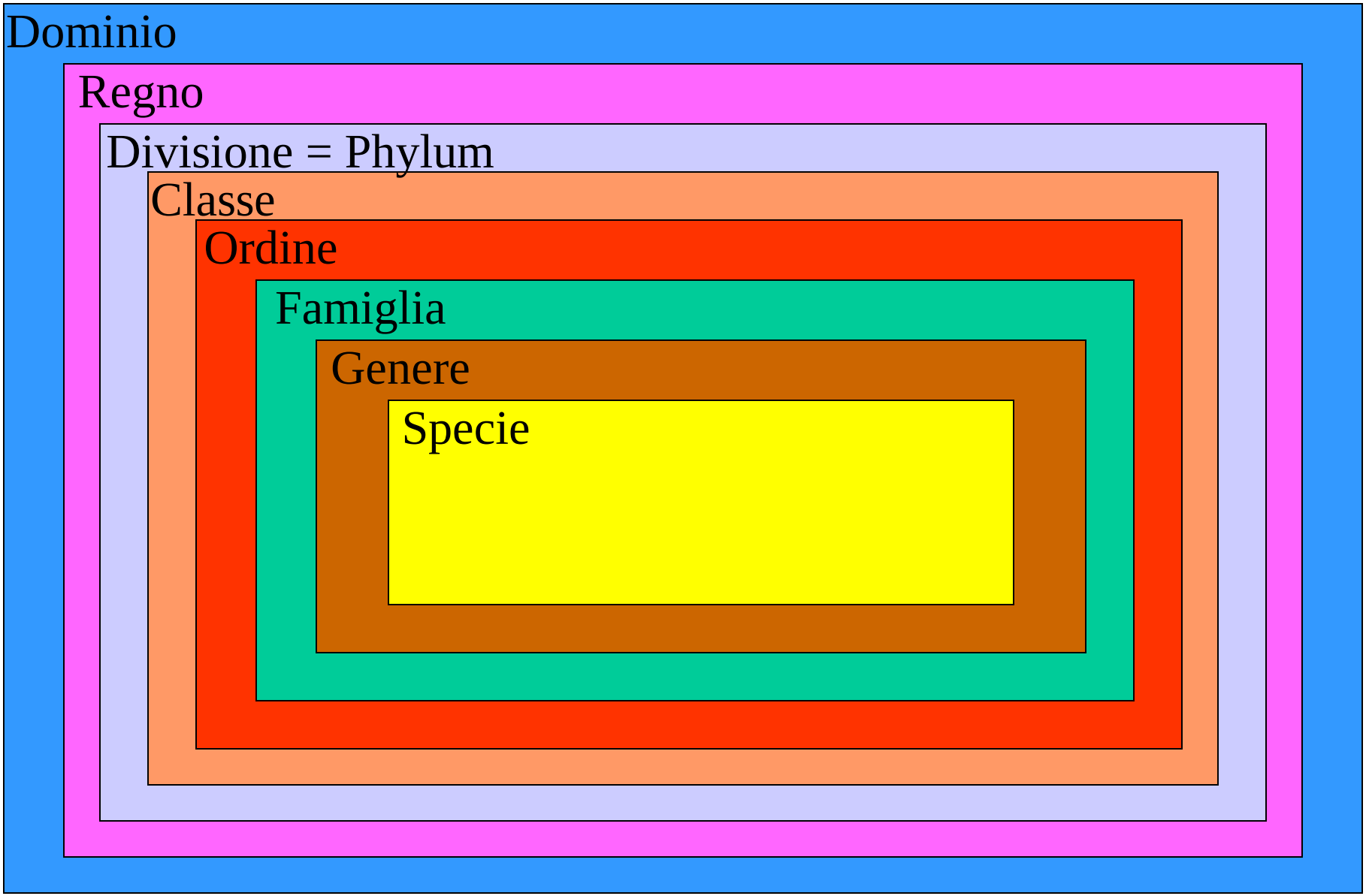
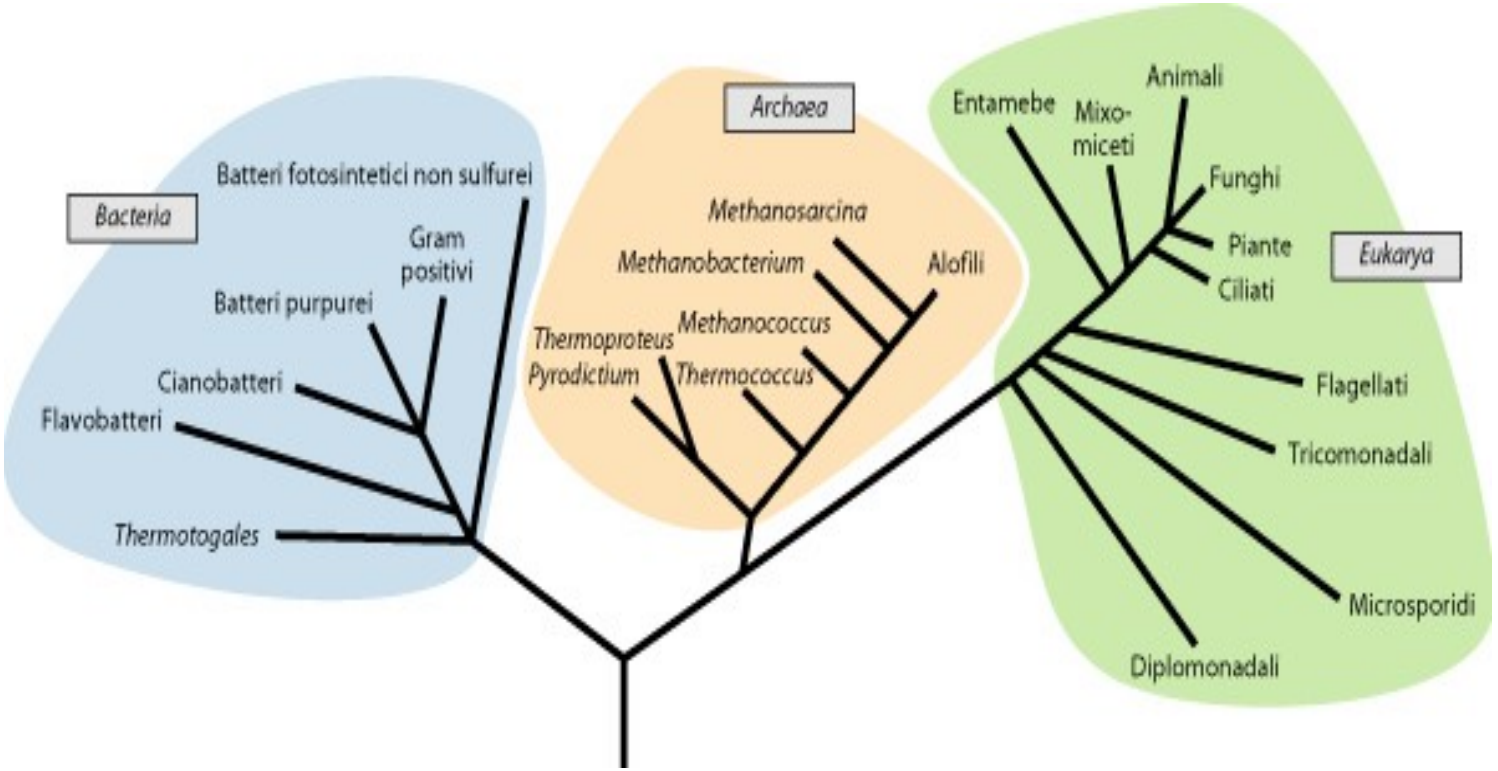
Categorie di classificazione (sistema gerarchico)



Albero filogenetico universale basato sulla comparazione delle sequenze dell'RNA ribosomale 16S



Progenitore universale

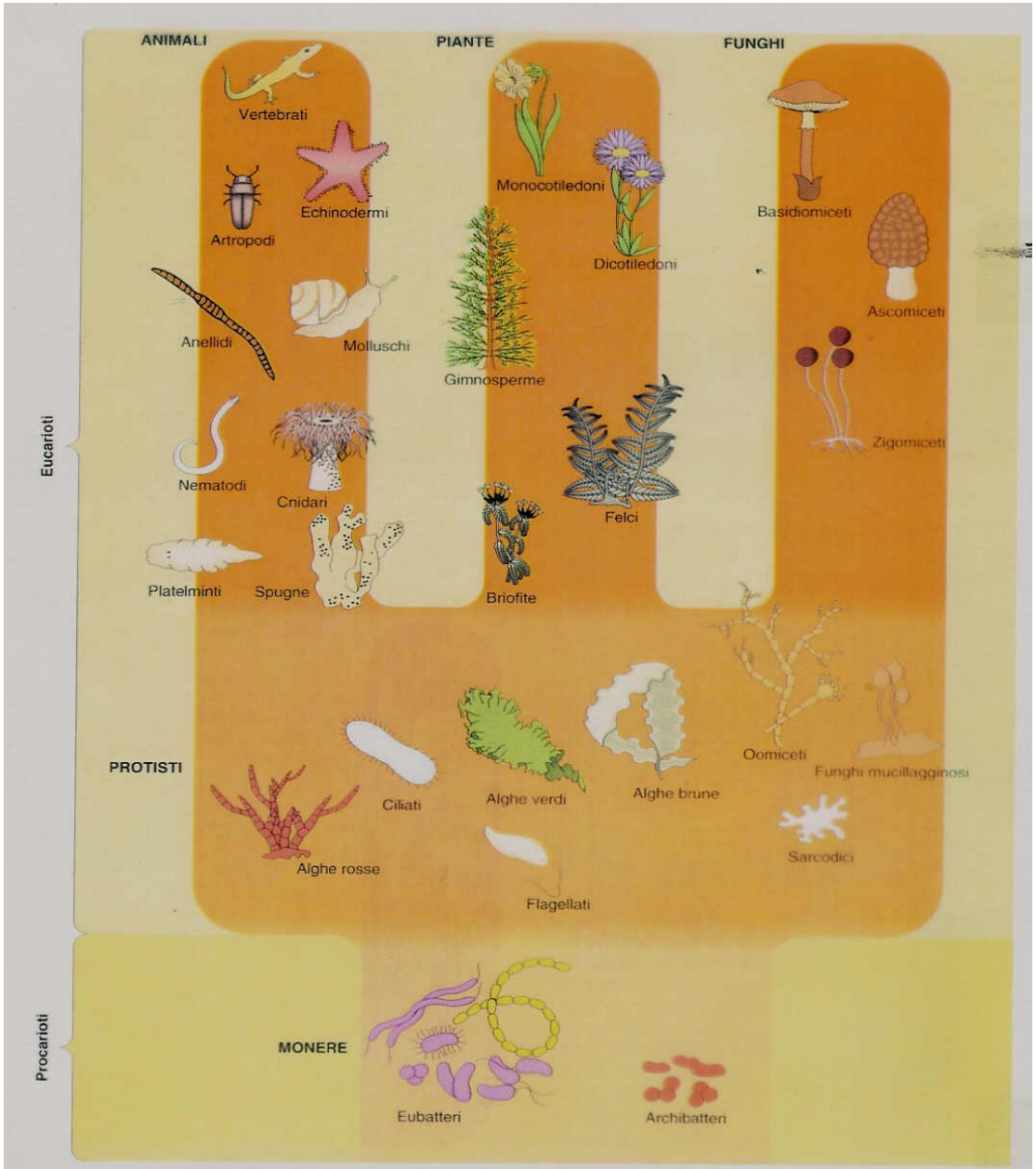


Fig. 2. Oggi il mondo vivente viene suddiviso in 5 Regni: Monere, Protisti, Funghi, Piante e Animali. È probabile tuttavia che il Regno Monere e il Regno Protisti debbano subire ulteriori divisioni.

Tabella 21.1. Scala geocronologica.

Le sequenze geologiche vengono indicate tradizionalmente con la più giovane o più recente in alto, essendo questo il modo in cui si sono depositati gli strati delle rocce sedimentarie.

ERA	Periodo	Epoca	Durata in milioni di anni (appross.)	Milioni di anni fa (appross.)	Principali pietre miliari biologiche
		Olocene	Circa ultimi	5000 a	civilizzazione
	Quaternario	Pleistocene	2,5	2,5	glaciazione, nascita dell'uomo
		Pliocene	4,5	7	
		Miocene	19	26	diversificazione dei mammiferi e delle angiosperme
	Terziario	Oligocene	12	38	
		Eocene	16	54	
CENOZOICO		Paleocene	11	65	
	Cretaceo		71	136	nascita delle angiosperme, estinzione definitiva dei dinosauri
	Giurassico		54	190	foreste di gimnosperme cosmopolite; apogeo dei dinosauri; primi uccelli
MESOZOICO	Triassico		35	225	diffusione delle foreste di gimnosperme e dei dinosauri; primi mammiferi
	Permiano		55	280	nascita delle conifere e dei rettili; estinzione degli alberi delle foreste paludose
	Carbonifero		65	345	foreste paludose; primi rettili e insetti; prime spermatofite (piante a seme)
	Devoniano		50	395	piante terrestri primitive e anfibi
	Siluriano		35	430	prime piante terrestri
	Ordoviciano		70	500	primi pesci; invertebrati abbondanti e diversi
PALEOZOICO	Cambriano		70	570	alghe macroscopiche (alghe marine); invertebrati a guscio duro
	Ediacariano		≈130	≈700	primi invertebrati a molle
	(Proterozoico)			≧3.400	procarioti, piante, animali unicellulari
	(Archeano)			≧4.600	prima vita unicellulare; si sviluppa il «brodo primordiale» prebiotico
PRECAMBRIANO					origine della Terra

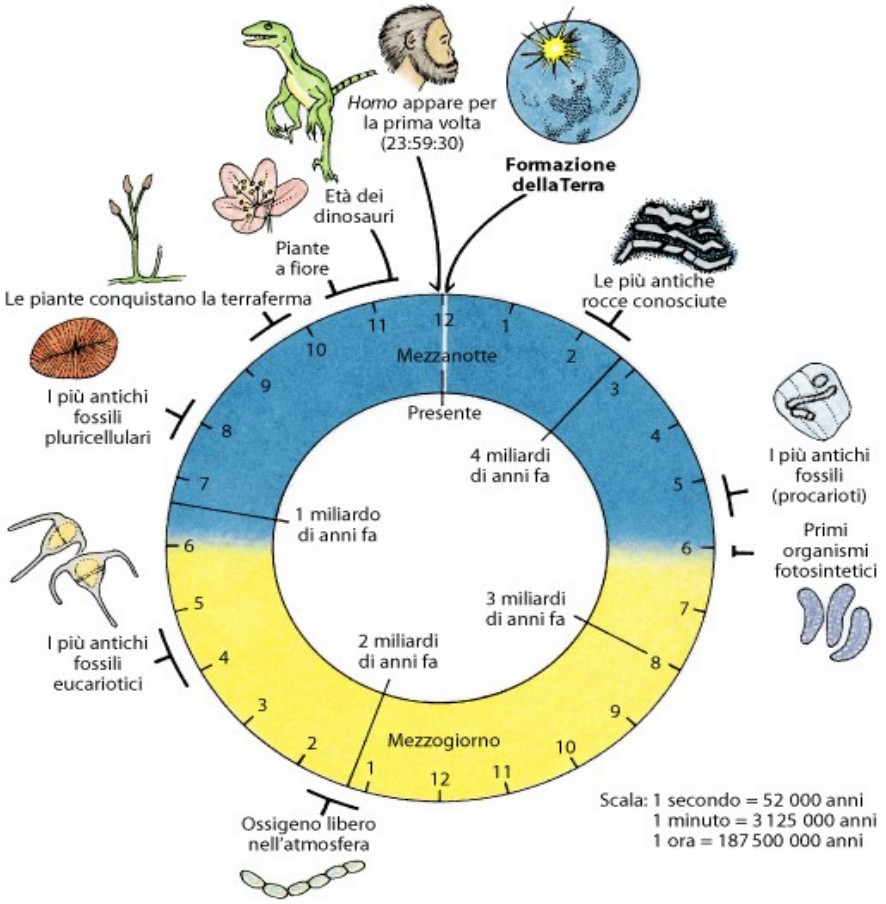
1.5 MIL. EUC.

3.5 MILIARDI → BATTERI

ORG. PLURICELLULARI

1,5 miliardi

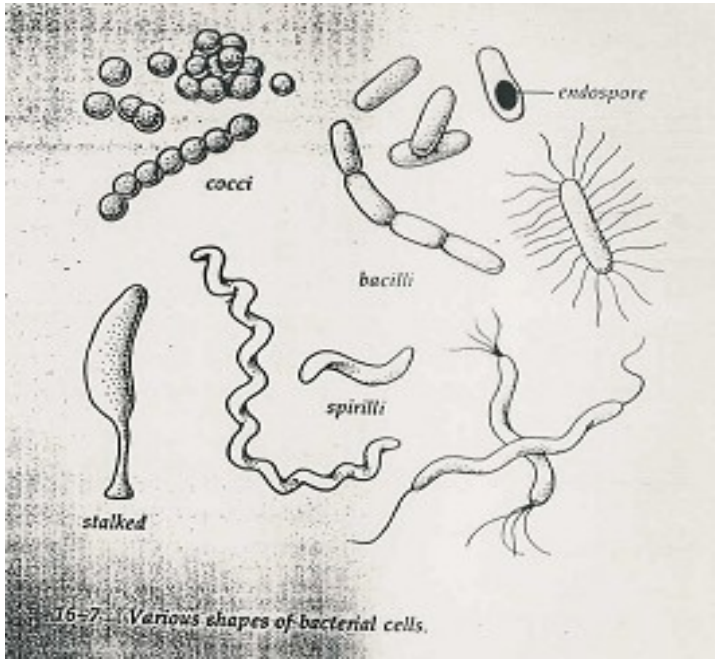
EUCARIOTI



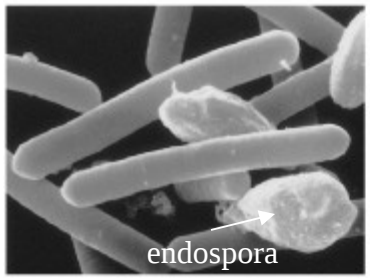
4,5 miliardi di anni = 24 h

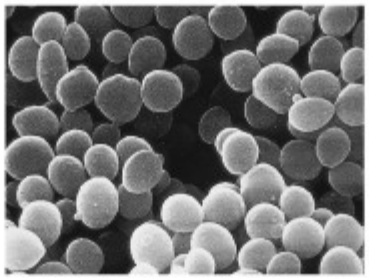
- La vita è comparsa abbastanza presto
- Ci è voluto parecchio per gli organismi pluricellulari
- L'uomo è comparso circa 30 secondi prima della mezzanotte!

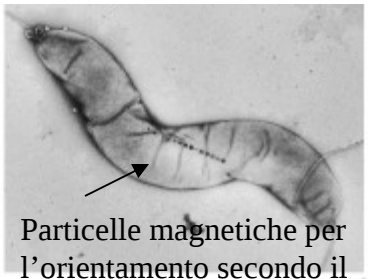
Procarioti



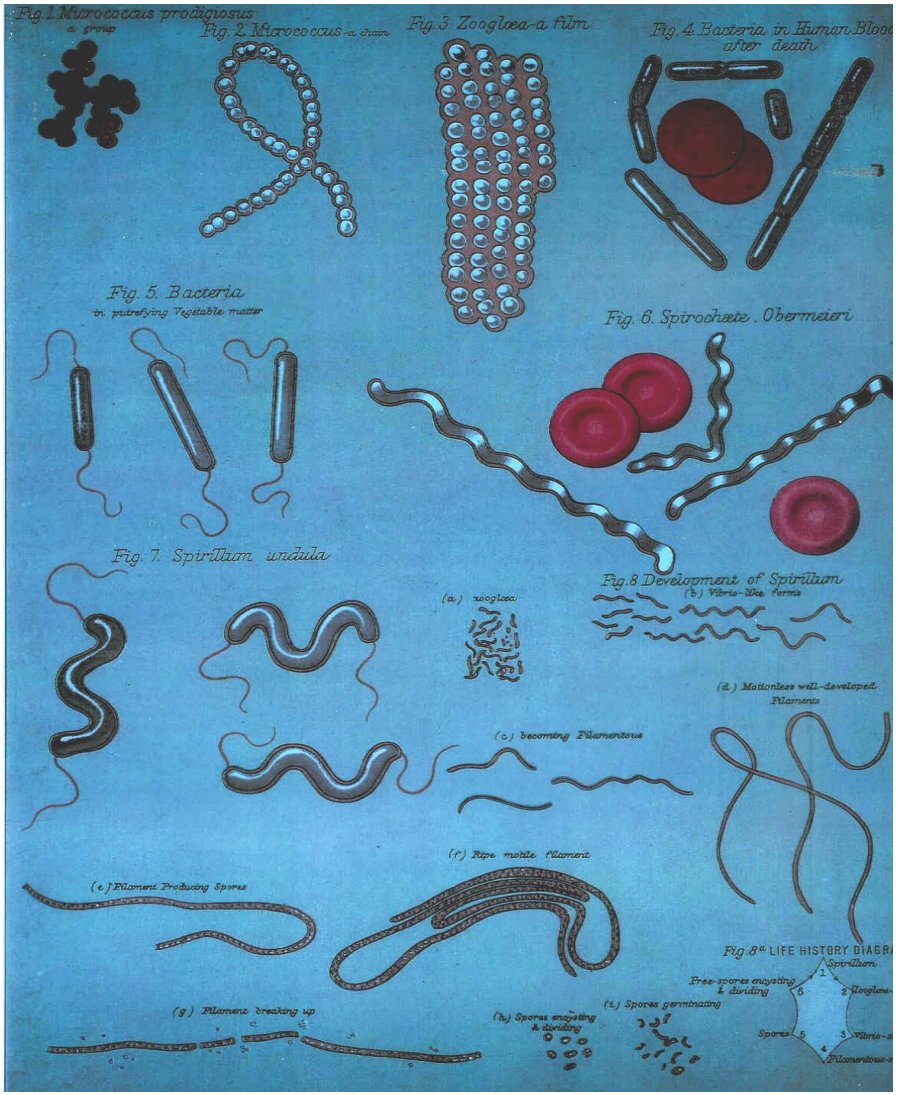
16-7 Various shapes of bacterial cells.







Particelle magnetiche per l'orientamento secondo il campo magnetico terrestre



(a) *Clostridium botulinum* (agente del botulismo); altri bacilli: *Erwinia* (colpo di fuoco del pero e del melo), *Pseudomonas* (avvizzimento delle banane, pomodori e patate)

(b) *Micrococcus luteus*; altri cocchi: *Streptococcus lactis* (inacidimento del latte)

(c) *Magnetospirillum magnetotatticum*

Nutrizione e metabolismo dei batteri

AUTOTROFI

- **Fotoautotrofi:** fabbricano le sostanze organiche utilizzando l'energia solare
- **Chemioautotrofi:** fabbricano le sostanze organiche utilizzando l'energia che ricavano dall'ossidazione di composti inorganici (Es: Acido solfidrico, metano)

ETEROTROFI

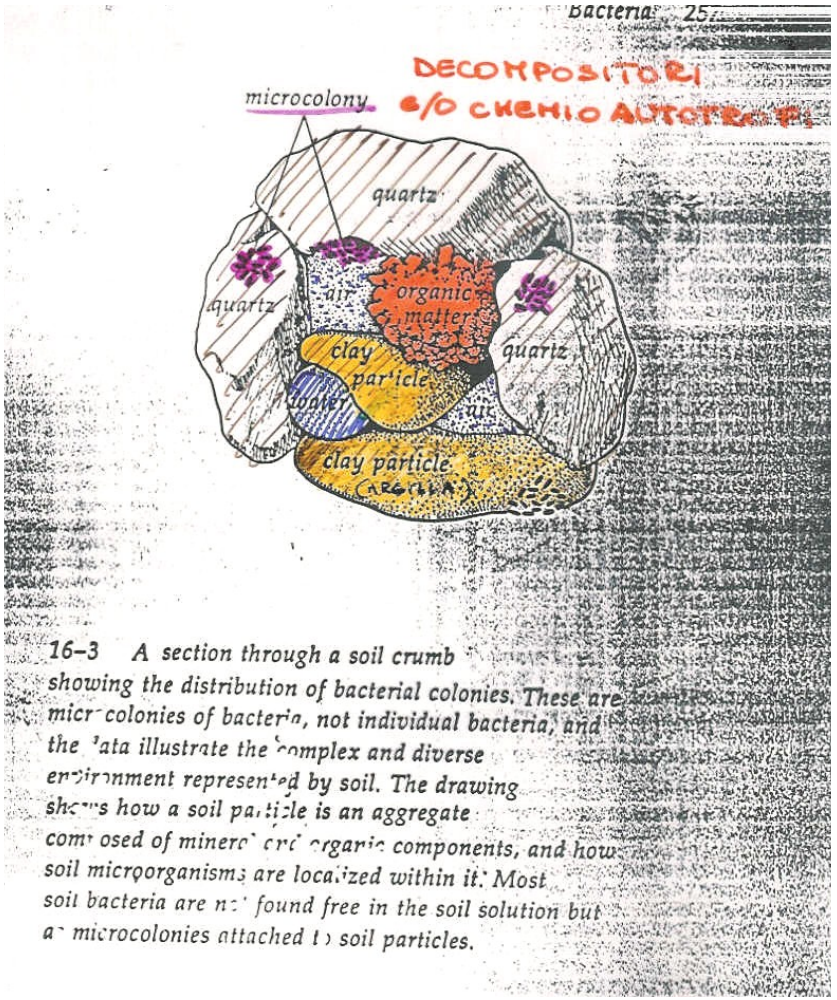
- **Saprofiti:** decompongono residui vegetali ed animali con esoenzimi ed assorbono gli elementi così solubilizzati
- **Parassiti:** ricavano gli elementi nutritivi invadendo il corpo di altri organismi (spesso sono patogeni)
- **Simbionti:** vivono associati ad altri organismi in una situazione di reciproco vantaggio

Esempi di batteri chemioautotrofi:

Nitrificanti:

$$NH_3 \xrightarrow[\text{nitrosobatteri}]{\text{ox}} NO_2 \text{ (nitriti)} \xrightarrow[\text{nitrobatteri}]{\text{ox}} NO_3 \text{ (nitrati)}$$

Batteri del suolo che vivono spesso in associazione con i batteri decompositori (l'NH_3 proviene dalla decomposizione di residui organici)



16–3 A section through a soil crumb showing the distribution of bacterial colonies. These are microcolonies of bacteria, not individual bacteria, and the data illustrate the complex and diverse environment represented by soil. The drawing shows how a soil particle is an aggregate composed of mineral and organic components, and how soil microorganisms are localized within it. Most soil bacteria are not found free in the soil solution but as microcolonies attached to soil particles.

Principali batteri fotoautotrofi:

(1) Solfobatteri verdi e porpurei:

- sono strettamente anaerobi, la presenza di O_2 inibisce la fotofosforilazione;
- formano colonie nelle acque stagnanti;
- contengono diverse batterioclorofille;
- contengono carotenoidi diversi da quelli delle piante superiori
- l'apparato fotosintetico è formato da vescicole somiglianti a tilacoidi
- hanno un solo fotosistema: quello dei verdi sembra essere il precursore del forosistema I e quello dei porpurei il precursore del fotosistema II

- utilizzano come donatori di elettroni composti solforati:

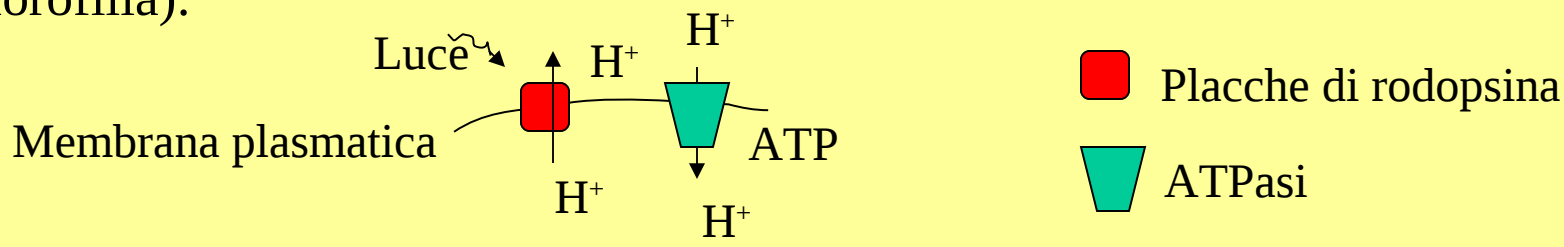
$$2H_2S + CO_2 \xrightarrow{\text{Luce}} CH_2O + H_2O + 2S$$

(2) Batteri porpurei non solfurei:

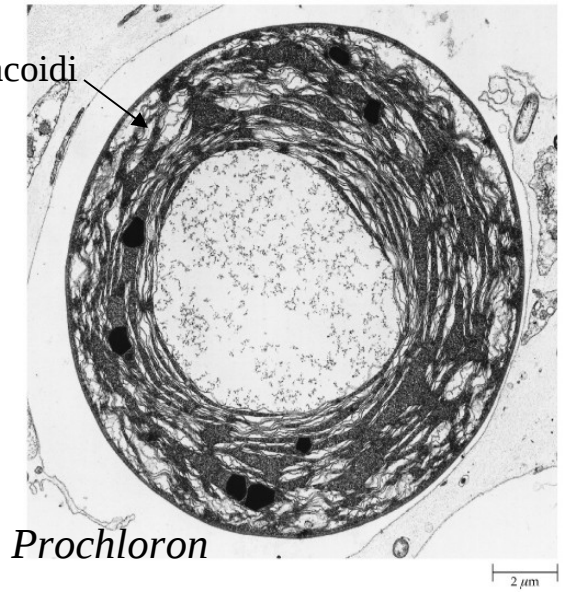
- Si trovano negli acquitrini come i solfobatteri
- Sono anaerobi facoltativi
- Sono sia autotrofi che eterotrofi
- utilizzano come donatori di elettroni composti organici quali alcoli, acidi grassi, chetoacidi):

Hp: i progenitori di questi batteri sono diventati endosimbionti di cellule “eucariote” e si sono evoluti come mitocondri

Halobacterium halobium (alofili estremi =>*Archaea*): sintesi di ATP mediata dalla luce e dalla bacteriorodopsina (meccanismo che non coinvolge la clorofilla):



(3) Proclorofita:



Prochloron

Si conoscono 3 diversi generi:

1. *Prochloron* => vive in simbiosi con le ascidie lungo i litorali tropicali;
2. *Prochlorotrix* => in Olanda nei fondali bassi di alcuni laghi
3. *Prochlorococcus* => fondali oceanici

Contengono clorofille a e b e carotenoidi, gli stessi pigmenti delle alghe verdi e delle piante terrestri

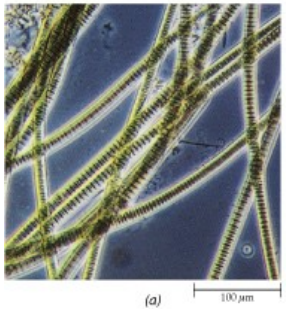
Hp: questi batteri potrebbero aver dato origine ai cloroplasti delle alghe verdi e delle piante terrestri

Ma: la sequenza dell'RNA ribosomale è più simile a quella dei cianobatteri che a quella dei cloroplasti delle alghe verdi e delle piante terrestri e sembra che le proclorofite siano un gruppo polifiletico derivato dai cianobatteri

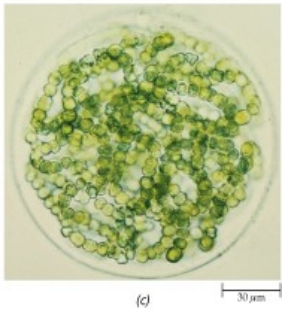
→ È più verosimile che qualche batterio simile ai cianobatteri possa essere all'origine dei cloroplasti delle alghe verdi

(4) Cianobatteri:

Oscillatoria



Nostoc



Caratteristiche citofisiologiche

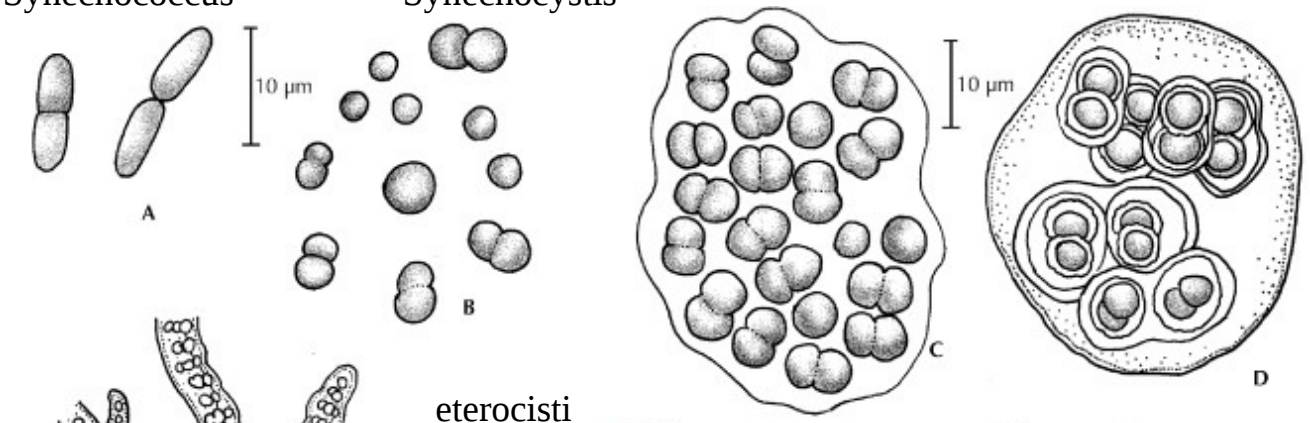
- Organismi unicellulari singoli o riuniti in colonie coccoidi (A-E) o filamentose (F-H)
- Non hanno flagelli

Synechococcus

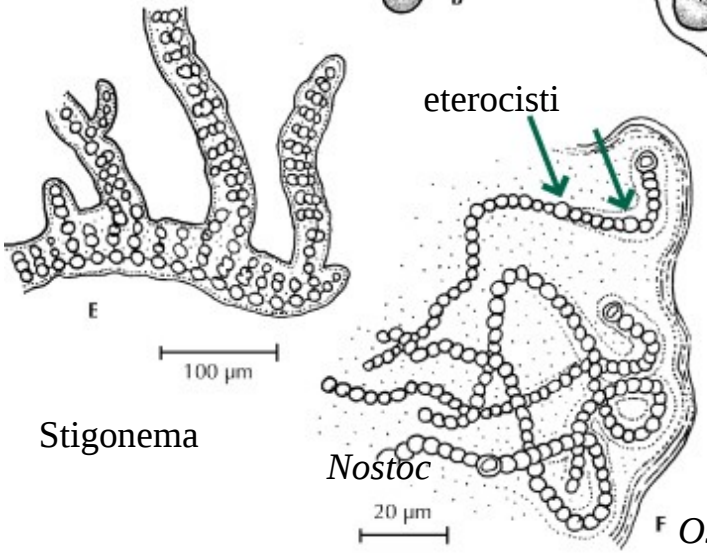
Synechocystis

Microcystis

Gleocapsa



eterocisti

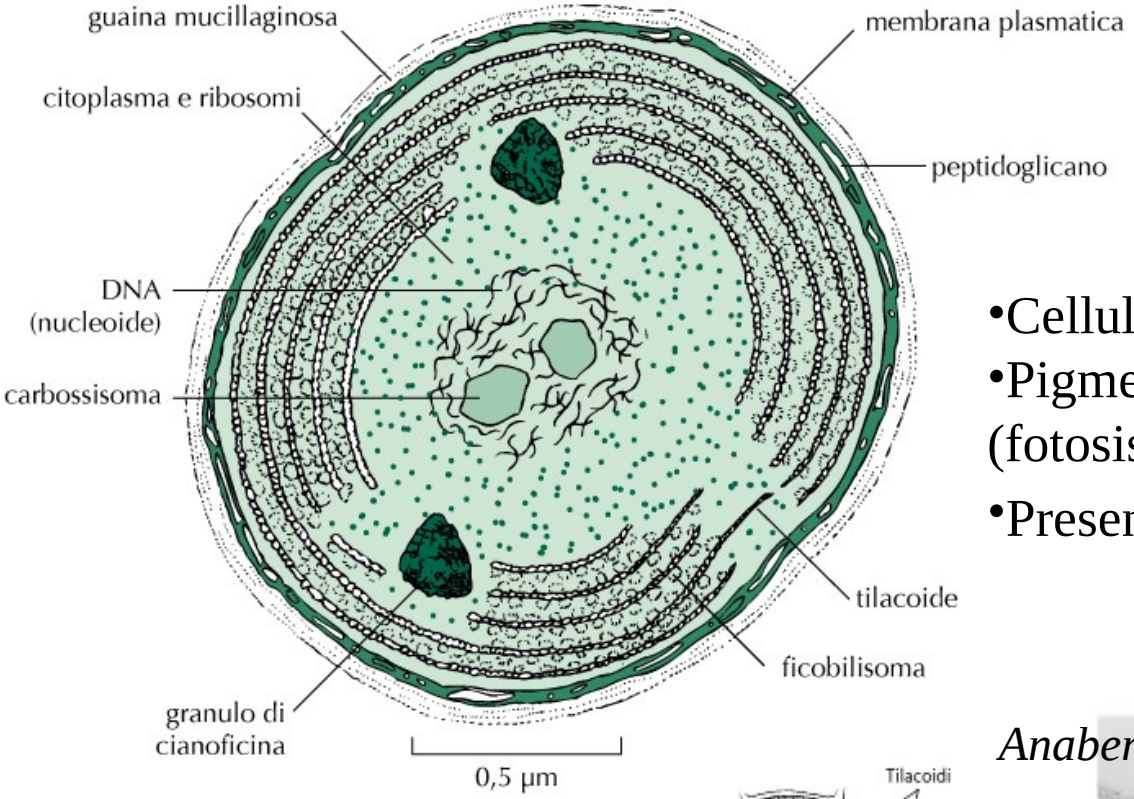


Stigonema

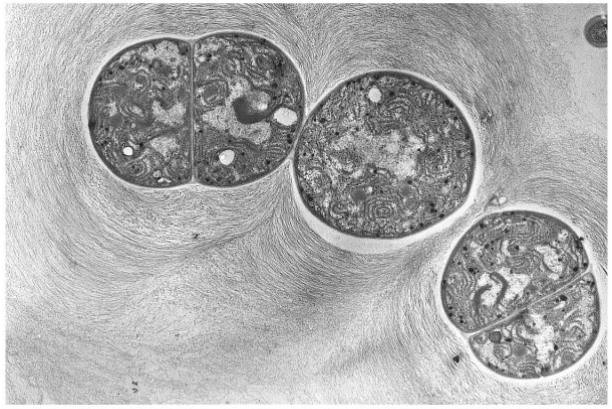
Nostoc

Oscillatoria

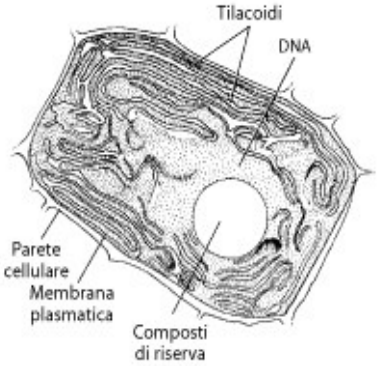
Lyngbya



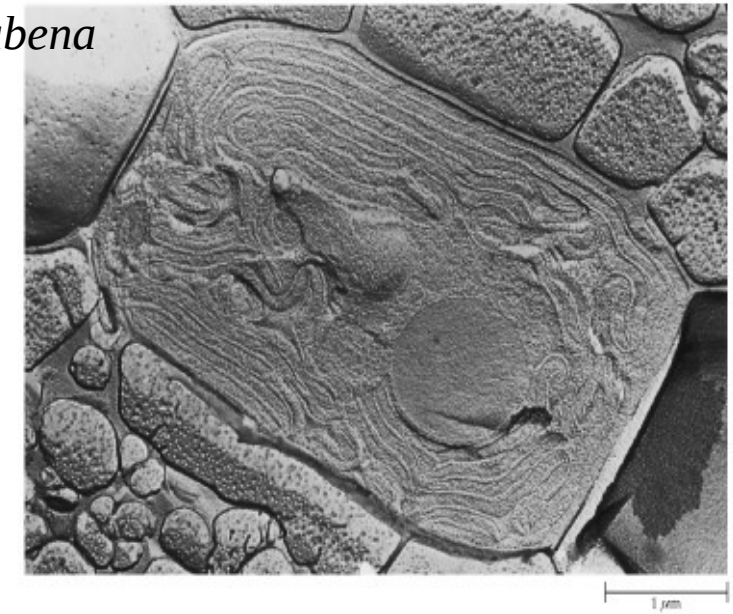
- Cellula procariotica
- Pigmenti: chl a, ficobiline carotenoidi (fotosistemi I e II)
- Presenza di tilacoidi



Nostoc (cells in divisione tenute insieme dalla guaina mucillaginosa)

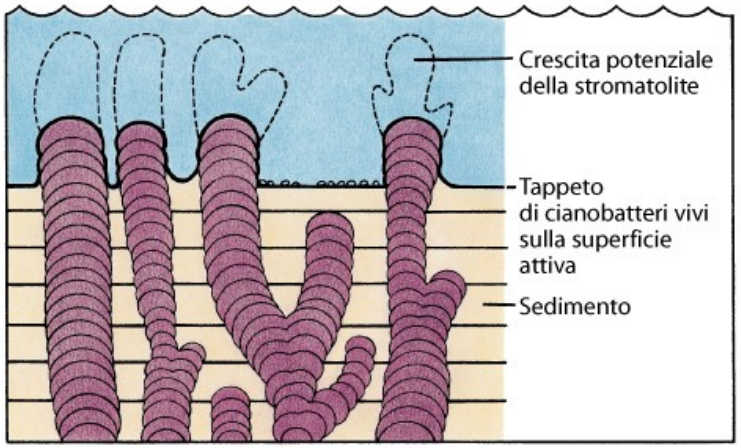


Anabena



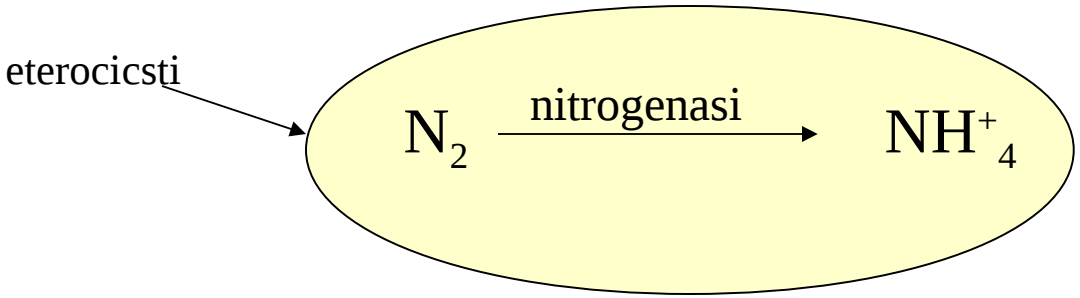
Ecologia:

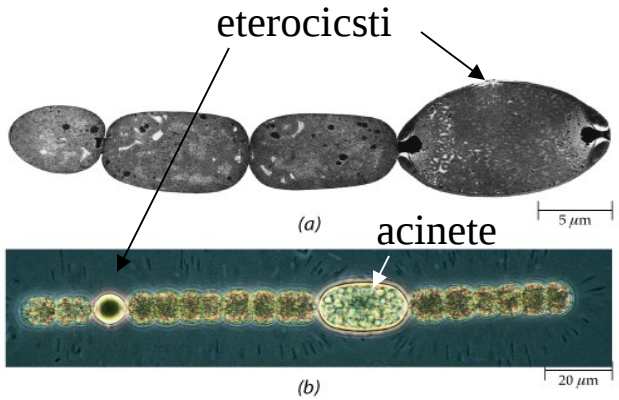
- 7500 specie presenti in tutti gli ambienti anche in quelli estremi (ghiacciai, deserti, termali etc.)
- "liberi" (solo 200 specie) o in simbiosi con spugne, amebe, diatomee, alghe verdi, briofite, piante vascolari
- Concorrono alla formazione delle rocce sedimentarie (la guaina mucillaginosa che le avvolge intrappola $CaCO_3$)



- In carenza di ossigeno => fioriture (Es. Mar Rosso)

•Importanti nel “ciclo dell’Azoto”:





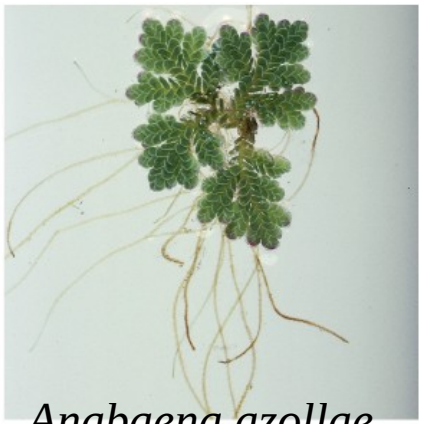
Filamento di *Anabaena*

Nitrogenasi: sensibile all’O_2 ➡

- Parete ispessita da glicolipidi
- Assenza fotosistema II
- Connessione alle cellule adiacenti tramite “plasmodesmi”

Specie che fissano N_2 conducono vita libera o sono simbionti

EX:
Trichodesmium vive libero negli oceani in zone tropicali



Anabaena azollae

Risaie fertilizzate da *Anabaena azollae*

Esempi di batteri simbionti:

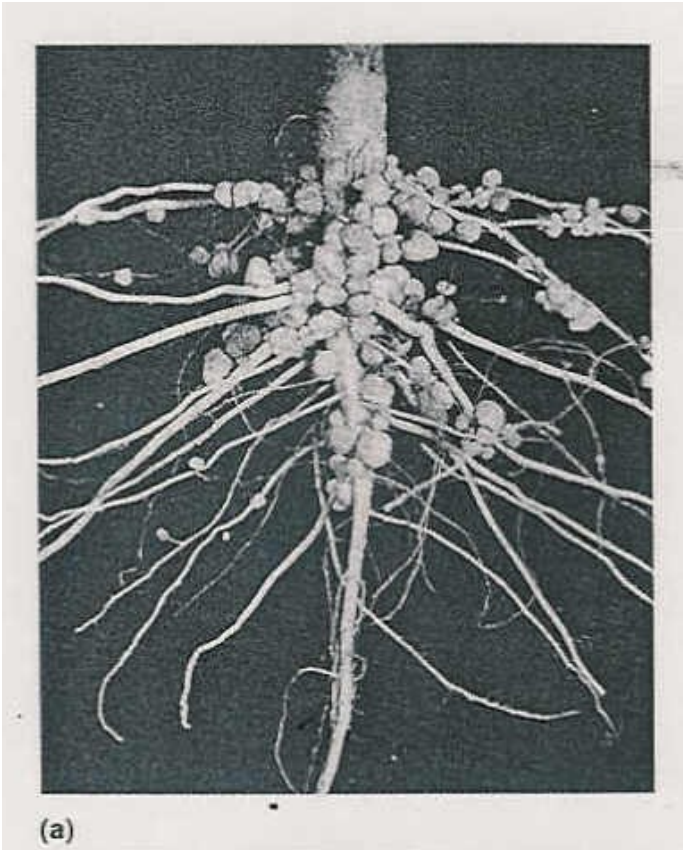


FIGURE 12.3. Root nodules on soybean (a) and alder tree (b). The nodules in soybean are a result of infection by *Rhizobium japonicum*; those in alder (*Alnus*) are caused by *Frankia*, a bacterium that belongs to the actinomycetes. The associations between actinomycetes and their hosts are called actinorhizal associations. All known actinorhizal associations occur in shrubs or trees. (Part (a) from The Nitragen Company; (b) from H. J. [illegible]