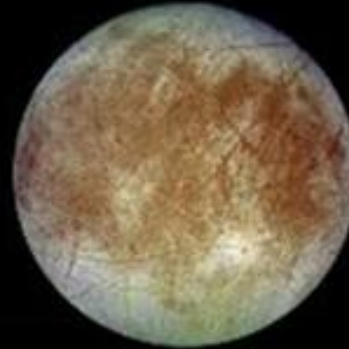
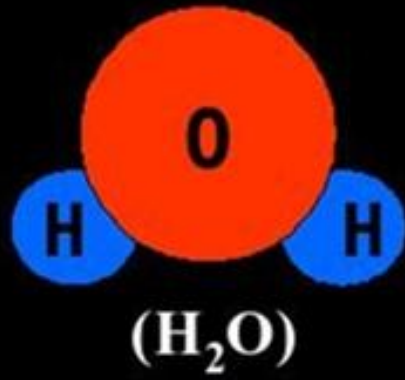


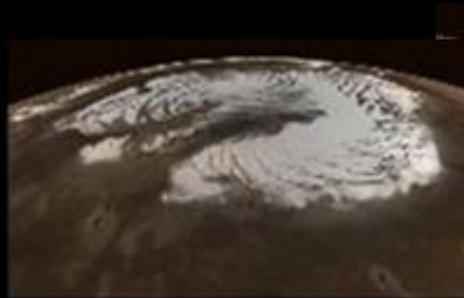


**L'eau
la vie ici
et ailleurs**

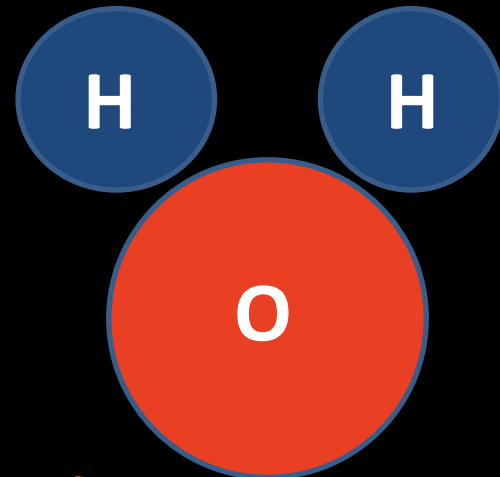
??????



L'eau



Big Bang



Nucléosynthèse stellaire

H -> He -> C -> Ne -> Mg -> O

C + He -> O (> 10 ms)

Dans une galaxie, quelle est la proportion des différents atomes ? Sur 1 000 000 000 d'atomes, il y a (environ) :

Hydrogène : 910 580 000

Hélium : 88 000 000

Oxygène : 800 000

Carbone : 300 000

Azote : 100 000

Néon : 100 000

Silicium : 30 000

Magnésium : 30 000

Fer : 30 000

Soufre : 12 000

Argon : 4 000

Aluminium : 3 000

Calcium : 3 000

Nickel : 2 000

Tous les autres : 6 000

**On retrouve ces atomes dans les nébuleuses,
nuages de gaz et de poussières internes à notre
galaxie, nuages à l'origine des systèmes
stellaires**



Dans ces nébuleuses, ces atomes vont réagir entre eux pour former des composés moléculaires



- Hydrogène
- Oxygène
- Carbone
- Azote
- Silicium
- Magnésium
- Fer
- Aluminium
- Calcium

**H₂ (hydrogène moléculaire)
(molécule n° 1)**

**H₂O = eau
(Molécule n° 2)**

**CH₄, NH₃ et
CHON = matière organique
(molécules n° 3)**

**Silicates variés = cailloux
(molécules n° 4)**

**Fer métallique
(« molécule » n° 5)**

Ces composés sont-ils solides ou gazeux ?



Il fait froid :
H₂O, CHON, NH₃, Silicates et Fer sont sous forme de poussières solides (de glace pour H₂O), H₂ est encore gazeux

Il fait tiède : les poussières de Silicates et Fer s'hydratent légèrement ; H₂, H₂O, CHON et NH₃ sont encore gazeux

Il fait chaud : Silicates et Fer sont sous forme de poussières solides, H₂, H₂O, CHON et NH₃ sont encore gazeux

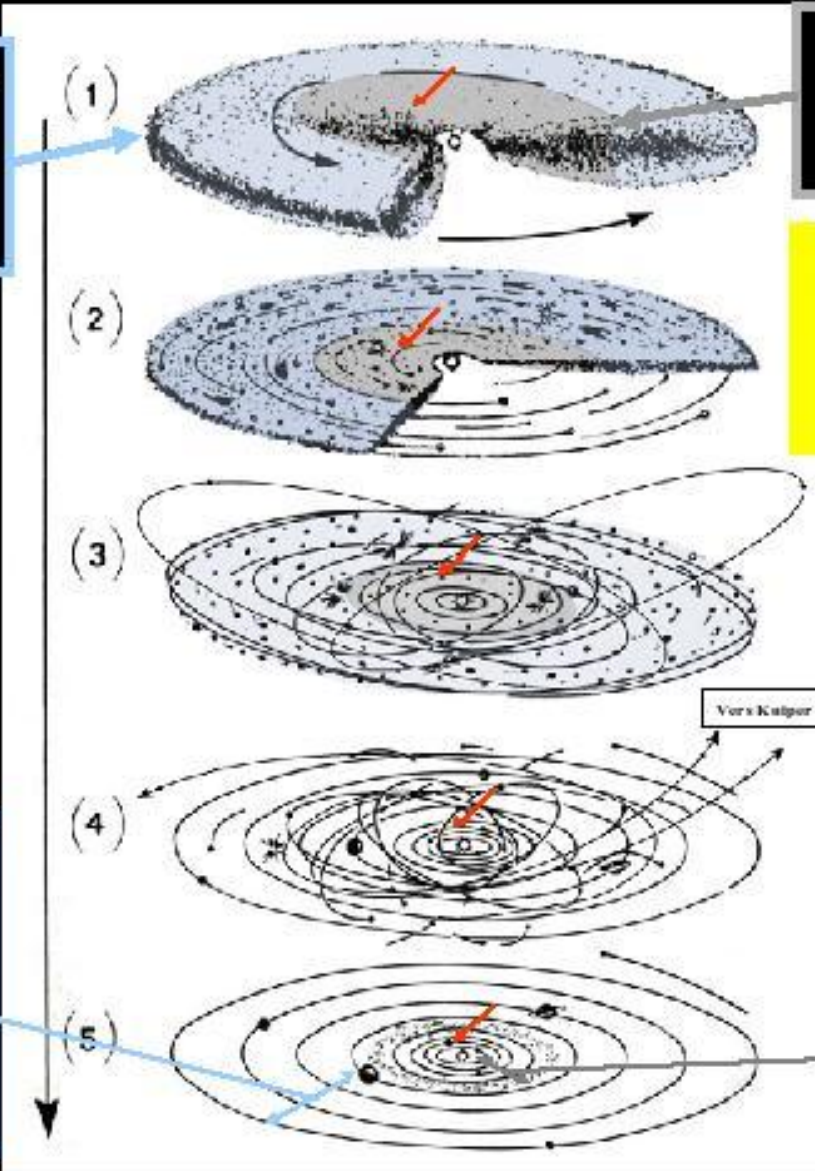
Poussières ferro-silicato-glacées

Poussières ferro-silicatées
(hydratées à la frontière)

(2) Les poussières s'agglomèrent en « blocs » kilométriques

Planètes et satellites « de glaces » et planètes géantes

Planètes et satellites « rocheux »



Origine de l'eau

L'eau apparait il y a 4.4 milliards d'années

Zircon de Jack Hills

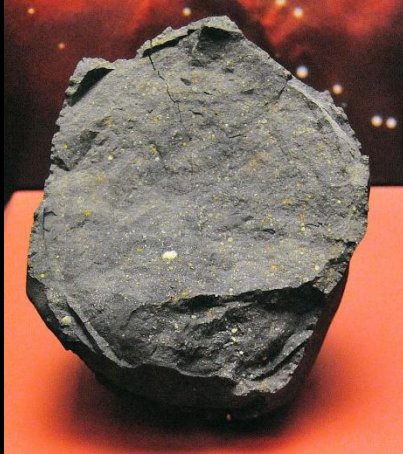
On pensait qu'elle provenait surtout des comètes

1985 Giotto Halley

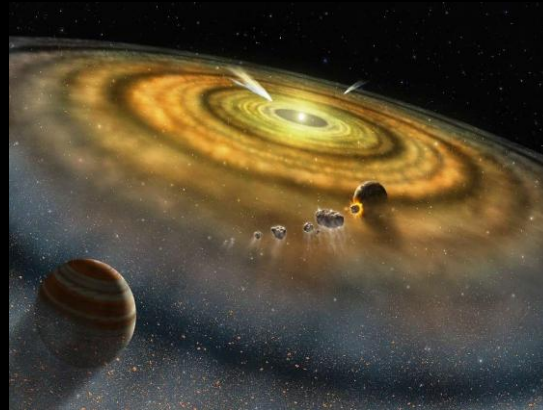
Hydrogène /Deutérium \neq comète / eau terrestre



Origine de l'eau terrestre: actuellement admis



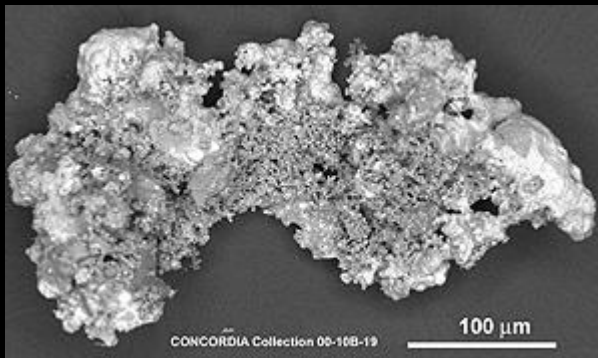
Chondrites carbonées



**Nébuleuse primitive
Ringwoodite 600 km**



**Comètes du nuage de Oort
et de la ceinture de Kuiper**



Micro météorites

Eau de la Terre

eau salée
97 %

eau douce
3 %

Eau douce

glaciers
77 %

eau dans le sol
22 %

eau douce
disponible
1 %

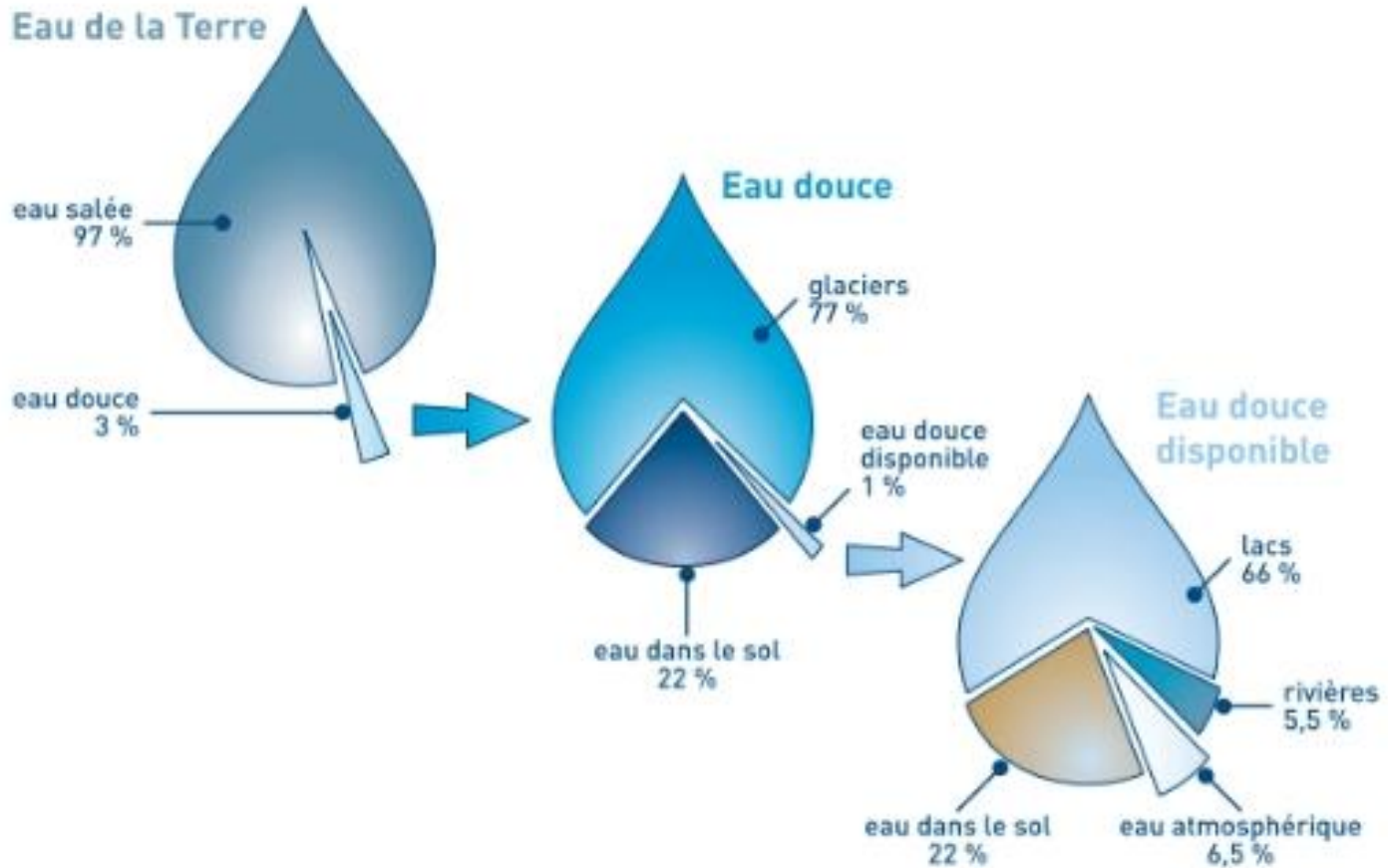
Eau douce disponible

lacs
66 %

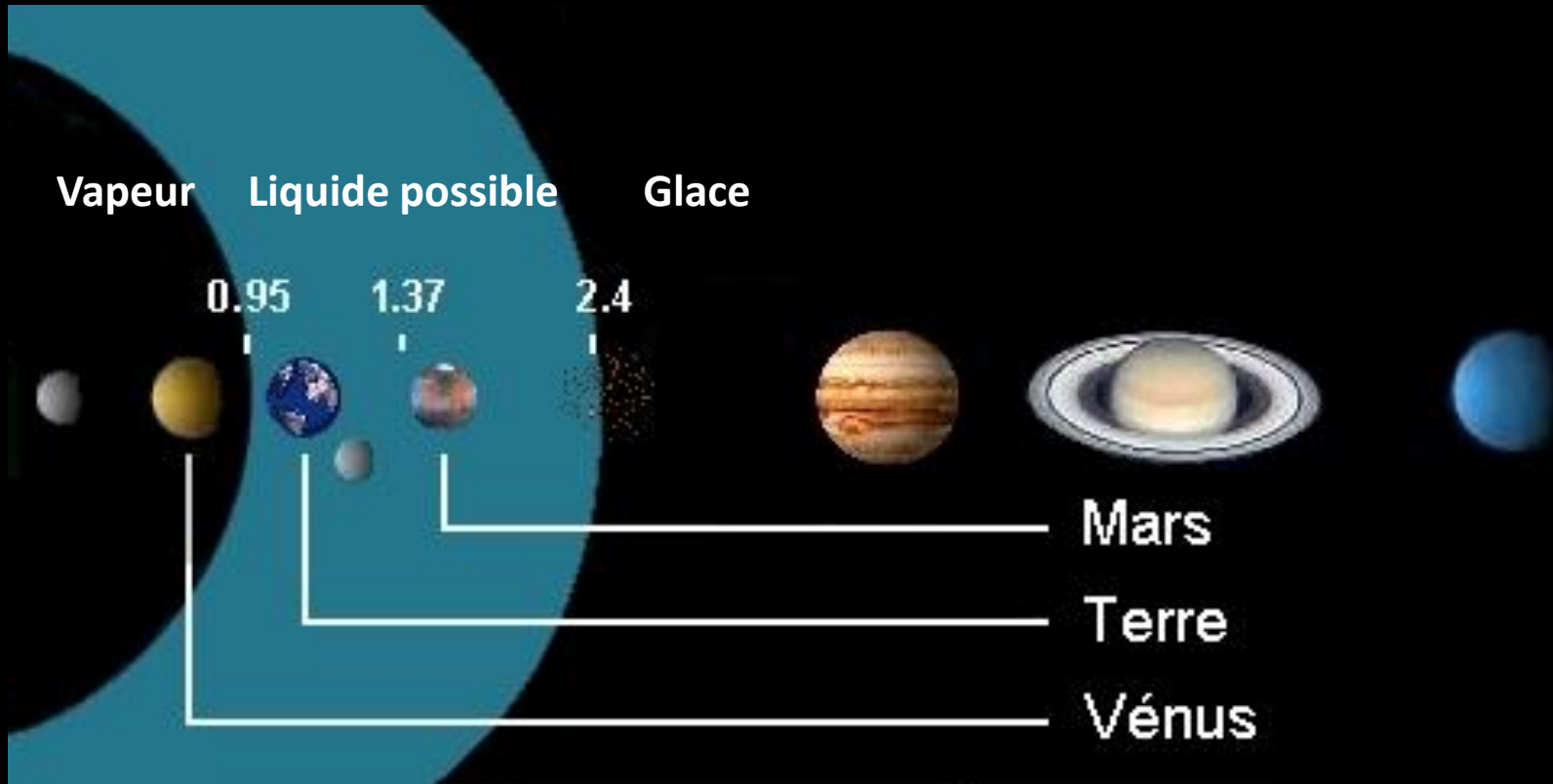
rivières
5,5 %

eau dans le sol
22 %

eau atmosphérique
6,5 %



Eau = Bonne distance = zone habitable



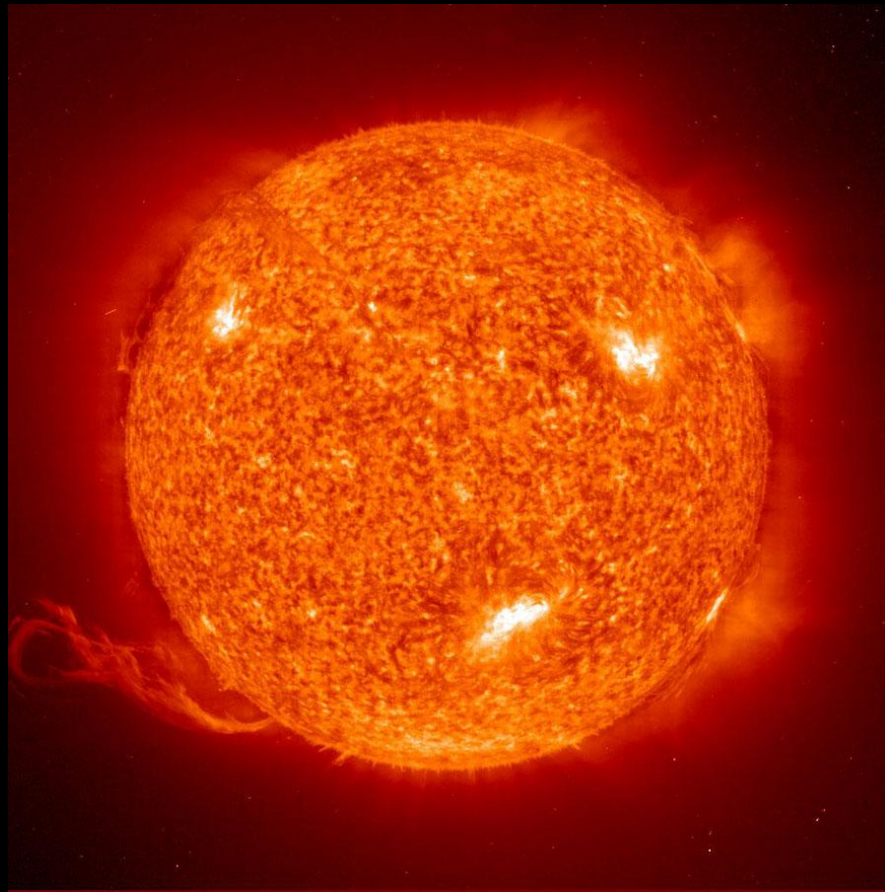
La vie ici...

**La Terre s'est formée avec le système solaire
il y a 4,568 milliards d'années.**

Pour voir apparaître la vie, il a fallu ...



**Un Soleil qui fournisse de l'énergie
suffisamment longtemps.
5/10 milliards d'années.**



**Une Terre ni trop loin ni trop près du Soleil
et suffisamment massive pour conserver
cette eau à l'état liquide.**



**La Lune pour
équilibrer
tout ça**



Formée il y a 4,530 milliards d'années

Marées

**De la matière organique.
L' équivalent des briques d'une maison.**

Il y en a beaucoup dans l'espace

- Les CHON**
- Carbone
 - Hydrogène
 - Oxygène
 - Azote ...



De l'EAU : un excellent solvant

Facilite la mise en relation
des différentes molécules



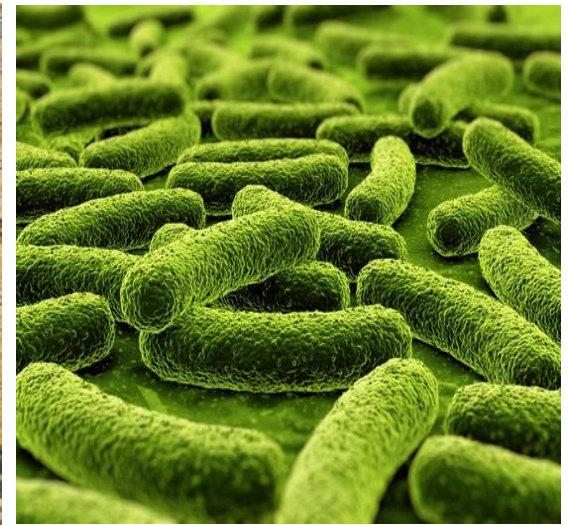
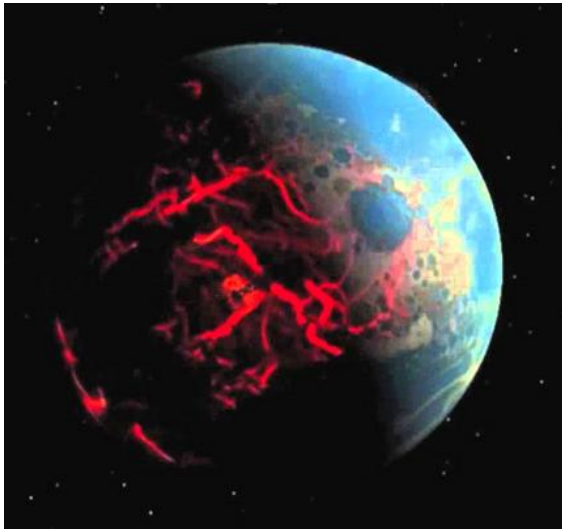
**Mais pour que la vie
se développe
il faut aussi du temps,
beaucoup de temps.**

500 mn d'années pour les premiers composés organiques

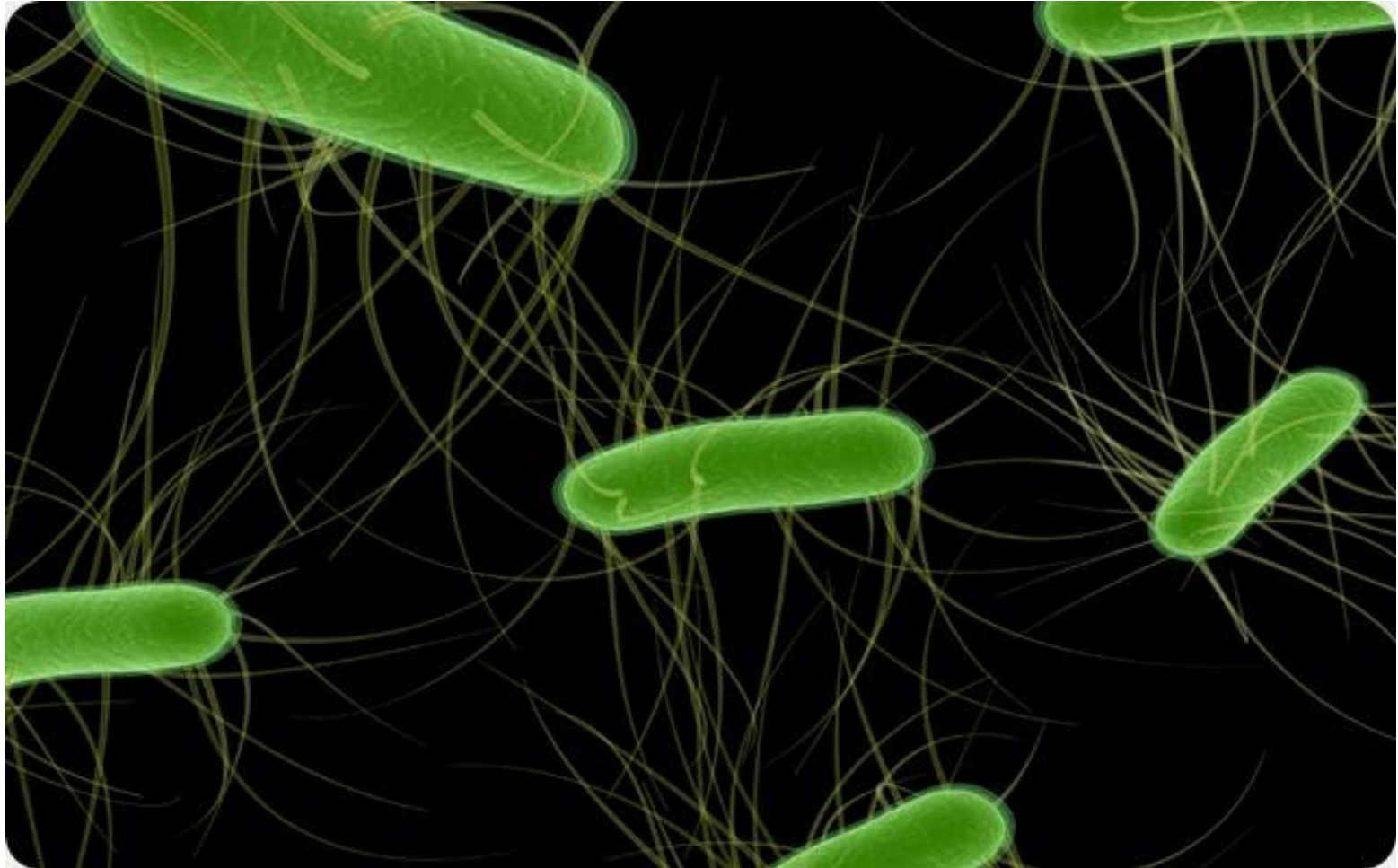


1 milliard d'années pour voir apparaître les bactéries

4,5 à 3,5 Ga



**La première forme de vie : les bactéries.
Une cellule sans noyau.**

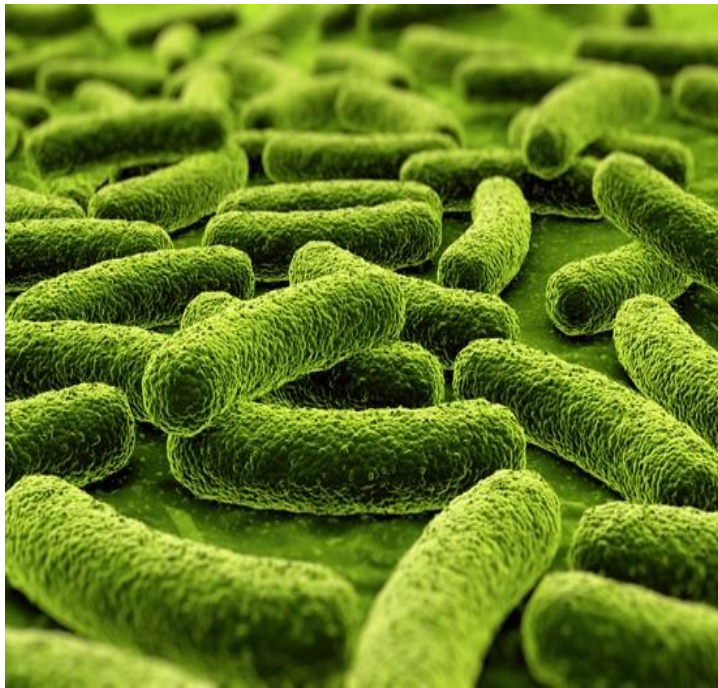




Les stromatolithes

**Près de 3 milliards d'années pour passer
des bactéries aux éponges et méduses.**

3,5 mds à 700 mns d'années.



**Pendant ces 3 milliards d'années
il ne se passe pratiquement rien (de connu).
Sauf que...**

Il y a 2,7 milliards d'années les cyanobactéries fabriquent du dioxygène à partir du CO₂

Photosynthèse.

Par association C est transformé glucides, lipides, protéines. O₂, un poison, est éliminé

La forme de vie par respiration de l'oxygène que nous connaissons aujourd'hui se met en place dans les océans. Elle remplace la fermentation.





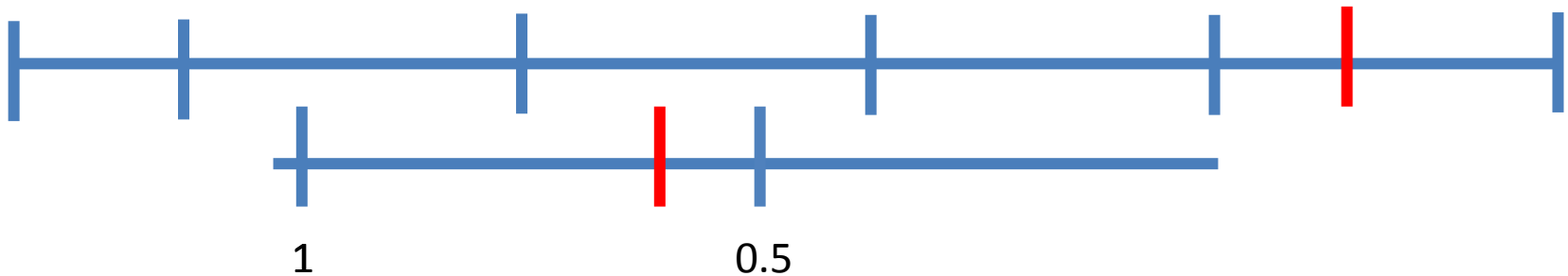
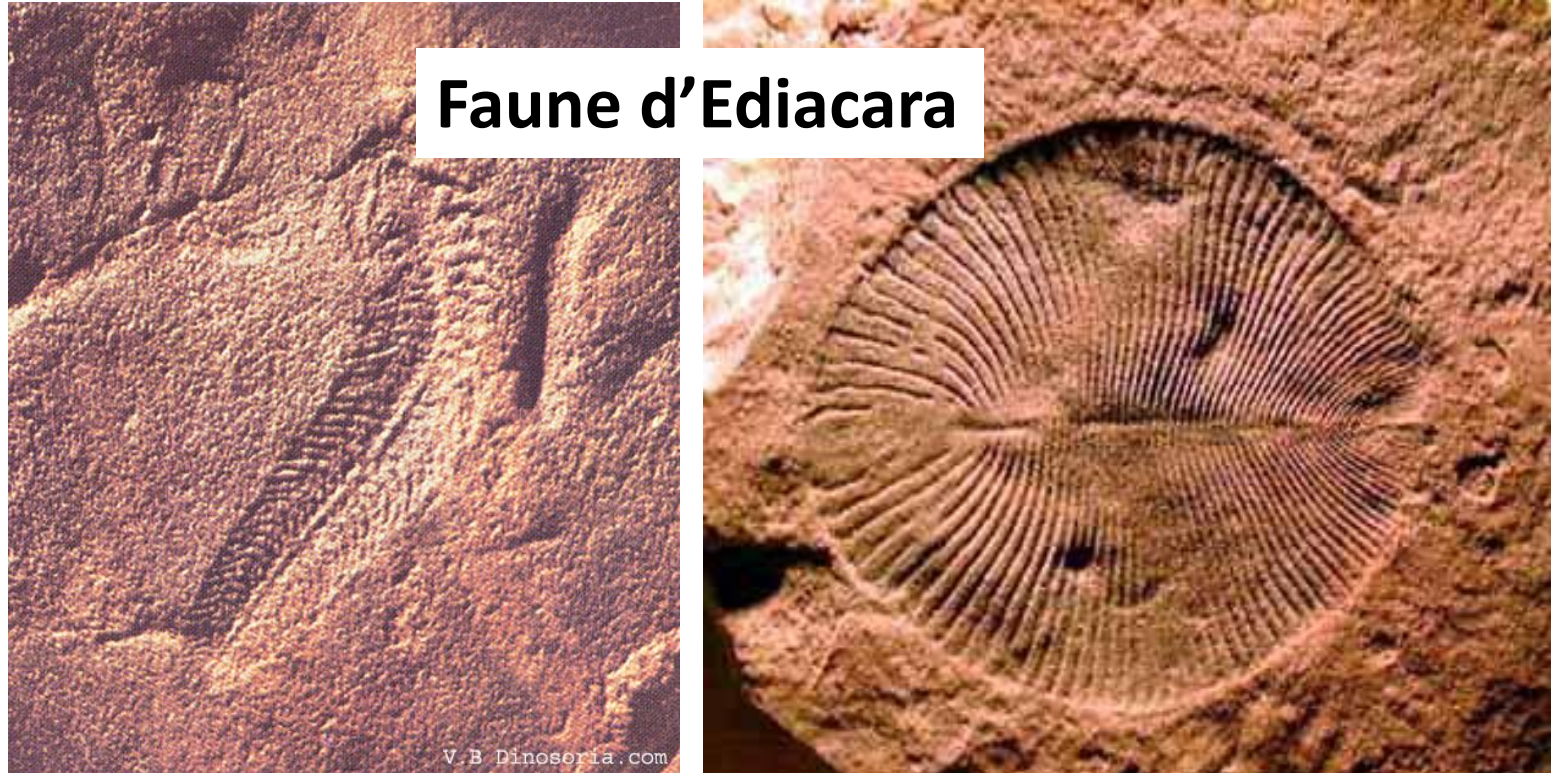
Il y a 1 milliard d'années

**l'oxygène se combine
pour former de l'ozone.
L'ozone protège
des rayons UV du Soleil;
Elle protège la vie.**

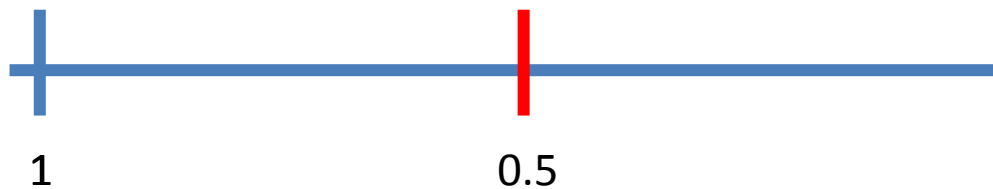


Il y a 600 millions d'années, éponge et méduses

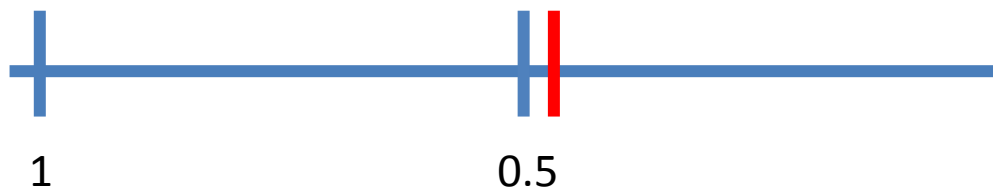
Cellules uniques -> association de cellules spécialisées



500 millions d'années : le premier être vivant à s'installer hors de l'eau : les lichens



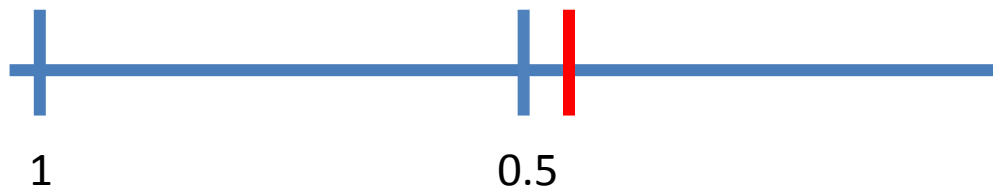
475 millions d'années : premières mousses sur les continents



470 millions d'années

La vie explose dans l'eau des océans

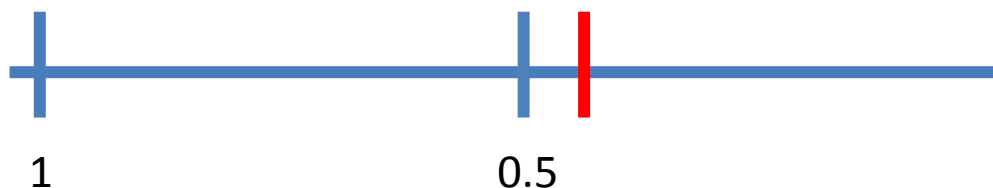
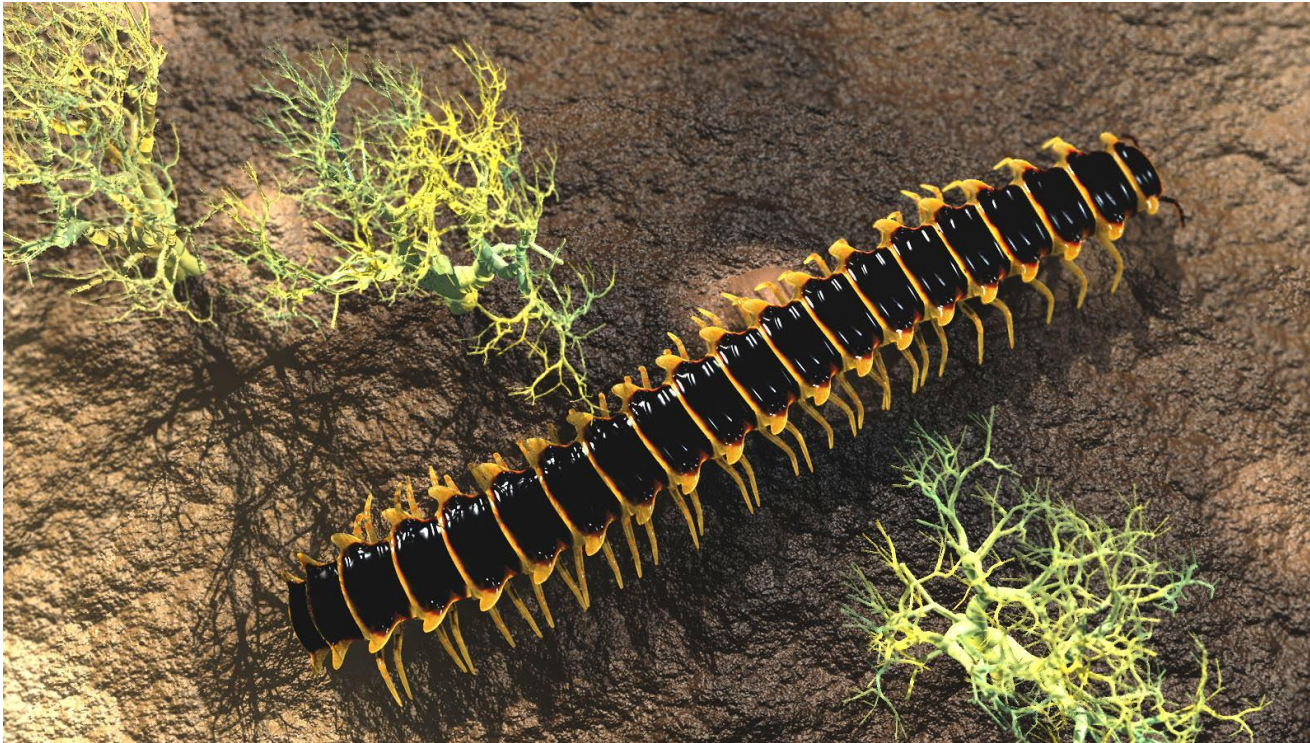
La « Grande biodiversification ordovicienne » (GOBE)



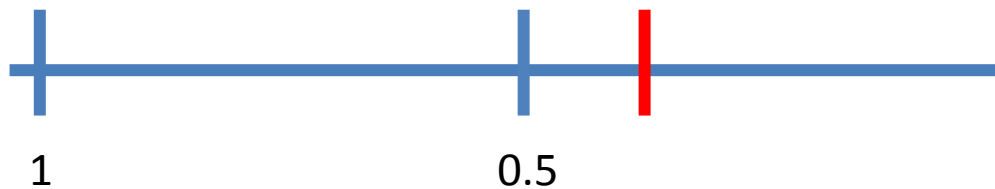
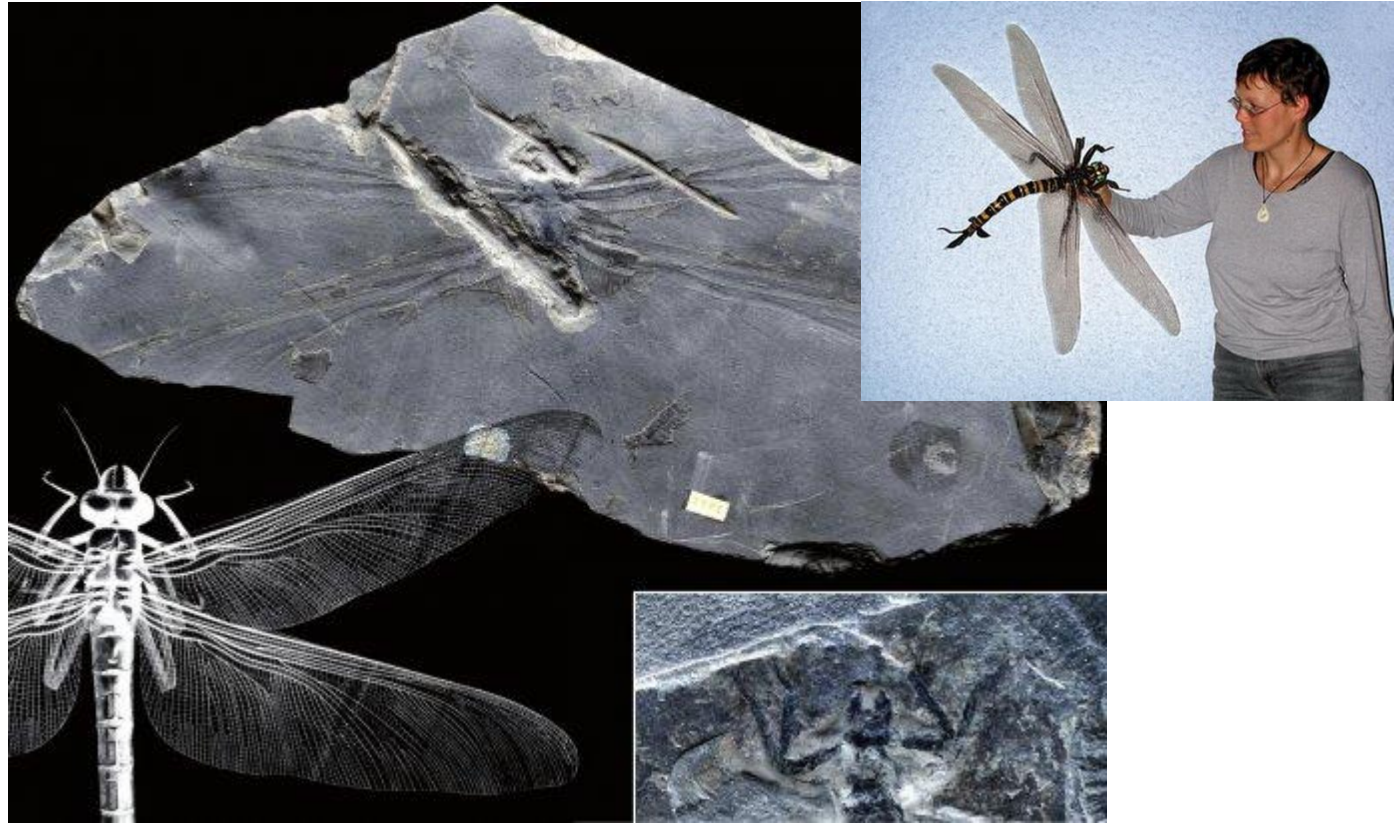
430 millions d'années.

Arthropodes terrestres du silurien.

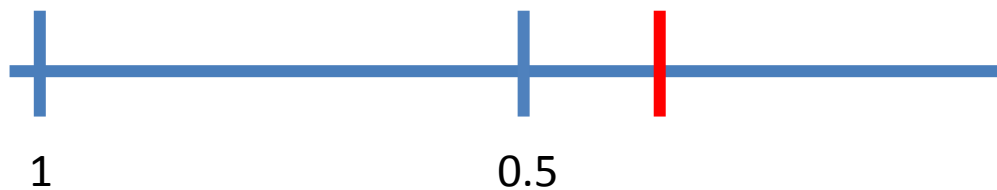
Ils se nourrissent de mousse et de lichens



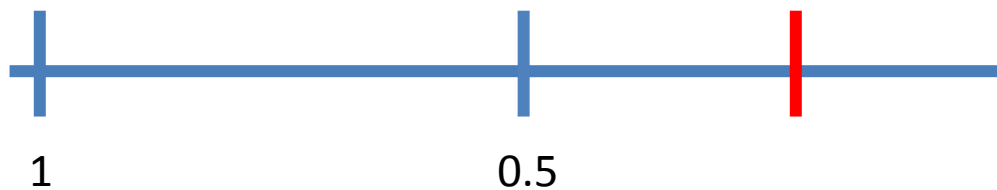
385 millions d'années. Premier insecte vers 360 mn d'années Mégameura de Commeny



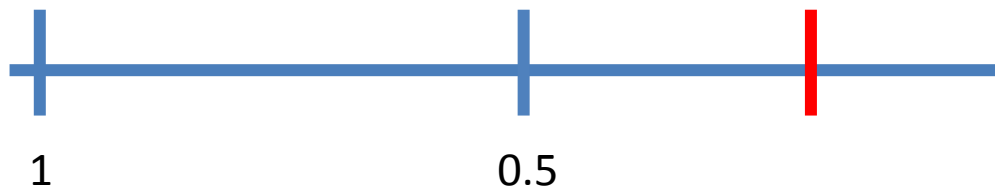
360 millions d'années. Ichthyostega sort de l'eau



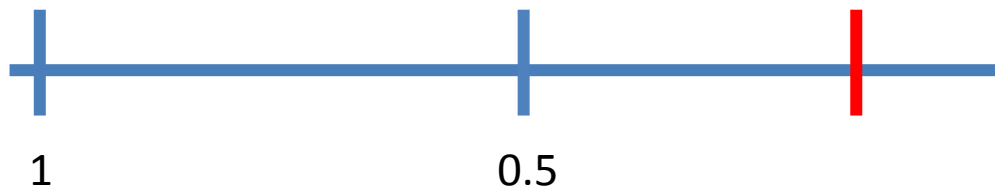
220 millions d'années. Apparition des dinosaures



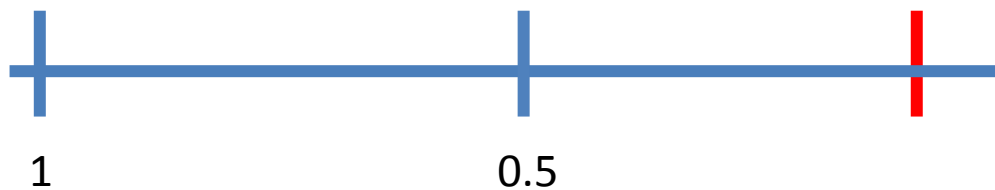
200 millions d'années
Emborella : première plante à fleur.
Existe encore en Nouvelle Calédonie



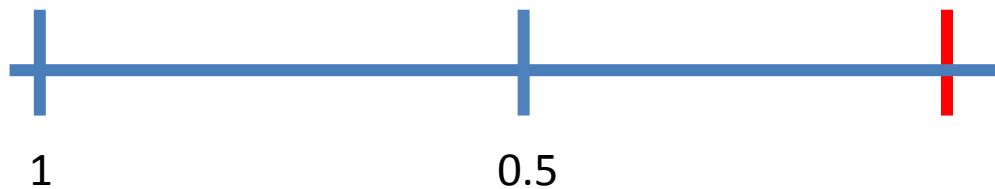
150 millions d'années. Apparition des oiseaux.



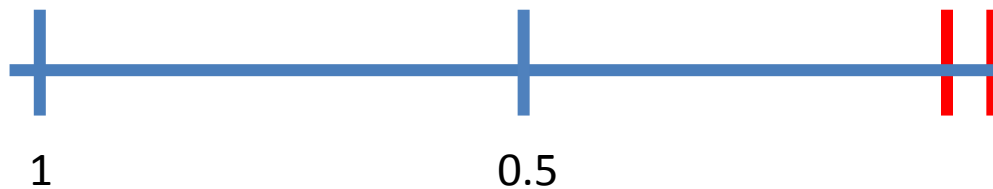
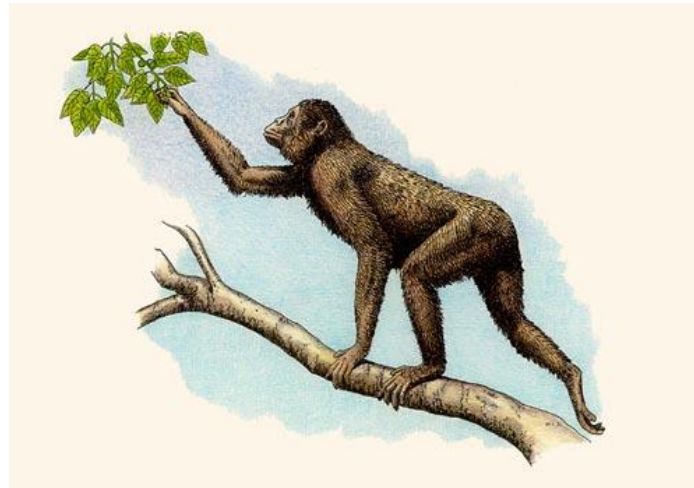
100 millions d'années. Apparition des mammifères.



65 millions d'années. La Fin des dinosaures.



60 à 7 millions d'années
Explosion des mammifères
53 millions d'années de Megaconus à Toumaï



7 millions d'années pour arriver à l'homme moderne

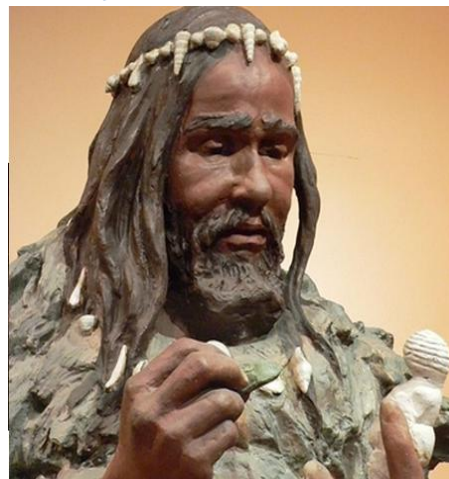
300 000 à 20 000 ans



ERGASTER

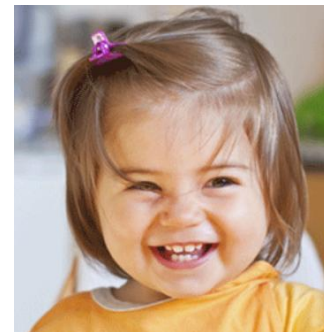
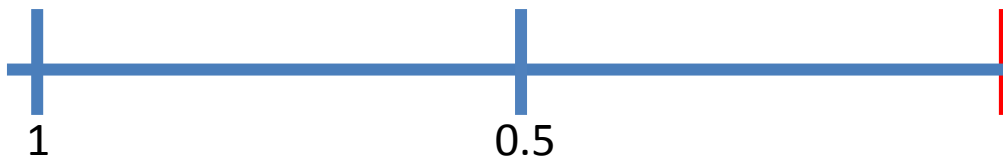


NEANDERTHAL

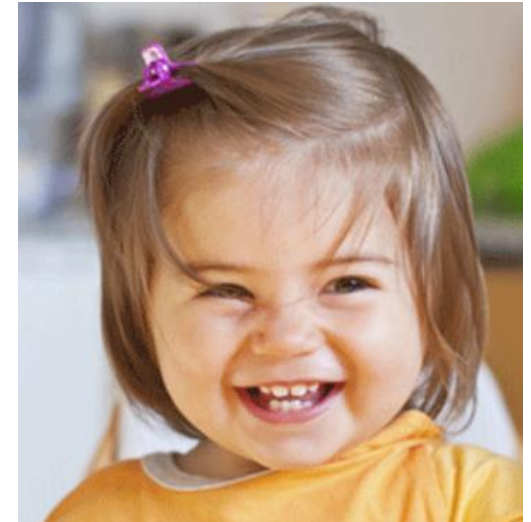
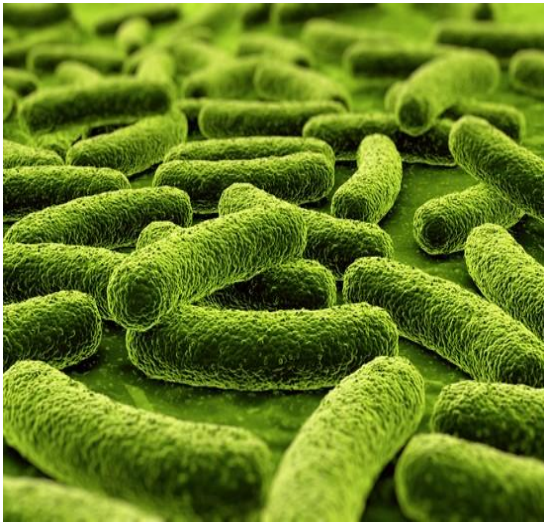


CRO MAGNON

80 000 ans



**Soit 3,5 milliards d'années
pour passer des bactéries à nous.**



**Sans compter
qu'en seulement 500 millions d'années
il y a eu 5 extinctions de masse.**

445 Ma, Ordovicien et Silurien

Glaciation

380 Ma, Dévonien

Anoxie des océans

245 Ma, Permien-Trias

La plus massive.

95 % de la vie marine 70 % des espèces terrestres

Supervolcan en Sibérie, acidification marine

200 Ma, Trias-Jurassique

75 % des espèces marines, 35 % des familles d'animaux

Episodes volcaniques , réchauffement climatique

liés à l'ouverture du futur centre atlantique

dégazage des hydrates de clathrate.

66 Ma, Crétacé-Tertiaire

50 % des espèces, dinosaures non-aviens compris

Impact et volcanisme



**Si la vie sur Terre est un vrai miracle...
Alors ailleurs?**

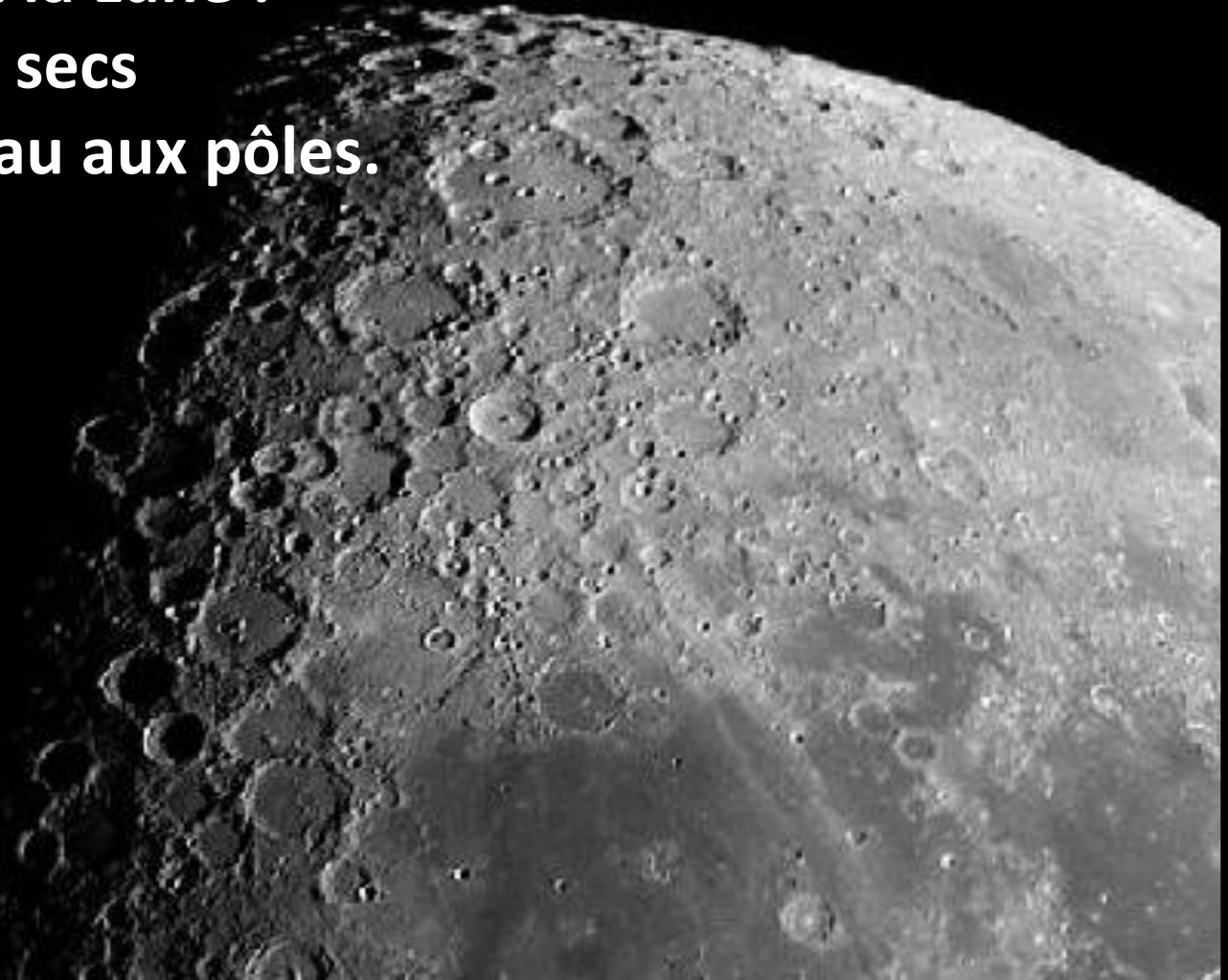
**La forme de vie ma plus simple
ce sont les bactéries**



Ailleurs dans le système solaire



Mercure et la Lune :
deux corps secs
mais de l'eau aux pôles.
Origine ?
Comètes?
Interne?



Vénus, un paradis devenu aride

1 - Trop proche du Soleil 460° au sol

Vénus possédait autrefois au moins 4 à 5 mètres d'eau à sa surface

Sa proximité du Soleil a fait évaporer l'eau

La vapeur d'eau a accentué son atmosphère

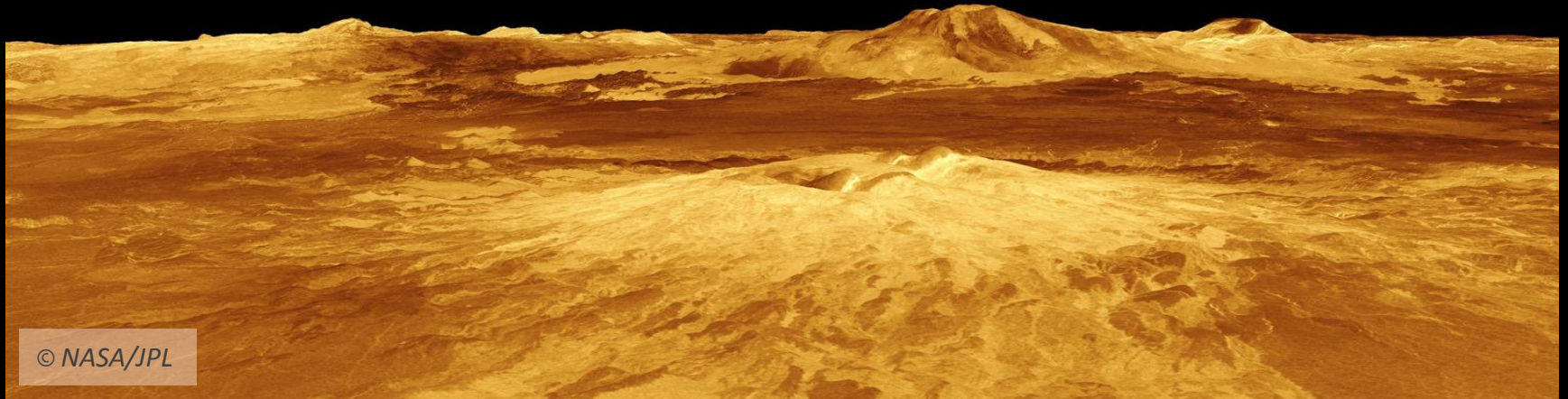
Ce qui a créé un effet de serre

Augmentant la chaleur à la surface

Accentuant l'évaporation de l'eau à sa surface

Renfonçant l'effet de serre

Etc...



Vénus, un paradis devenu aride

2 – Le volcanisme



Représentation d'artiste du volcanisme sur Vénus

© ESA/AOES

**Le volcanisme a épaissi
l'atmosphère de Vénus.**

**Elle ne possède pas de champ
magnétique protecteur
Le vent solaire a brisé les
molécules d'eau**

**L'hydrogène et l'oxygène se
sont échappés dans l'espace**

**0.02% d'eau
dans l'atmosphère**

**Sur Mars : il y a eu en a eu beaucoup d'eau
il y a 3 milliards d'années.**

**Bactéries sur Terre : apparition il y a 3,5 milliards d'années.
Présence de bactéries possibles.**



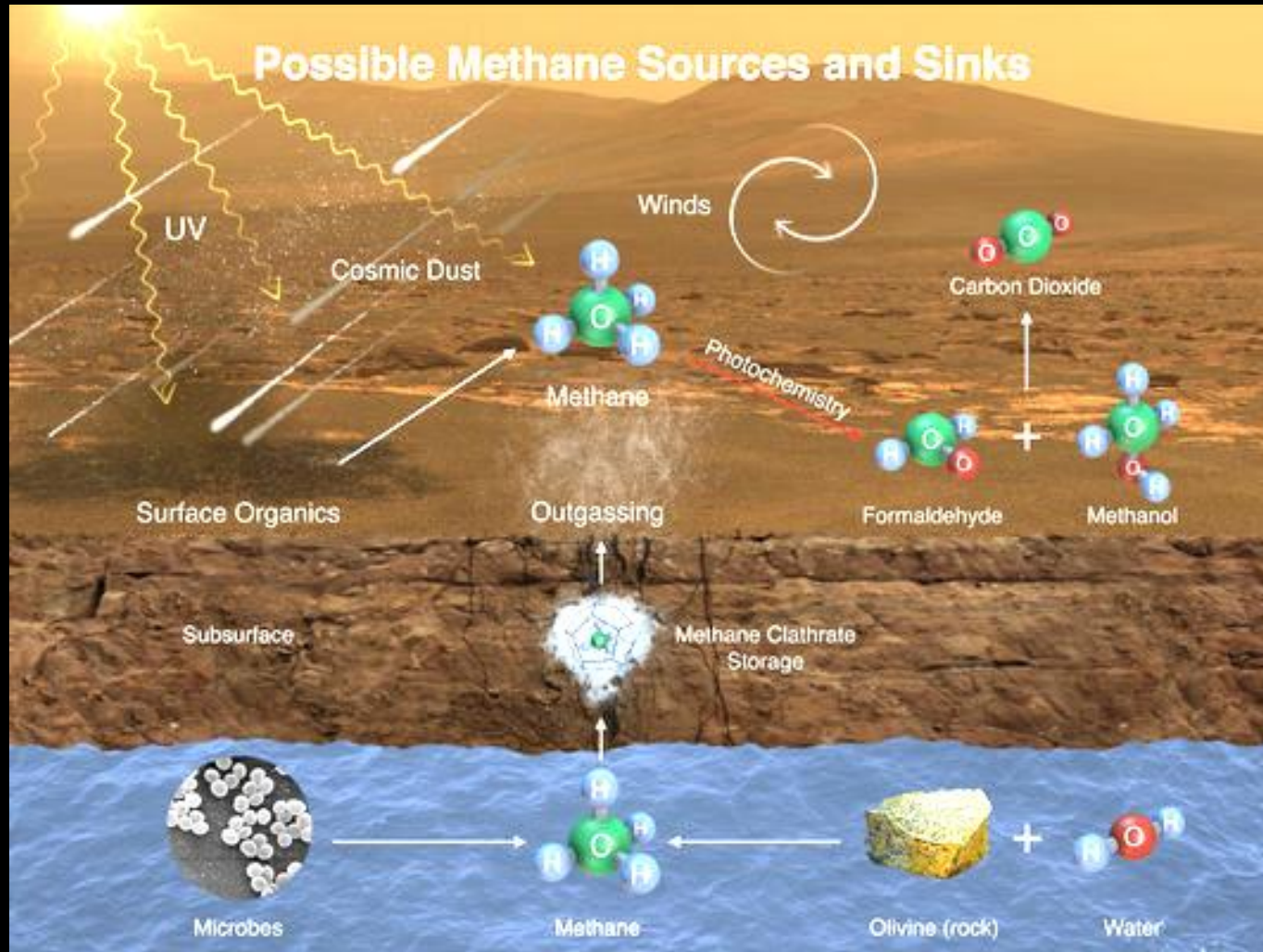
Le Mont Sharp, au centre du cratère Gale.

Montagne de sédiment, s'élevant jusqu'à 5,5 km au-dessus du plancher Nord du cratère.

Ces sédiments ont pu être déposés par de l'eau ou par l'effet du vent.



Sur Mars il y a du méthane mais ...



Mais la vie peut aussi se cacher loin de la surface, au fond des océans

Hydrogène, Oxygène
Carbone, Azote

+

....

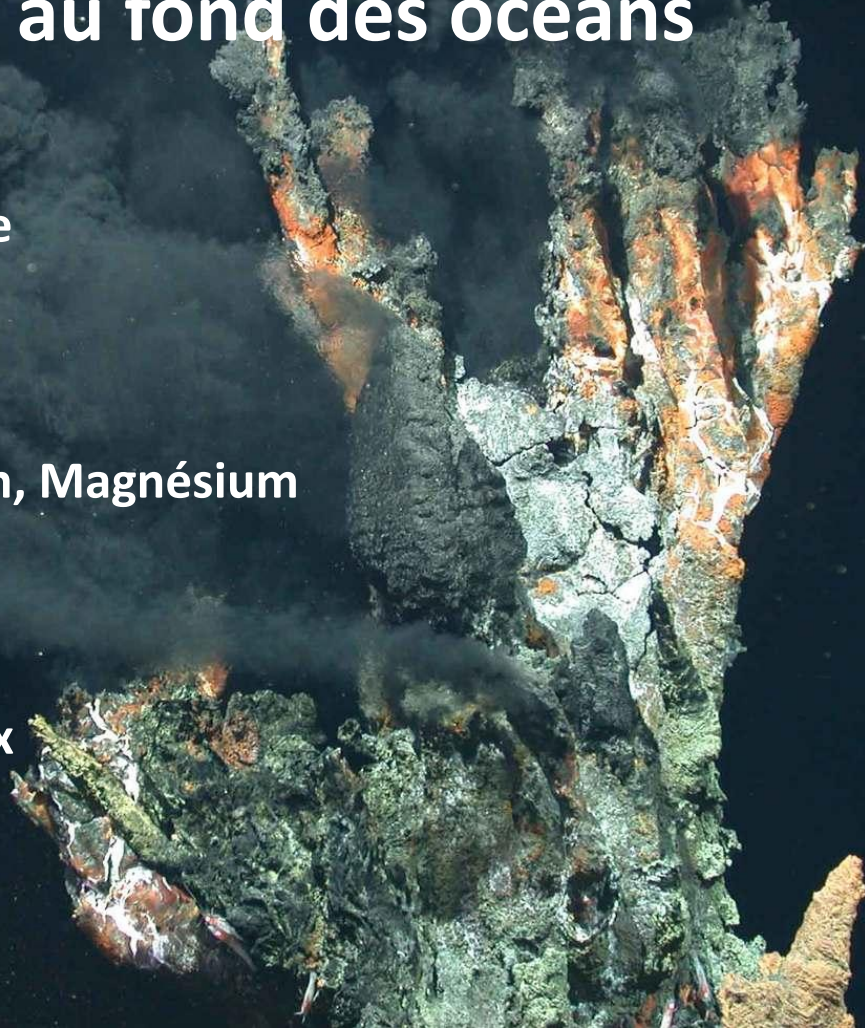
Fer, Sodium, Calcium, Magnésium
Soufre

...

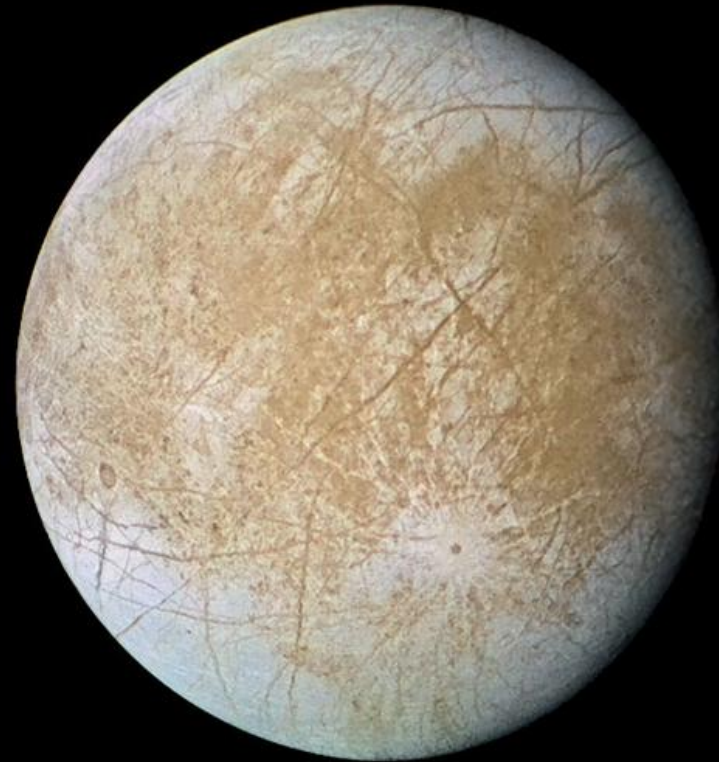
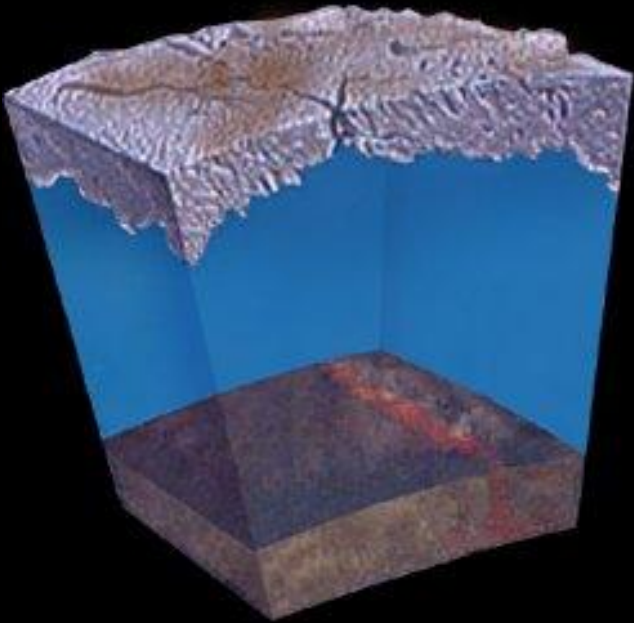
Méthane
Hydrogène sulfureux

...

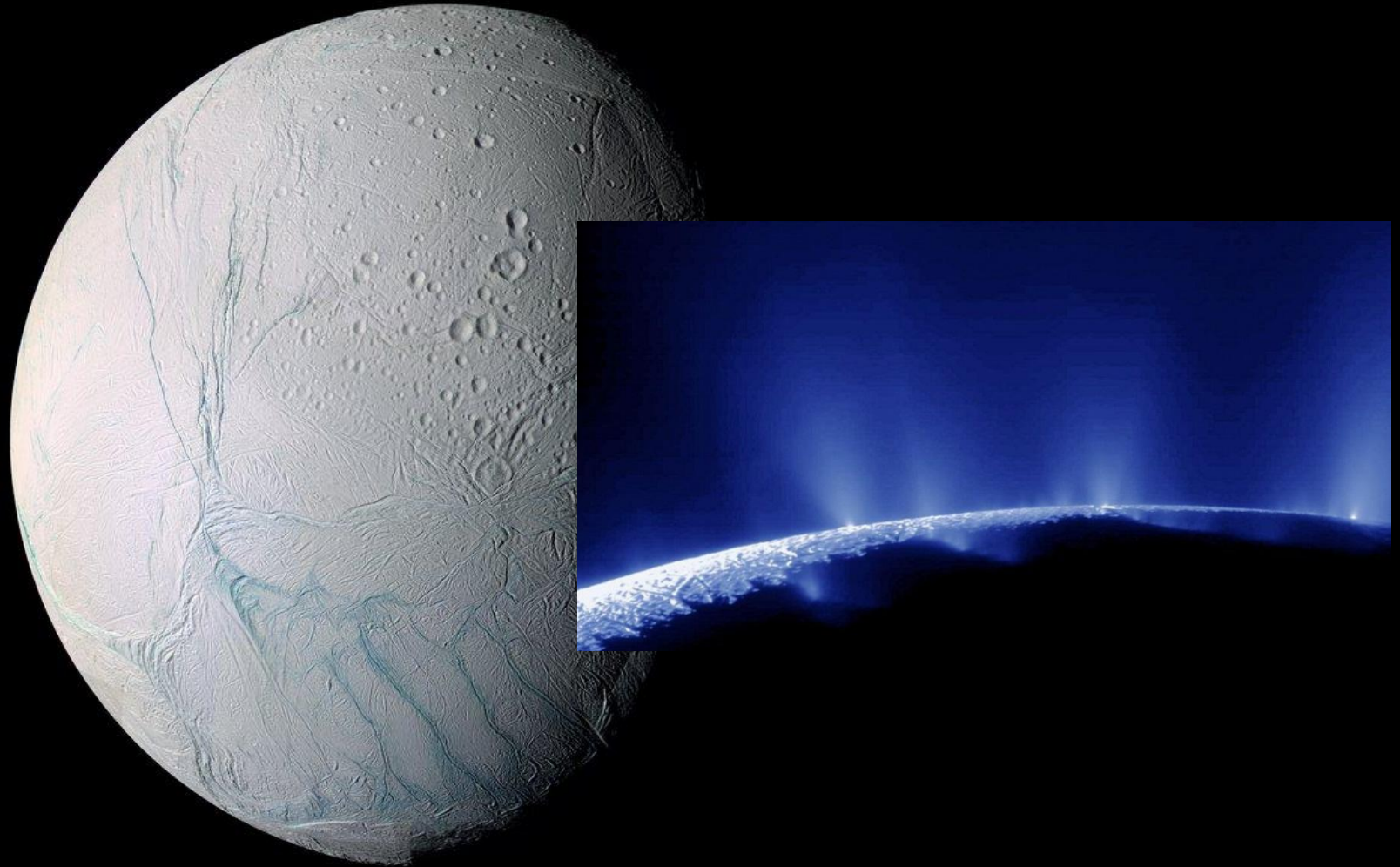
Energie (chaleur)



**Satellite Europe : sous la glace un océan d'eau salée.
Comme sur la terre primitive.**



**Satellite Encelade : idem Europe.
Composés organiques dans les geysers (H,N,C,O)**



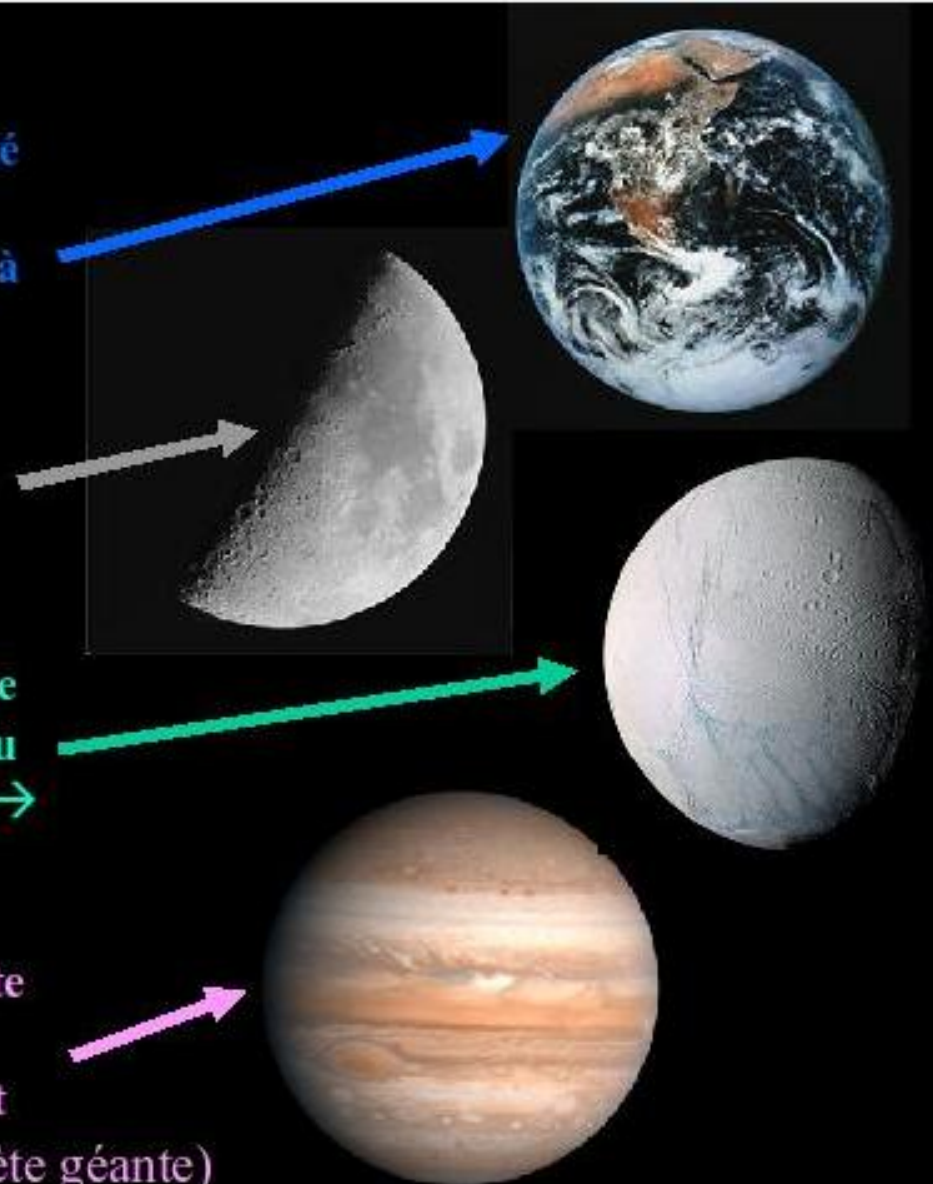
Récapitulons

Si il fait chaud et que la gravité est suffisante, le peu d'eau initial monte en surface, reste à l'état liquide (l'océan)

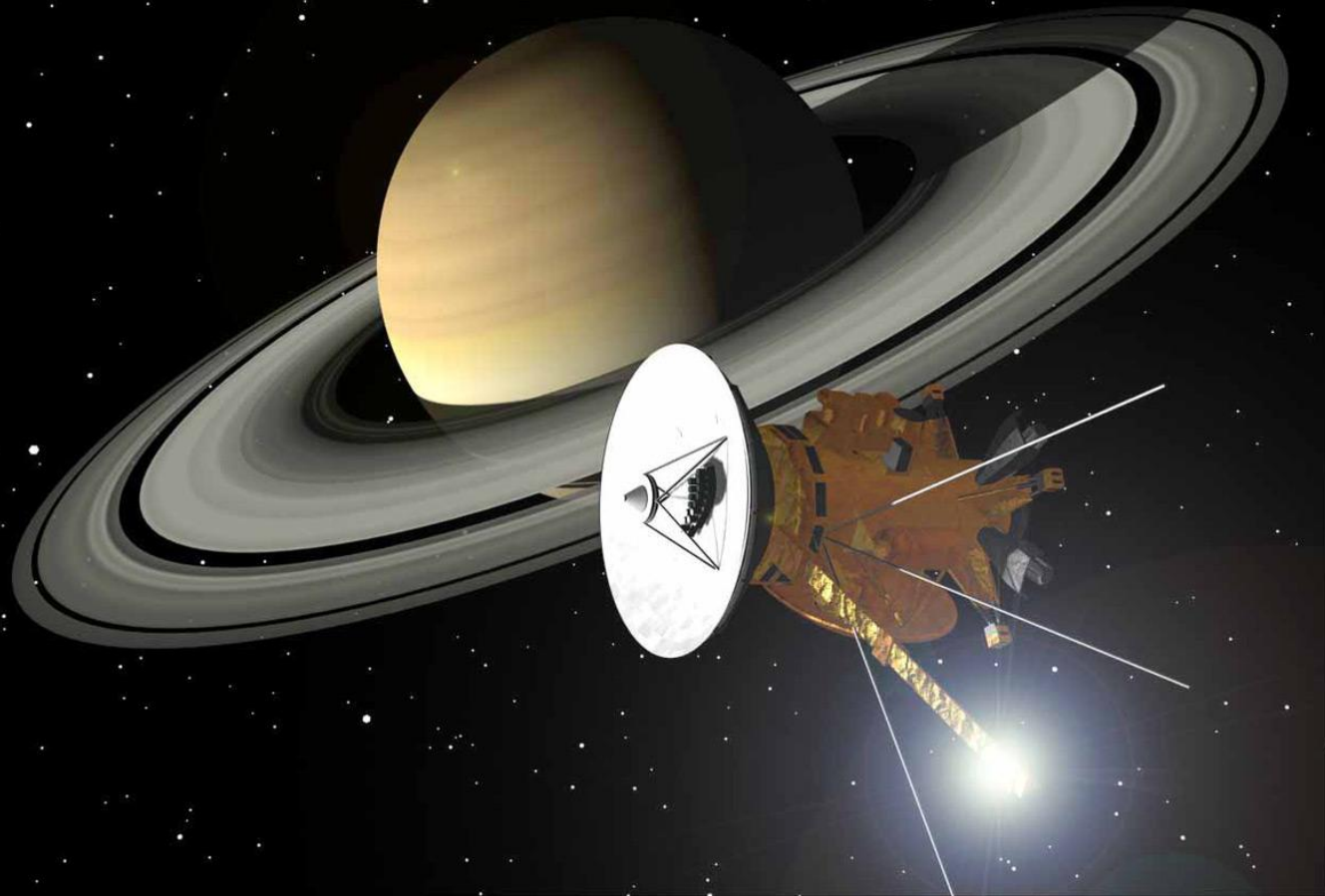
Si il fait chaud mais que la gravité est insuffisante, le peu d'eau part

Si il fait froid (dans le Système Solaire externe), les 60% d'eau initiaux restent, en glace (→ corps de glace)

Si la gravité est très importante et qu'il fait froid, le corps de glace va attirer l'Hydrogène et l'Hélium qui restent (→ Planète géante)

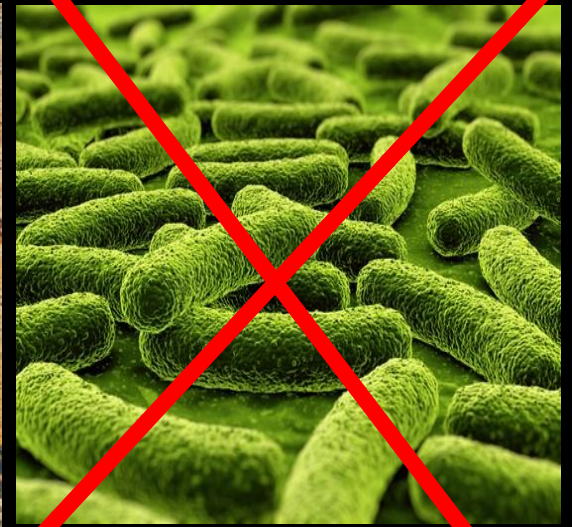
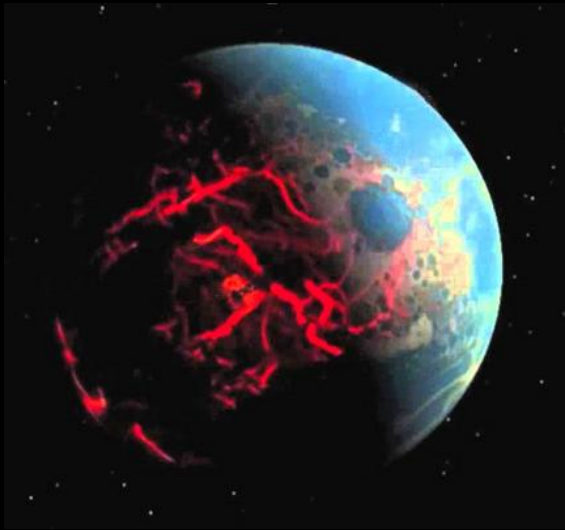


Aujourd'hui qu'est-ce qu'on a trouvé?



Des composés organiques et c'est tout...

4,5 à 4 mds d'années



Ailleurs hors du système solaire ?

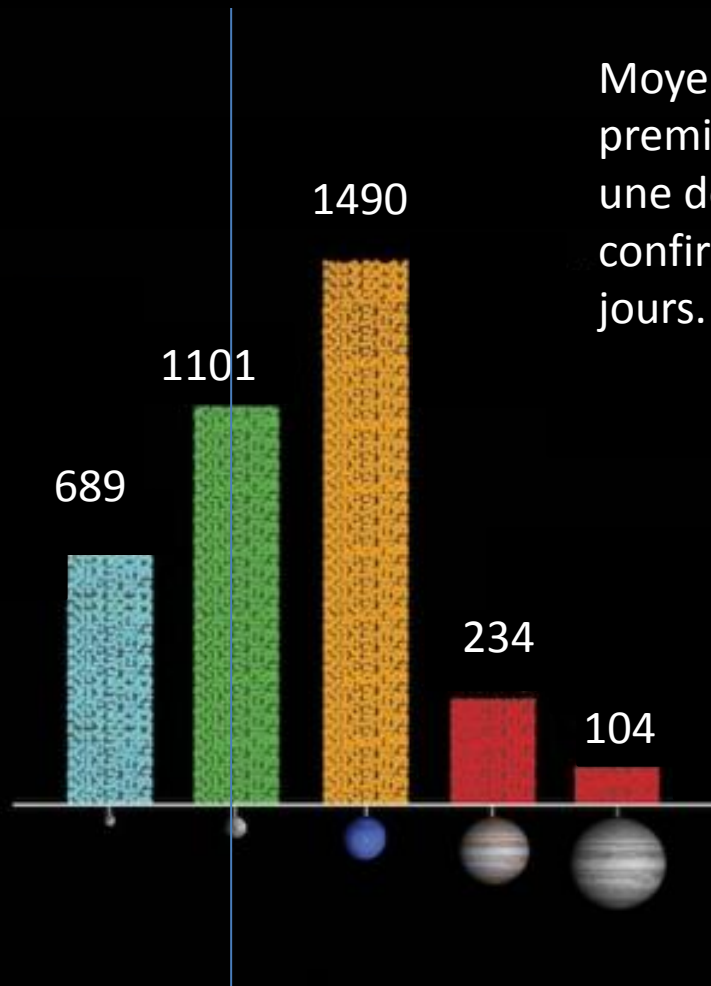


On a trouvé beaucoup de planètes. Fin 2016 , 3610 authentifiées

689 = < Terre

2930 > Terre

10 dans ZH
(3/1 000)



Moyenne depuis la toute première exoplanète :
une découverte et confirmée tous les **2.17** jours.

**Pour l'instant pas de Lune repérée.
Elle a joué un rôle fondamental
dans l'apparition et le maintien de la vie.**

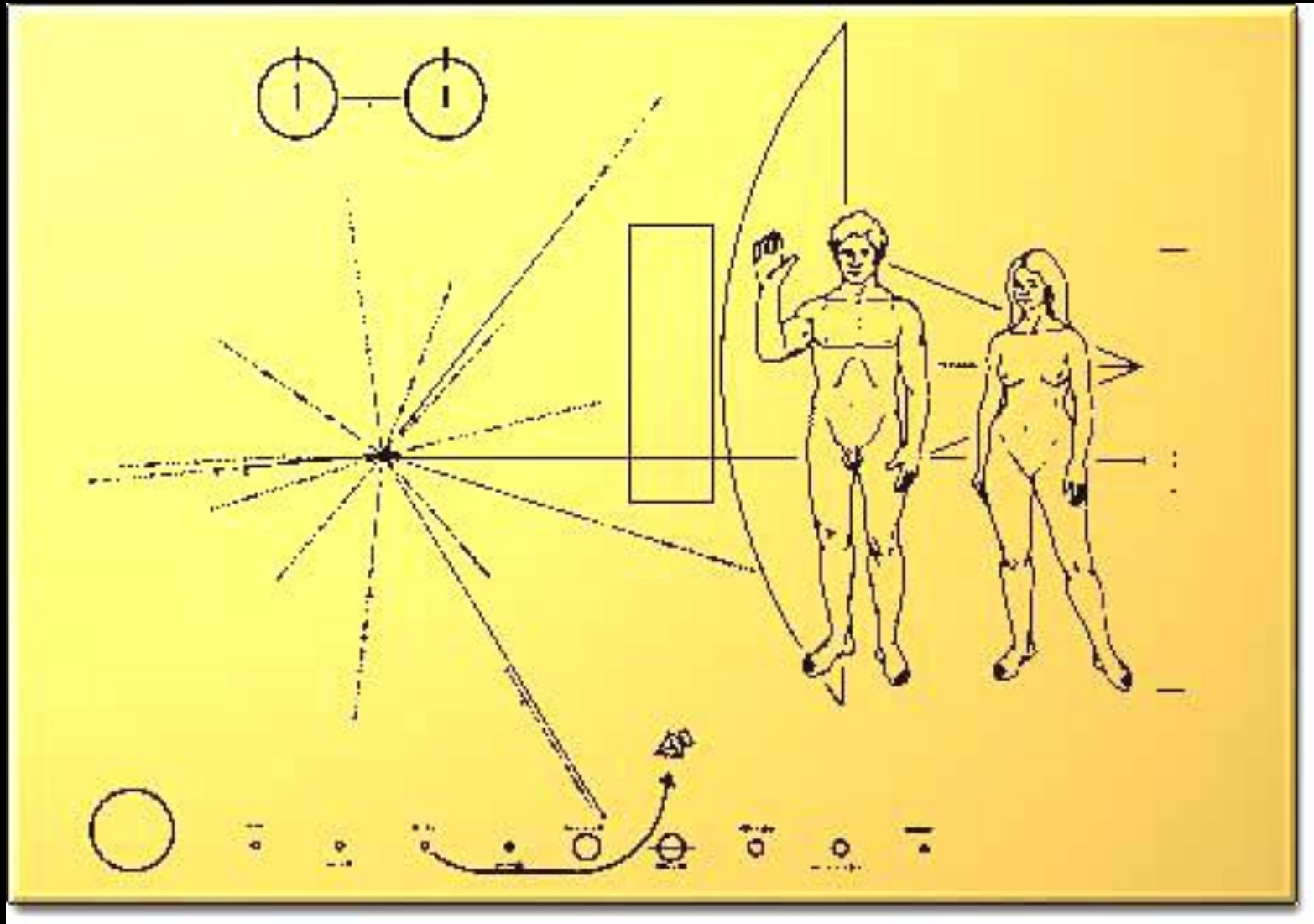


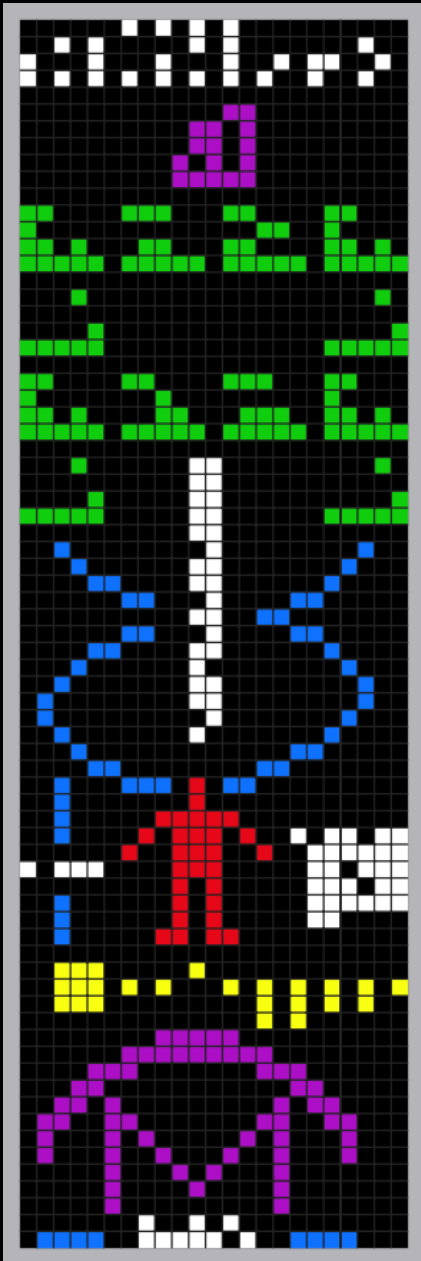
**On n'a pas trouvé de trace de vie.
Pourquoi ?**

**Parce qu'on a pas (encore)
les moyens de trouver.
C'est trop loin !**

Alors on envoie des messages

Pioneer 10 2 mars 1972 - Pioneer 11 5 avril 1973





Le message d'Arecibo

Message radio
1974.

Envoyé vers M13
25 000 années-lumière

Éléments constituant l'ADN

Nucléotides

Double hélice

Humanité

Planètes

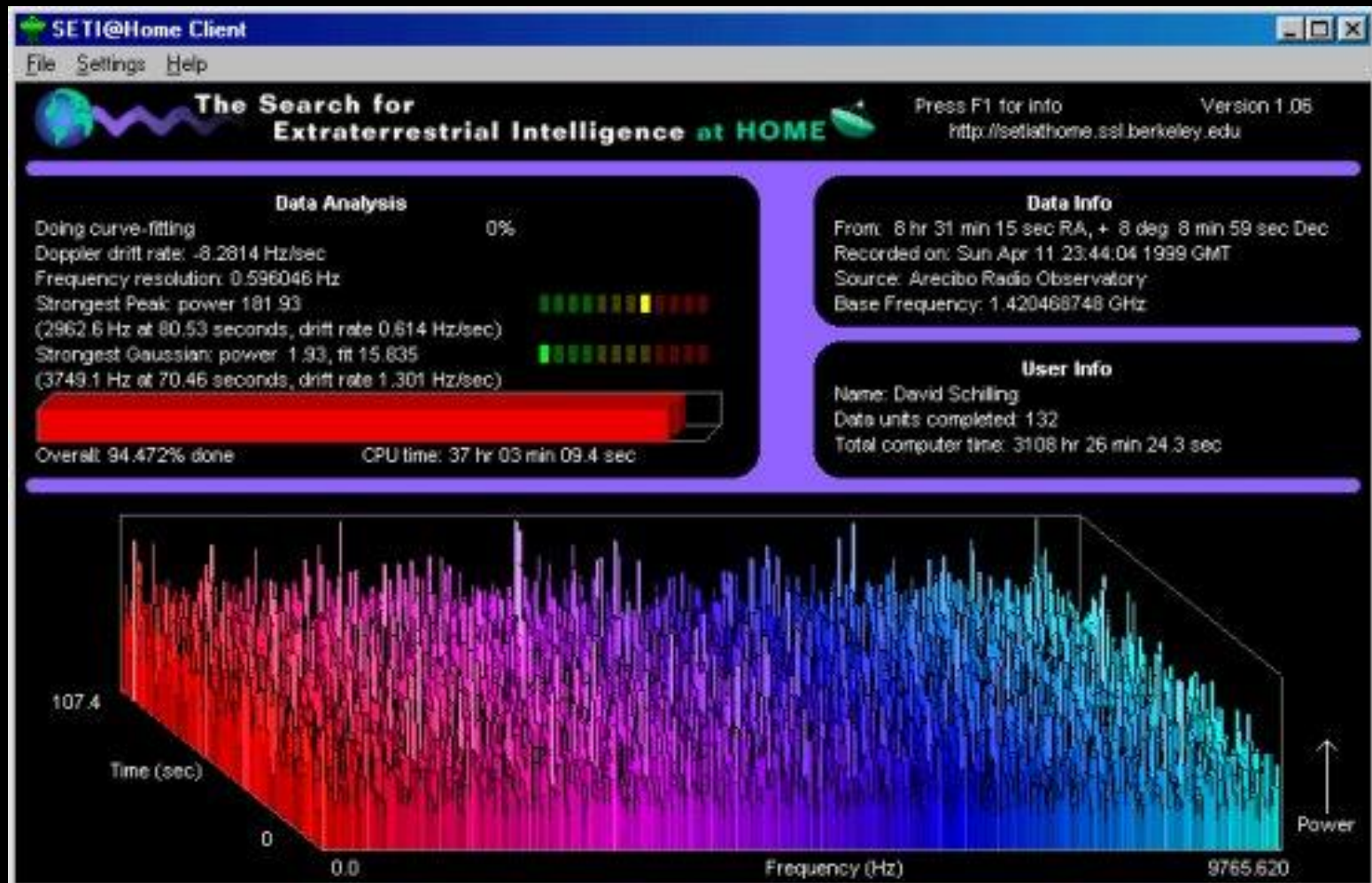
Télescope

Cosmic Call 1999

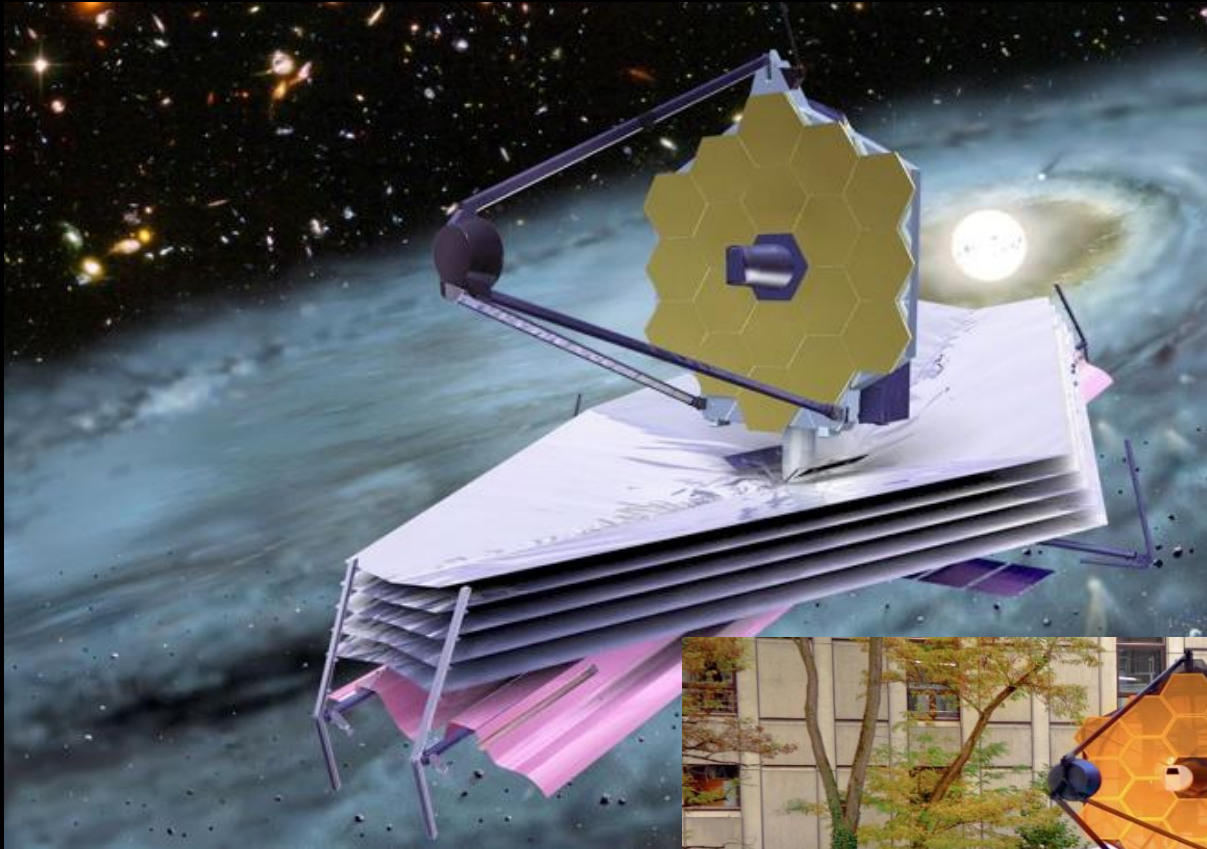
Cosmic Connexion 2006

« A Simple Reponse » 11/10/2016

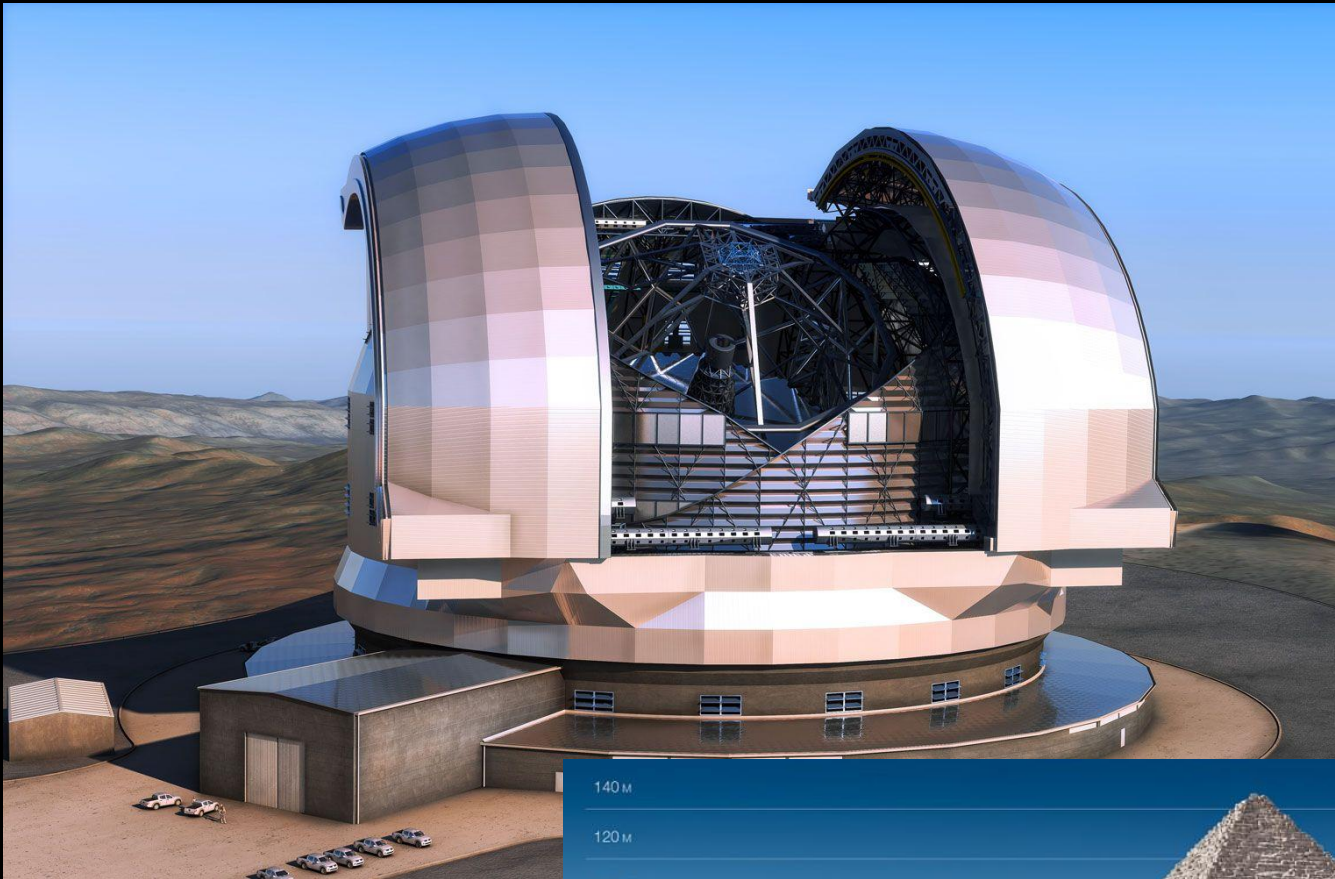
On « écoute » . SETI at home



Le satellite James Webb



Le E.vlt 32 m



Selon ce que nous savons en 2016

234 milliards d'étoiles dans notre galaxie

10% de Soleil = 23 milliards

3 / 1000 ont une planète dans la zone habitable

69 millions de Terres possibles autour d'un « Soleil »

La vie existe-t-elle ailleurs?

Rien ne s'y oppose.

La preuve ?

On est là pour en parler.

**C'est tout ce que l'on peut dire.
Mais il reste une hypothèse non
encore explorée...**



Téléphone
maison...

De l'EAU : un excellent solvant

