.
- Cicle sexual amb meiosi i posterior fusió de gàmetes o nuclis formant un zigot diploide.



**Varis tipus de
fissió binària en
protistes**



2. Classificació

- a. Diplomònades i Parabasàlids
- b. Euglenozous
- c. Alveolats
- d. Estramenòpils
- e. Cercozous i Radiolaris
- f. Amoebozous

a. Diplomònades i parabasàlids

- Unicel·lulars, flagel·lats
- Viuen en ambients anaerobis (són fermentadors) com a paràsits o simbiotes.

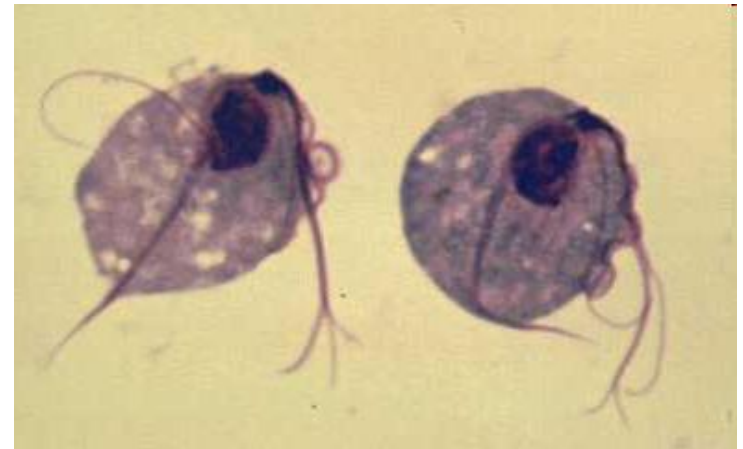
Diplomònades: dos nuclis de la mateixa mida, mitosomes (mitocondris sense proteïnes de t.e^r i enzims del cicle TCA). *Giardia lamblia* patògen intestinal transmès per l'aigua

Parabasàlids: contenen un cos basal on està l'aparell de Golgi. Hidrogenosomes, sense mitocondris. Genoma sense introns. Tractes intestinal i genital de vertebrats i invertebrats.

Trichomonas vaginalis (MTS)



Giardia lamblia



Trichomonas vaginalis

b. Euglenozous

- Unicel·lulars, flagel·lats
- Vareta cristal·lina en els flagels

Inclou:

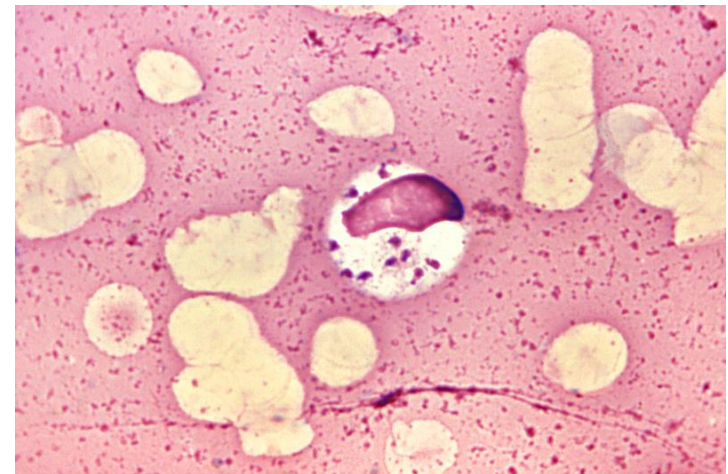
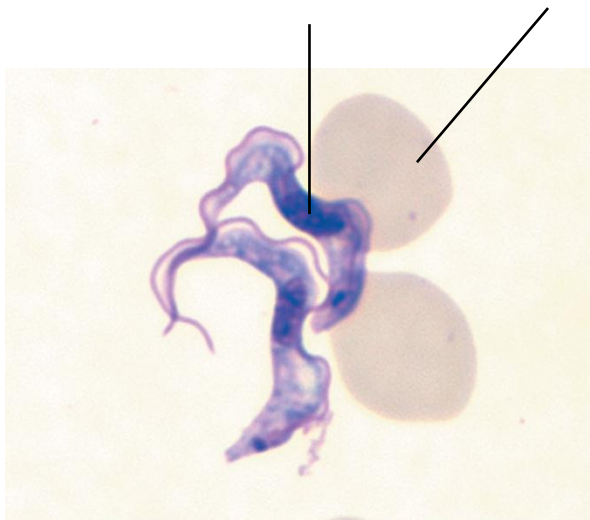
- Cinetoplastos
- Euglenozous

- **Cinetoplastos**

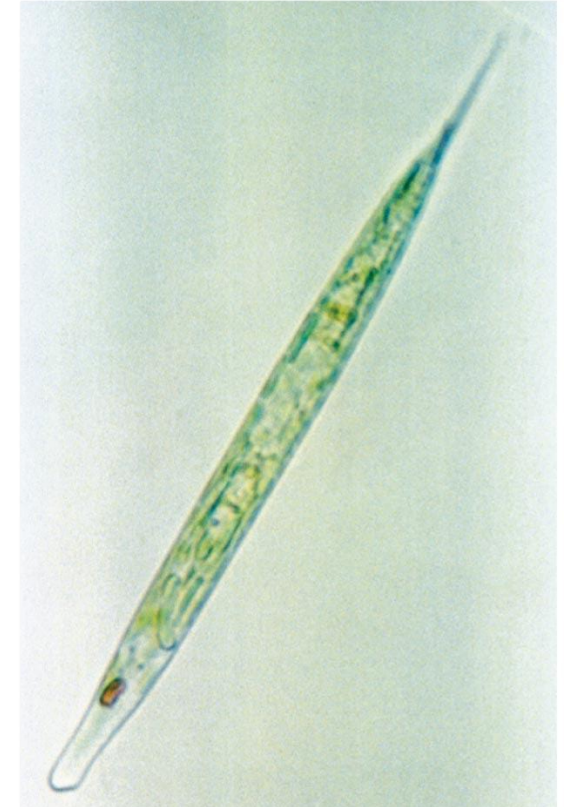
- Presenten un gran cinetoplast, una massa de DNA present a un gran mitocondri
- Vida fonamentalment aquàtica, alimentant-se de bacteris
- Causen algunes malalties humanes

Trypanosoma (malalties de la son, Chagas) *Leishmania* (leismaniasis)

Trypanosome Cèl·lula roja de la sang



- **Euglenozous**, Euglènids, *Euglena*
 - No patògens
 - Fotòtrofs
 - Contenen cloroplasts
 - Poden existir com heteròtrofs
 - Poden alimentar-se de bacteris per fagocitosi



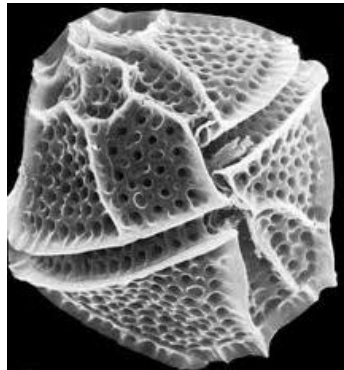
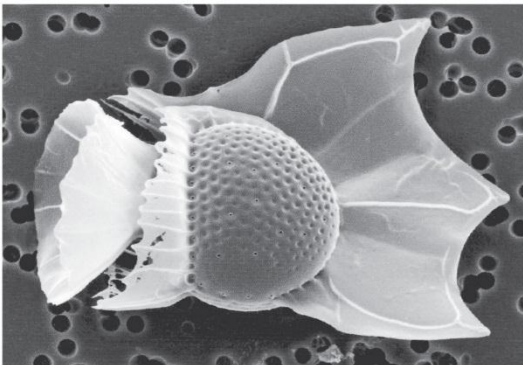
Alveolats

Presenten alvèols (sacs) baix de la membrana, probablement actuen mantenint l'equilibri osmòtic

- **Ciliats.** Tenen 2 nuclis (macronucli i micronucli) *Paramecium*

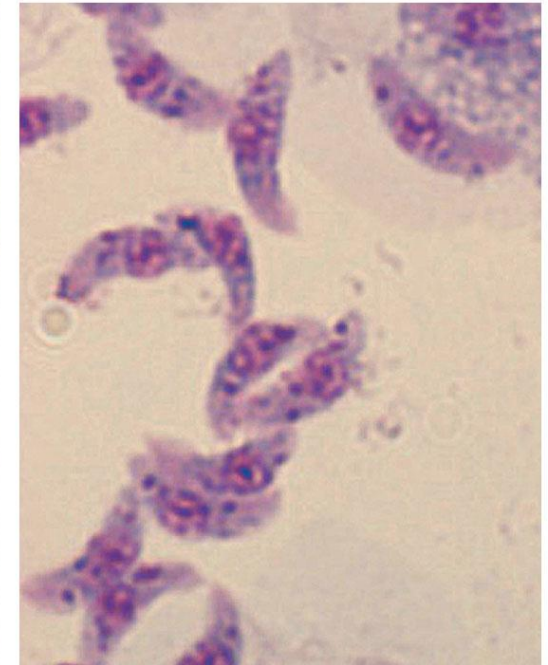
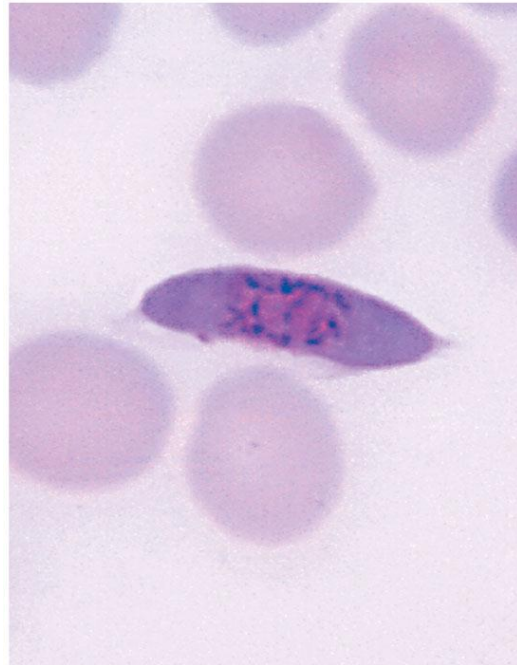


- **Dinoflagel·lats.** Fotòtrofs, viuen en aigua marina i dolça. Alguns produeixen toxines (saxitoxina de *Gonyaulax*)



- **Apicomplexes.** Paràsits obligats d'animals. Causen malària, toxoplasmosi i coccidiosi.
- Tenen apicoplastos: cloroplastos degenerats sense pigments ni capacitat fototròfica

Plasmodium, Toxoplasma

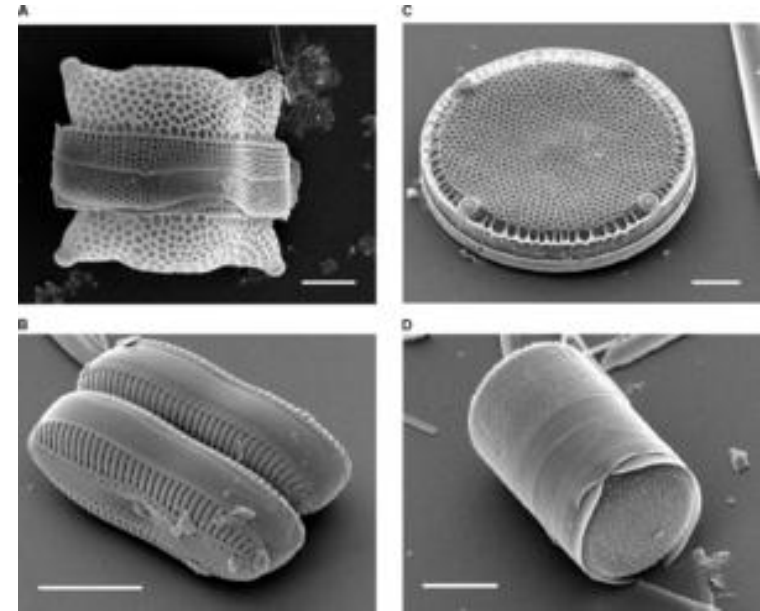


d. Estramenòpils

- Molts tenen flagels “peluts”
- Quimiorganòtrofs o fotòtrofs
- Oomycetes (floridures d'aigua) *Phytophthora infestans*
 - Hifes cenocítiques
 - Paret cel·lular a base de cel·lulosa i no de quitina com els fongs

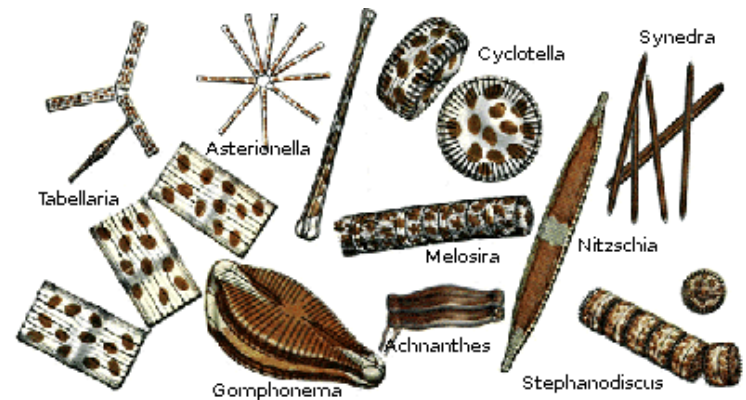
- Diatomees

- Ambients aquàtics
- Paret cel·lular de sílice anomenada frústul
- Simetria radial i en forma de ploma



- Algues marrons daurades (crisòfits)

- La majoria son unicel·lulars
- El pigment fonamental del cloroplast és la fucoxantina



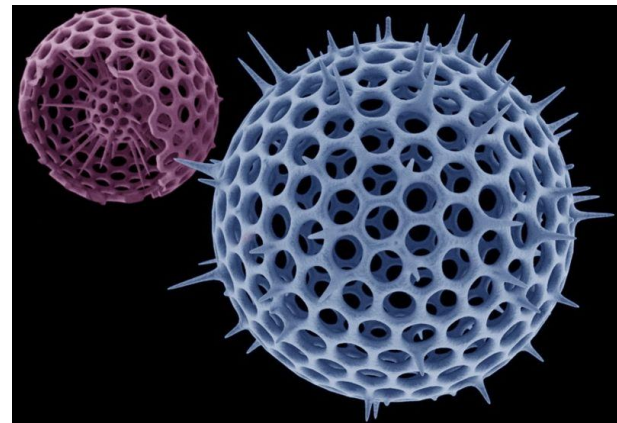
e. Cercozous i Radiolaris

Presenten pseudòpodes filiformes

- Cercozous
 - *Chlorarachniophytes* (organisme fototròfic semblant a una ameba amb un flagel)
 - Foraminífers (formes testes)
- Radiolaris
 - Heterotròfics marins



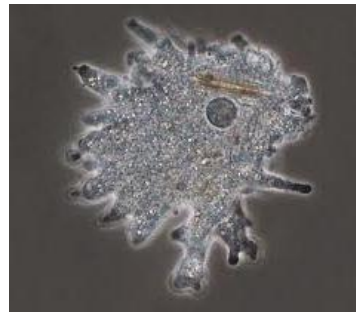
Penya-segats blancs de Dover



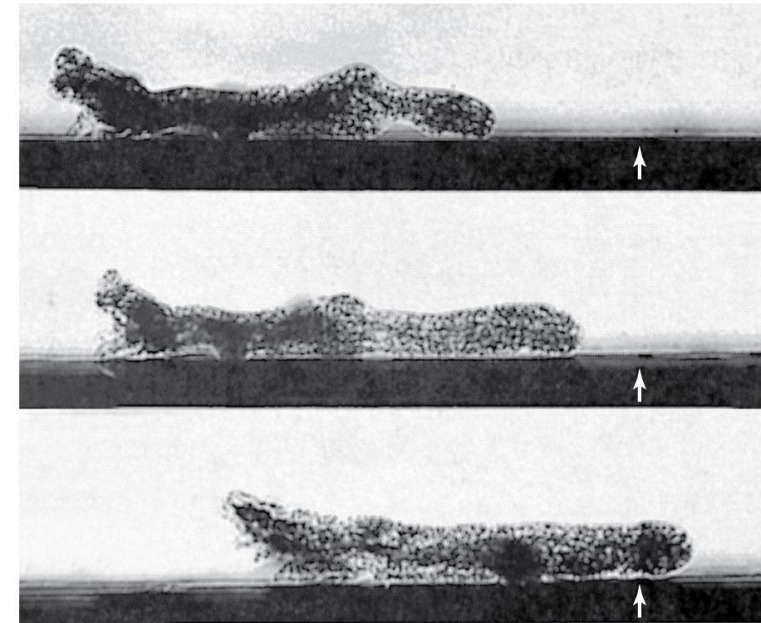
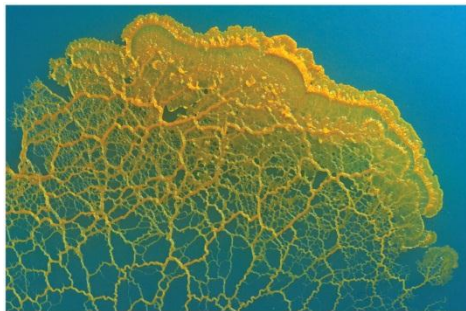
f. Amoebozoous

Empren pseudòpodes lobulats per a desplaçar-se i alimentar-se

- *Gymnamoebas*
- *Entamoebas*



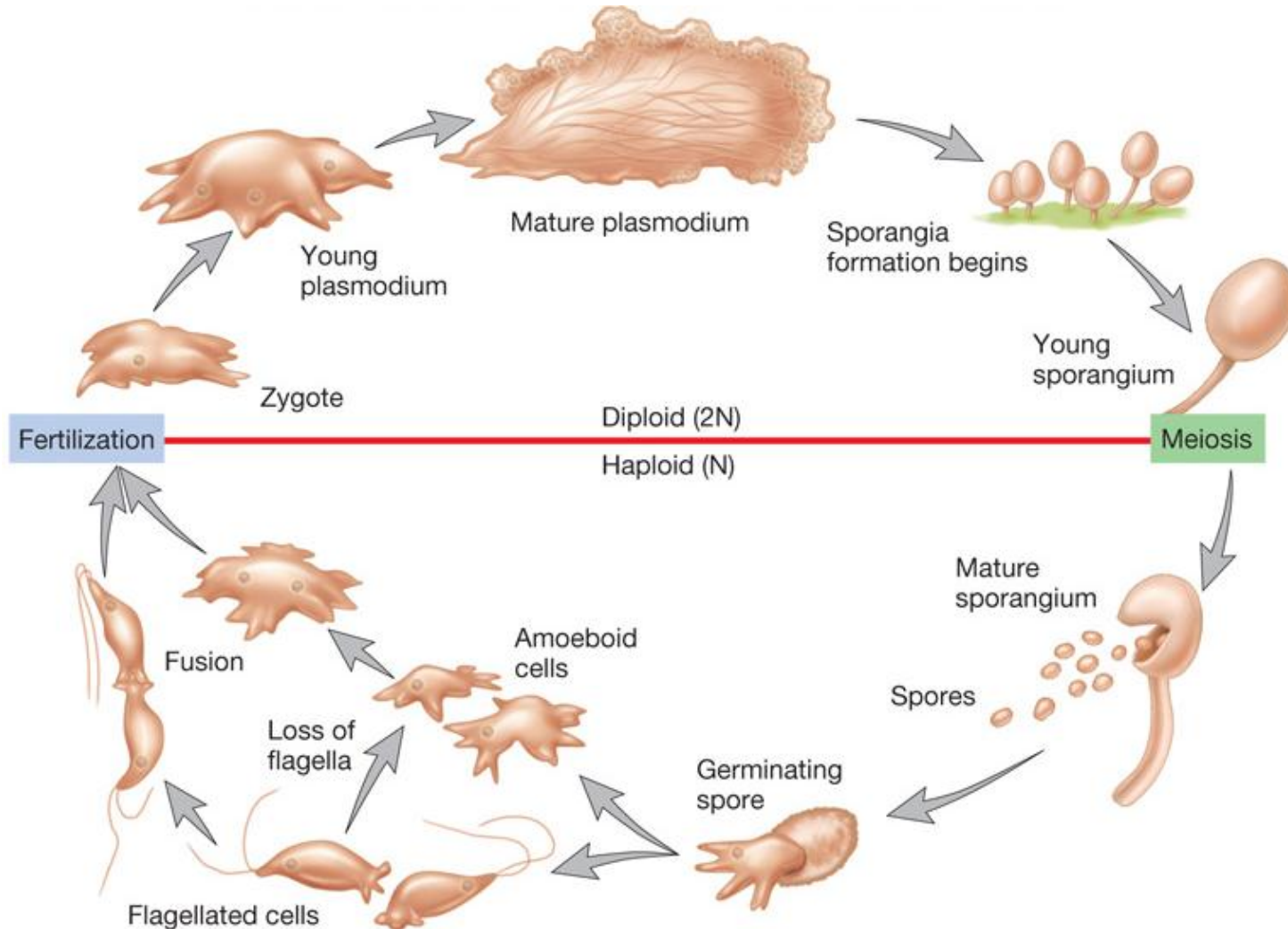
- Fongs mucosos plasmoidals
- Fongs mucosos cel·lulars



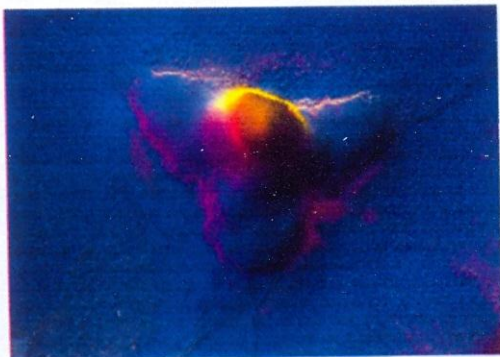
Vista lateral d'una ameba en moviment amb un interval de 2 segons entre cada foto. La fletxa indica un punt fixe en la superfície

Fongs mucosos

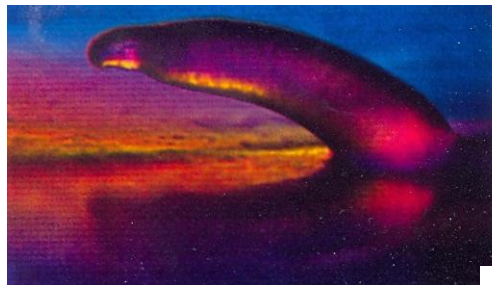
Plasmodials o acel·lulars. Formen plasmodis: masses de protoplasma que van arrossegant-se sobre material orgànic humit i degradant-lo.



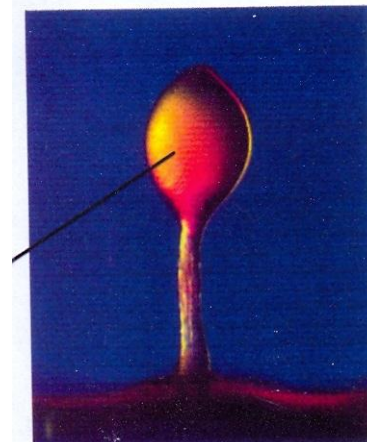
Cel·lulars S'alimenten de bacteris i llevats per endocitosi



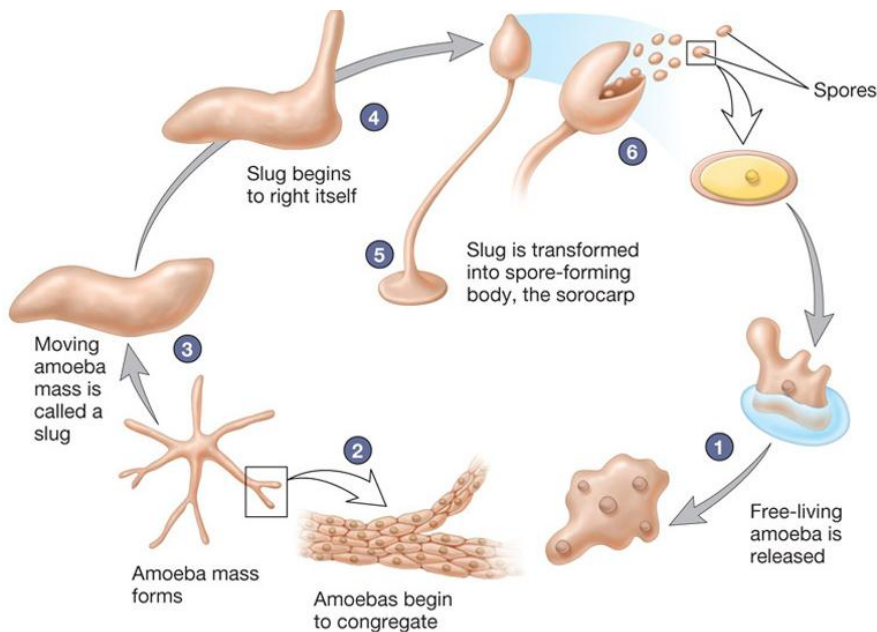
Cèl·lula ameboide



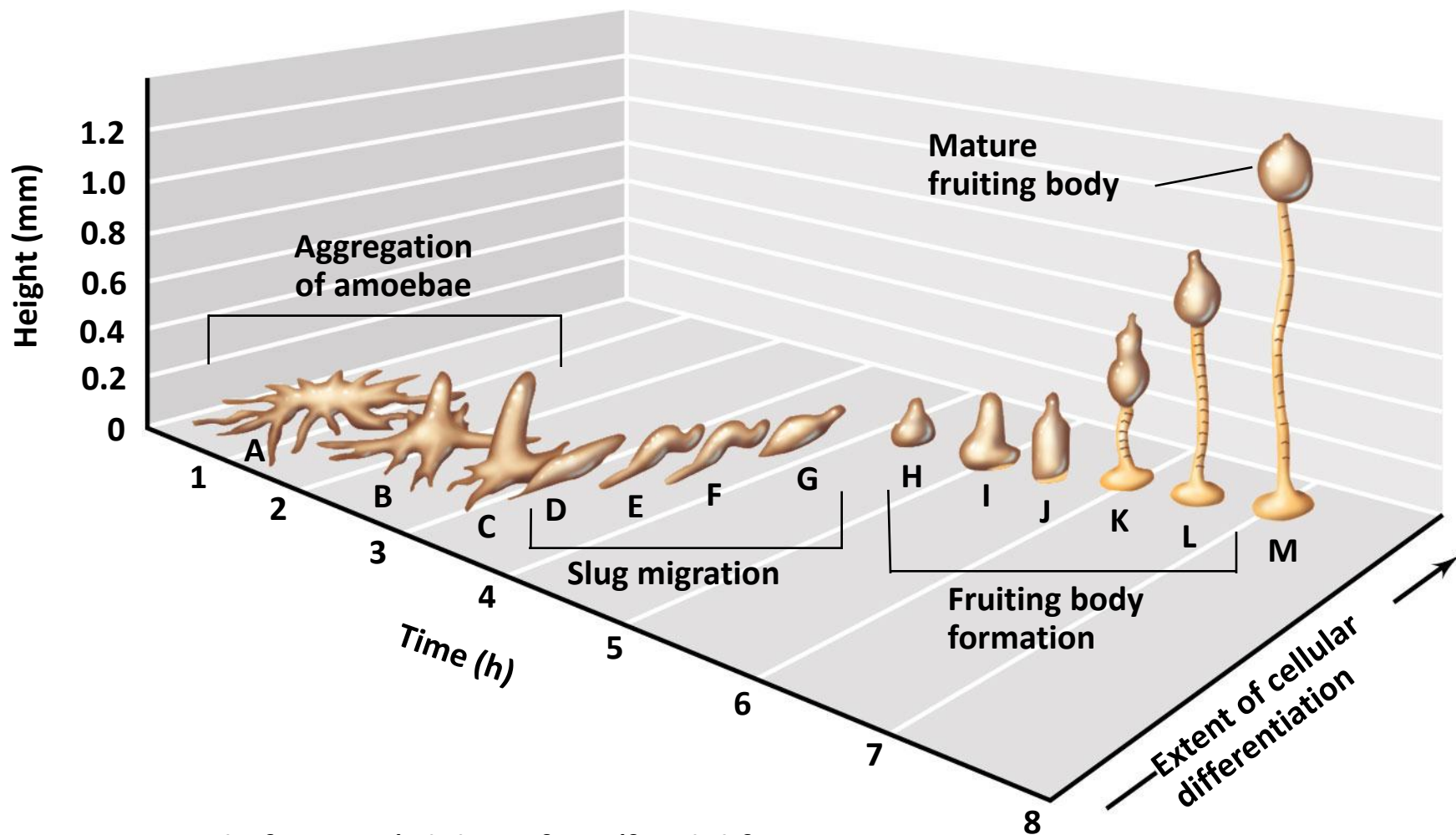
Pseudoplasmodi format per l'agregació de cèl·lules ameboides i posant-se en posició vertical



Cos fructífer madur



Cicle de vida



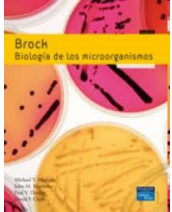
Etapes en la formació del cos fructífer del fong mucós *Dictyostelium discoideum*.

Tema 20

APLICACIONS

- I. Els microorganismes en la producció i conservació d'aliments.
- II. Els microorganismes en l'obtenció de productes a nivell industrial.
- III. Els microorganismes en la gestió ambiental de residus.

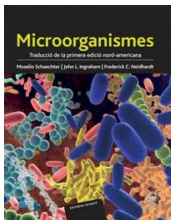
Bibliografia



“Brock- Biología de los Microorganismos”. Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D.P. Clark. 12^a ed. Pearson. Addison Wesley. 2009. Capítols 36 i 37



“MICROBIOLOGÍA de Prescott, Harley i Klein”. Willey, J.M.; Sherwood, L.M. i Woolverton, C.J. 7^a ed. McGraw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. 2009. Capítols 40 i 41

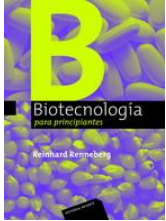


“Microorganismes”. Schaechter, M., J. L. Ingraham i F. C. Neidhard. 1^a ed. Reverté. Barcelona. 2008. Capítol 23



“Introducción a la Microbiología” Tortora, G.J., Funke, B.R. i Case C.L. 9^a ed. Médica Panamericana. 2007. Madrid. Capítols 9, 27 i 28

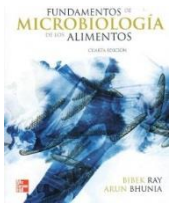
Bibliografia específica



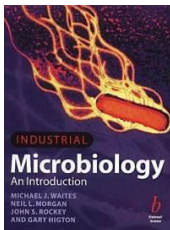
“Biología para principiantes”. Renneberg, R. 1ª ed. Reverté. 2009.



“Introducción a la Biotecnología”. Thieman, W.J. i Palladino, M.A. 2ª ed. Pearson. 2010.



“Fundamentos de Microbiología de los Alimentos”. Ray, B. i Bhunia, A. 4ª ed. McGraw-Hill. 2010.



“Industrial Microbiology: An introduction”. Waites, M.J., Morgan, N.L., Rockey, J.S. i Higon, G. 1ª ed. Blackwell Science. 2001.

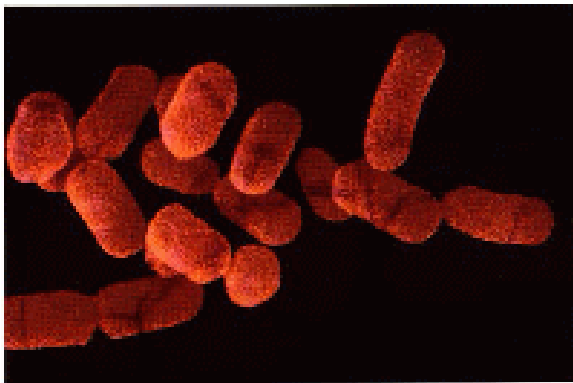
Tema 20

APLICACIONS

- I. Els microorganismes en la producció i conservació d'aliments.
- II. Els microorganismes en l'obtenció de productes a nivell industrial.
- III. Els microorganismes en la gestió ambiental de residus.

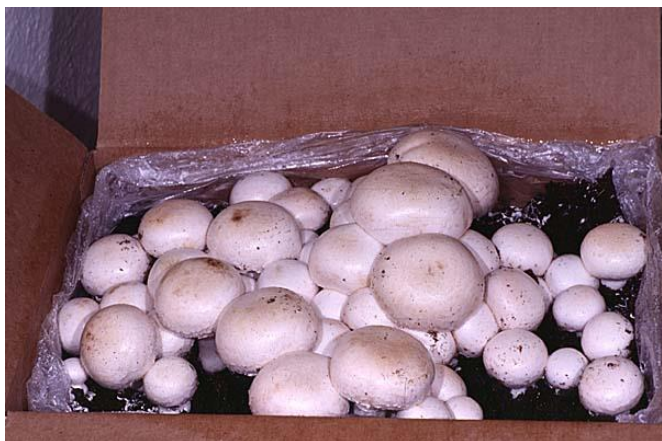
Tabla 32.1 Tipos de fermentación en vegetales.

<i>Tipo de fermentación</i>	<i>Producto</i>	<i>Materia prima</i>	<i>Principales microorganismos involucrados</i>
Ácido láctico	Vegetales fermentados	Véase Tabla 4	Bacterias ácido-lácticas, por ejemplo, <i>Ln. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i>
	Zumos de vegetales fermentados	Col ácida, zanahorias, apio, tomates, remolacha roja, nabos	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. xylosus</i> , <i>Lb. balvaricus</i>
Ácido acético	Vinagre	Uvas, patatas, varias frutas tras la fermentación alcohólica	<i>Acetobacter aceti</i> , <i>Acetobacter pasteurianus</i> , <i>Acetobacter hansenii</i> , <i>Gluconobacter oxydans</i>
Alcohólica	Licores	Patatas, rábano picante (para rimanto), guisantes (fen-djin)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i>
	Salsa de soja	Habas de soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Tetragenococcus halophilus</i> , levaduras



SCP = Monocultiu de cèl·lules microbianes o proteïna total extreta d'un cultiu cel·lular pur que pot utilitzar-se com a suplement proteïnica per animals i éssers humans

1966 MIT Institut Tecnològic de Massachussets



Principals malalties infeccioses transmises pels aliments

Malaltia	Agent causal	Característiques i període d'incubació	Aliments
Salmonelosis	<i>Salmonella_spp.</i>	Gastroenteritis 8-48 h	Carn, peix, ous, llet i derivats làctics
Campilobacteriosis	<i>Campylobacter jejuni</i>	Toxiinfecció 2-10 dies	Llet, aus, porc
Listeriosis	<i>Listeria monocytogenes</i>	Meningitis, avortaments Variable	Carn (especialment porc), llet
Diarrea i colitis per <i>E.coli</i>	Soques ETEC, EPEC, O157:H7 (EHEC)	Toxiinfeccions, colitis hemorràgica 24-72 h	Carn vedella, llet crua
Shigelosis	<i>Shigella sonnei, S. flexneri</i>	Disenteria (diarrea amb sang) 24-72 h	Ous i derivats
Gastroenteritis	<i>Vibrio parahaemolyticus, Vibrio spp.</i>	Gastroenteritis 16-48 h	Peix, marisc
Intoxicació alimentària	<i>Staphylococcus aureus</i>	Toxiinfecció 4-48 h	Carn, dolços

Tema 20.

APLICACIONS

- I. Els microorganismes en la producció i conservació d'aliments.
- II. Els microorganismes en l'obtenció de productes a nivell industrial.**
- III. Els microorganismes en la gestió ambiental de residus.

La Microbiologia Industrial utilitza els microorganismes per a obtenir productes comercials o per a realitzar transformacions químiques

BIOTECNOLOGIA → manipulació dels microorganismes, especialment manipulació genètica, per a produir productes útils

BIOTECNOLOGIA → ús integrat de la microbiologia, la bioquímica i l'enginyeria per aconseguir aplicacions tecnològiques dels microorganismes

BIOTECNOLOGIA → ús integrador de la biologia, la química i l'enginyeria per aconseguir aplicacions dels microorganismes, cèl·lules, parts i anàlegs moleculars en productes i serveis

Propietats dels microorganismes d'ús industrial

- ◆ produir la substància d'interès
- ◆ disponible en cultiu pur (i lliure de bacteriòfags)
- ◆ genèticament estable
- ◆ ha de créixer en cultius a gran escala (preferentment en pocs dies)
- ◆ s'ha de poder cultivar en el laboratori i a la planta de producció
- ◆ és desitjable que produeixe espores o similars per facilitar la seua inoculació en fermentadors

- ◆ que siga de creixement ràpid per minimitzar el temps de producció
- ◆ capaç de créixer en medis líquids i relativament barats (lactosèrum, melasses, ...)
- ◆ capaç de créixer en medis líquids i relativament barats (lactosèrum, melasses, ...)
- ◆ no patogen ni productor de toxines per als éssers humans, animals, plantes, ...
- ◆ que les cèl·lules resultants siguin fàcilment eliminades després del procés
- ◆ susceptibles de ser manipulats genèticament

- **Biotecnologia tradicional (era pre-genètica):** sobreproduir un compost amb microorganismes optimitzats per mètodes clàssics, o modificar un procés ja existent per augmentar el rendiment. Processos clàssics: fermentacions, producció de metabòlits, ...
- **Biotecnologia microbiana:** Producció de compostos nous per microorganismes mitjançant l'ús de la tecnologia de r DNA

PRODUCTE/PROCÉS	MICROORGANISME
Cèl·lules	<i>Llevats (Saccharomyces)</i>
Productes industrials: <ul style="list-style-type: none"> • Etanol (procedent de glucosa) • Etanol (procedent de lactosa) • Enzims 	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Kluyveromyces fragilis</i> <i>Aspergillus, Bacillus, Mucor, Trichoderma</i>
Additius alimentaris: <ul style="list-style-type: none"> • Aminoàcids • Àcids orgànics • Vitamines • Polisacàrids 	<i>Corynebacterium glutamicum</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Propionobacterium, Pseudomonas denitrificans</i> <i>Xanthomonas</i>
Productes d'ús clínic: <ul style="list-style-type: none"> • Antibiòtics • Insulina, hormona del creixement, interferó • Cortisona 	<i>Penicillium, Streptomyces, Bacillus</i> <i>E. coli, S. cerevisiae</i> <i>Rhizopus nigricans</i>
Biocombustibles: <ul style="list-style-type: none"> • Hidrogen • Metà • Etanol 	Fotòtrofs Metanògens <i>Zymomonas, Thermoanaerobacter</i>

Modalitats de creixement de microorganismes a la indústria

- Creixement en medi líquid
 - en suspensió
 - suportat
 - sobre la superfície del medi (microorganismes aerobis)
 - sobre un substrat sòlid
 - llits fixos (depuració d'aigües residuals)
 - llits fluidificats (cervesa amb *S. cerevisiae*)
- Fermentació en substrat sòlid amb
 - microbiota autòctona (compost, ensitjats, formatge)
 - cultius purs (Koji, arròs fermentat per *Aspergillus oryzae*)
 - cultius mixtes (producció SCP)

Examples of solid-state fermentations on natural substrates

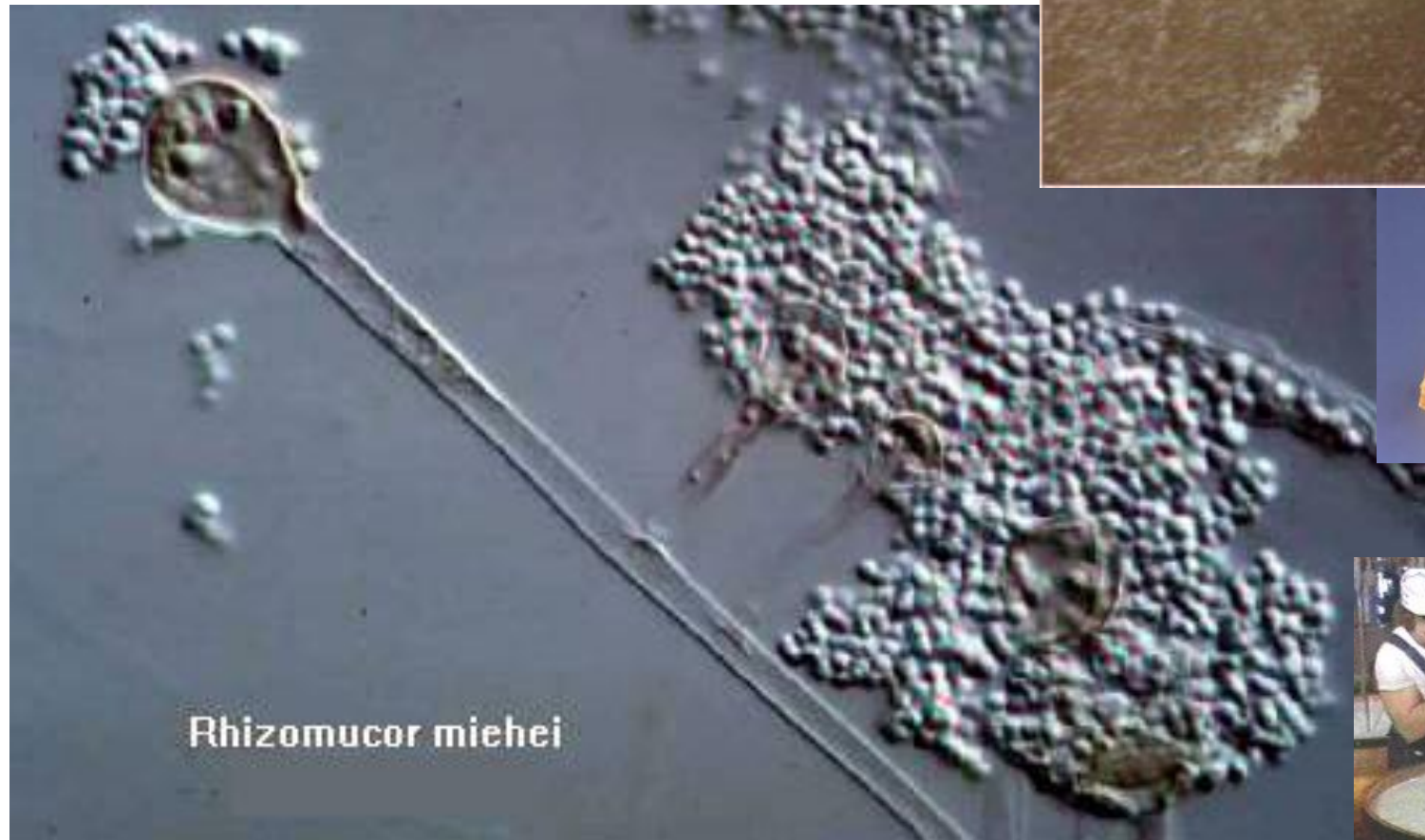
Product	Microorganisms	Materials
Enzymes		
α -Amylase	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Rhizopus</i> sp., <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus</i> sp.	Wheat bran, cassava
Glucoamylase	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp.	Cassava, wheat bran, corn
Cellulase	<i>Trichoderma reesei</i> , <i>A. niger</i>	Wheat bran, wheat straw
	<i>Penicillium</i> sp., <i>Thermoascus aurantiacus</i>	Beet pulp, cellulosic biomass
Xylanase	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Thermoascus lanuginos</i>	Wheat bran, jute fiber + wheat
Pectinase	<i>Talaromyces flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. carbonarius</i>	Fruit pomace, wheat bran, coffee
Glucose oxidase	<i>Penicillium notatum</i> , <i>Penicillium</i> sp.	
β -Galactosidase	<i>Kluyveromyces lactis</i>	Whey + corn or wheat bran
Protease	<i>Penicillium caseicolum</i> , <i>Mortierella renispora</i> , <i>A. oryzae</i> , <i>A. niger</i>	Wheat bran, dried skim milk
Rennin	<i>Mucor pusillus</i> , <i>Mucor miehei</i>	Wheat bran
Metabolites		
Ethanol	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fruit pomace, sweet sorghum, b corn, carob pods
Citric acid	<i>A. niger</i>	Sugarcane bagasse, fruit pomace wheat bran
Lactic acid	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Rhizopus oryzae</i>	Sweet sorghum, sugarcane bagas glucose
Gibberellic acid	<i>Gibberella fujikuroi</i>	Wheat bran
Red pigment	<i>Monascus anka</i>	Rice, bread flake

Antibiotics		
Penicillin	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Sugarcane bagasse
Tetracycline	<i>Streptomyces viridifaciens</i>	Sweet potato residue
Cephalosporins	<i>Cepharlosporium acremonium</i>	Barley
Iturin, surfactin	<i>Bacillus subtilis</i>	Soybean curd residue
Foods		
Natto	<i>Bacillus natto</i>	Soybean
Tempeh	<i>Rhizopus oligosporus</i>	Soybean
Tape	<i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Rhizobium chinensis</i>	Rice, cassava, maize
Ontjom	<i>Neurospora sitophila</i>	Peanut meal
Cheese	<i>Penicillium roqueforti</i>	Milk curd
Bread dough	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Lactobacillus</i>	Wheat powder
Koji	<i>sanfrancisco</i>	
Sake, shochu	<i>A. oryzae</i> , <i>A. kawachii</i>	Rice, barley
Soy sauce	<i>Aspergillus sojae</i>	Soybean, wheat
Miso	<i>A. oryzae</i>	Soybean, rice
Shao-hsing wine	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Mucor sp.</i> (<i>A. oryzae</i>)	Wheat (rice)
Kao-liang liquor	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Mucor sp.</i>	Sorghum
Ragi	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Saccharomycopsis sp.</i>	Rice
Single-cell proteins	Many yeasts and molds	Starchy or cellulosic biomass
Compost	White-rot fungi (mixed culture)	Cellulosic biomass

Enzims comercialment importants

Aplicaciones	Enzimas	Forma de uso	Organismo	pH y temperatura (°C de uso)
<i>Procesamiento del almidón y carbohidratos</i>				
Hidrólisis de uniones 1,4 en almidón para producir dextranos	α -amilasa	Extracelular, soluble	<i>Bacillus licheniformis</i> <i>B. amyloliquefaciens</i>	6.0-6.5; 100-140 6.0-6.5; 40-70
Hidrólisis de dextranos a glucosa	Glucosamilasa	Extracelular, soluble	<i>Aspergillus niger</i>	3.5-4.5; 58-62
Glucosa purificada equilibrada a una mezcla de glucosa y fructosa	Xilosa (glucosa) isomerasa	Células enteras inmovilizadas	<i>Bacillus coagulans</i> , <i>Streptomyces olivaceus</i> , <i>Microbacterium arborescens</i> , <i>Antinoplanes missouriensis</i>	7.0-8.0; 55-65
<i>Hidrólisis de proteínas</i>				
Degradación de proteínas en las formulaciones de detergentes	Proteasa alcalina	Extracelular, soluble	<i>B. licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i>	9.0-11.0; 40-60
Degradación de proteínas en los substratos de cervecía	Proteasa neutra	Extracelular, soluble	<i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. subtilis</i>	6.0-9.0; 40-60
Coagulación de la leche y aumento del sabor del queso	Proteasa ácida	Extracelular, soluble	<i>A. niger</i> , <i>Mucor miehei</i> , <i>Mucor pusillus</i> , <i>Endothica parasitica</i>	2.0-7.0; 40-50
<i>Hidrólisis de la pectina</i> Zumos de fruta y procesamiento del vino	Pectinasa, β -glucanasa celulasa	Extracelular, soluble	<i>A. niger</i> , <i>B. subtilis</i>	4.0-7.0; 50-65

Proteasa àcida



Rhizomucor miehei

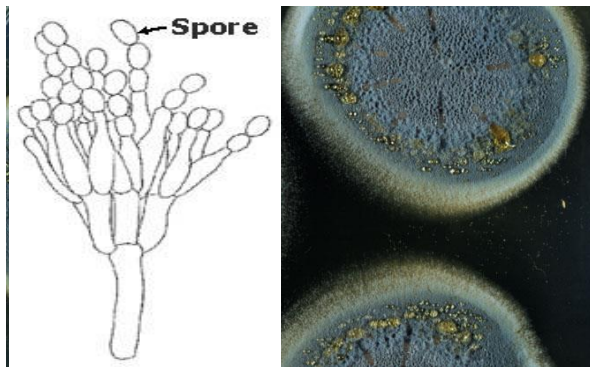


Antibiòtics

● Fongs : penicil·lines, cefalosporina C, griseofulvina i àcid fusídic.

● *Penicillium*

● *Cephalosporium*



Penicillium chrysogenum



Penicillium notatum



Cephalosporium acremonium

- Actinomicets: tetraciclines, rifamicines, aminoglucòsids (estreptomicina), macròlids (eritromicina), cloramfenicol. (produeixen el 90% dels antibiòtics descrits)

- *Streptomyces*



- Altres bacteris: antibiòtics polipeptídics (polimixina, bacitracina)

- *Bacillus*



Bacillus subtilis



Bacillus subtilis

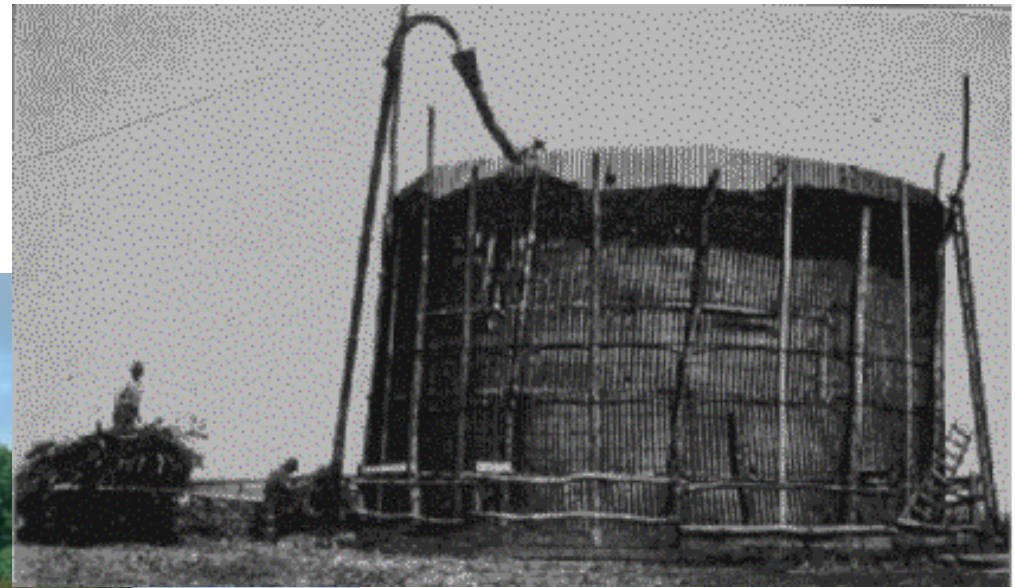
<i>Chemical</i>	<i>Primary Bacterial or Fungal Source</i>	<i>Major Actual or Potential Uses</i>	<i>U.S. Market Value (\$ millions)*</i>
Ethanol	<i>Saccharomyces</i>	Octane enhancer, beverages, industrial solvent, intermediate for production of vinegar, ethylene, butadiene, esters, and ethers	9000
Acetic acid	<i>Acetobacter</i>	Industrial solvent and intermediate in the production of many organic chemicals, food acidulant	620
Isopropanol	<i>Clostridium</i>	Industrial solvent, cosmetics, antifreeze inks	500
Acetone	<i>Clostridium</i>	Industrial solvent, intermediate for production of many organic compounds	460
Acrylic acid	<i>Bacillus</i>	Industrial intermediate for plastics	360
Glycerol	<i>Saccharomyces</i>	Solvent, plasticizer, sweetener, explosives manufacture, printing, cosmetics, soaps, antifreeze	250
Propylene glycol	<i>Bacillus</i>	Antifreeze, solvent, synthetic resin manufacture, mold inhibitor	220
1-Butanol	<i>Clostridium</i>	Industrial solvent, intermediate for production of many organic chemicals	200
Citric acid	<i>Aspergillus</i>	Food acidulant	190
Sorbitol	<i>Acetobacter</i>	Confectionery industry	90
Propionic acid	Propionibacteria	Food preservative	35
Fumaric acid	<i>Rhizopus</i>	Manufacture of lacquers, dyes, and esters for perfumes	25

Inòculs microbians

- ⇒ Indústria alimentària
 - ⇒ Llevat de panificació, cerveseria i vinificació (*Saccharomyces cerevisiae*)
 - ⇒ Bacteris com cultius iniciadors en productes làctics
 - ⇒ Iogurt (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*)
 - ⇒ Formatge (*Lactococcus lactis*, *Leuconostoc cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, etc)
 - ⇒ Kefir, Kumiss (*Lactococcus lactis*, *Lb. Bulgaricus*)
 - ⇒ Càrnics curats (*Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*)
 - ⇒ Bacteris com cultius iniciadors en vinificació
 - ⇒ Fermentació malolàctica (*Oenococcus oeni*)

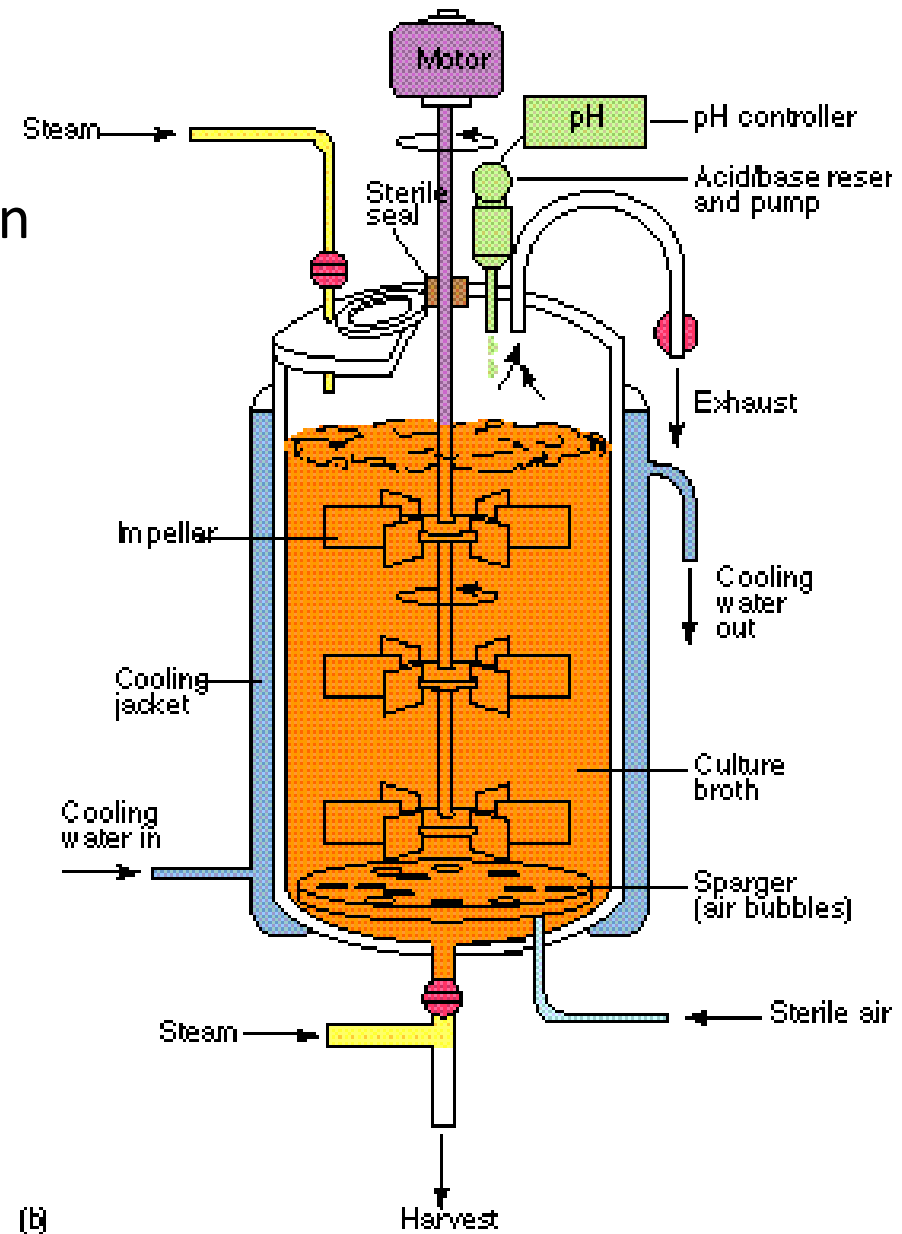
- ⇒ Probiòtics (*Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*)
- ⇒ Protecció vegetal
- ⇒ Insecticides (*Bacillus thuringiensis*)
- ⇒ Tractament de minerals (*Thiobacillus* spp.)
- ⇒ Fixació de nitrògen (*Rhizobium*)
- ⇒ Teràpia gènica (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*,
Saccharomyces cerevisiae, *Lb. acidophilus*)
- ⇒ Tractament de residus (Metanògens)
- ⇒ Acceleració del creixement de plantes
- ⇒ Micorizació (endo- i ecto-micorizes)

Ensitjats

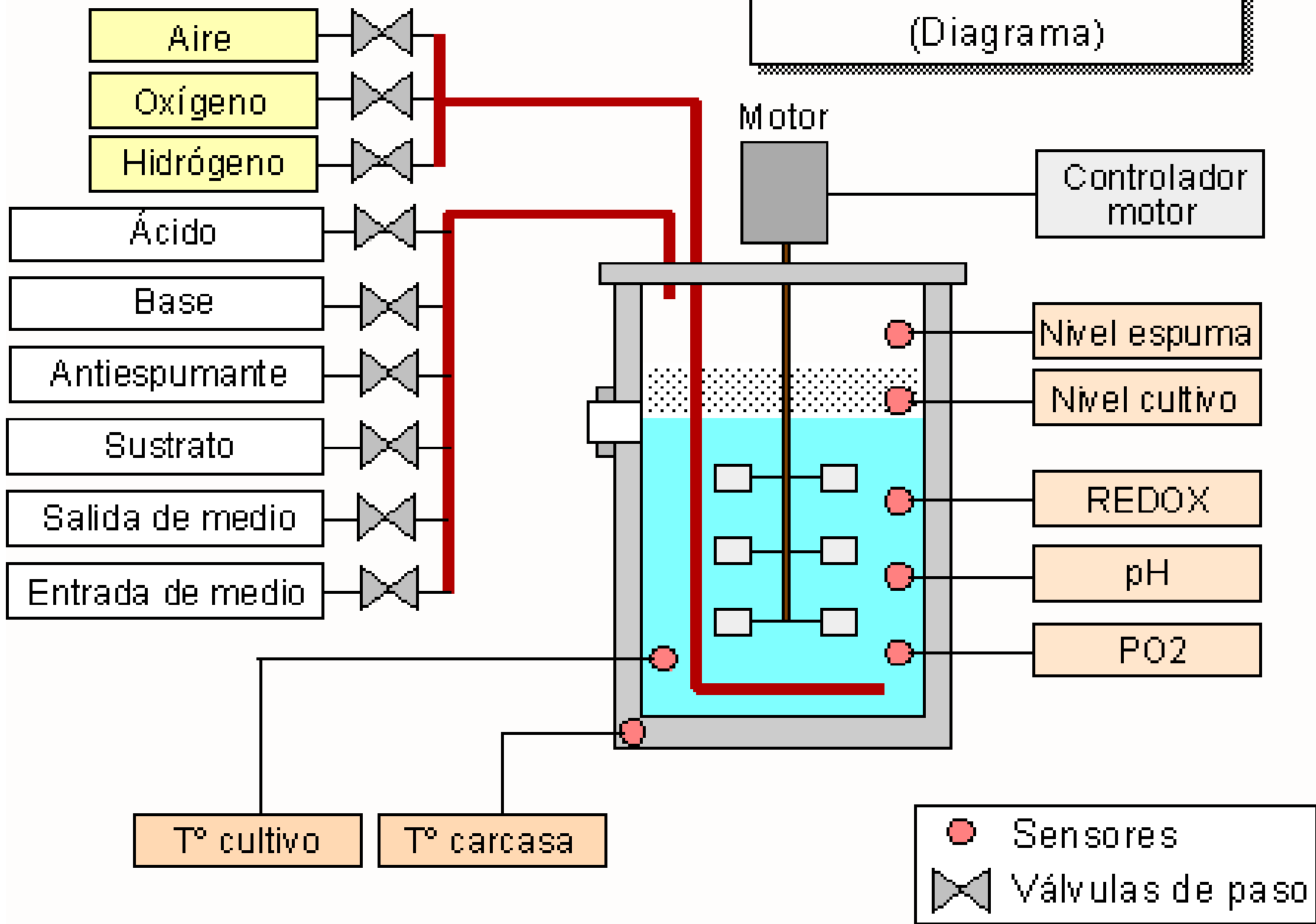


Bioreactors

- Esquema general d'un fermentador o bioreactor
- Materials de construcció:
 - vidre
 - plàstic
 - acer inoxidable
 - **usar i llançar**
- Tipus de bioreactors:
 - STR
 - CSTR
 - air-lift
 - bombolles

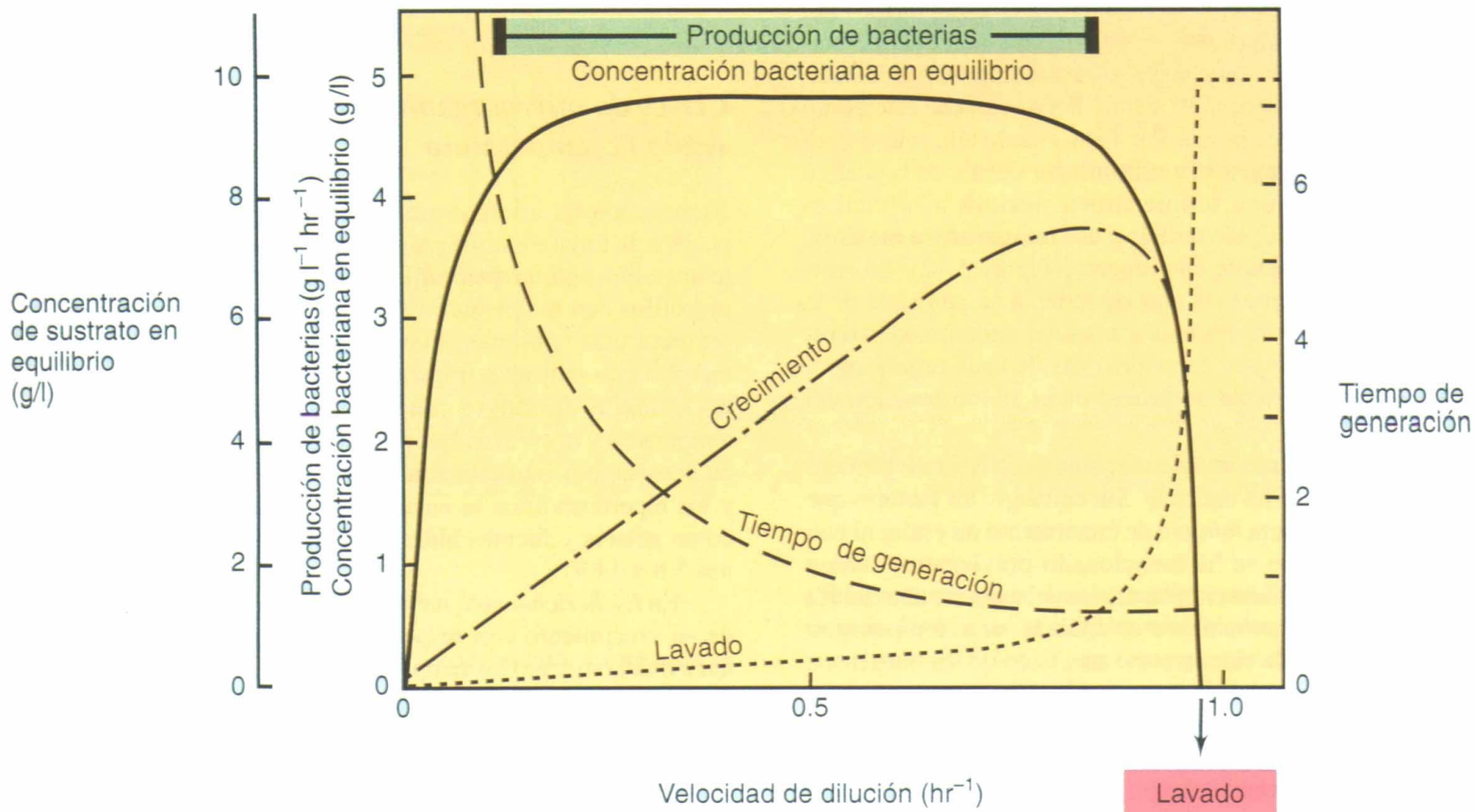


Sistema fermentador (Diagrama)



Mètodes de fermentació

Cultiu continu

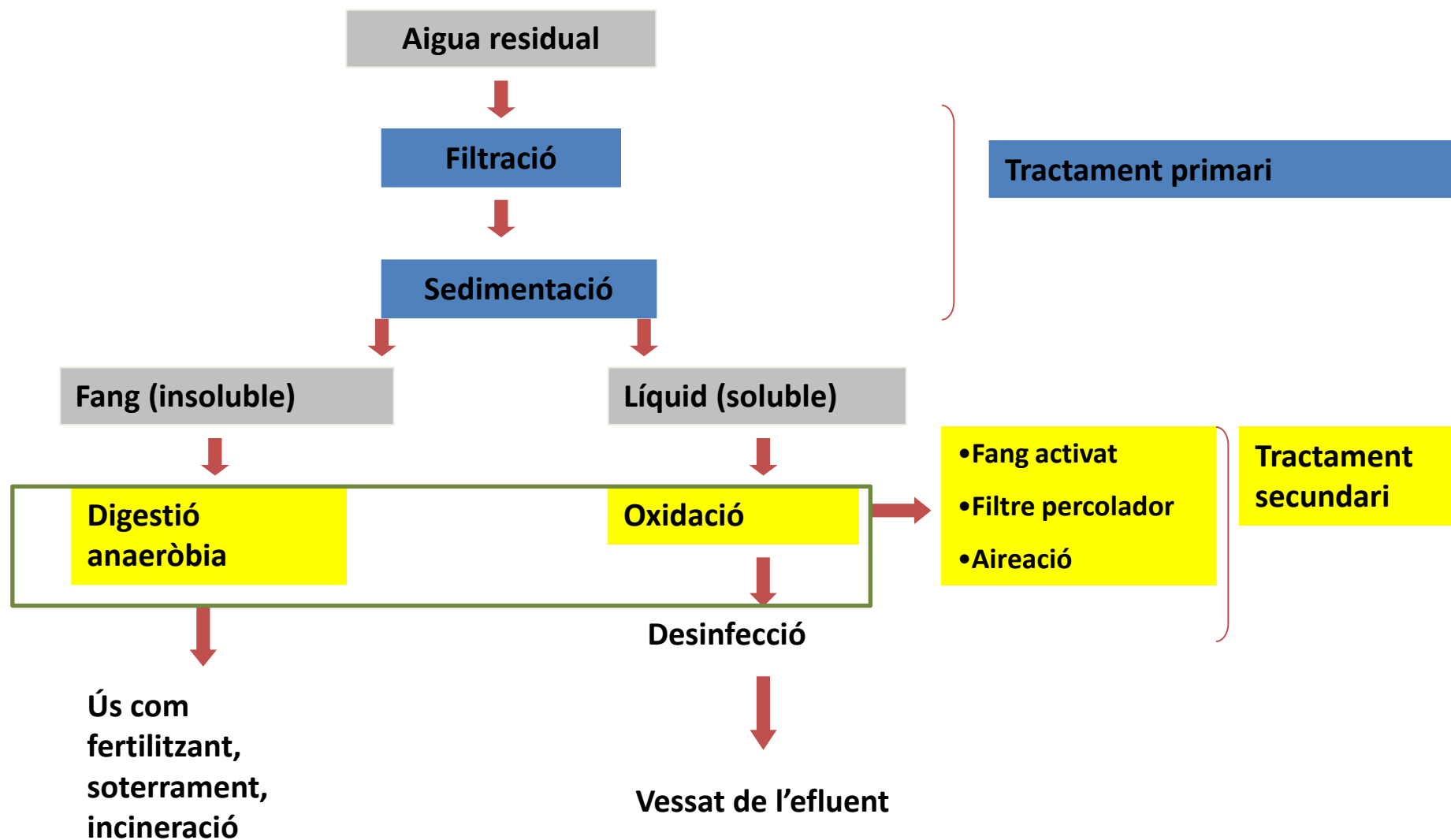


Tema 20

APLICACIONS

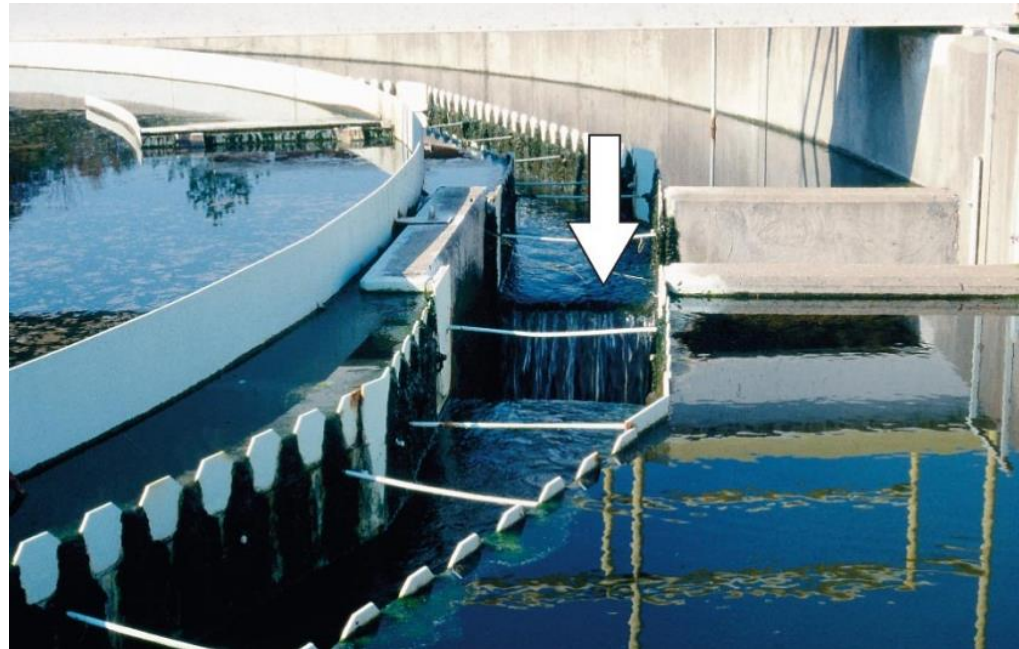
- I. Els microorganismes en la producció i conservació d'aliments.
- II. Els microorganismes en l'obtenció de productes a nivell industrial.
- III. Els microorganismes en la gestió ambiental de residus.

- Tractament d'aigües residuals
- Bioremediació: utilització de microorganismes vius per a eliminar contaminants
 - Petroli: Metanòtrofs, *Pseudomonas*
 - Xenobiòtics [compostos químics sintètics: plaguicides, bifenils policlorats (PCB), dissolvents clorats, tintes, etc]:
Bacteris i fongs habitualment modificats genèticament
 - Plàstics biodegradables: fotobiodegradables, que incorporen midó o produïts per microorganismes



Tractament primari

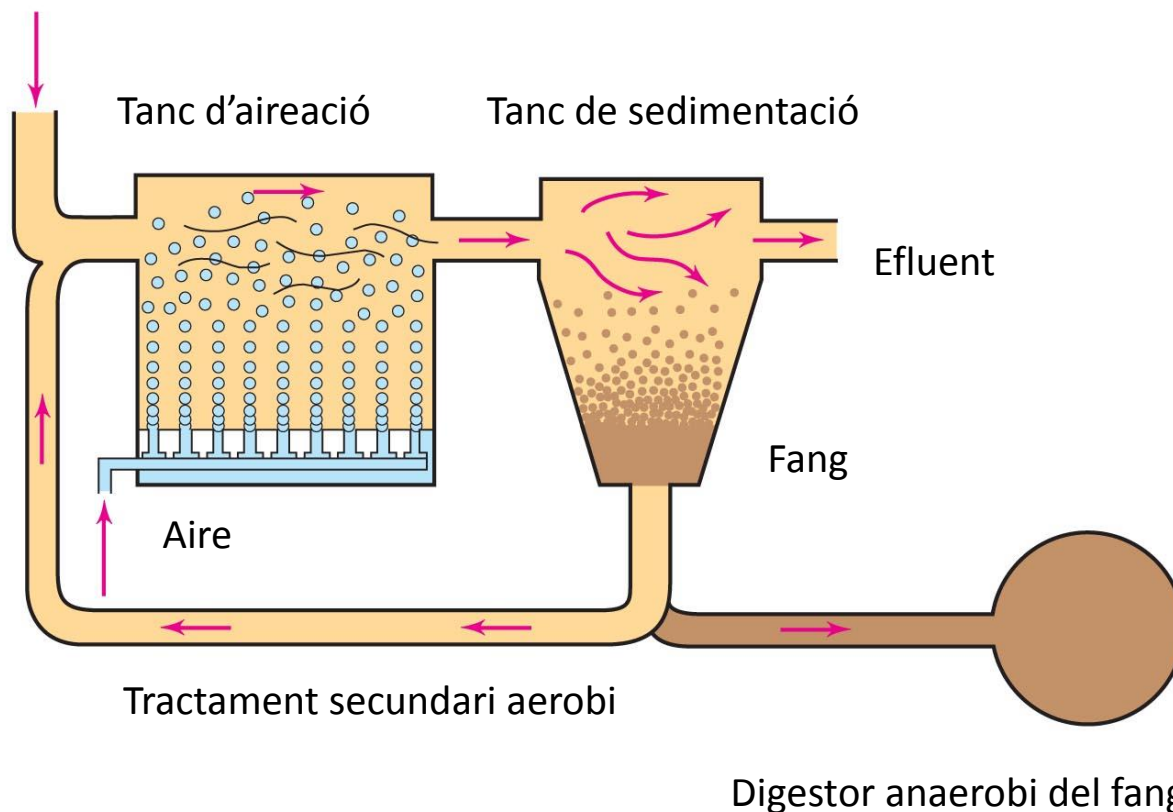
Tanc de sedimentació L'aigua sedimenta en l'embassament i quan puja el nivell cau als canals (fletxa) d'on es bombeja al tancs de tractament secundari



Tractament secundari: processos aerobis

La microbiota degrada la matèria orgànica a carbonats, nitrats, amoni, fosfats i sulfats

Aigua provinent del tractament primari



a) Tancs de filtrat (percolació)

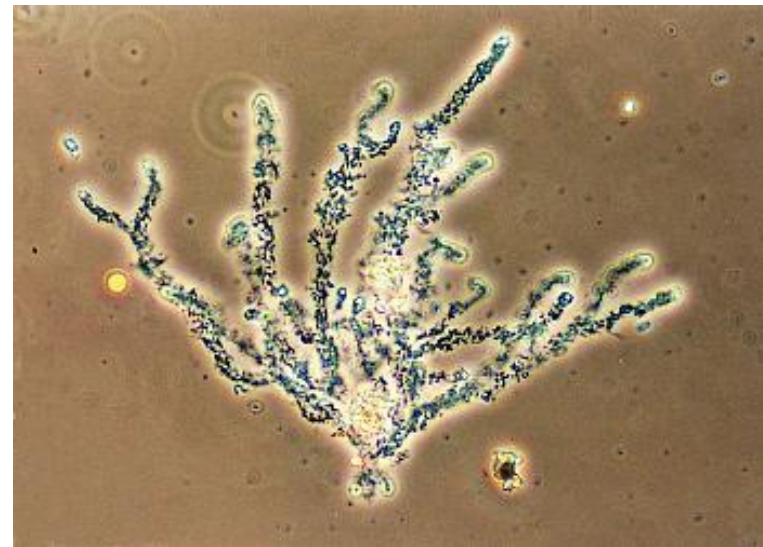
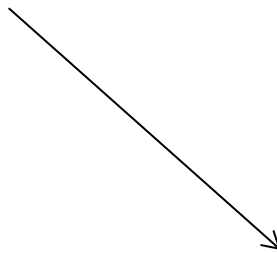
Microrganismes habituals

Quimioheteròtrofs

- *Zoogloea ramigera*
- *Pseudomonas*
- *Algaligenes*
- *Flavobacterium*
- *Corynebacterium*
- *Fusarium*
- *Geotrichum*

Autòtrofs

- *Nitrosomonas*
- *Nitrobacter*



b) Tancs de fang activat

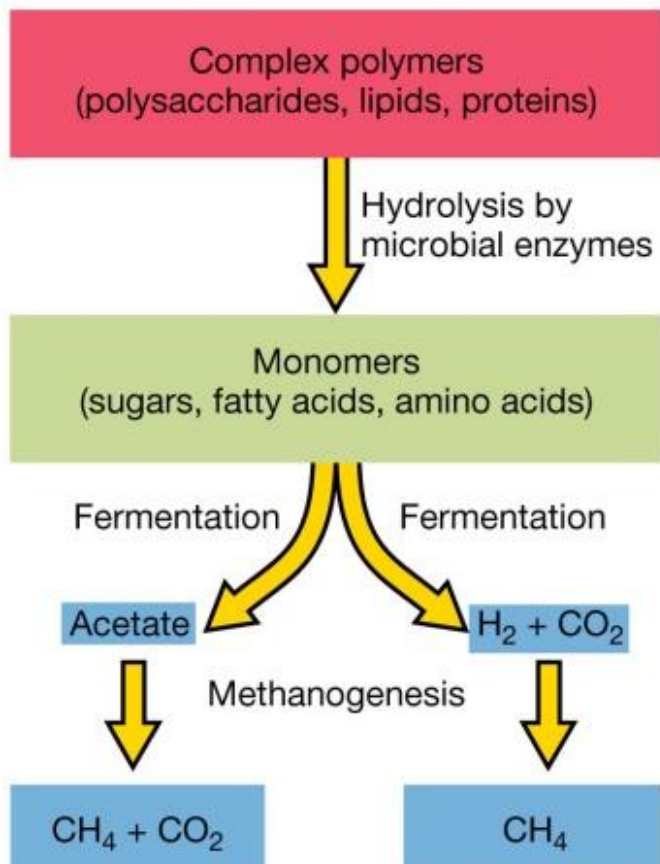
Els residus es mesclen amb un inòcul de microorganismes (els mateixos del filtrat). *Zoogloea ramigera* forma flòculs on s'adhereixen altres microorganismes. Els flòculs s'eliminen després per sedimentació i un alíquota és l'inòcul per al següent procés.

c) Canals d'oxidació



Tractament secundari: processos anaerobis

Tractament de material amb alt contingut en matèria orgànica insoluble (cel·lulosa) i residus industrials



Fases:

Formació d'àcids

- molts microorganismes

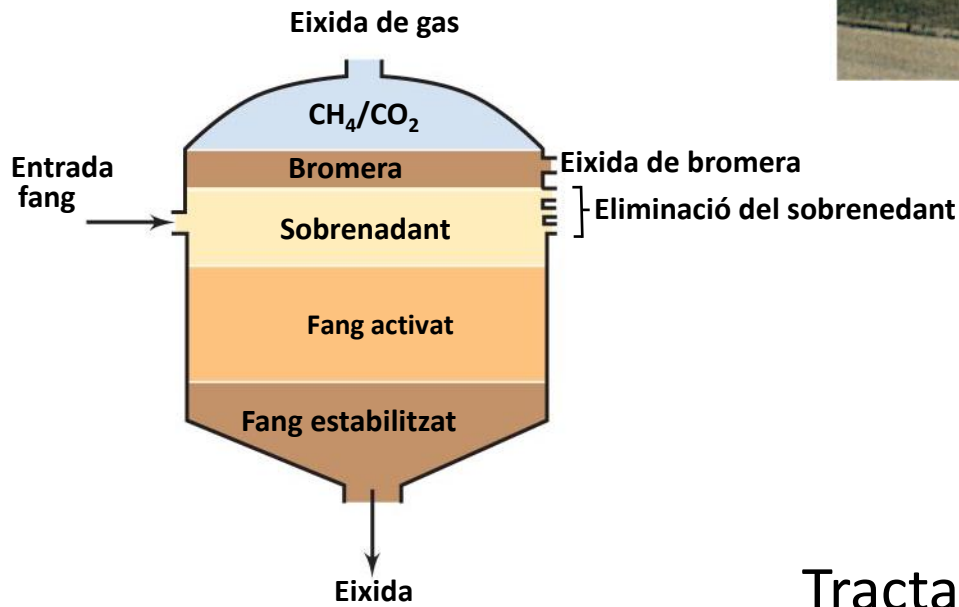
Formació de metà:

- *Methanobacterium*

- *Methanobacillus*

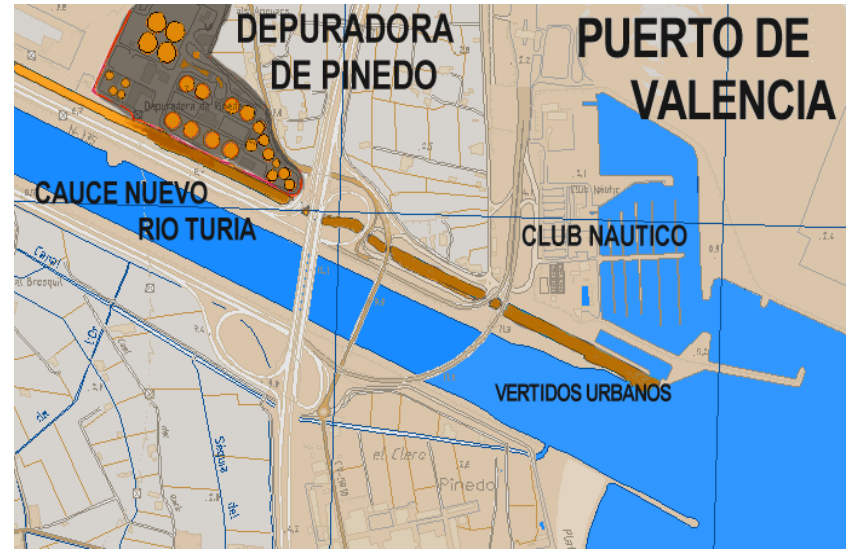
- *Methanococcus*

- *Methanosarcina*

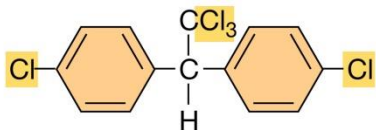


Tractament secundari anaerobi

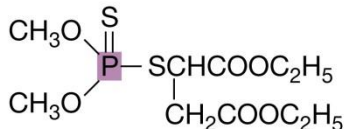
Depuradora de Pinedo <http://www.emshi.gob.es/>



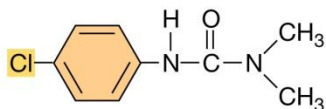
Alguns xenobiòtics que poden degradar-se per microorganismes



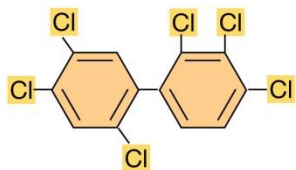
DDT; dichlorodiphenyltrichloroethane
(an organochlorine)



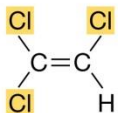
Malathion; mercaptosuccinic acid diethyl ester
(an organophosphate)



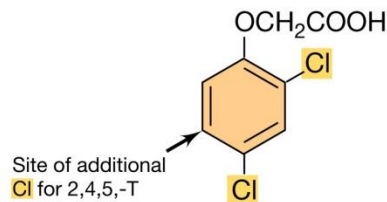
Monuron; 3-(4-chlorophenyl)-1,1-dimethylurea
(a substituted urea)



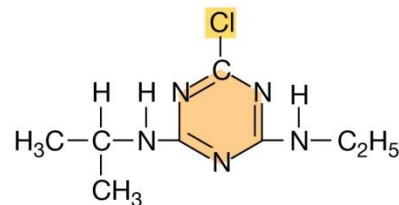
Chlorinated biphenyl (PCB);
shown is 2, 3, 4, 2', 4', 5'- Hexachlorobiphenyl



Trichloroethylene



2,4-D; 2,4-dichlorophenoxy acetic acid
(a chlorophenoxy acetic acid derivative)



Atrazine, 2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylaminotriazine
(a triazine derivative)