



La vie extraterrestre

La vie sur Terre

Définition

Recensement de la vie sur Terre

Conditions de la vie sur Terre

Exobiologie

Les spéculations

La vie dans le système solaire

La vie en dehors du système solaire

Les planètes extrasolaires

Première découverte

Méthodes de détection

Conclusion

Sommes-nous seuls dans l'univers ?

La vie existe-t-elle autre part que sur la Terre ?

La vie sur Terre

Définition de la vie

1 - Capacité d'un organisme à se reproduire, respirer et se nourrir.

2 - Capacité à maintenir et reproduire une structure complexe, en dépit de conditions défavorables.

La vie sur Terre

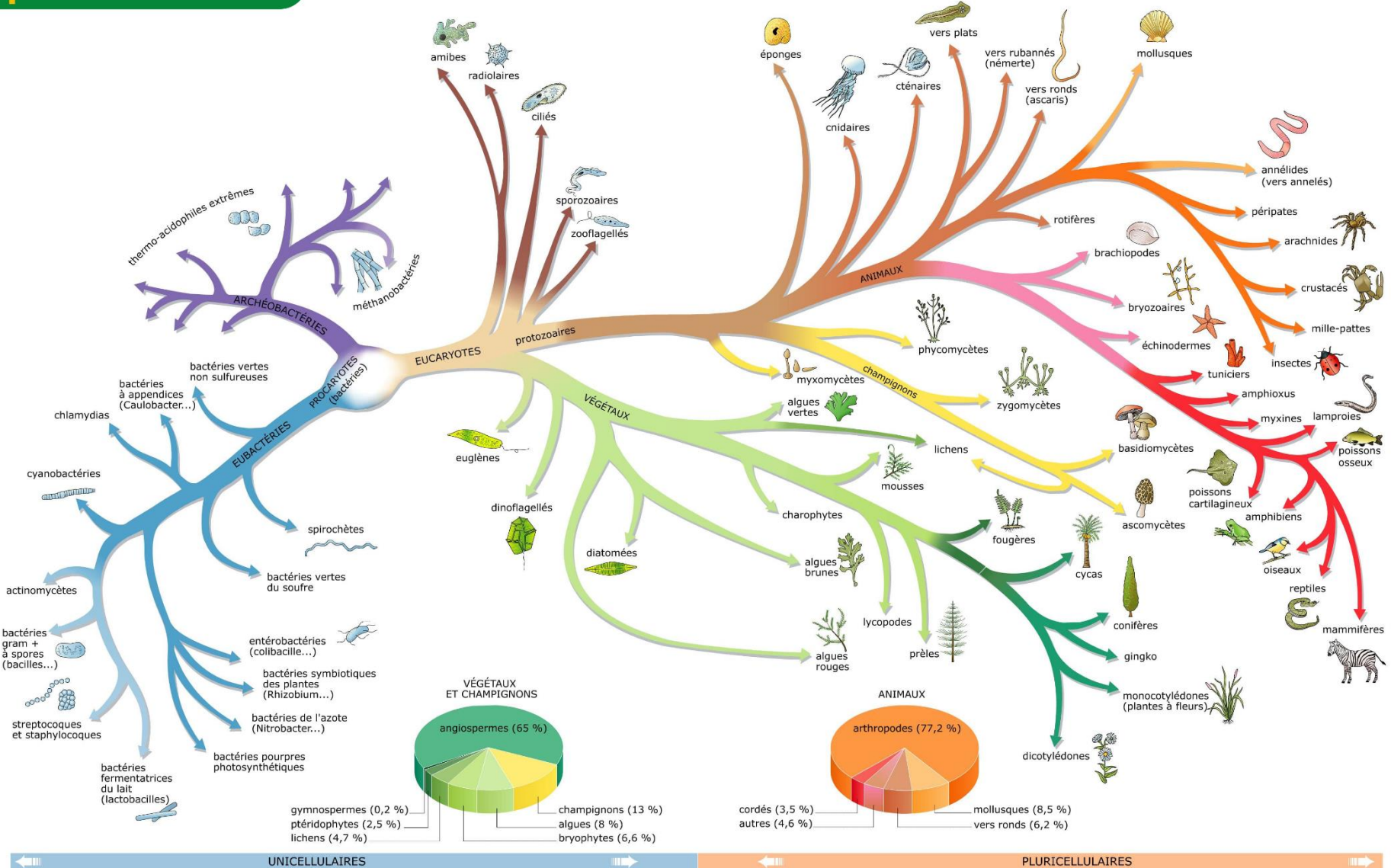
Recensement de la vie sur Terre

	Espèces répertoriées
Espèces animales	953 434
Espèces végétales	215 644
Champignons et moisissures	43 271
Organismes unicellulaires	8 118
Algues et diatomées	13 033
Total	1 233 500

Étude du « Census of marine life » : 2700 scientifiques de + de 80 pays. Début 2003.

La vie sur Terre

L'arbre du vivant



La vie sur Terre

Conditions de la vie sur Terre

1. Présence d'eau liquide
2. Présence de matière carbonée
3. Présence d'énergie

La vie sur Terre

Apparition de la vie sur Terre

1. Cyanobactéries
2. O₂ passe de 0,0001% à 0,1% !
3. O₂ détruit les autres bactéries
4. Formation de la couche d'ozone
5. Formes de vies pratiquant la respiration
6. O₂ passe de 0,1 à 21%. Explosion cambrienne

La vie sur Terre

Expérience de Miller-Urey



Mélange de méthane,
ammoniac, hydrogène, eau.

Arcs électriques = énergie

Résultat :

Urée, formaldéhyde, bases, sucres, lipides, acides aminés.

Pas de protéines ni acides nucléiques

La vie sur Terre

Les extrêmophiles

Hyper thermophiles

Psychrophiles, ou cryophile

Barophiles

Acidophiles

Alcaliphiles

Halophiles

Endogées

La vie peut être très différente des petits oiseaux, des dauphins ou des cerisiers...

Exobiologie

Étude de la vie extraterrestre microscopique ou intelligente

Les spéculations



Nazca (Pérou)



Giseh (Egypte)



OVNI



Exobiologie

Étude de la vie extraterrestre microscopique ou intelligente

Les spéculations

La question est :

« La vie est-elle systématiquement présente si les conditions vues plus haut sont réunies ? »

ou

« Est-elle le fruit d'autres conditions inconnues qui font qu'elle est rare, voire unique ? ».

Exobiologie

La vie dans le système solaire

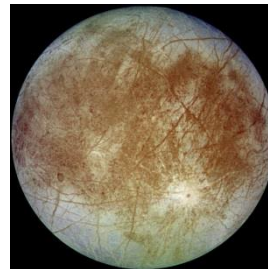
Là où l'eau liquide peut exister



Trois pistes :



Mars



Europe

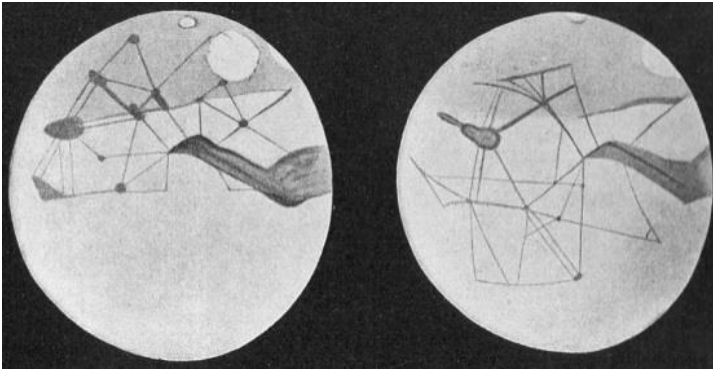


Encelade

Exobiologie

La vie dans le système solaire : Mars

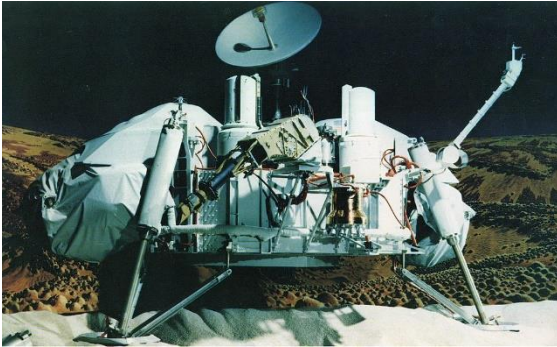
Les canaux martiens, P. Lowell



La guerre des mondes, H. G. Wells

Exobiologie

La vie dans le système solaire : Mars



Les sondes Viking (1965)



Curiosity



Perseverance

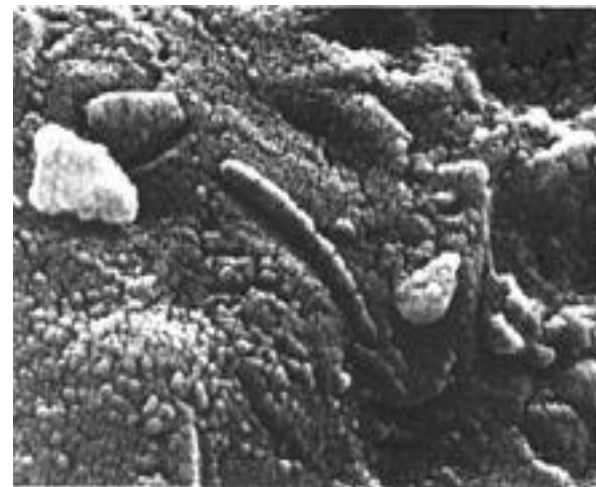
Exobiologie

La vie dans le système solaire : Mars

Les météorites martiennes



Météorite de Nakhla (Egypte)

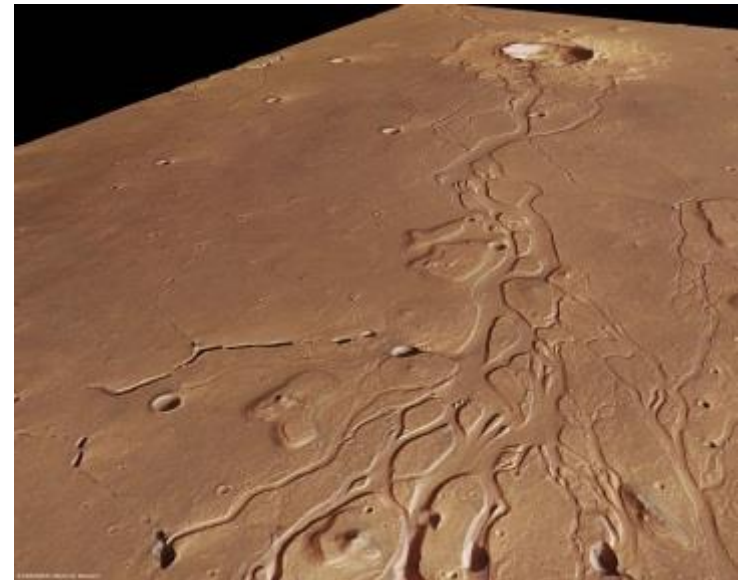


Météorite ALH 84001
(Antartique)

Exobiologie

La vie dans le système solaire : Mars

L'eau liquide



Exobiologie

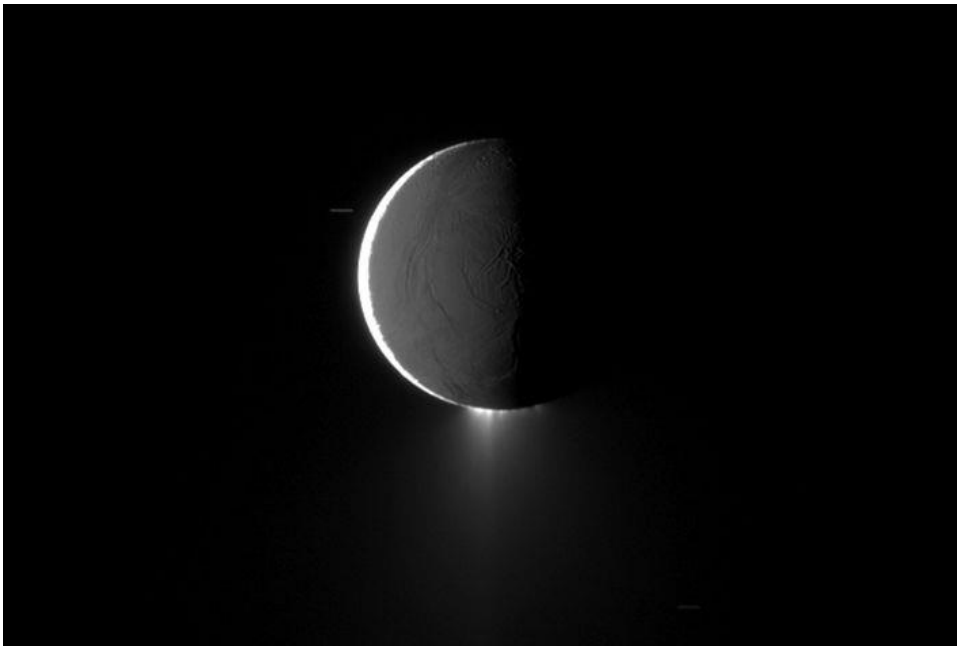
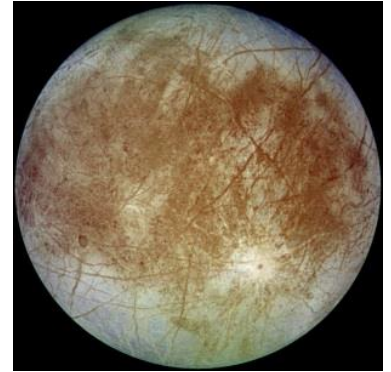
La vie dans le système solaire : Europe

Surface = glace d'eau vers -150°C

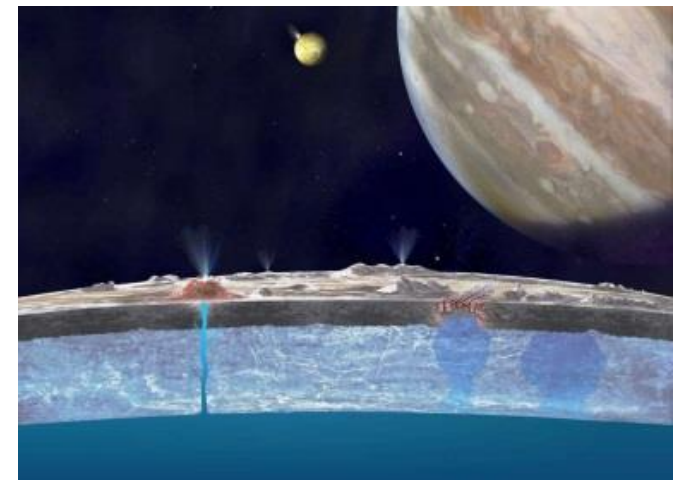
Fissures, craquelures, déchirures (Banquise)

Eau liquide sous la surface ?

Geysers observés



Sonde Cassini



Vue d'artiste

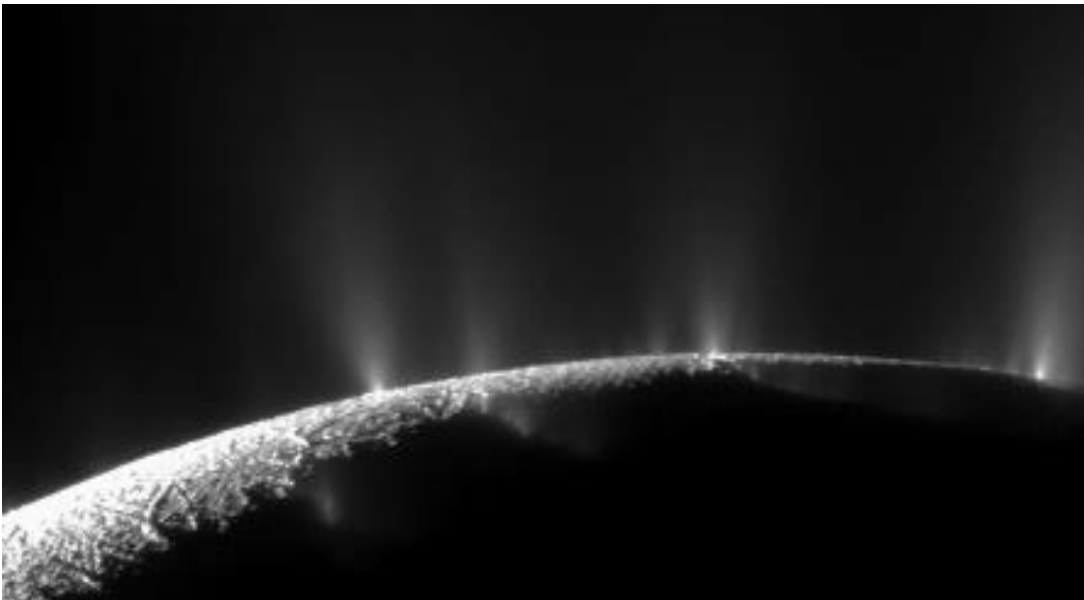
Les trois conditions réunies ?

Y aller pour vérifier !

Exobiologie

La vie dans le système solaire : Encelade

Aspect identique à Europe
Eau liquide sous la surface ?
Geysers observés



Sonde Cassini

Les trois conditions réunies ?

Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

L'équation de Drake

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

R^* est le nombre d'étoiles formées par an dans notre galaxie.

F_p est la fraction des étoiles de notre galaxie qui possède des planètes.

N_e est le nombre de planètes propices à la vie autour d'une étoile.

F_l est la fraction de ces planètes sur lesquelles la vie apparaît effectivement.

F_i est la fraction de ces planètes sur lesquelles une vie intelligente apparaît.

F_c est la fraction de ces planètes capables et désireuses de communiquer.

L est la durée moyenne de vie d'une civilisation communicante, en années.

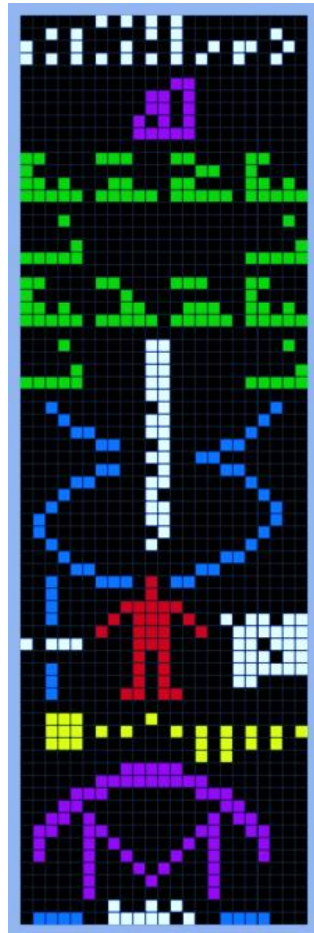
L'équation de Drake détermine une quantité inconnue à partir de paramètres...
...eux aussi inconnus.

Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

Les messages terriens

Arecibo, 1974



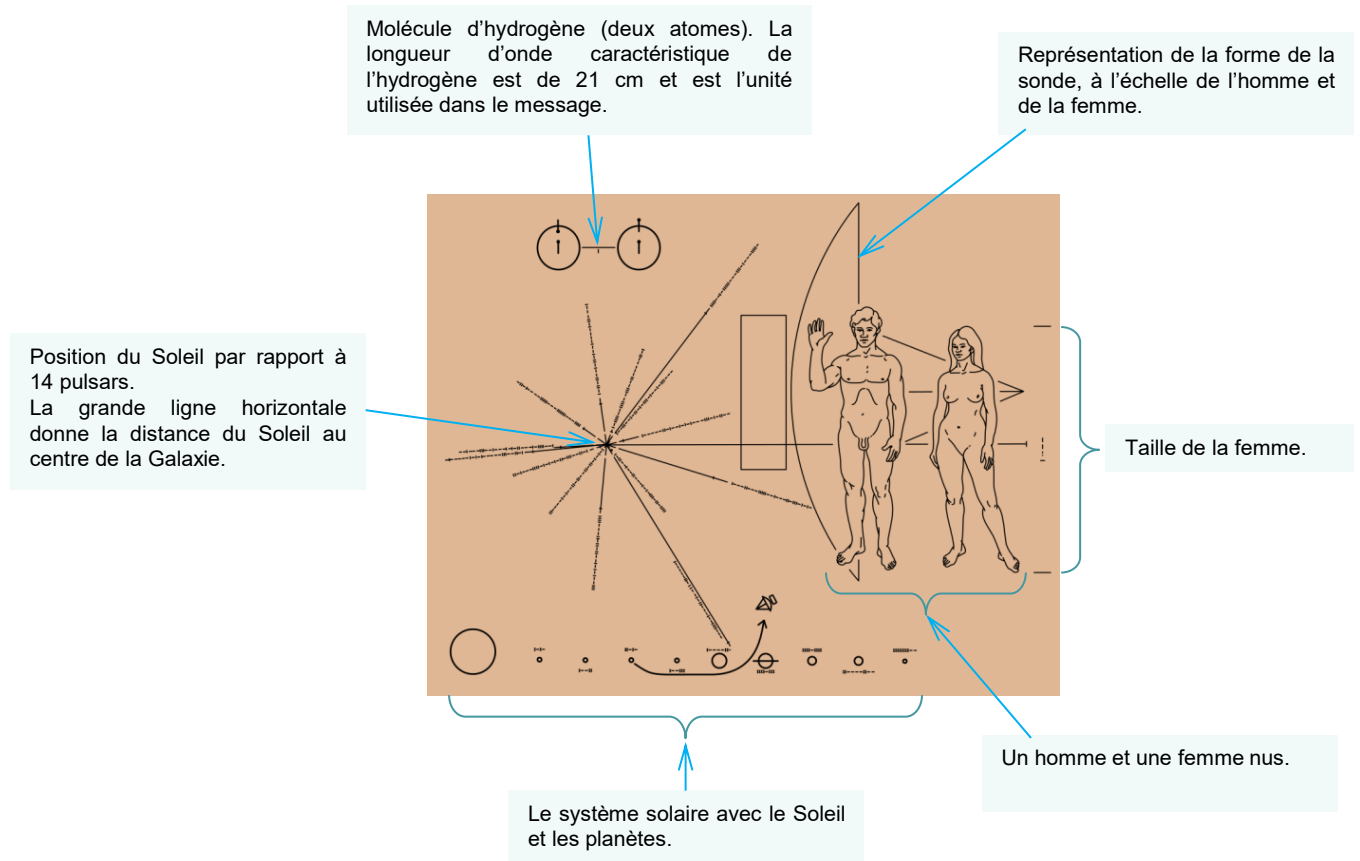
Teneur du message en binaire, 23x73 bits

Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

Les messages terriens

Pioneer 10 et 11, 1972/73



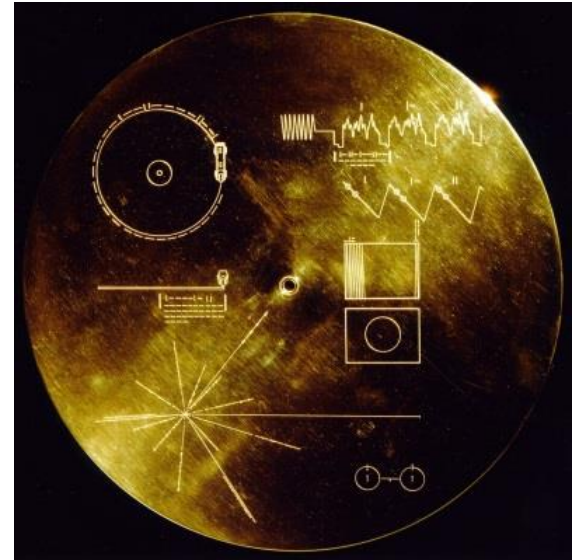
Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

Les messages terriens

Voyager 1 et 2, 1977

- La façon de lire le disque
- Images
- Sons
- Musiques
- Source U_{238}



Couvercle du disque



Disque

Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

Les programmes de recherche de vie extraterrestre

Missions délicates :

- Distances énormes
- Délai d'acheminement du signal extraterrestre
- Avance technologique de l'émetteur
- Recherche d'ondes radio. Trop restrictif ?
- Et si nous étions seuls ?

Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

Les programmes de recherche de vie extraterrestre

OZMA

- D'avril à juillet 1960
- Dirigé par Frank Drake
- Écouter le ciel en radio à 21 cm (1 420 MHz)
- 150 h d'écoute à Green Bank (USA) de 2 étoiles

OZMA 2

- Entre 1972 et 1976
- Écouter le ciel en radio à 21 cm (1 420 MHz)
- 500 h d'écoute à Green Bank (USA) de 674 étoiles

Aucun signal n'a été détecté

Exobiologie

La vie en dehors du système solaire

Les programmes de recherche de vie extraterrestre

SETI

- Regroupement de 90 programmes
- Recherche de signaux émis volontairement ou non
- Basé sur les hypothèses suivantes :
 - La vie est fréquente
 - La vitesse de la lumière est une limite infranchissable
 - Les extraterrestres sont pacifiques et bienveillants
- Recherche sur toutes les fréquences
- Traitement des données avec SETI@home
- Financé par le mécénat (10 millions \$ / an)

Aucun signal n'a été détecté

Les planètes extrasolaires

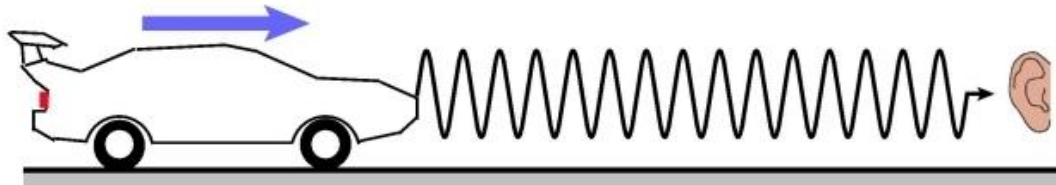
La première découverte

- Michel Mayor et Didier Queloz en 1995
- Spectrographe « Elodie » sur le télescope de 1,93 m de l'OHP
- Autre équipe : Geoffrey Marcy
- 51 pegasi
 - Diamètre de 5 fois la Terre
 - Révolution : 4 jours
 - Très proche de l'étoile
- Méthode des vitesses radiales

Les planètes extrasolaires

La méthode des vitesses radiales

Effet Doppler

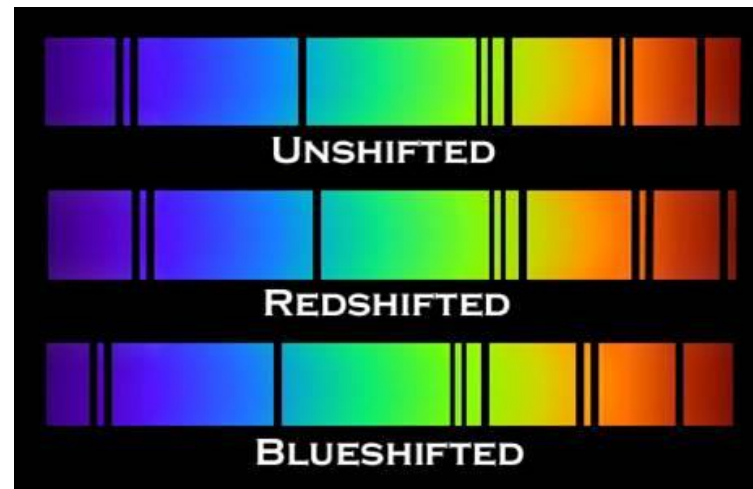


Le véhicule se rapproche : le son est perçu plus aigu

Les planètes extrasolaires

La méthode des vitesses radiales

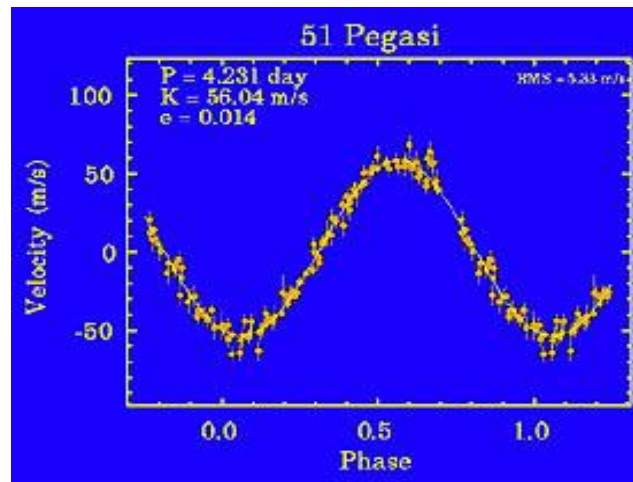
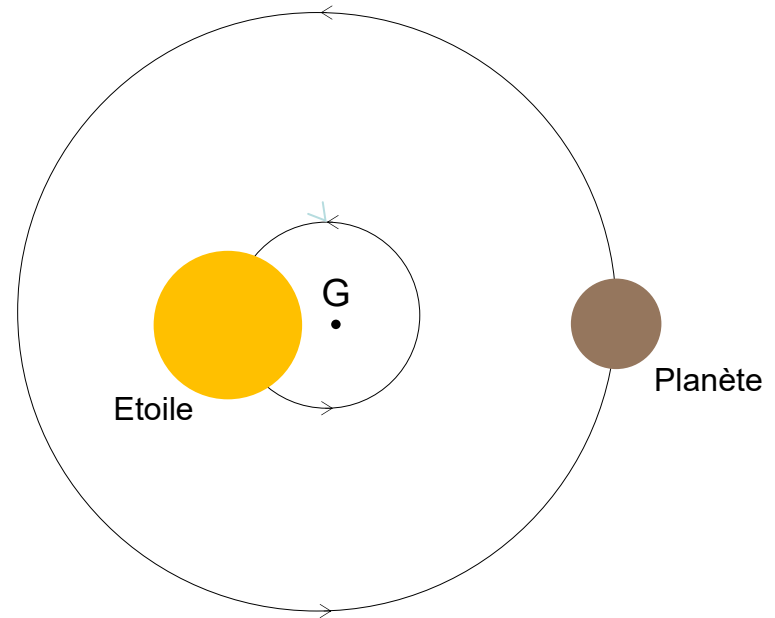
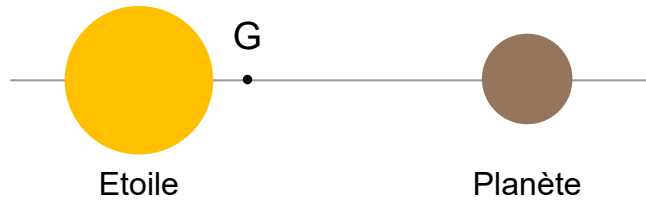
Effet Doppler-Fizeau



Les planètes extrasolaires

La méthode des vitesses radiales

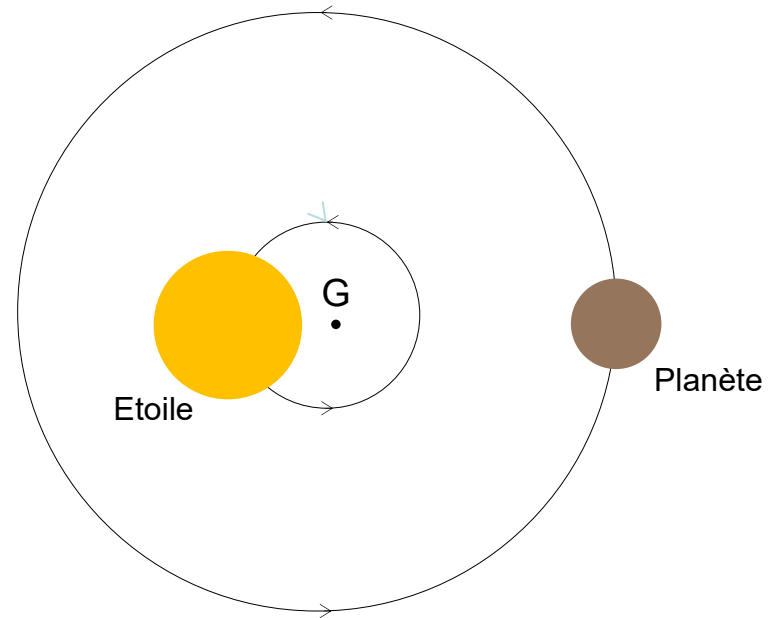
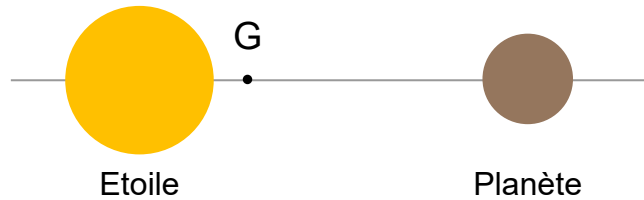
Rotation de deux astres



Les planètes extrasolaires

L'astrométrie

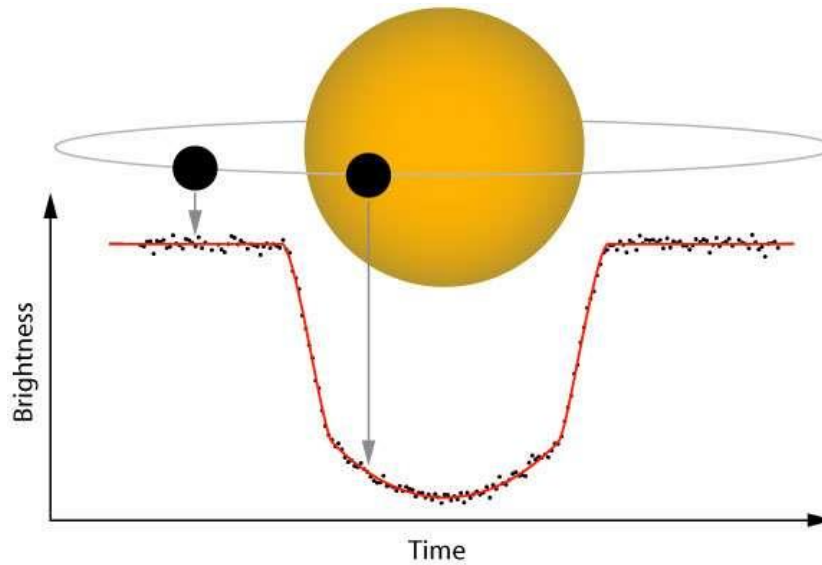
Rotation de deux astres



On mesure la position précise de l'étoile.

Les planètes extrasolaires

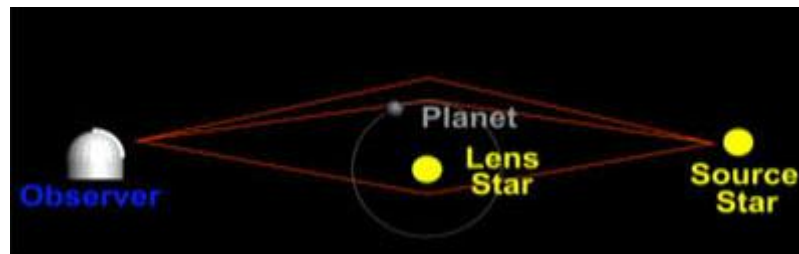
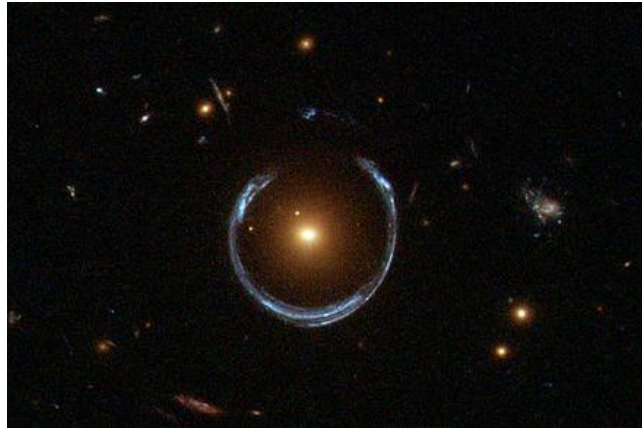
La méthode des transits



Le télescope Kepler est spécialisé dans cette méthode.

Les planètes extrasolaires

Les microlentilles gravitationnelles

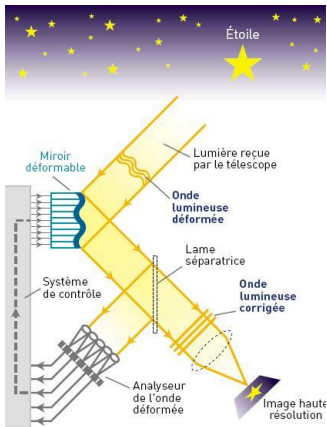


Les planètes extrasolaires

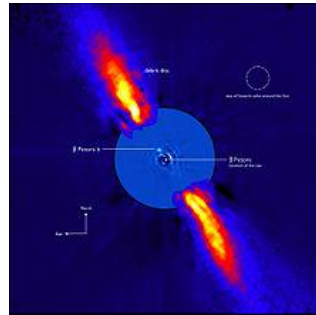
La détection directe

La Terre est 1 milliard de fois moins lumineuse que le Soleil !

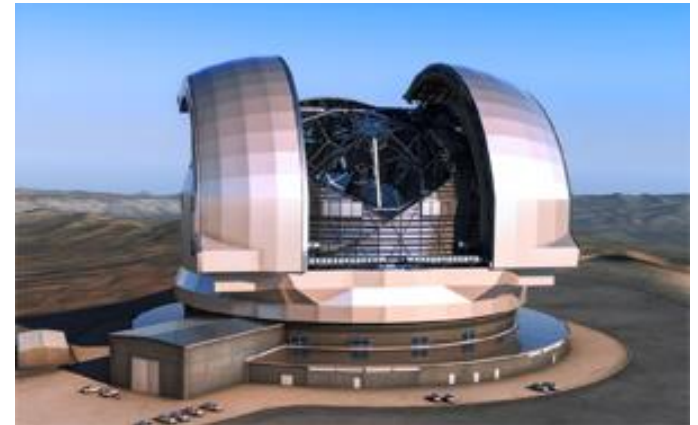
Améliorations technologiques nécessaires :



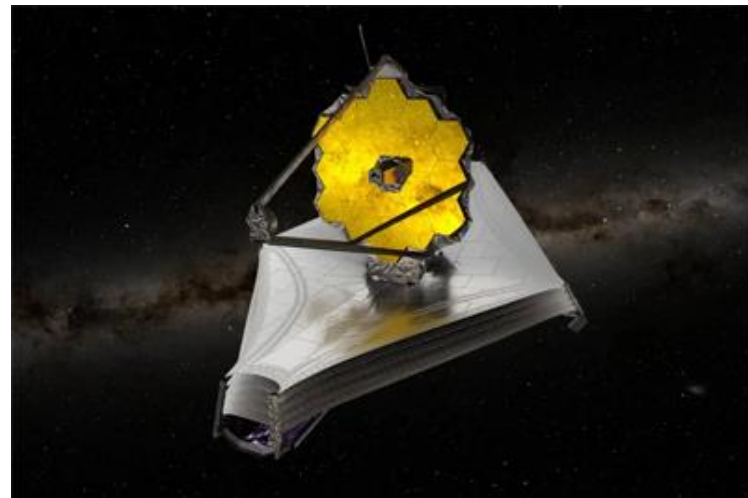
Optique adaptative



Coronagraphie stellaire



Course aux grands diamètres (ELT)



Télescope spatial James Webb

Conclusions

Les grandes questions en suspens :

Quelles sont les conditions d'apparition de la vie ?

La vie est-elle unique ?

Si non, il doit exister beaucoup de planètes favorables. Plus de 5 300 planètes extrasolaires confirmées à ce jour, et autant de candidates.

**Si une planète (réellement) habitable est découverte,
elle ne pourra pas servir de « Terre de secours ».**

D'où la nécessité absolue de préserver la nôtre...



Vivre mieux !

ASSOCIATION
DE MAILLET

Club d'astronomie
Caroline H

