

La vita nell'Universo



⌘ Corrado Bartolini

⌘ Marco Benelli

⌘ *Hanno collaborato:*

⌘ Lorenzo Brandi

⌘ Elena Cenacchi

⌘ Alba Cherubini

⌘ Giovanni Coltro

⌘ Stefano Ferretti

⌘ Laura Malagoli

⌘ Silvia Tomatis

Un'avventura cosmica

Siamo alla ricerca di altri sistemi solari e ci domandiamo se esistano altre forme di vita nell'Universo.

L'astrofisica e le altre scienze fisiche e biologiche interagiranno sempre di più, permettendo scoperte che cambieranno la stessa umanità, destinata ad un'avventura cosmica, che va oltre la nostra piccola culla terrestre.

(Margherita Hack, 2003)

Pianeti extrasolari

- ⌘ *Attorno a stelle vicine al Sole sono stati finora scoperti più di 100 pianeti delle dimensioni di Giove.*
- ⌘ *Fra questi anche uno che sta evaporando.*
- ⌘ *Tra una decina di anni saranno rivelabili pianeti paragonabili alla Terra.*



Molecole nello spazio interstellare

125 molecole, di anche 13 atomi, sono state scoperte nelle nubi interstellari e nelle comete.



Astrobiologia

L'astrobiologia è una nuova scienza interdisciplinare per la ricerca dell'esistenza e della possibilità di vita al di fuori della Terra.



“Siamo materia stellare che medita sulle stelle”

(Carl Sagan)₅

Argomenti

- ❖ *Formazione degli elementi necessari alla vita*
- ❖ *Sviluppo della vita sulla Terra*
- ❖ *Esempi di vita in condizioni estreme*
- ❖ *Vita in Antartide*
- ❖ *Vita su altri corpi celesti*



Formazione degli elementi

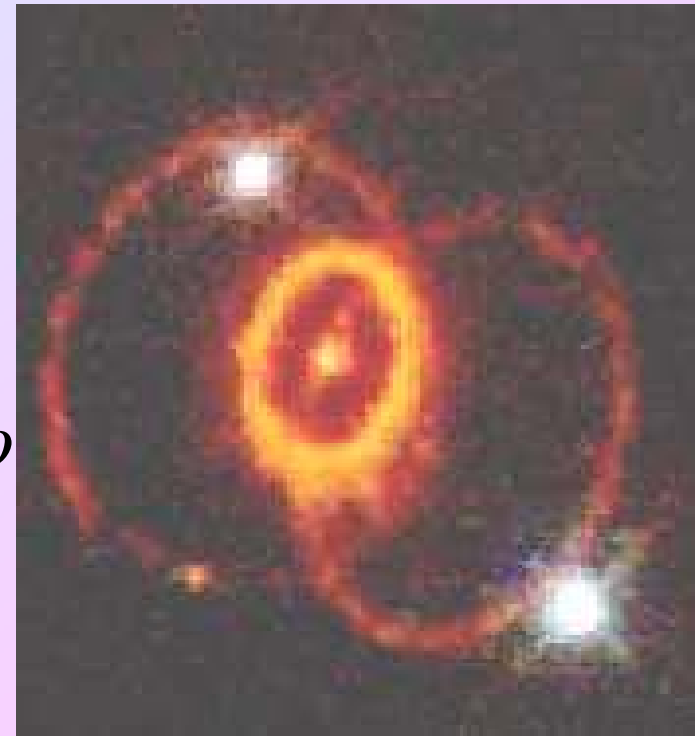
*Gli elementi necessari alla **vita** sono:*

H, C, N, O, S, P.

H si formò al momento del big bang, gli altri elementi si formarono nelle stelle.

Gli elementi più pesanti del Fe furono prodotti:

- inizialm. in stelle di Pop. III*
- poi in esplosioni di SN, o in fusioni di NS.*



Abbondanze di elementi nel Sole

⌘ Elemento atomi per 10^6 di H fraz. di massa

Idrogeno:	10^6	0,7060
⌘ Elio:	97.700	0,2740
⌘ Ossigeno:	851	0,00954
⌘ Carbonio:	363	0,0306
⌘ Neon:	123	0,00174
⌘ Azoto:	112	0,00110
⌘ Ferro:	47	0,00183

Popolazioni stellari

In generale esiste una relazione tra l'età delle stelle e l'abbondanza di metalli, Z , nelle loro atmosfere. Le stelle più recenti sono denominate di Pop. I, mentre quelle primordiali di Pop. III.

<u>POPOLAZIONE</u>	<u>ETA'</u> <u>(Ga)</u>	<u>Z</u>
III	14	0.
II	10÷13	0.0004
I	0÷10	0.01÷0.04

Il Sole

Il Sole, una stella di popolazione I ($Z=0,017$), si è formato da una nube diffusa ricca in metalli generata da stelle precedenti. I suoi pianeti contengono gli elementi necessari per lo sviluppo della vita.



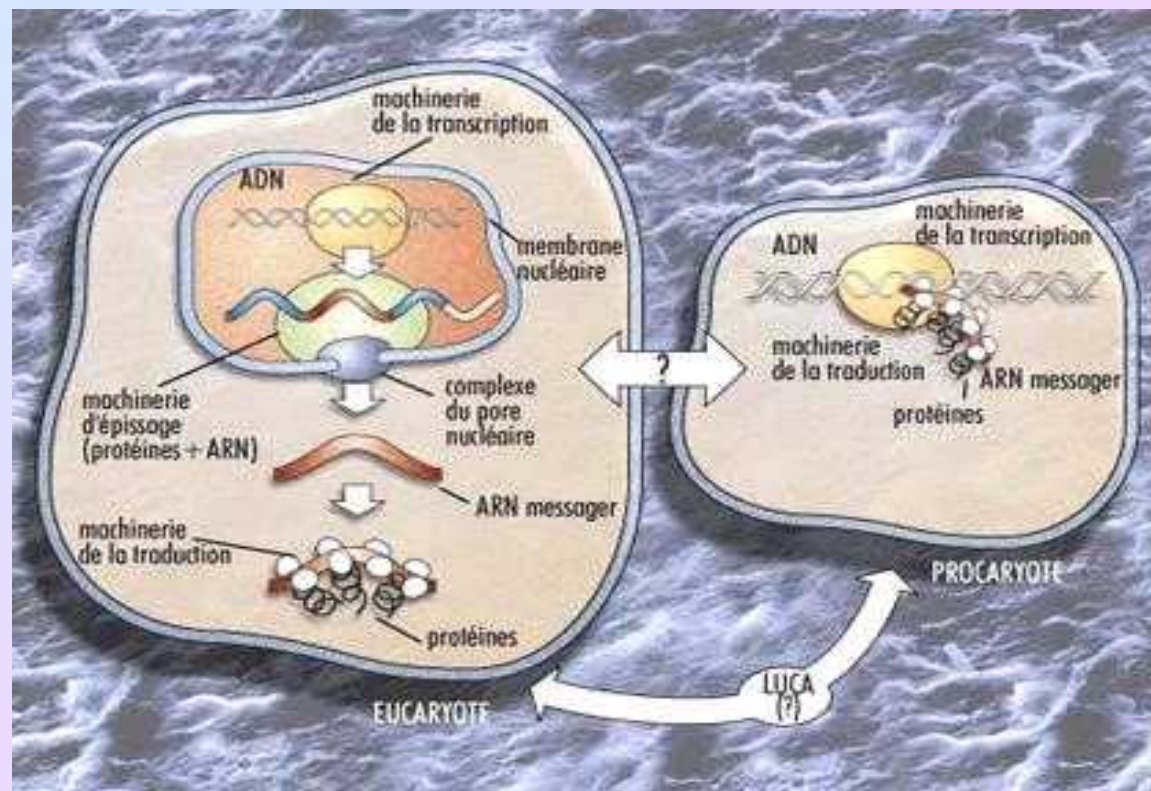
Inizio della vita sulla Terra

La Terra si è formata nel disco di accrescimento del Sole 4.6 Ga fa; bombardata da meteoriti e comete, divenne sufficientemente fredda e stabile per ospitare la vita dopo poche centinaia di milioni di anni. Le più antiche evidenze di attività vitale si trovano nelle rocce australiane datate 3.5 Ga. Si tratta di stromatoliti fossili dei quali si hanno tuttora esempi viventi.



Sviluppo della vita sulla Terra

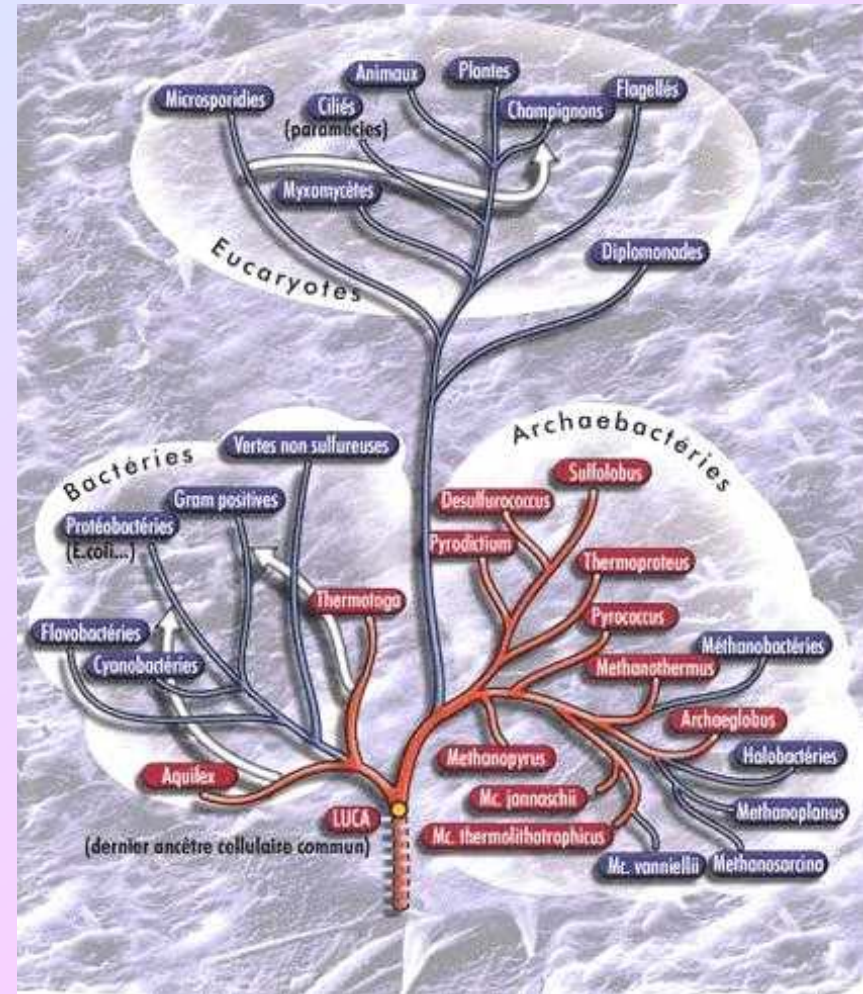
Il primo ipotetico antenato è stato soprannominato LUCA (Last Universal Cellular Ancestor).



I tre domini della vita

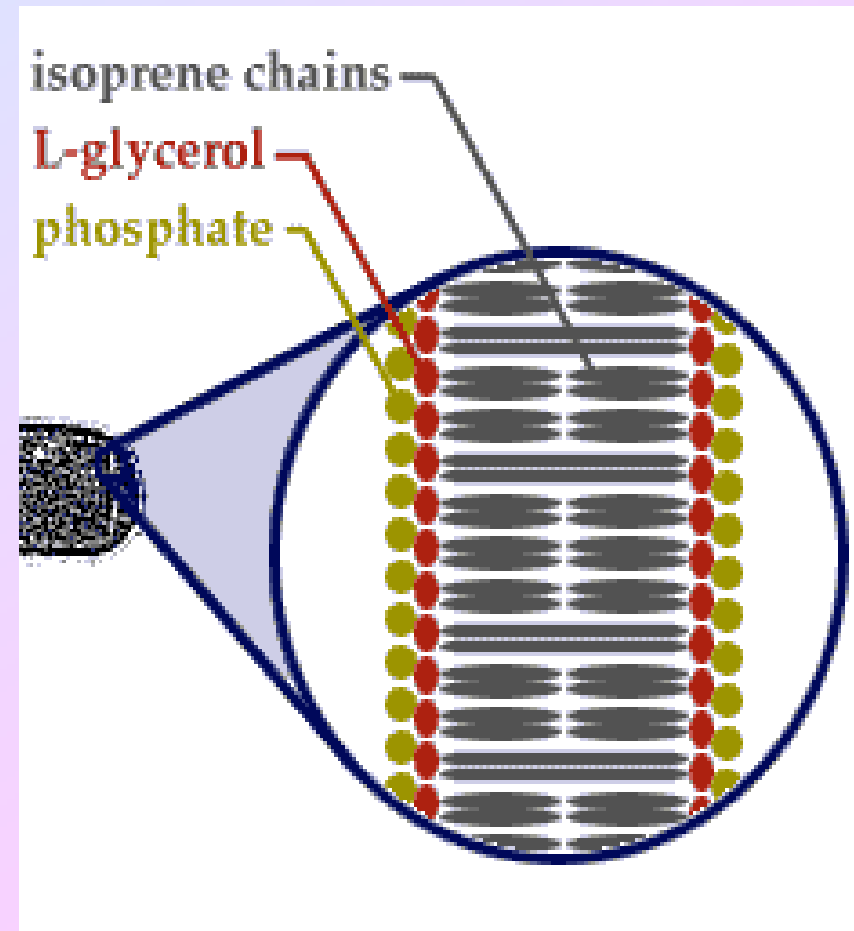
La vita primitiva può essere sbocciata in condizioni che oggi consideriamo estreme e per questa ragione LUCA potrebbe essere stato un Archaea.

I batteri potrebbero essere la forma più comune di vita nell'Universo. (S. J. Gould)



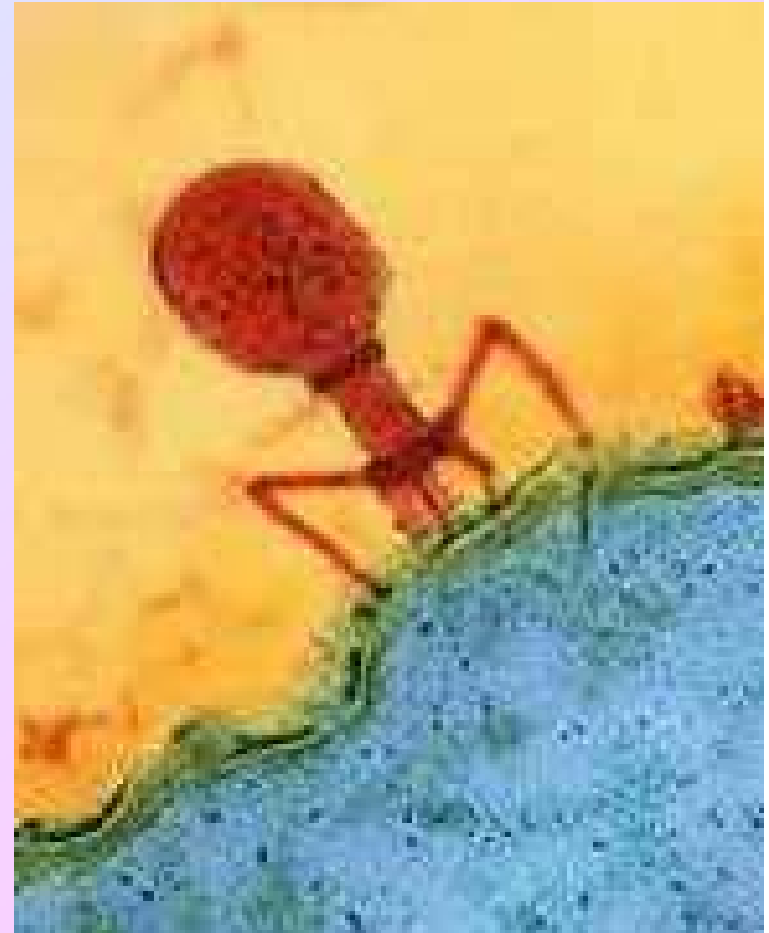
Archebatteri

- ⌘ *Differiscono geneticamente dai batteri per più del 50%.*
- ⌘ *Molti di loro sono estremofili.*
- ⌘ *La loro membrana non è proteica o lipidica come per i batteri, ma è costituita essenzialmente da catene di isoprene.*



Virus

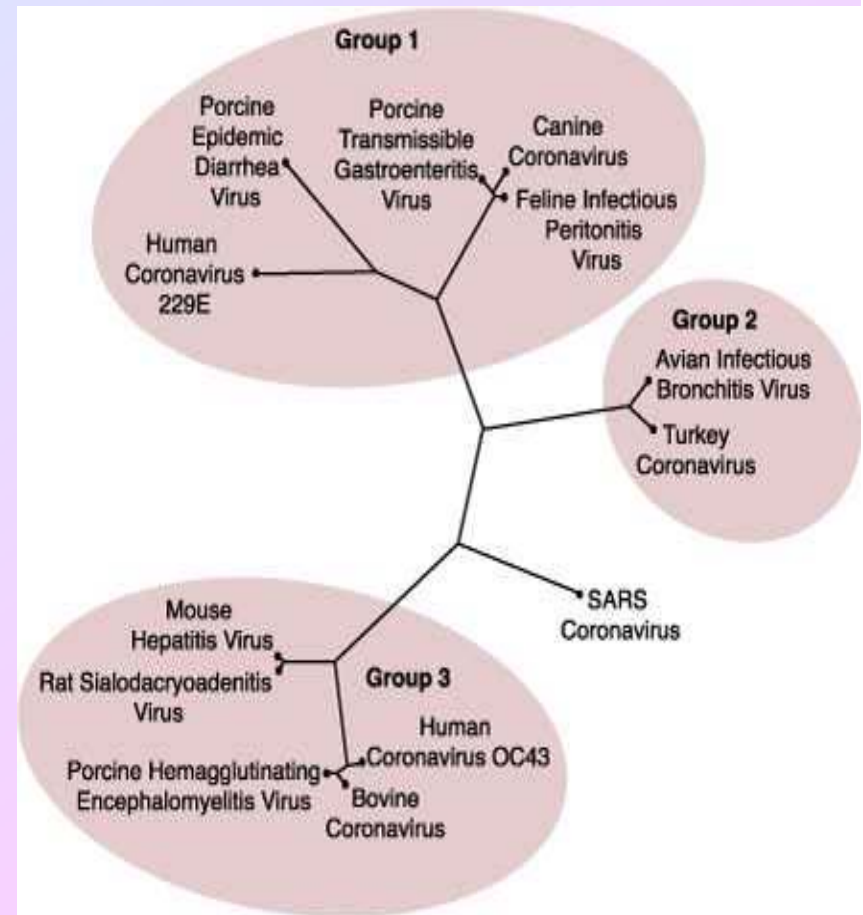
- ⌘ *I virus sono acidi nucleici, DNA o RNA, in un involucro proteico.*
- ⌘ *Non hanno metabolismo.*
- ⌘ *Si riproducono inserendo il proprio codice genetico in un batterio o cellula obbligandola a fare copia di se stessi.*
- ⌘ *Sono dei parassiti assoluti aventi dimensioni più di 10 volte inferiori a quelle dei batteri.*



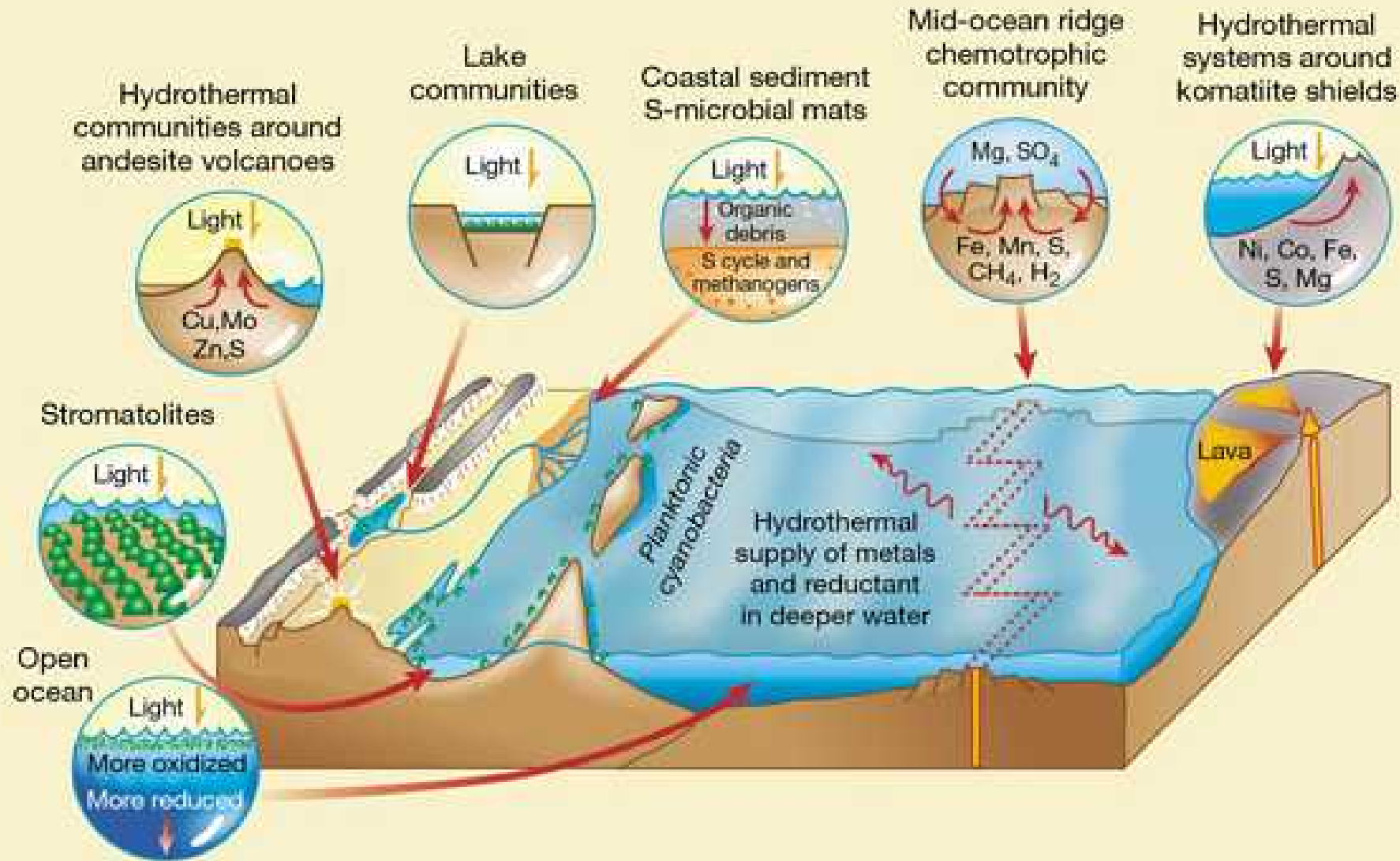
Batterifago su E.Coli

Coronavirus

- ⌘ *Il Coronavirus è indiziato come responsabile della polmonite atipica, SARS.*
- ⌘ *Nello schema a fianco la lunghezza dei segmenti è proporzionale alla differenza genetica tra i coronavirus.*
- ⌘ *Quello della SARS non è nemmeno inserito in uno dei gruppi conosciuti.*

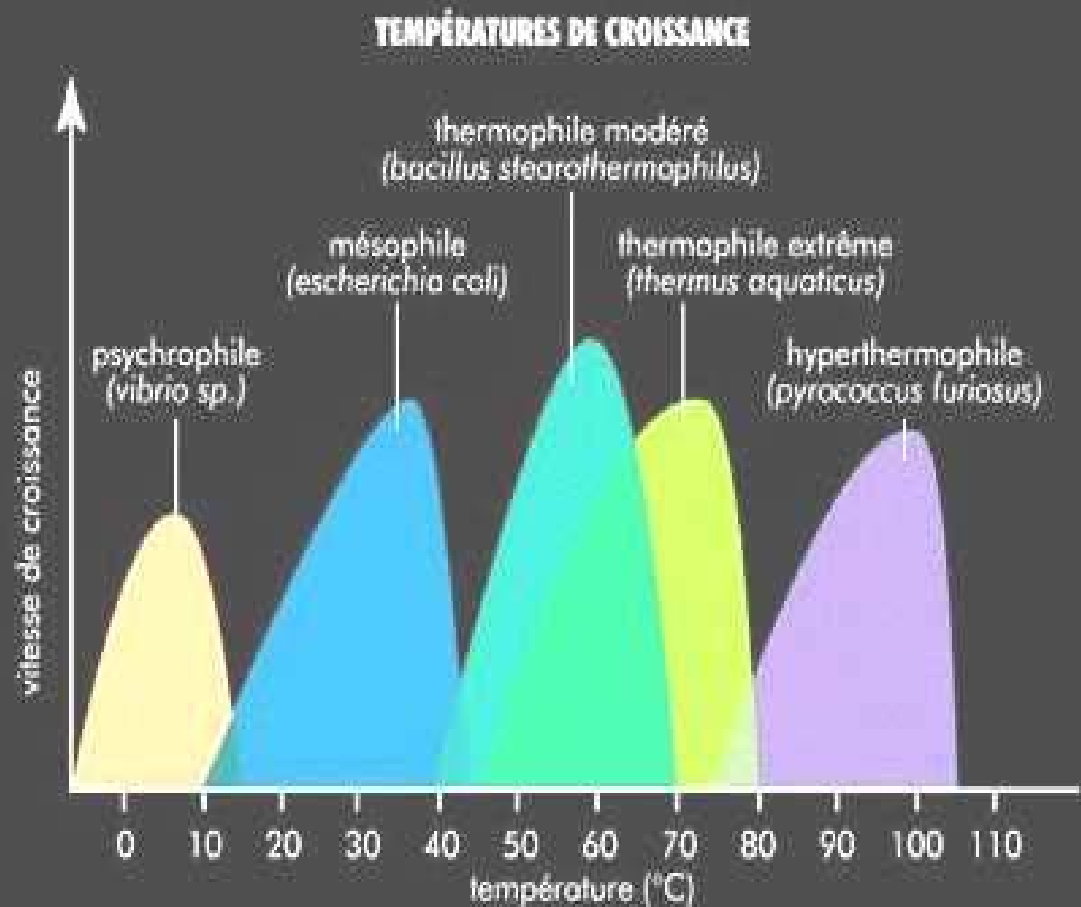


Ecologia dell'Archeano



Vita in condizioni estreme

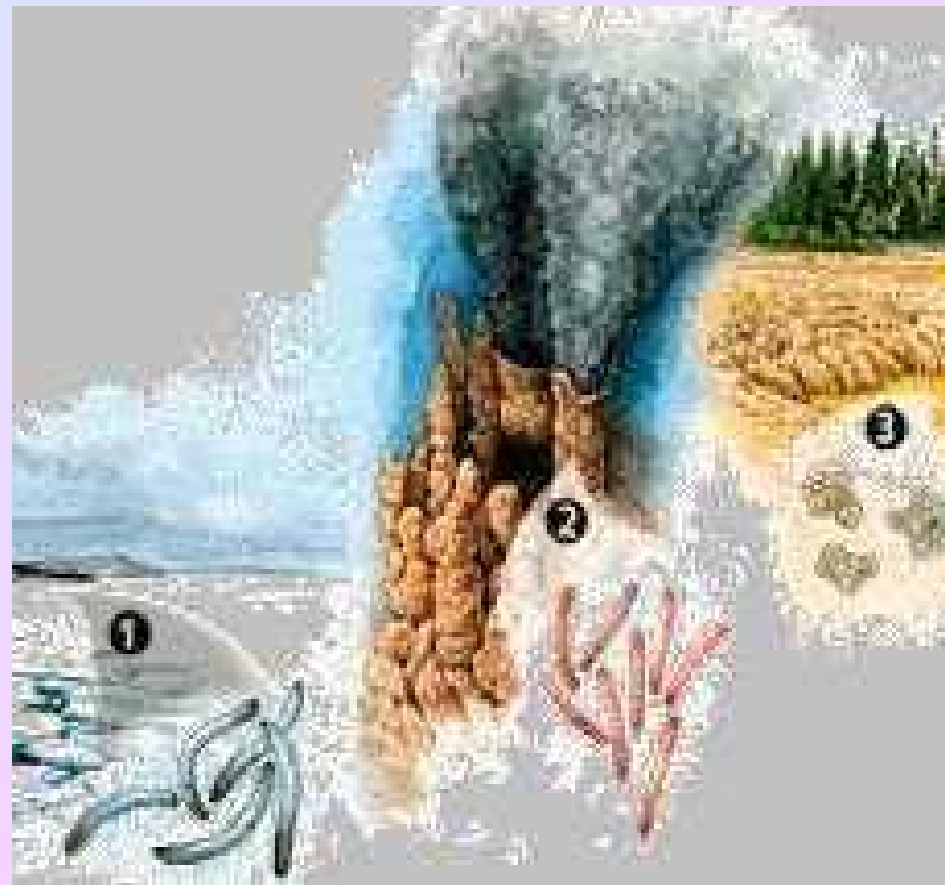
*La vita prolifera
anche in condizioni
estreme di
temperatura
ma entro intervalli
limitati.*



Vita senza Sole

AMBIENTI

- ⌘ 1) *Depositi di gas idrati*
- ⌘ 2) *Sorgenti termali sottomarine*
- ⌘ 3) *Suoli e rocce*



Vita sotterranea nel permafrost

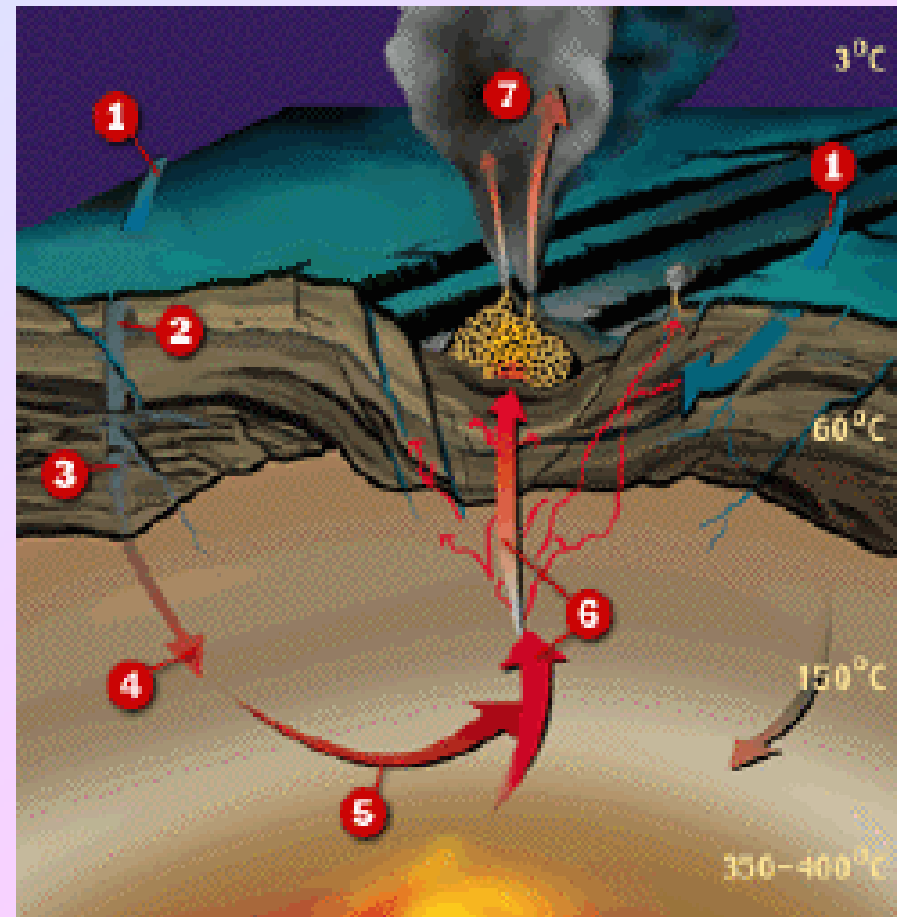
Sotto circa il 20% della superficie terrestre il terreno è perennemente o temporaneamente congelato, dove rimane una certa percentuale di acqua liquida che consente lo sviluppo della vita.



La vita sotto gli oceani

Le prime forme di vita potrebbero essersi formate nei sistemi idrotermali delle dorsali oceaniche.

Nella figura: (1-4) l'acqua di mare scioglie K, Ca, Mg, Na. (5) scioglie Fe, Zn, Cu e S, e (7) si mescola con acqua fredda formando solfuri metallici.



Vita nei sistemi idrotermali

Sulle dorsali oceaniche si sono formate delle comunità viventi in un ambiente tossico per gli altri organismi marini, ricche di circa 500 specie.

*Una di queste è il verme Pompei (*Alvinella Pompejana*) che mantiene la testa a 22 °C e la coda a 80 °C.*



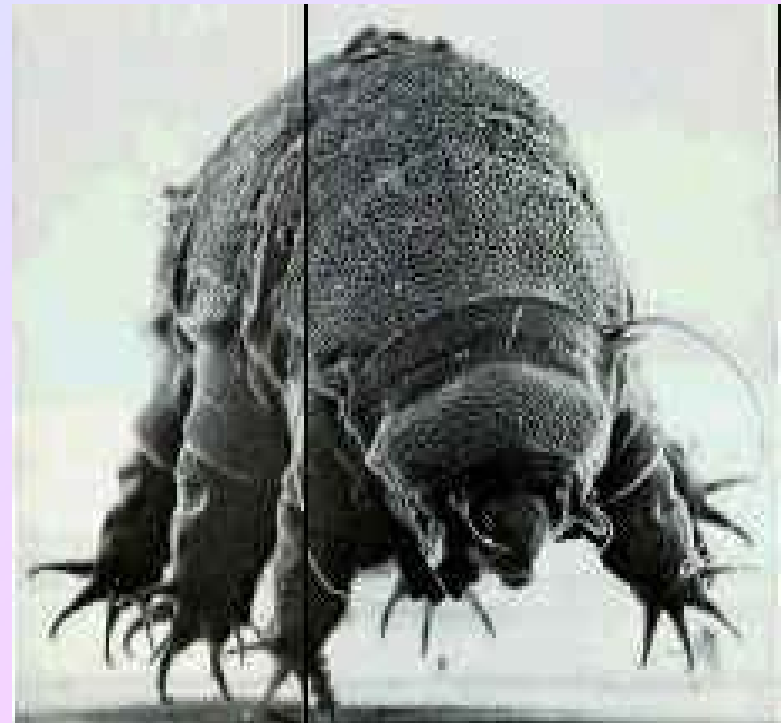
I batteri

*Tra i batteri conosciuti sulla Terra il più resistente alle radiazioni ionizzanti è il **Deinococcus radiodurans** che è in grado di riparare autonomamente il suo genoma in 24 ore e prolifera anche nel core dei reattori nucleari.*



I Tardigradi

Resistono: al disseccamento (fino al 3% dei liquidi corporei); a radiazioni 1000 volte letali per l'uomo; all'immersione in alcol puro od in etere; alla mancanza di ossigeno; a variazioni di temperatura da +151 °C a -253 °C.



L'Antartide

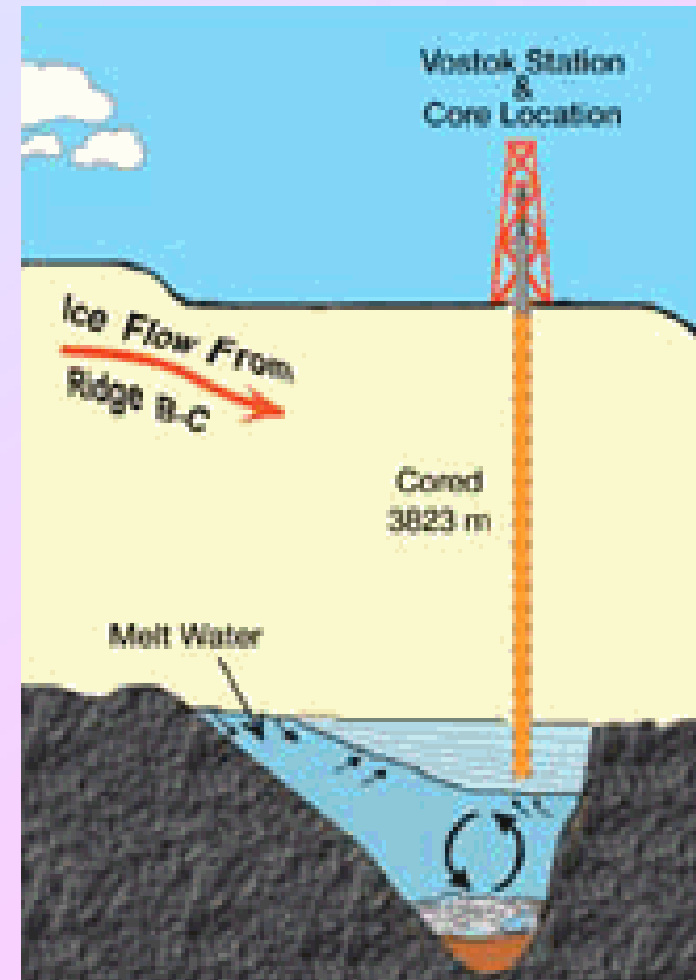
*L'Antartide è un **deserto freddo** (temperatura minima misurata sulla Terra -89.6°C , con precipitazioni equivalenti a 125 mm/a di pioggia). Rappresenta un'importantissima risorsa di informazioni sulla storia della Terra ed una palestra per l'esplorazione spaziale.*



La vita in Antartide

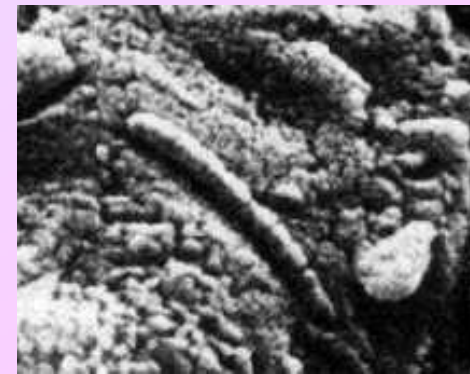
Perforazione sul lago Vostok.

La ricerca di organismi viventi nel lago richiede una tecnologia avanzata per evitare la contaminazione biologica dell'ambiente. Il luogo ha la temperatura media di Marte (-55 °C) ed è una buona sede di allenamento per l'esplorazione del satellite di Giove, Europa



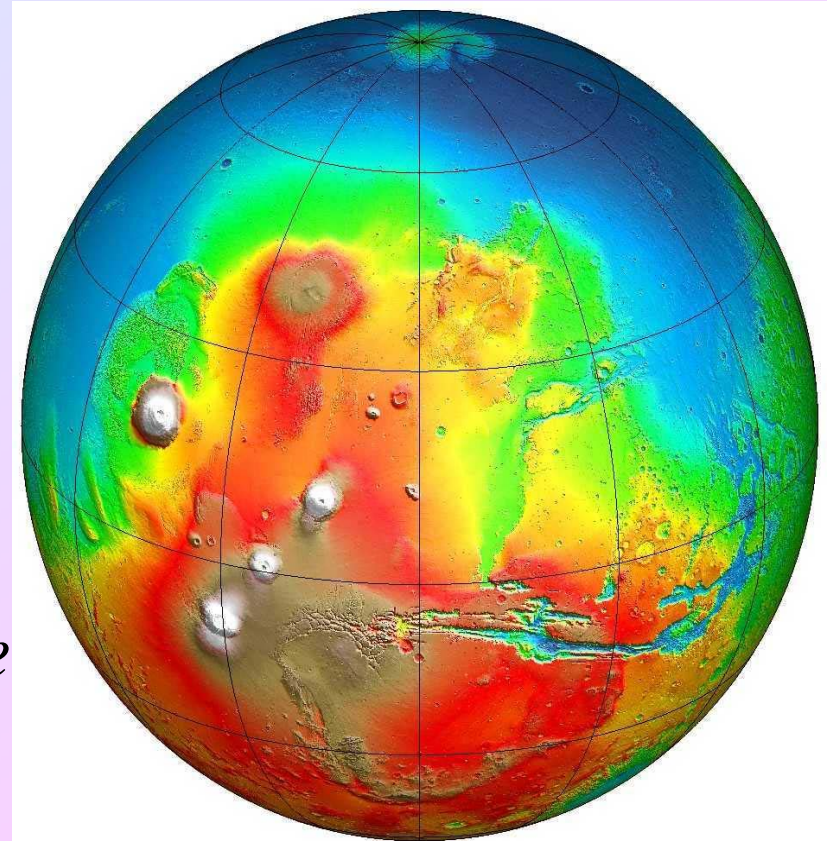
Meteoriti marziane

La ricerca di meteoriti in Antartide è molto fruttuosa (più di 16.000, 80% di tutte quelle reperite). 6 provengono da Marte. La più antica (4.5 Ga) è probabilmente un frammento della crosta primitiva di questo pianeta. All'interno si trovano idrocarburi aromatici policiclici (PAH).



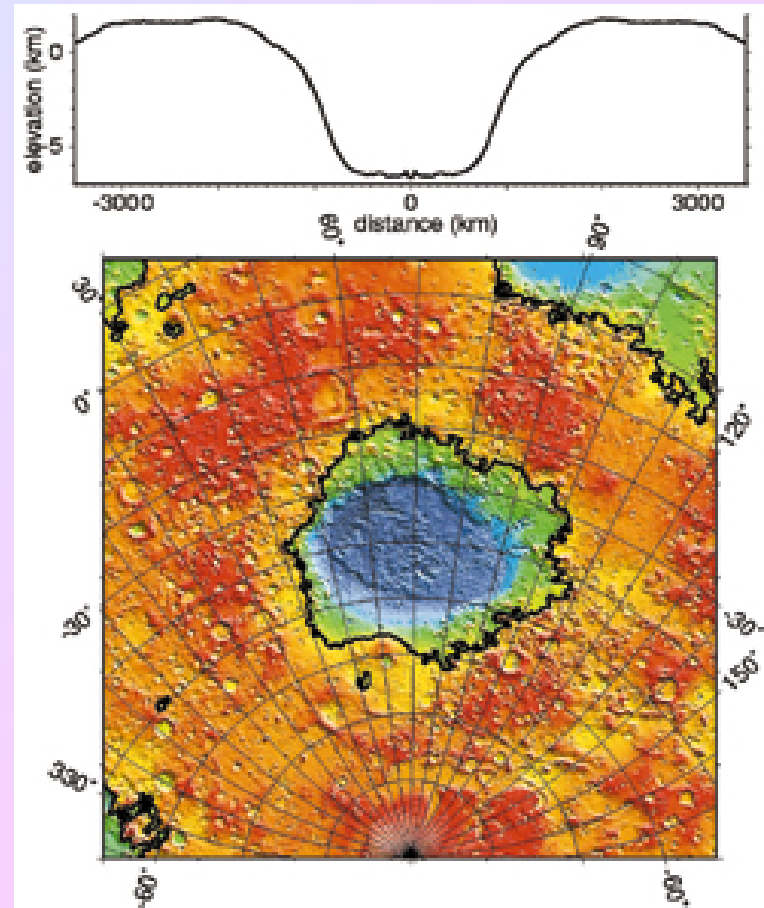
Breve storia di Marte

- ❖ *Massa 1/10 della Terra*
- ❖ *Si è raffreddato in 2 Ga*
- ❖ *L'attività vulcanica si è lentamente esaurita*
- ❖ *La pressione atmosferica è notevolmente calata*
- ❖ *L'effetto serra è scomparso e la temperatura è diminuita*
- ❖ *L'acqua è gelata*



Acqua su Marte

Si presume che in passato Marte abbia avuto grandi quantità di acqua liquida in superficie. La sonda MGS ha rivelato un recente scorrimento di liquido in un'area inaspettata nell'emisfero meridionale e non sul fondo del cratere più profondo (Hellas), dove la pressione è il doppio della media.



Mars Express e Beagle 2

L'ESA sta per lanciare una sonda verso Marte che sgancerà, nel gennaio prossimo, il modulo Beagle 2, per ricercare nel sottosuolo eventuali tracce di forme di vita.



Vita sul satellite di Giove, EUROPA

La missione Galileo ha rivelato l'esistenza, sotto la crosta di ghiaccio, di un oceano profondo. La sua superficie irregolare mostra movimenti di blocchi di ghiaccio, probabilmente dovuti ad effetti di marea. L'attrito mareale o l'energia endotermica potrebbero sostenere una forma di vita.



La luna di Giove, EUROPA

L'analisi spettrale delle zone rosse sul ghiaccio, eseguita dalla sonda Galileo, ha rivelato, tra l'altro, analogie con lo spettro del solfato di magnesio .

Di notte la temperatura ai poli è più alta di 5 °C rispetto al valore teorico, rivelando una certa energia interna.



Molecole nello spazio interstellare

125 molecole, di anche 13 atomi, sono state scoperte nelle nubi interstellari e nelle comete.

La NASA ha riprodotto in laboratorio il vuoto e la temperatura delle nubi interstellari ed, irradiando H_2O , NH_3 , CO_2 , CO e metanolo con UV, ha ottenuto molecole complesse che, disciolte in H_2O , hanno formato membrane.



Panspermia

La teoria della panspermia, recentemente rivitalizzata da Fred Hoyle e Chandra Wickramasinghe, prevede che la vita sia nata altrove e che si sia diffusa nell'Universo; basti pensare che sulla Terra cadono circa 100 tonnellate di polveri interstellari al giorno.



Cosa possiamo aspettarci

⌘ Fred Hoyle:

Penso che alle future generazioni la qualità cosmica della microbiologia potrà sembrare così ovvia, come alla presente sembra ovvio che il Sole sia al centro del Sistema solare.

