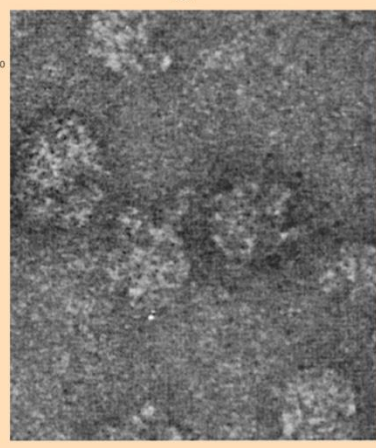
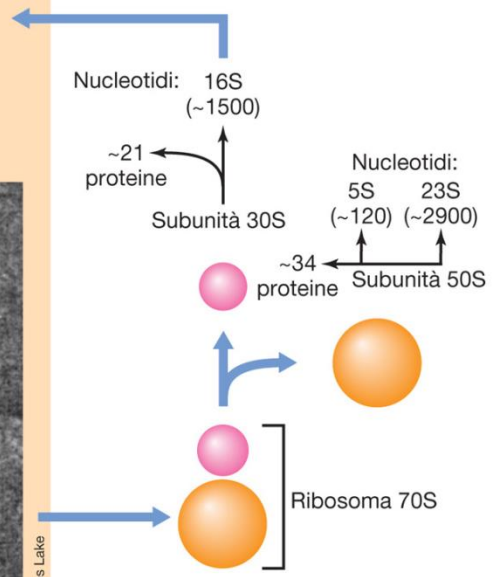


**rRNA 16S**  
 componente  
 nucleica (1500 basi)  
 della subunità 30S



(a) (b)

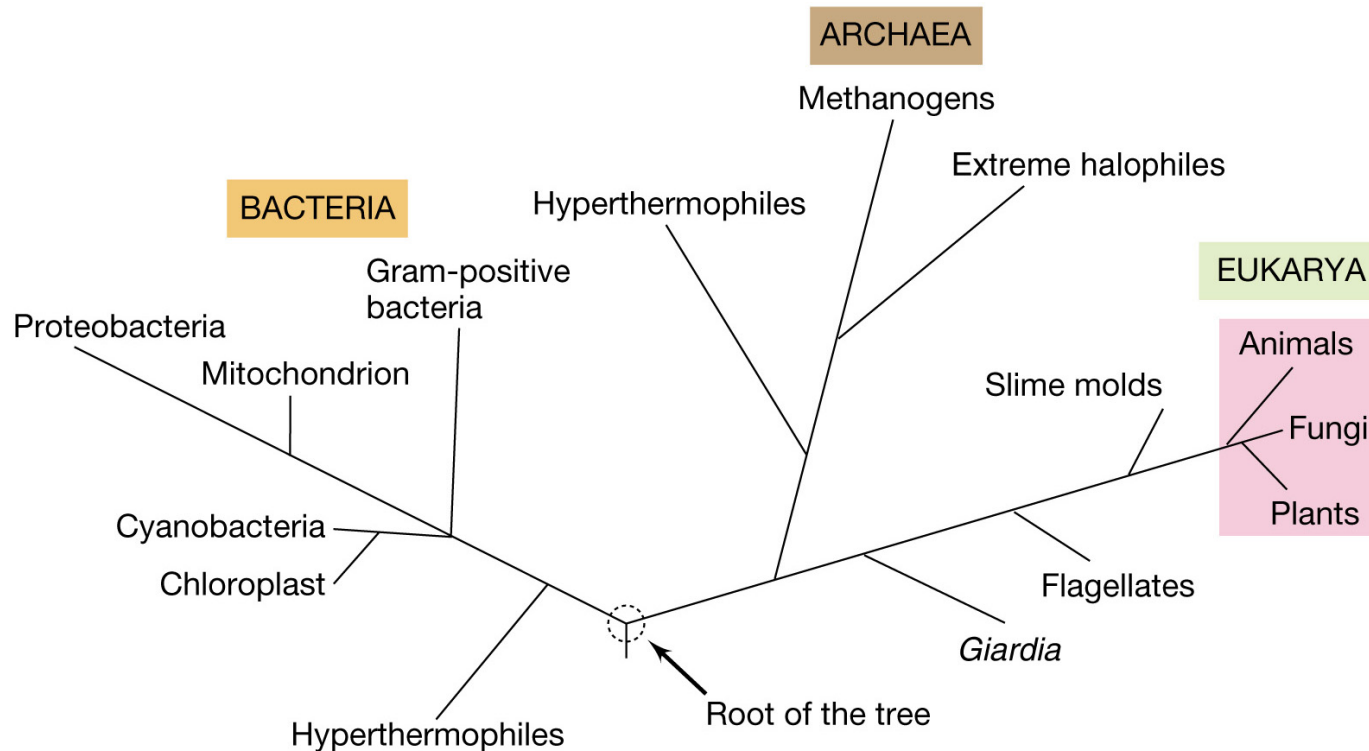
(c)

# Albero filogenetico definito sulla base della sequenza dell' RNA ribosomiale

Tre domini di organismi: :

**Batteri ed Archea** con un'organizzazione cellulare di tipo **procariotico** (solo microrganismi)

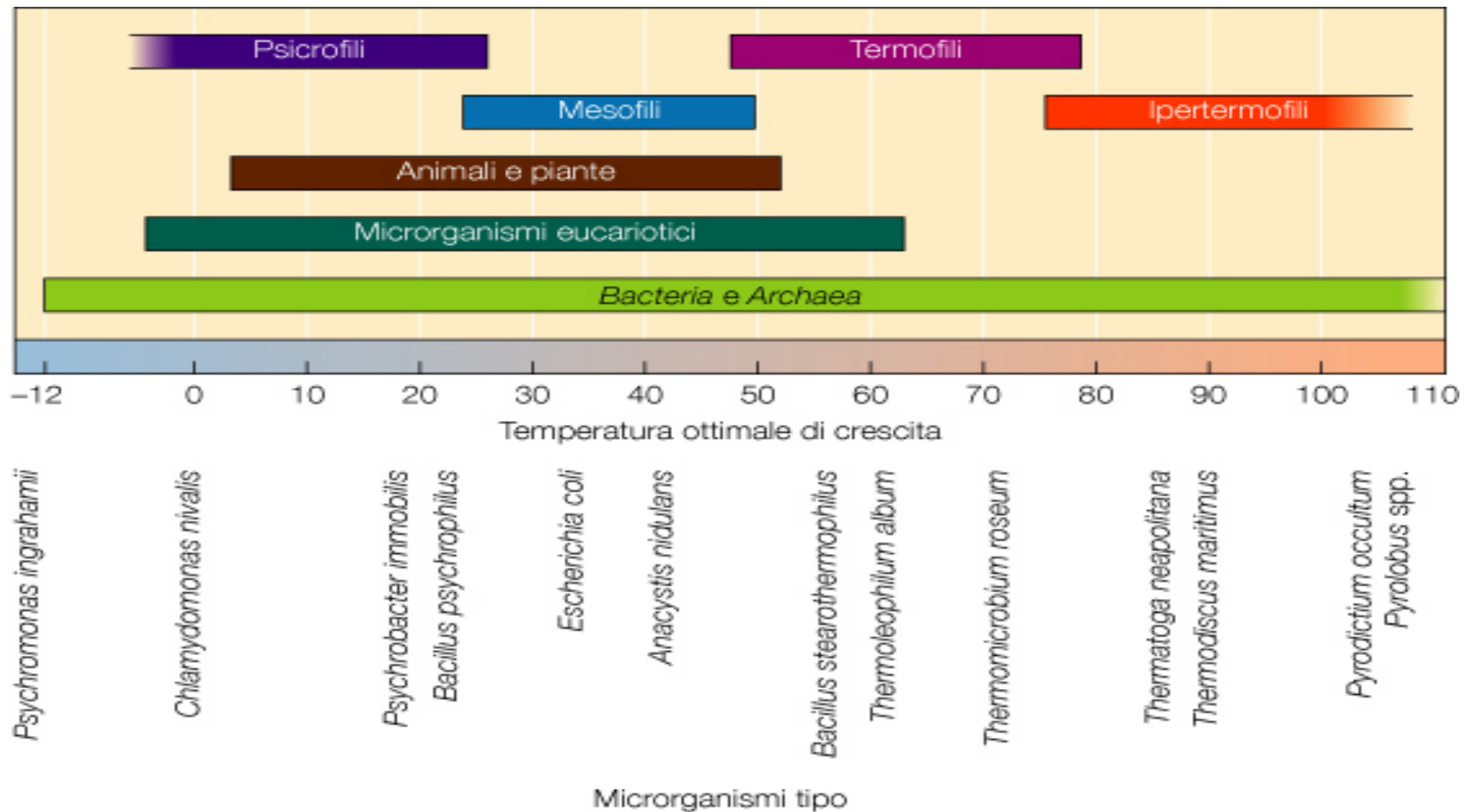
**Eucarioti** comprende microrganismi e macrorganismi



# Intervalli di temperatura di crescita di alcune forme di vita.

I Batteri e gli Archea sono gli organismi con uno spettro di  $T^{\circ}$  più ampio (  $-0^{\circ}\text{C}$  a  $+115^{\circ}\text{C}$ ).

I soli microrganismi che possono crescere sopra  $92^{\circ}\text{C}$  sono gli Archea



## La Parete cellulare negli Archea

Per gli Archea metanogeni ed alofili estremi sono stati descritti **vari tipi di parete cellulare** .

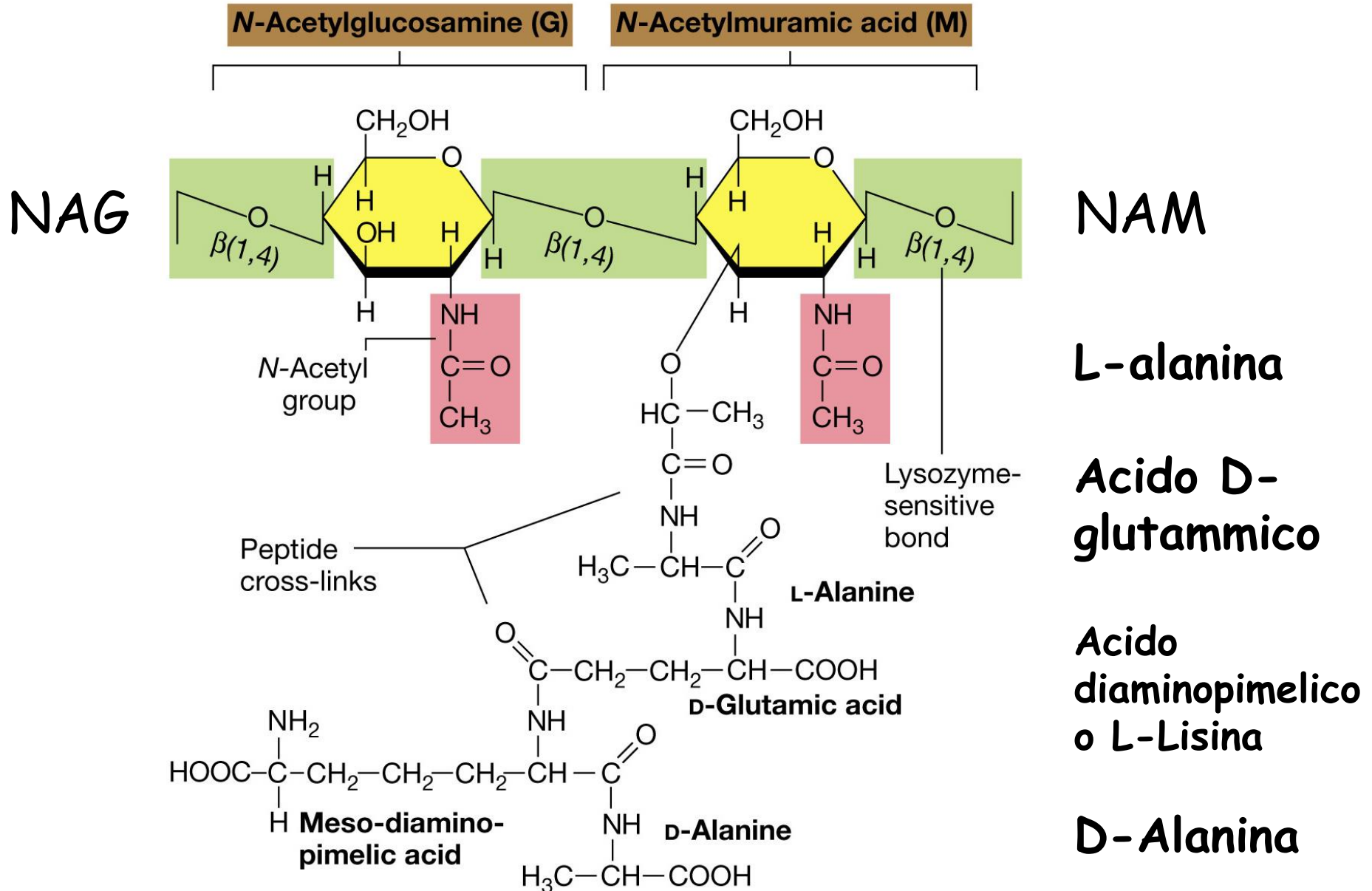
Methanobacterium, Methanobrevibacter e Methanothermus posseggono una sostanza simile al peptidoglicano definita **pseudopeptidoglicano**

Nello pseudopeptidoglicano è

- assente il NAM
- il legame tra NAG e NtaIM è  $\beta$  1-3
- AA in conformazione L

Non si ritrovano pareti costituite da pseudopeptidoglicano nei termofili estremi

# I componenti fondamentali del peptidoglicano



# Pseudopeptidoglicano negli Archea

Alcune specie di Archea possiedono come parete una struttura simile al peptidoglicano

**pseudopeptidoglicano**

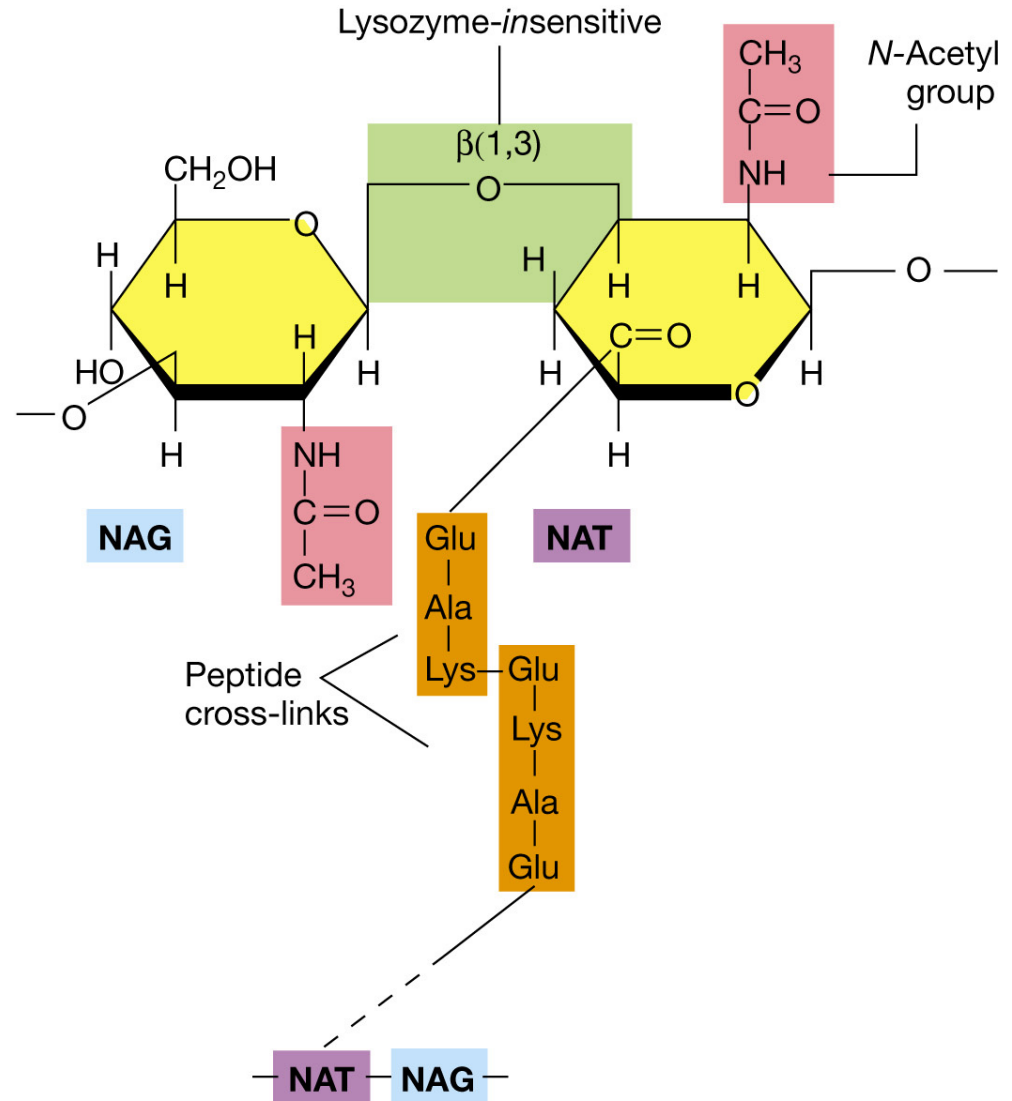
costituito da

- unità ripetute di N-Acetilglucosamina e di Acido N-acetil talasominuronico.

- E' assente il NAM

- il legame è  $\beta$  1-3

- AA in conformazione L



**Parete cellulare degli Archea puo essere costituita da**

- **polisaccaridi**
- **glicoproteine**
- **proteine**

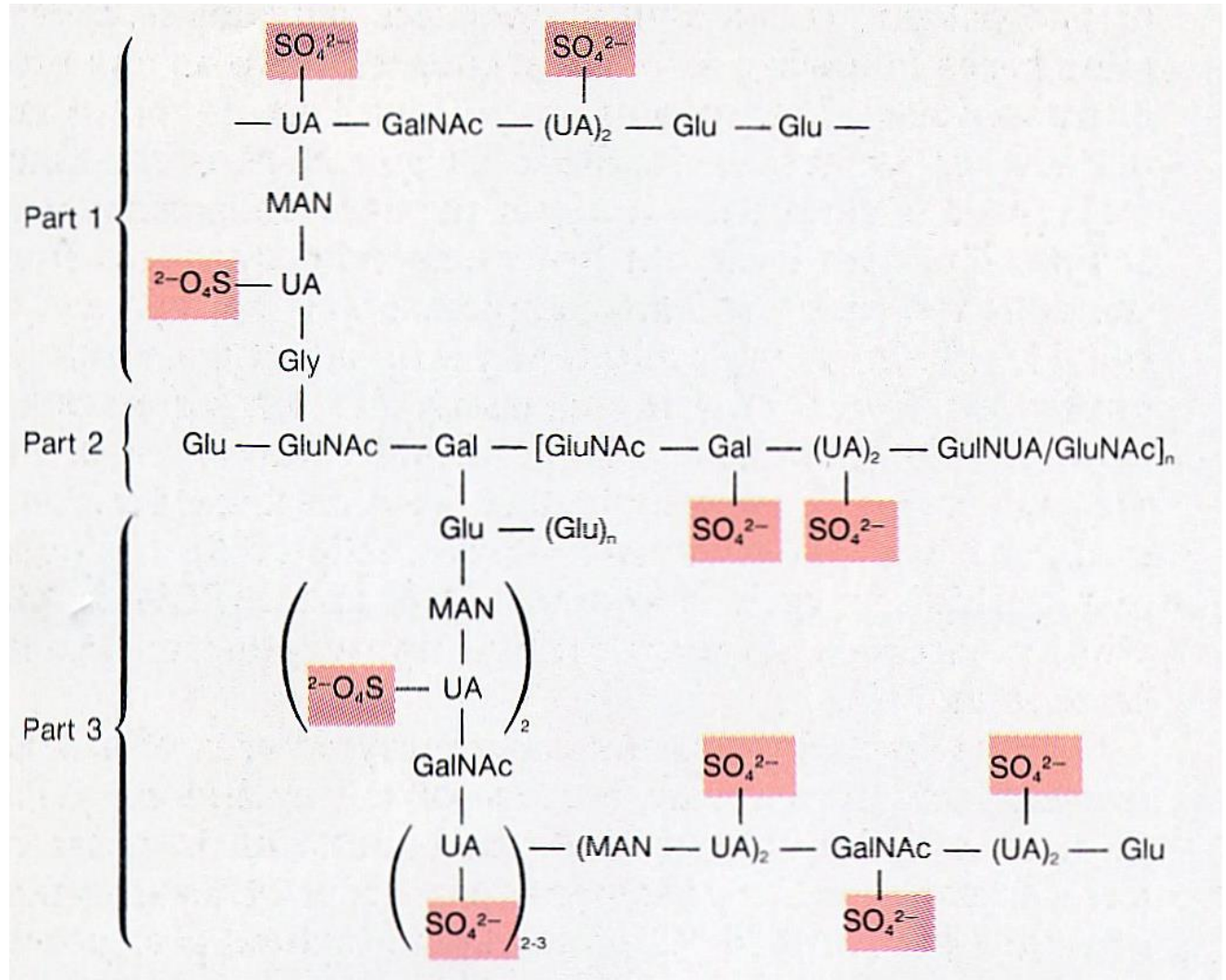
**Polisaccaridi:** *Methanosarcina* contiene una spessa parete polisaccaridica formata da Glucosio, acido glucoronico, galattosamina e acetato.

La struttura della parete di è simile a lla **CONDROITINA**, uno dei componenti principali del tessuto connettivo ma non contiene solfato

**Non si ritrovano pareti costituite da pseudopeptidoglicano o solo polisaccaridi nei termofili estremi**

Alcuni alofili estremi come Halococcus contengono una parete di **polisaccaridi** simile a Methanosarcina ma con acetati e abbondanti residui solfato

UA acido uronico





## La parete di proteine

- Alcuni metanogeni hanno la parete costituita da ripetizioni di solo **PROTEINE**
- *Methanococcus* e *Methanobacterium* hanno la parete costituita dal ripetersi di varie proteine
- *Methanospirillum* si trova solo una proteina che forma una specie di capsula intorno alla cellula.

## La parete di glicoproteine

Alcuni metanogeni, alofili e termofili estremi hanno una parete cellulare costituita da glicoproteine generalmente a simmetria esagonale

I carboidrati presenti sono esoso come glucosio, glucosammina, galattosio e mannosio , pentosi come ribosio e arabinosio

## Parete di glicoproteine

Nella parete dell'alocono estremo *Halobacterium* costituita da **glicoproteine** sono presenti in abbondanza AA acidi (carichi negativamente) che servono per bilanciare l'alta concentrazione in  $\text{Na}^+$  dell'ambiente

*Halobacterium* richiede un 20-25% di NaCl per mantenere intatta la parete. Se la concentrazione scende al 15% le cellule cominciano a formare sferoplasti (cellule prive di parete) perché i componenti della parete sono instabili. A concentrazioni del 10% la cellula va incontro a lisi

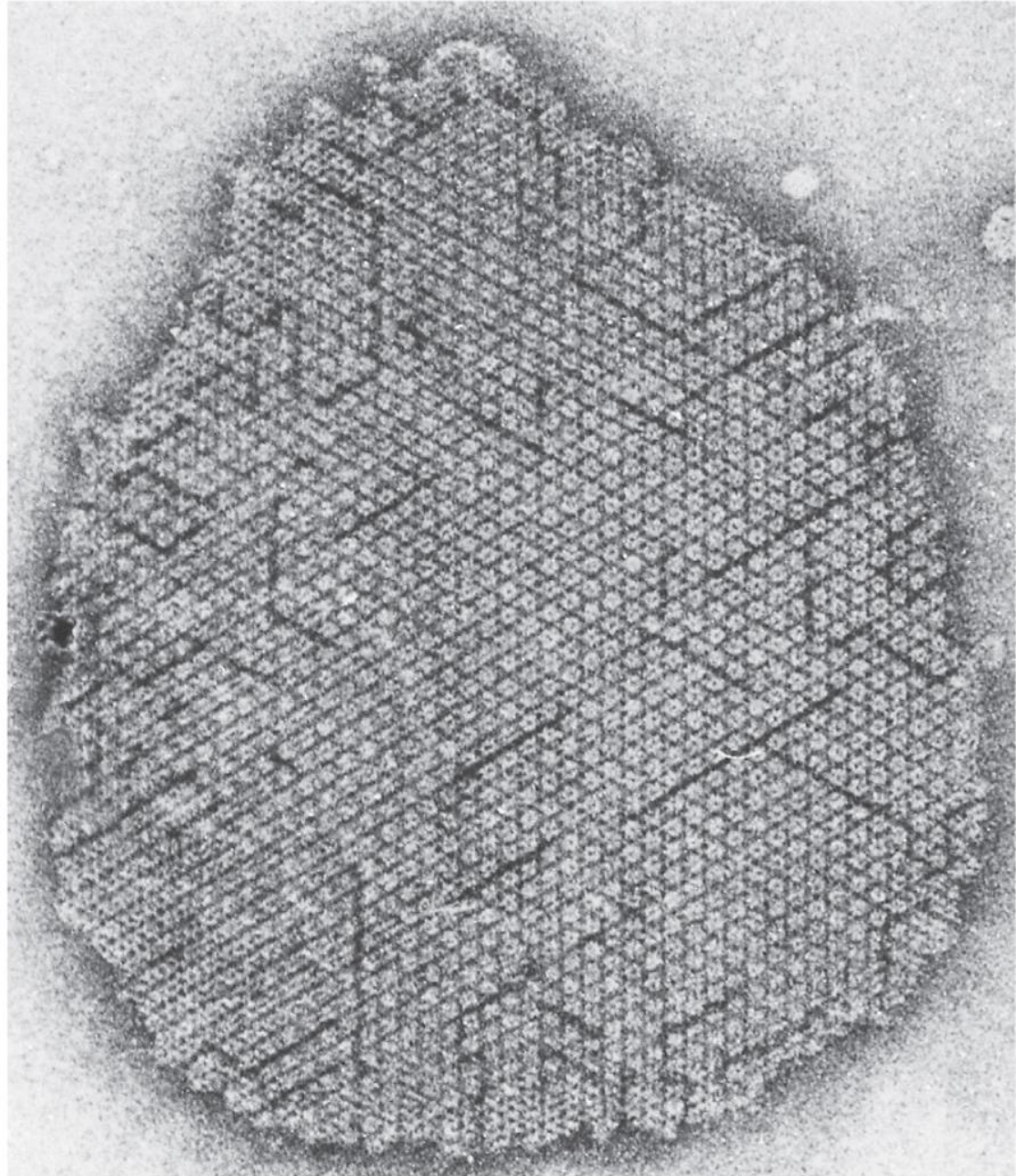
## Termofili estremi hanno la parete costituita da glicoproteine

Solfobus è costituita da una rete di glicoproteine ed è resistente alla bollitura in presenza di detergenti

Pyrodictium il microrganismo che cresce alla più elevata temperatura  $110^{\circ}\text{C}$  ha una parete di glicoproteine

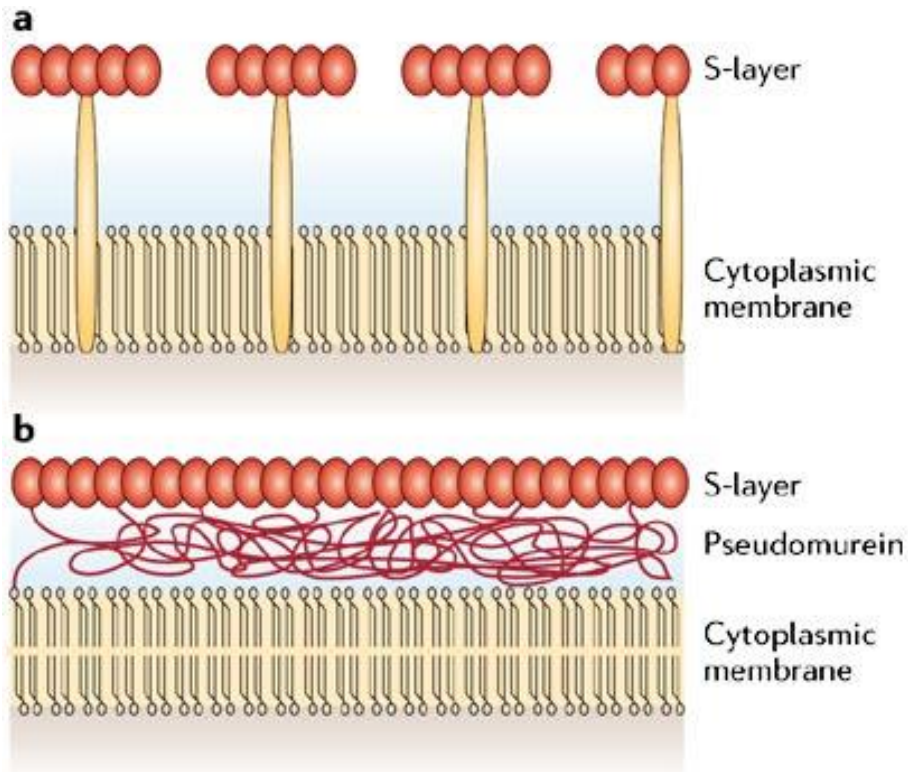
## Strato S

Struttura della  
parete formata da  
glicoproteine che  
formano uno strato  
paracristallino



## Lo strato S negli Archea

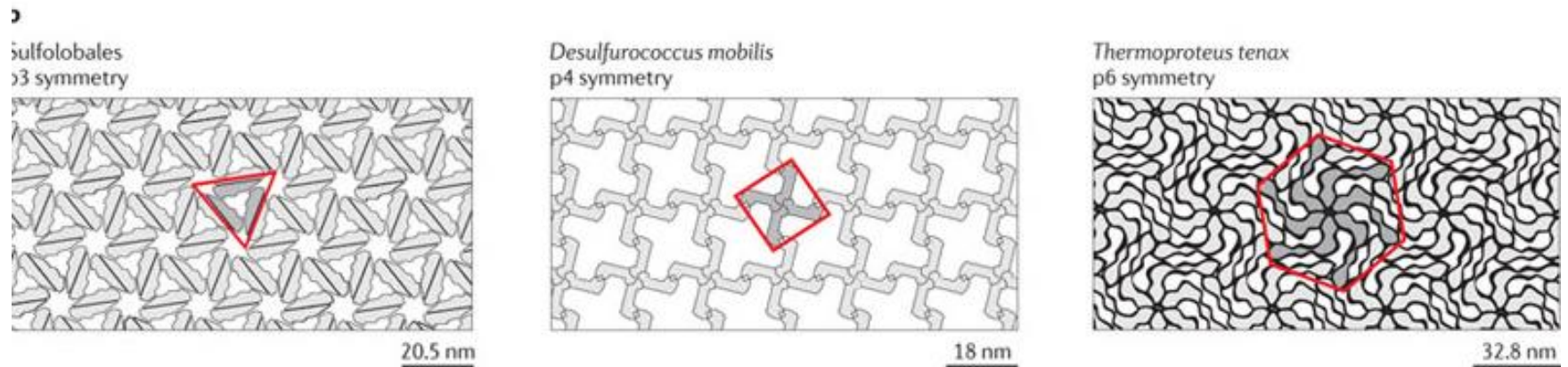
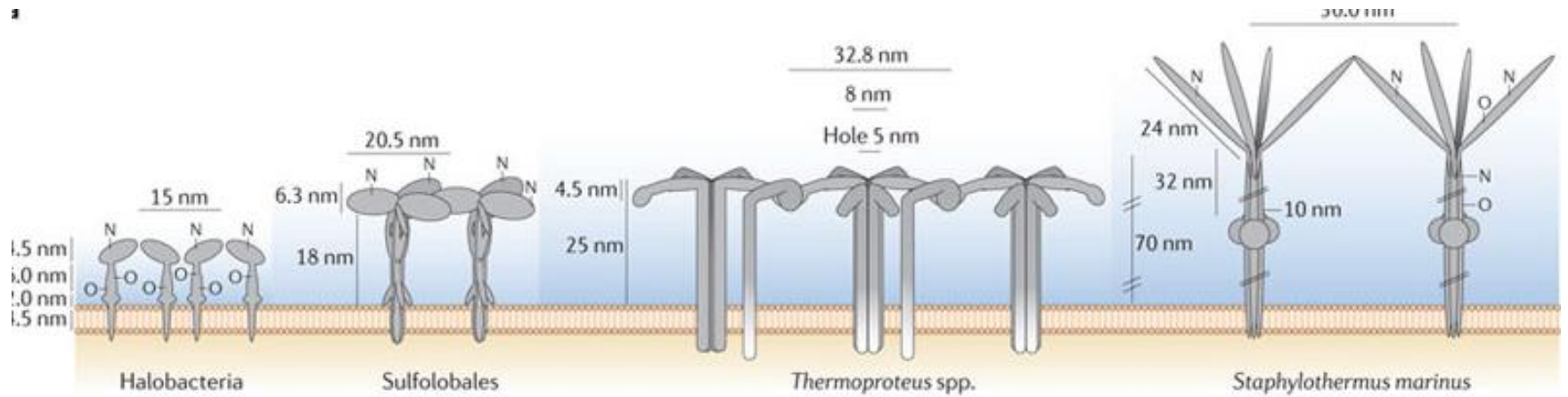
Negli Archea lo strato S è molto diffuso.

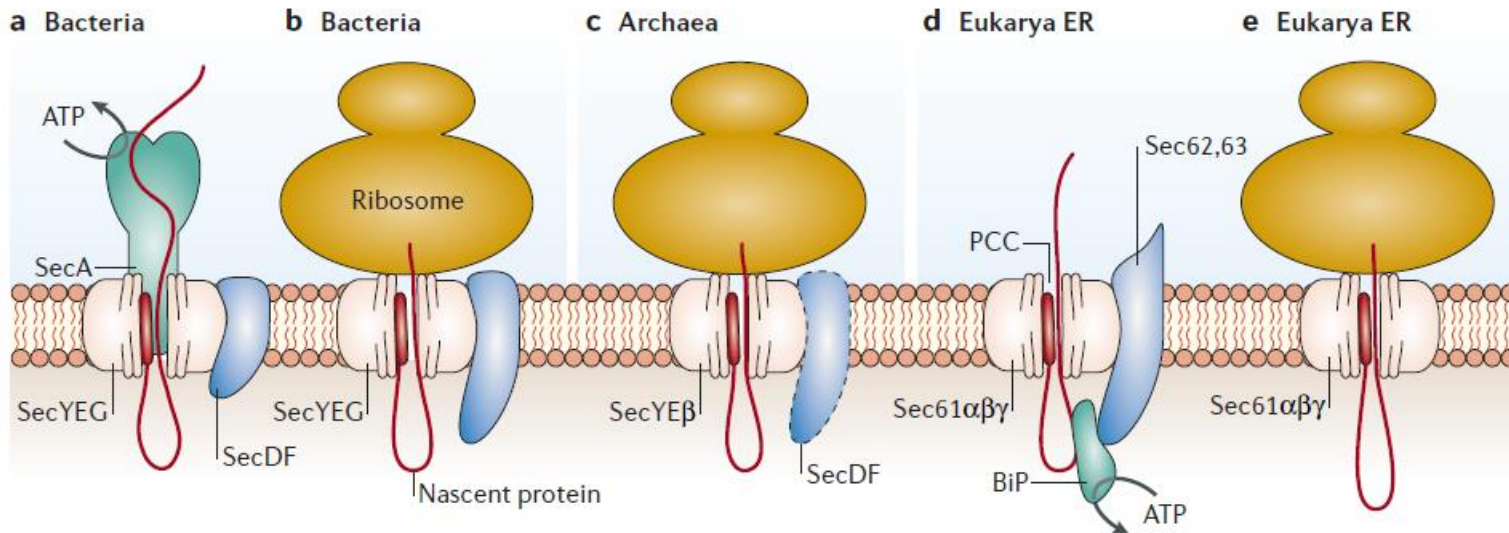


Negli Archea che non possiedono una parete cellulare simile ai Batteri, lo strato S costituisce l'unico rivestimento ed è associato alla membrana citoplasmatica

In alcuni Archea che possiedono lo pseudopeptidoglicano (pseudomureina) le subunità di strato S sono legate allo pseudopeptidoglicano

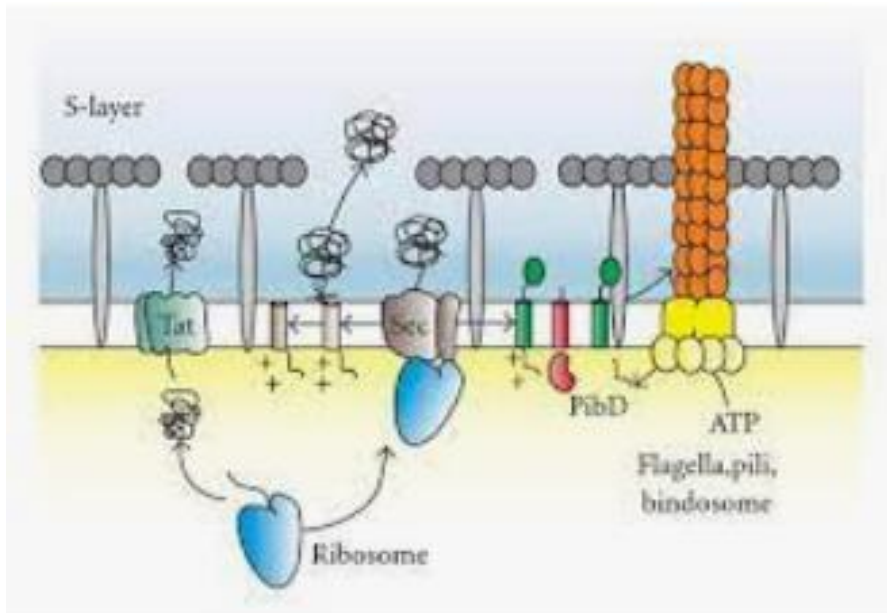
# S Layer negli Archea.





## Esportazione delle proteine negli Archea.

Gli Archea utilizzano sia il sistema Sec che il sistema Tat.



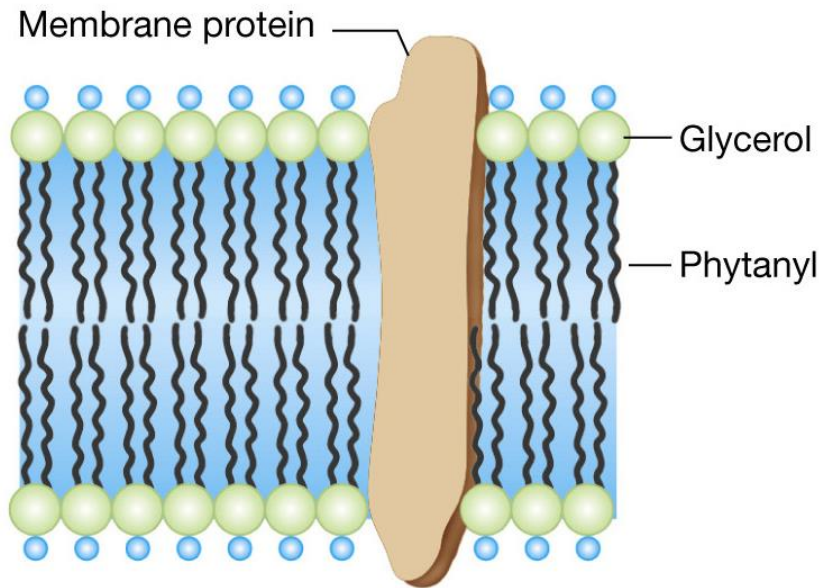
- I componenti del sistema Sec mostrano omologia sia con il sistema Sec dei Batteri che degli Eucarioti
- Il sistema Tat viene ampiamente utilizzato e serve per esportare non solo proteine con cofattori come nei Batteri.



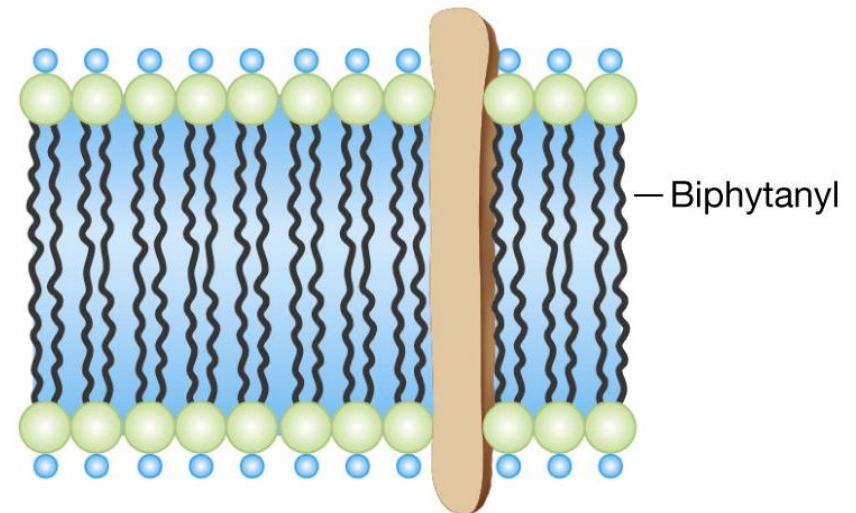
# La membrana citoplasmatica degli Archea ha una struttura unica

**doppio strato lipidico  
idrocarburo= fitanile**

**monostrato lipidico  
idrocarburo= biftanile**



**(c) Lipid bilayer**

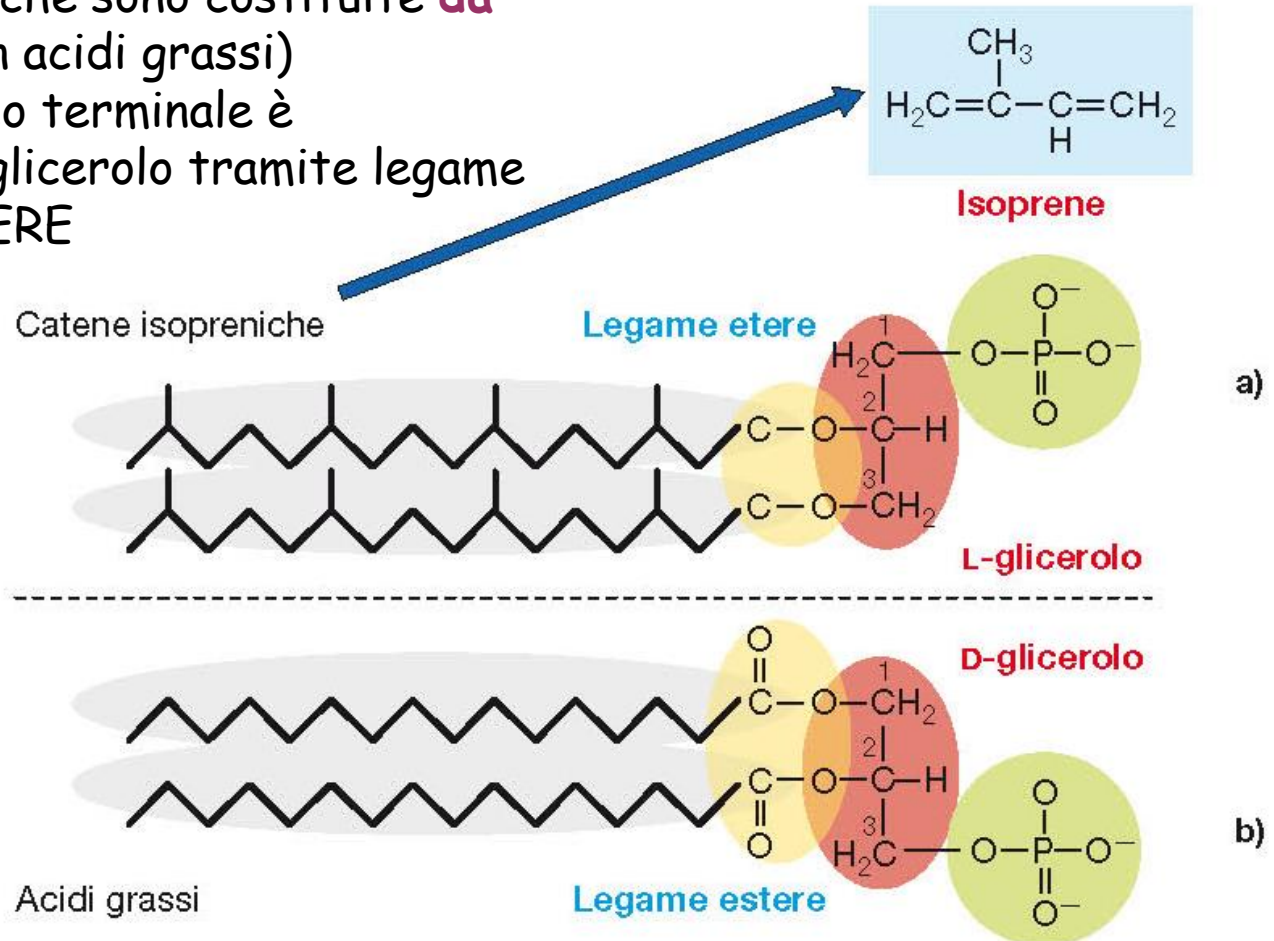


**(d) Lipid monolayer**

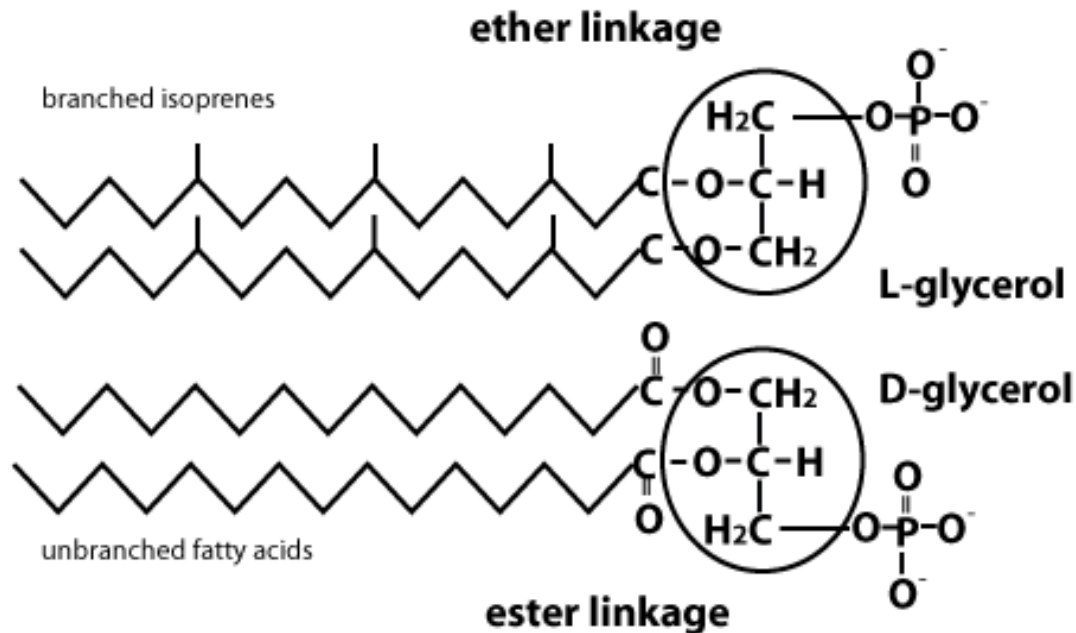
# Differenze tra la membrana dei Batteri e degli Archea

Negli Archea

1. il fosfato è **esterificato con il glicerolo in C1** ( L-glicerolo)
2. le catene alifatiche sono costituite **da isoprenoidi** ( e non acidi grassi)
3. Il gruppo alcolico terminale è condensato con il glicerolo tramite legame **ETERE** e non **ESTERE**

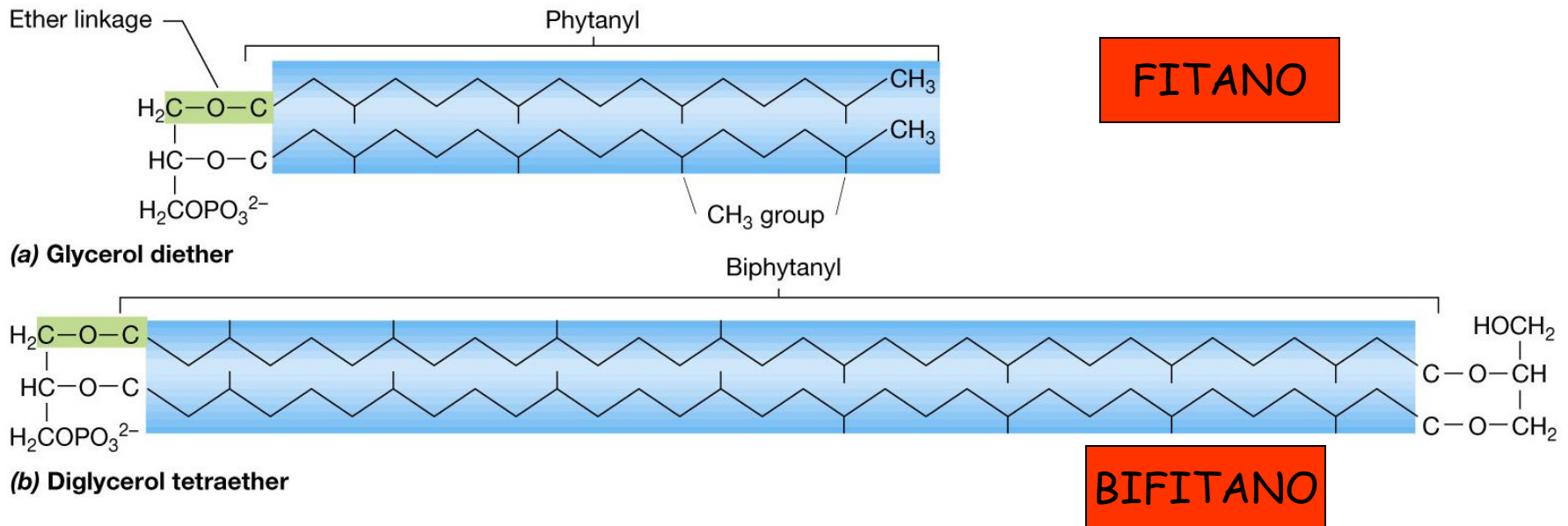


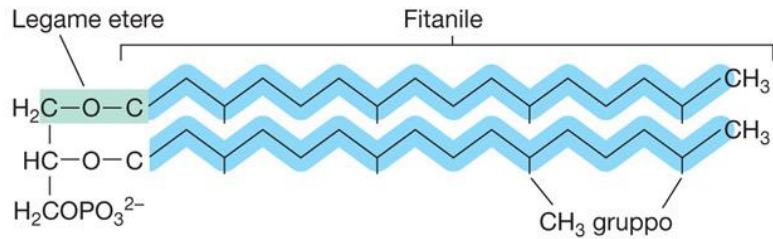
I lipidi degli Archea formano un'impalcatura rigida che mantiene una notevole impermeabilità anche alle alte temperature grazie ad una minore mobilità degli isoprenoidi.



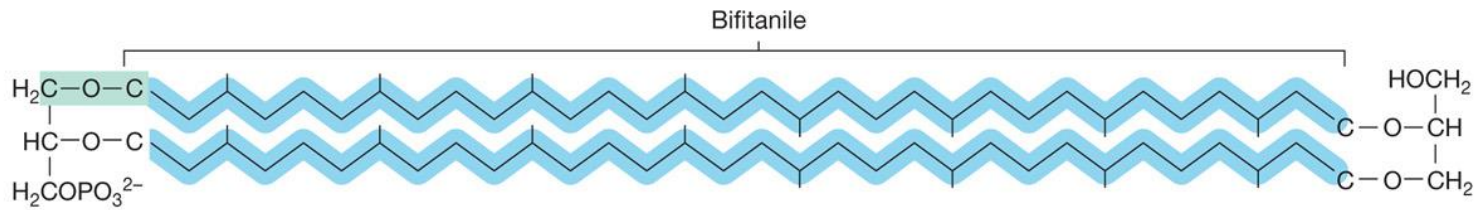
Le catene laterali dei lipidi negli Archea sono costituite da unità ripetute di ISOPRENE, un idrocarburo a catena ramificata e

Gli Archea non contengono ACIDI GRASSI possiedono legame ETERE tra il glicerolo e le catene laterali idrofobiche

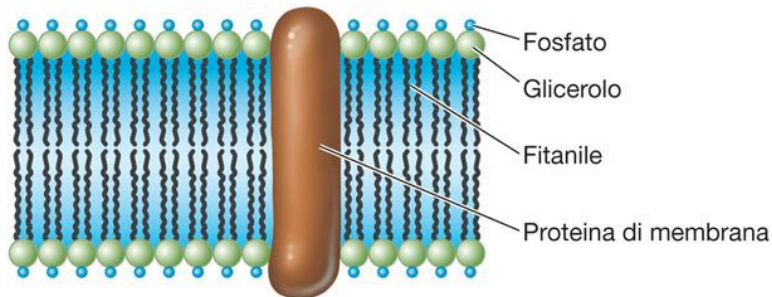




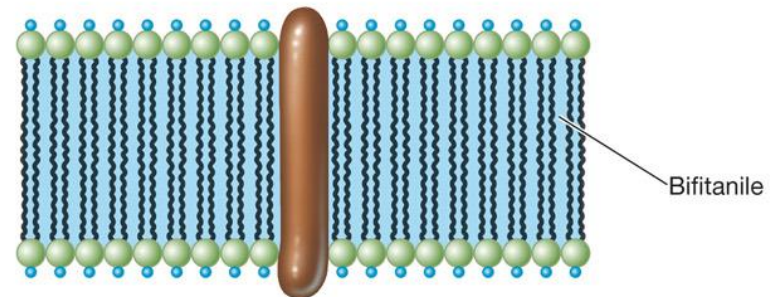
**(a) Glicerolo dietere**



**(b) Glicerolo tetraetere**



**(c) Doppio strato lipidico**



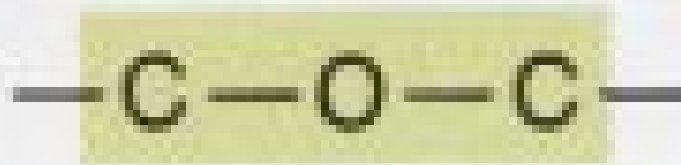
**(d) Monostrato lipidico**

Legame ESTERE lega gli acidi grassi al glicerolo nei fosfolipidi della membrana dei Batteri

Legame ETERE lega il fitano e il bifitano al glicerolo nella membrana degli Archea



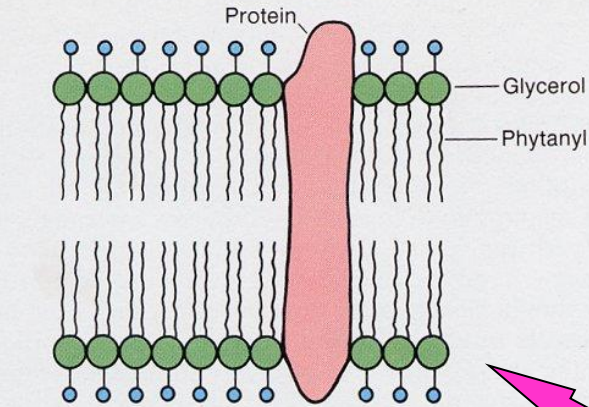
Ester linkage



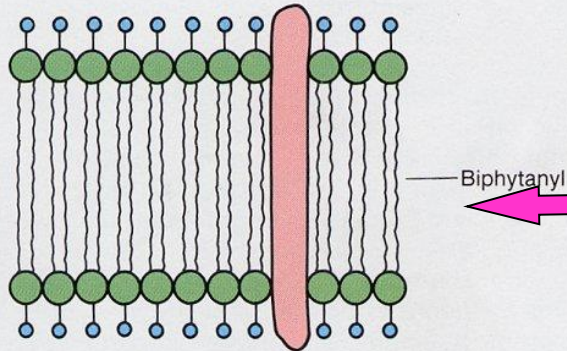
Ether linkage



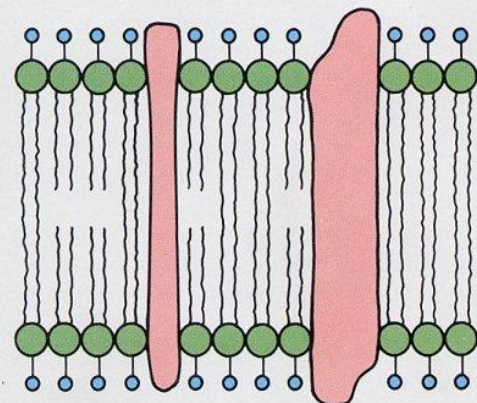
# DIVERSE ORGANIZZAZIONI DELLA MEMBRANA DEGLI ARCHEA



(a) Lipid bilayer



(b) Lipid monolayer



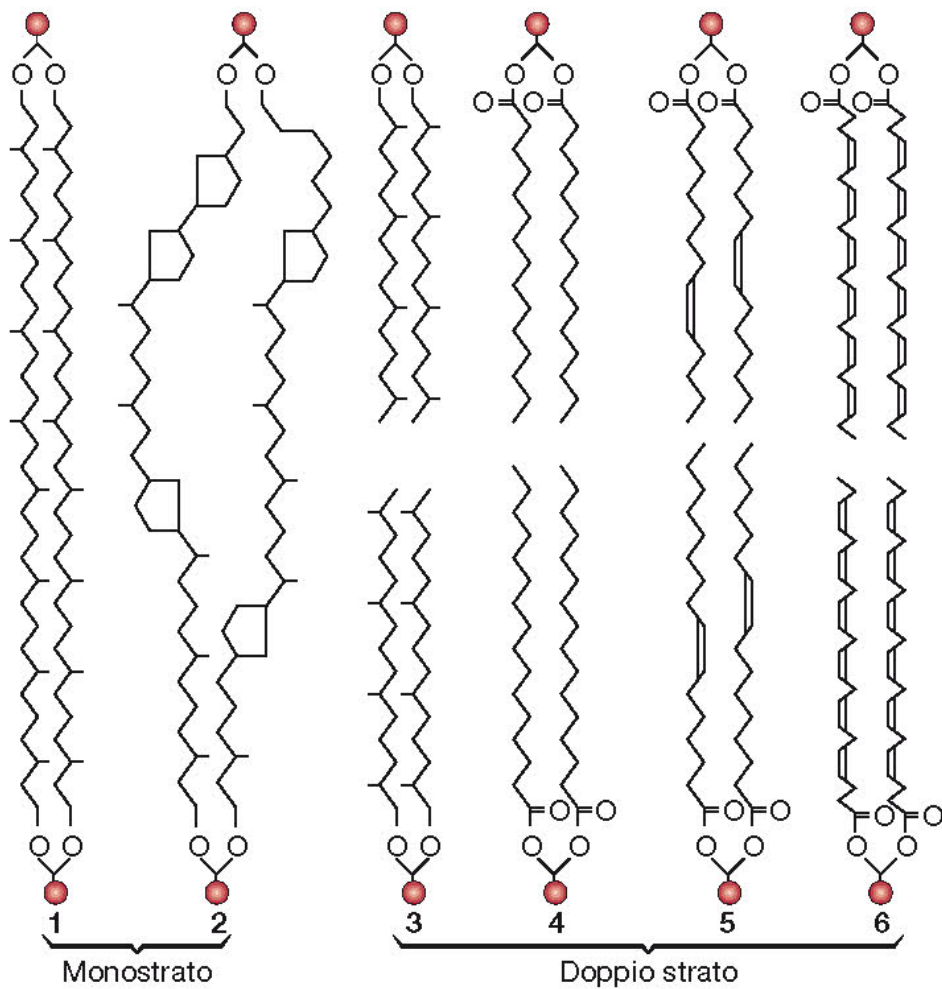
(c) Lipid monolayer/bilayer mixtures

Doppio strato lipidico

Monostrato lipidico

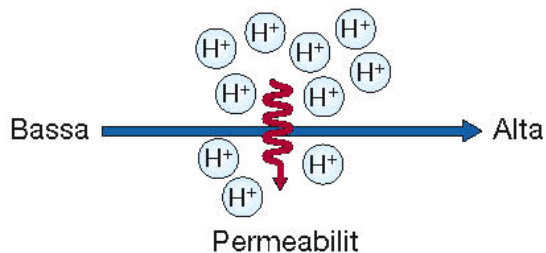
Alternanza di mono e doppiostrato lipidico



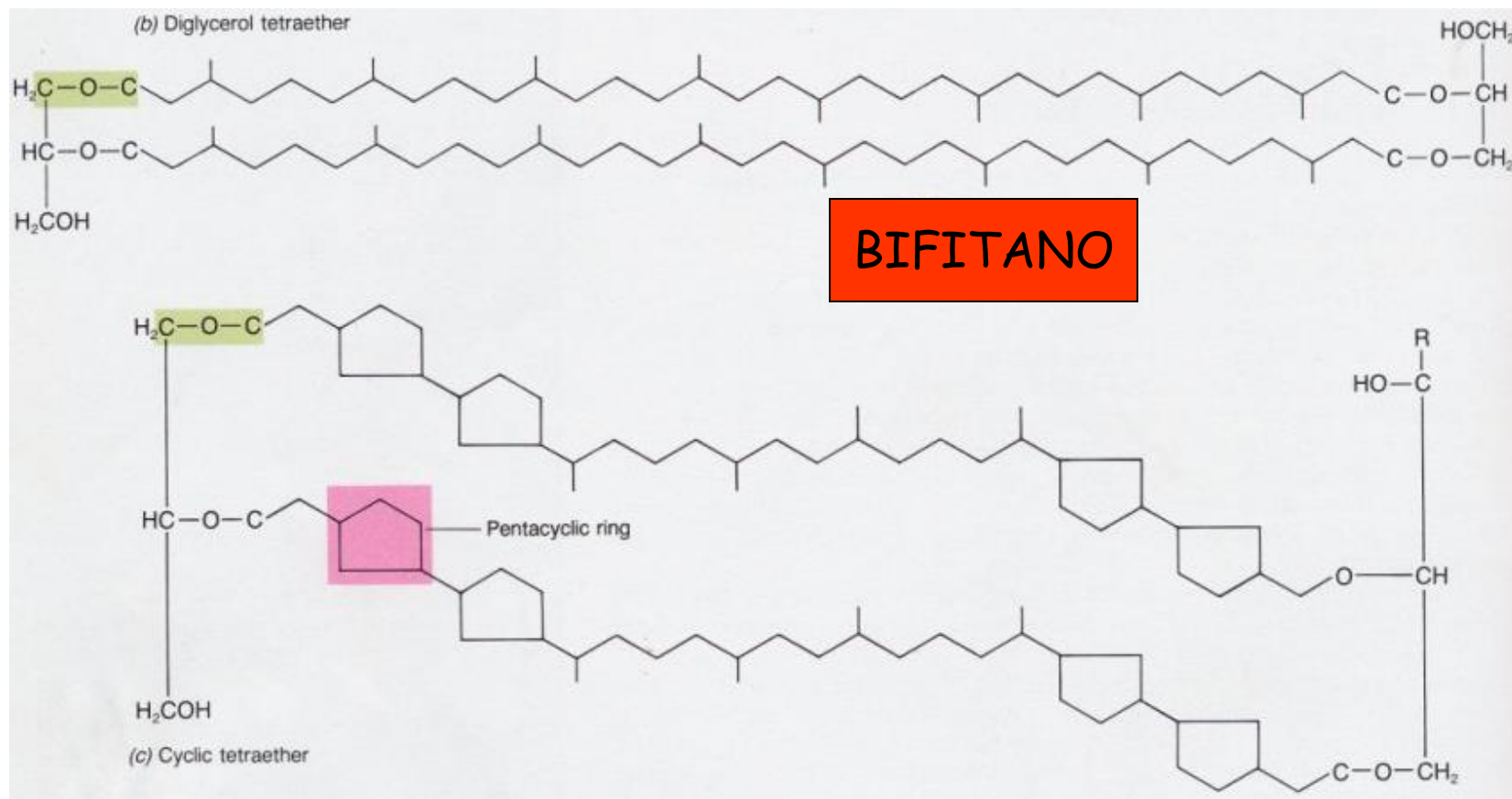


Le membrane costituite da un monostrato di DIFITANILE

- tetraeteri di glicerolo membrane uniche tra i viventi
- sono + rigide
- si ritrovano negli ipertermofili.
- controllano la fluidità variando il numero di anelli ciclopentanici

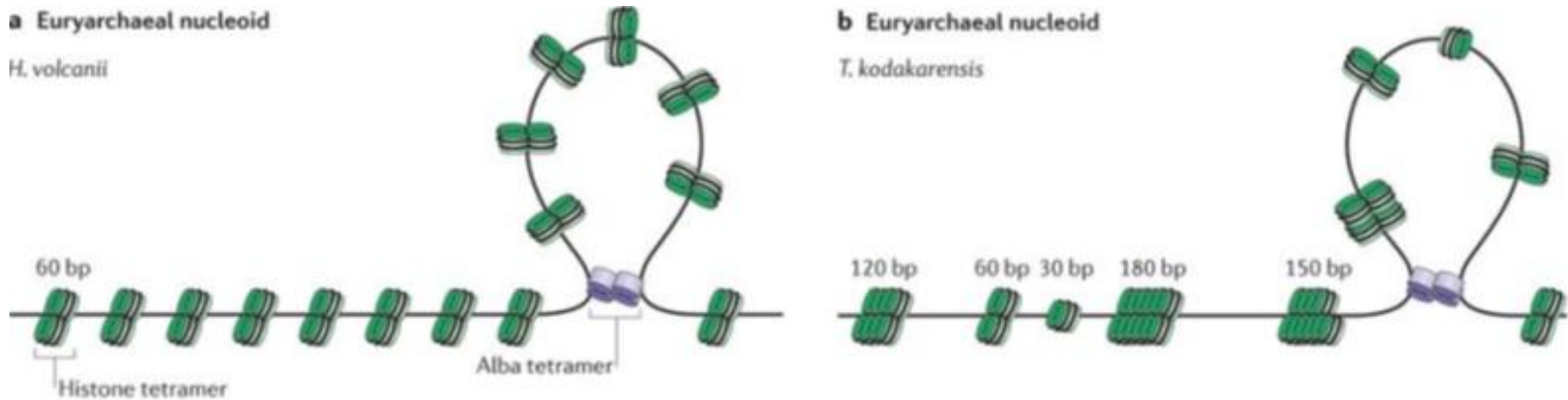


**BIFITANO** è un tetraetere del glicerolo: le catene di fitanile (composto da 4 catene di isoprene) sono legate covalentemente alle catene laterali di glicerolo



L'introduzione di anelli pentaciclici riduce la lunghezza della catena di idrocarburi

The structure of the archaeal nucleoid varies among different archaeal species depending on the chromatin proteins they express



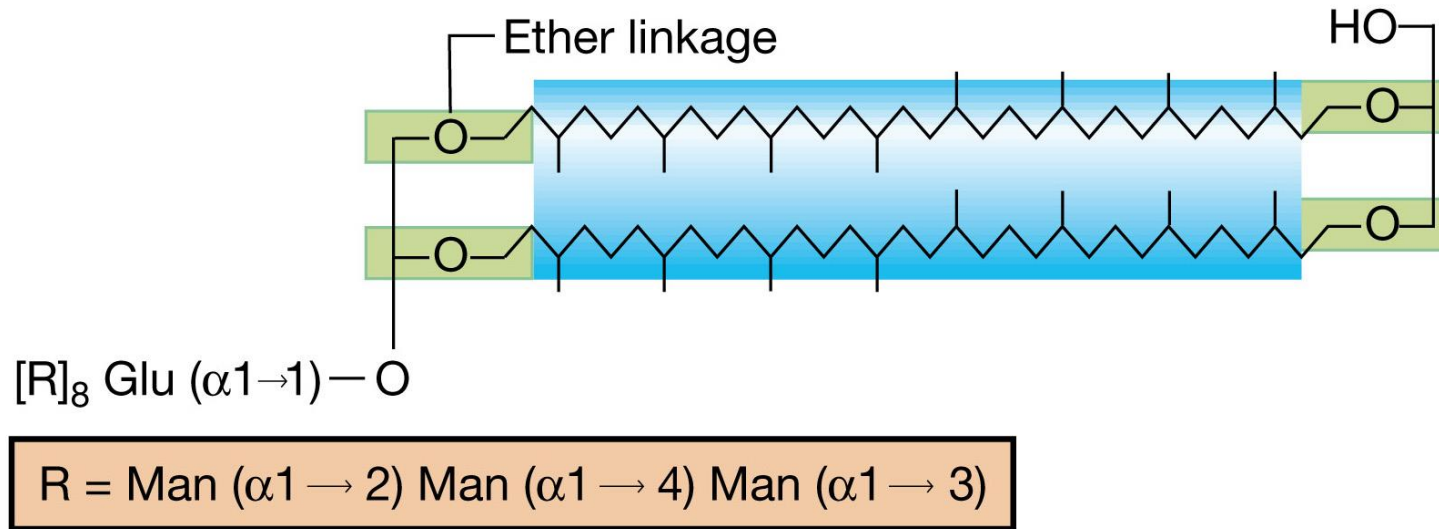
**a,b** | The euryarchaeal nucleoid is mainly organized by histone proteins that bend or wrap DNA, as well as by Alba that binds to DNA as a homodimer or a heterodimer and that forms looped structures by bridging two DNA duplexes. In *Haloferox volcanii*, histone proteins form tetrameric nucleoprotein structures that wrap about 60 bp of DNA around their surface (part **a**). These nucleosomes form a regular 'beads-on-a-string' structure similar to eukaryotic chromatin. In *Thermococcus kodakarensis*, histone proteins assemble into multimeric forms that cover variable sizes of DNA ranging from 30 bp (indicative of a dimer binding) to 450 bp (part **b**).

## Gli Archea privi di parete Thermoplasma e Ferroplasma

### Thermoplasma

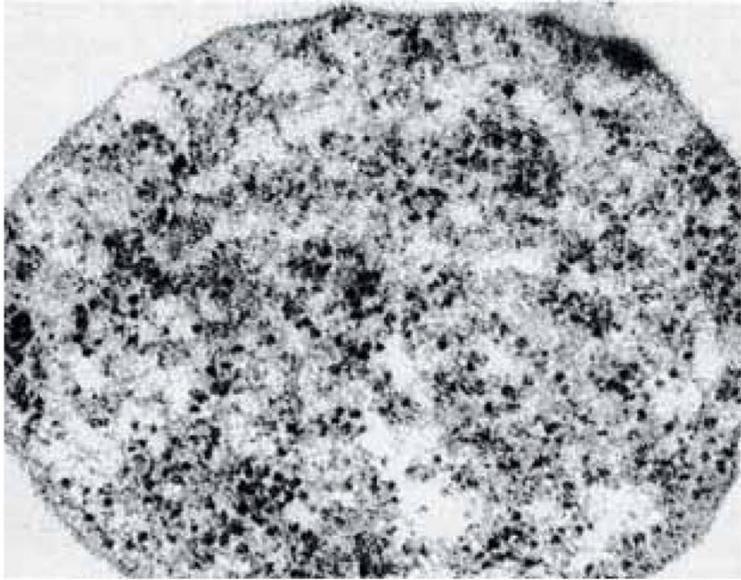
- chemiorganotrofo cresce a pH 2 e T 55°C in grado di utilizzare zolfo per la respirazione aerobia o anaerobia.
- Il genoma è molto piccolo come quello dei micoplasmi 1.5 MB (1500 kb)
- 
- Il DNA è associato a proteine fortemente basiche che lo organizzano in strutture nucleosoma simili .
- Le proteine istoniche di Thermoplasma assomigliano alle proteine istoniche dei Eucarioti

## Struttura del LIPOGLICANO



**Thermoplasma** per sopportare i due ambienti estremi in cui vive basso pH e alta temperatura ha evoluto una membrana chimicamente unica contenente un lipopolisaccaride costituito da un lipide tetraeterico con unità di mannosio e glucosio. Inoltre la membrana contiene glicoproteine ma non steroli

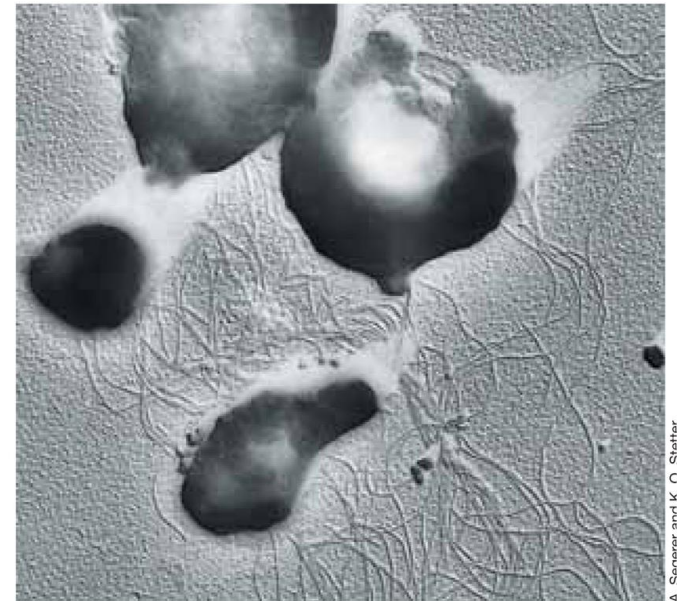
## Dove si ritrovano?



*Thermoplasma acidophilum* negli scarti dell'estrazione di carbone soggetti ad autocombustione  
Le cellule hanno un diametro 0.2 a 5  $\mu\text{m}$

(a)

*Thermoplasma volcanium* si trova in aree calde ed acide in vari continenti. Estremamente mobile ricco di flagelli

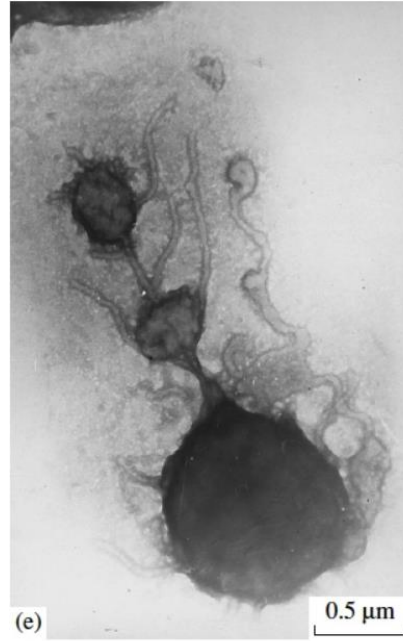


## Ferroplasma è

- un chemiolitotrofo, privo di parete cellulare
- Non è termofilo ma cresce a 35°C.
- Trae energia dall'ossidazione di  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$
- 
- Utilizza  $CO_2$  come fonte di carbonio.
- Cresce nei depositi minerali di pirite dove provoca abbassamento di pH
- L'attività di *Ferroplasma* ha luogo in acque acide a pH 0



No higher resolution available



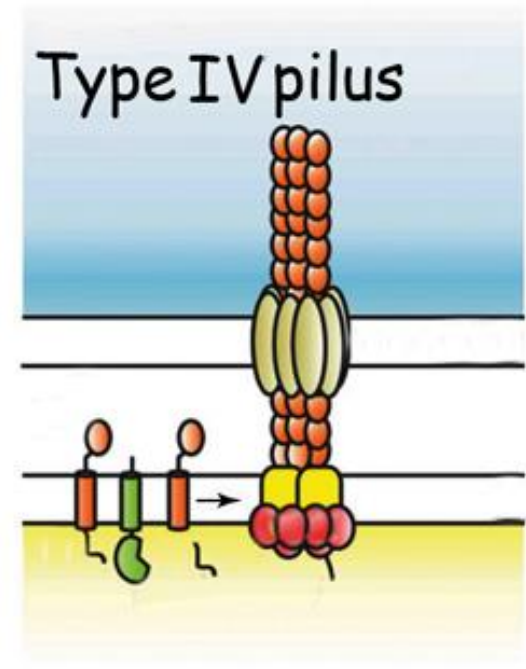
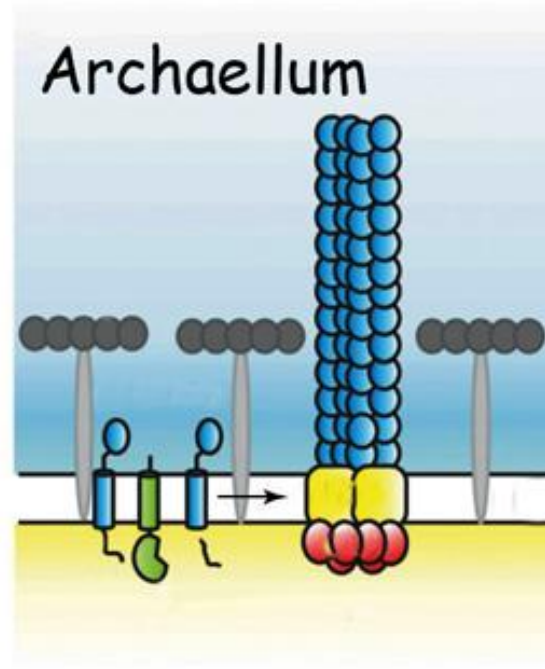
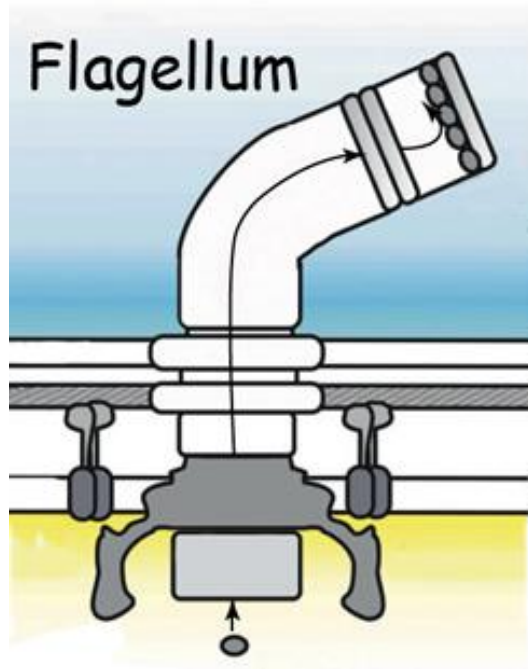
## Ferroplasma

non avendo la parete cellulare può cambiare morfologia ( a sinistra) .

durante la divisione cellulare per gemmazione ( a destra)



# I movimento mediato dall'Archellum e dal pilo di tipo IV

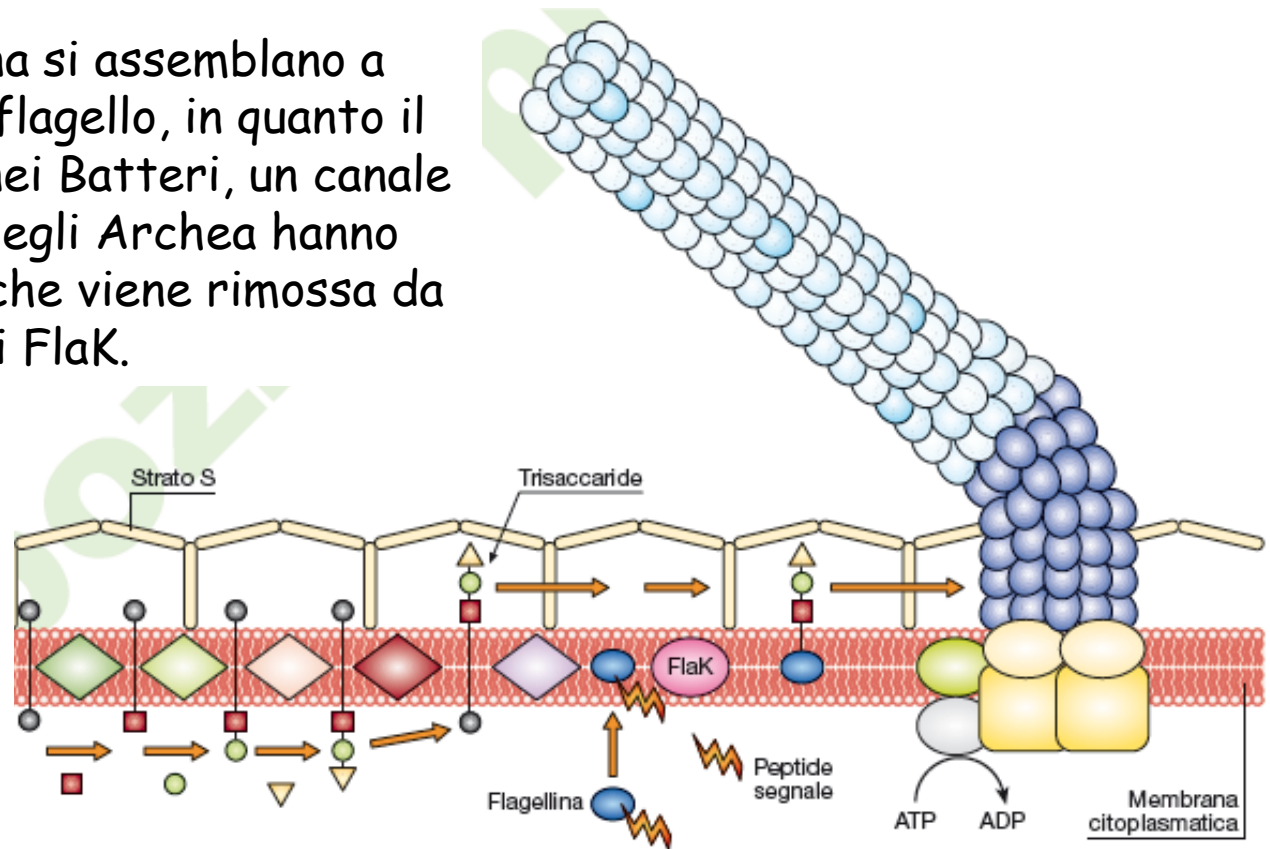


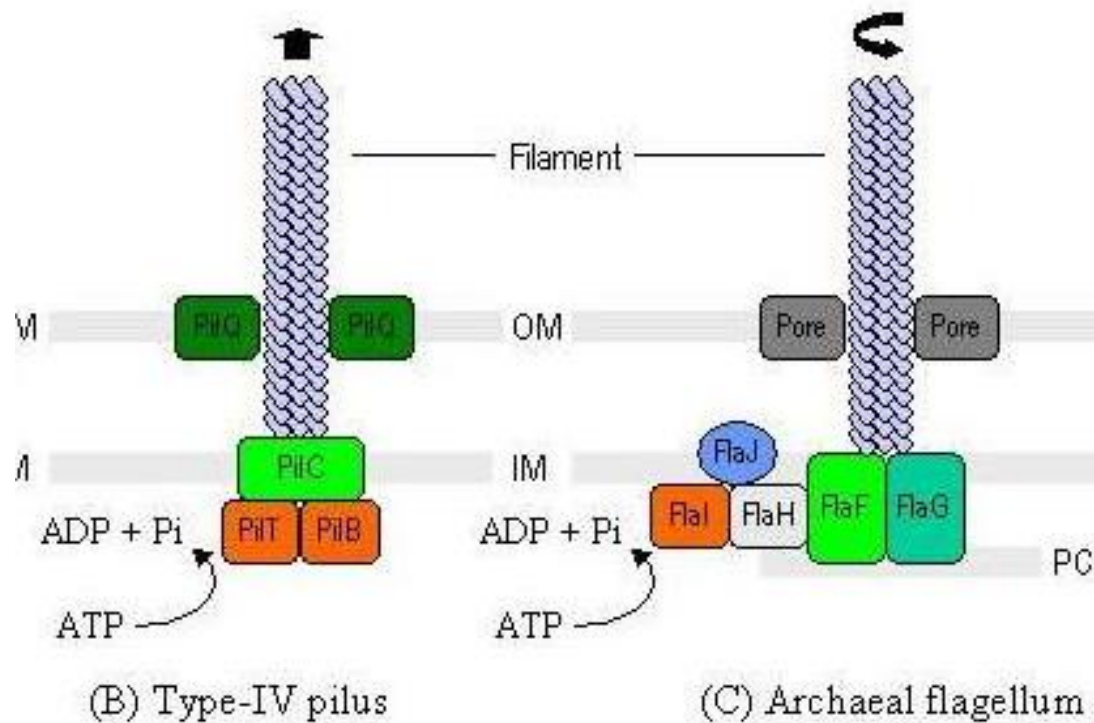
## L'Archellum ovvero il flagello negli Archea

I flagelli negli Archea sono costituiti da una struttura di ancoraggio localizzata nella membrana citoplasmatica da un uncino e da un filamento, costituito da diverse flagelline..

Le subunità di flagellina si assemblano a partire dalla base del flagello, in quanto il flagello non ha, come nei Batteri, un canale interno. Le flagelline degli Archea hanno una sequenza segnale che viene rimossa da una specifica Peptidasi FlaK.

Inoltre le flagelline vengono modificate per l'aggiunta di glicani all'estremità N terminale.





Il flagello degli Archea si muove come un'elica ed ha una struttura più semplice rispetto al flagello dei Batteri e simile ai pili. Il movimento avviene grazie all'idrolisi di ATP.