



ASSOCIATION  
DE MAILLET

Club d'astronomie  
Caroline H



# La vie extraterrestre

Jean-Pierre MARATREY - Juillet 2017 – M&J juillet 2023

# Au menu

## 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

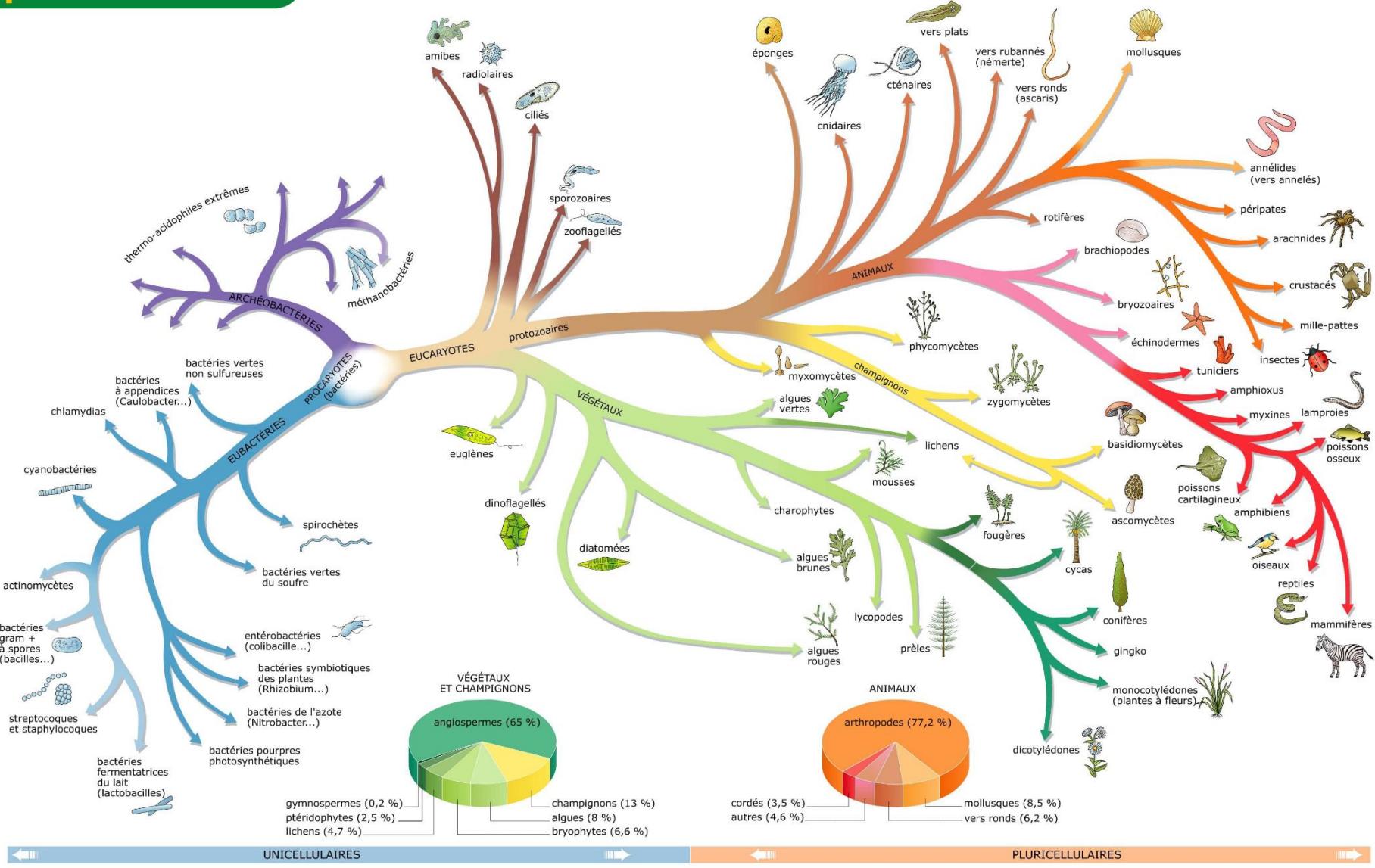
## Recensement de la vie sur Terre

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

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

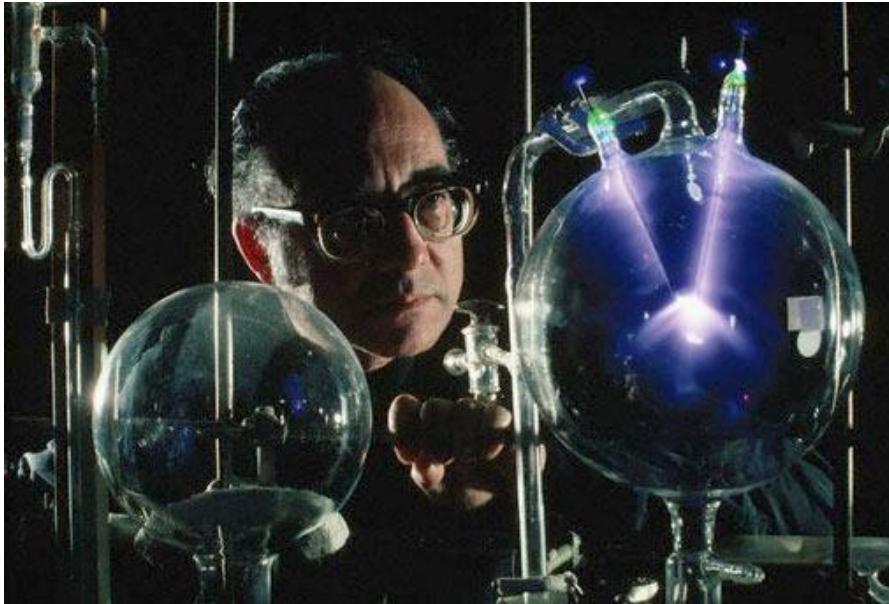
# La vie sur Terre

## Apparition de la vie sur Terre

1. Cyanobactéries
2. O<sub>2</sub> passe de 0,0001% à 0,1% !
3. O<sub>2</sub> détruit les autres bactéries
4. Formation de la couche d'ozone
5. Formes de vies pratiquant la respiration
6. O<sub>2</sub> 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

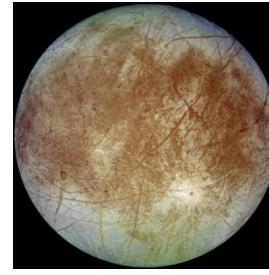
Là où l'eau liquide peut exister



Trois pistes :



Mars



Europe

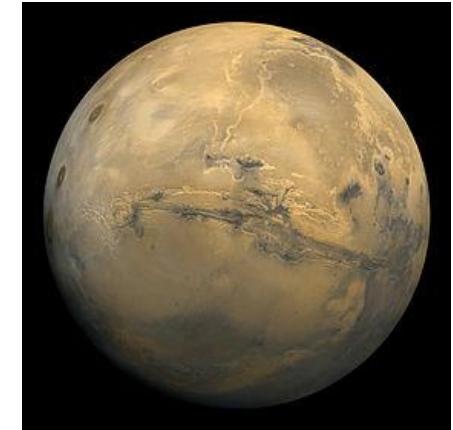
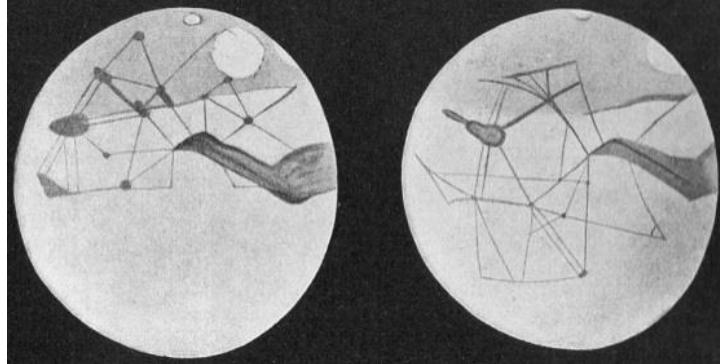


Encelade

# Exobiologie

## La vie dans le système solaire : Mars

Les canaux martiens, P. Lowell

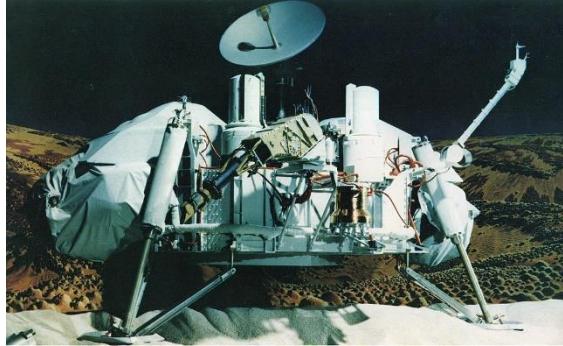


La guerre des mondes, H. G. Wells



# 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)

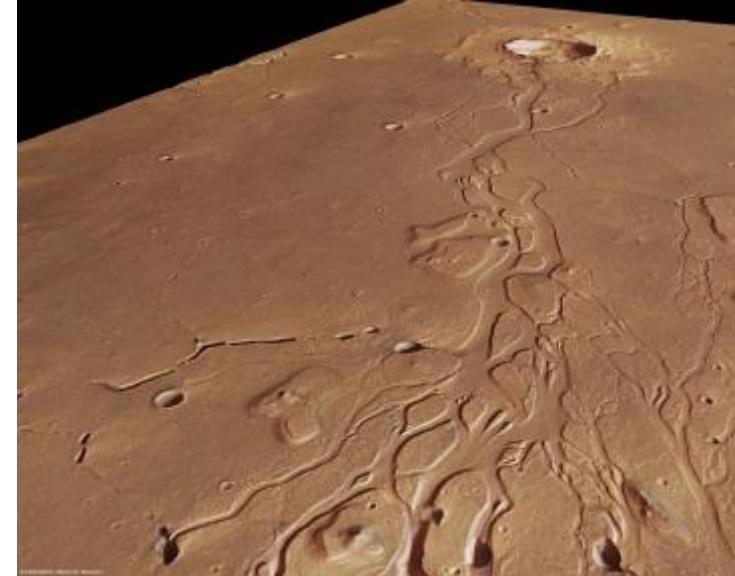


Météorite ALH 84001  
(Antartique)

# Exobiologie

## La vie dans le système solaire : Mars

L'eau liquide



# Exobiologie

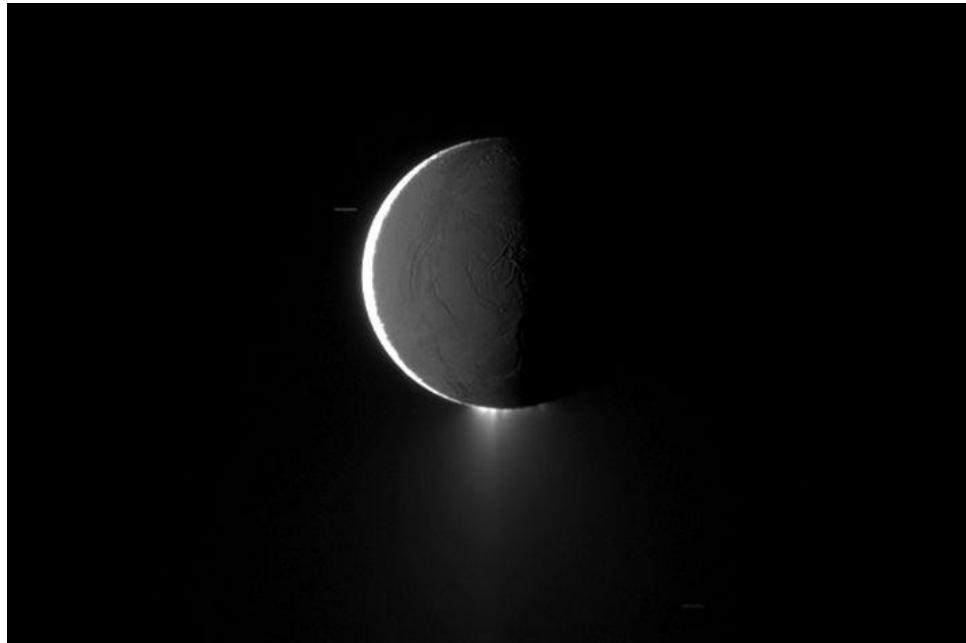
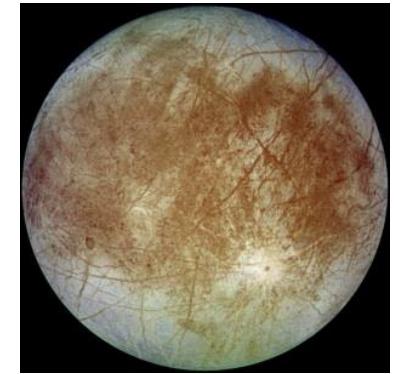
## La vie dans le système solaire : Europe

Surface = glace d'eau vers – 150 °C

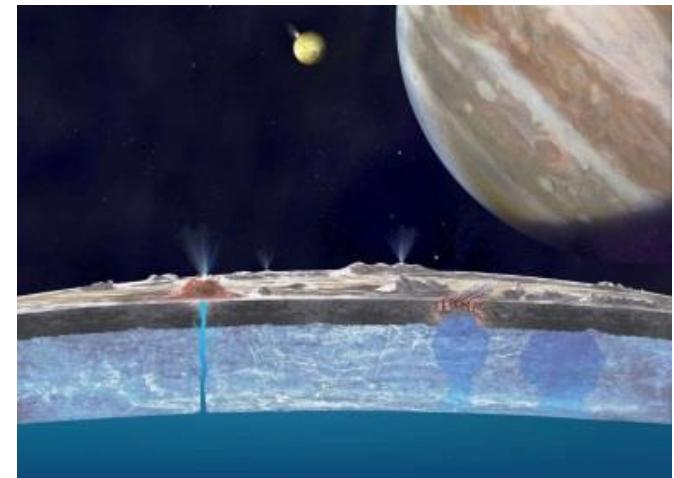
Fissures, craquelures, déchirures (Banquise)

Eau liquide sous la surface ?

Geysers observés



Sonde Cassini



Vue d'artiste

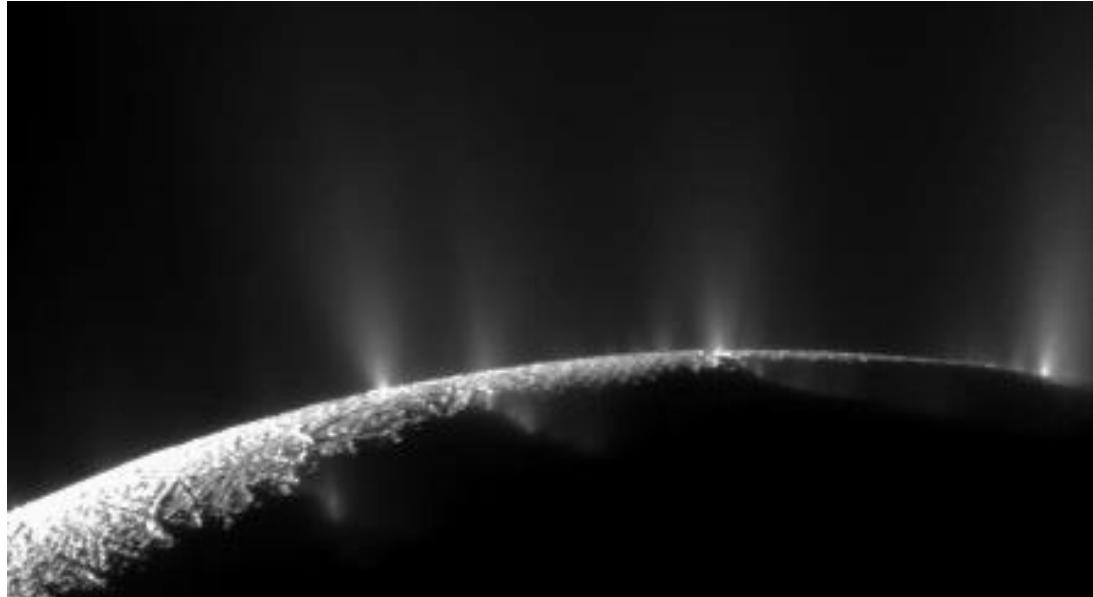
Les trois conditions réunies ?

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



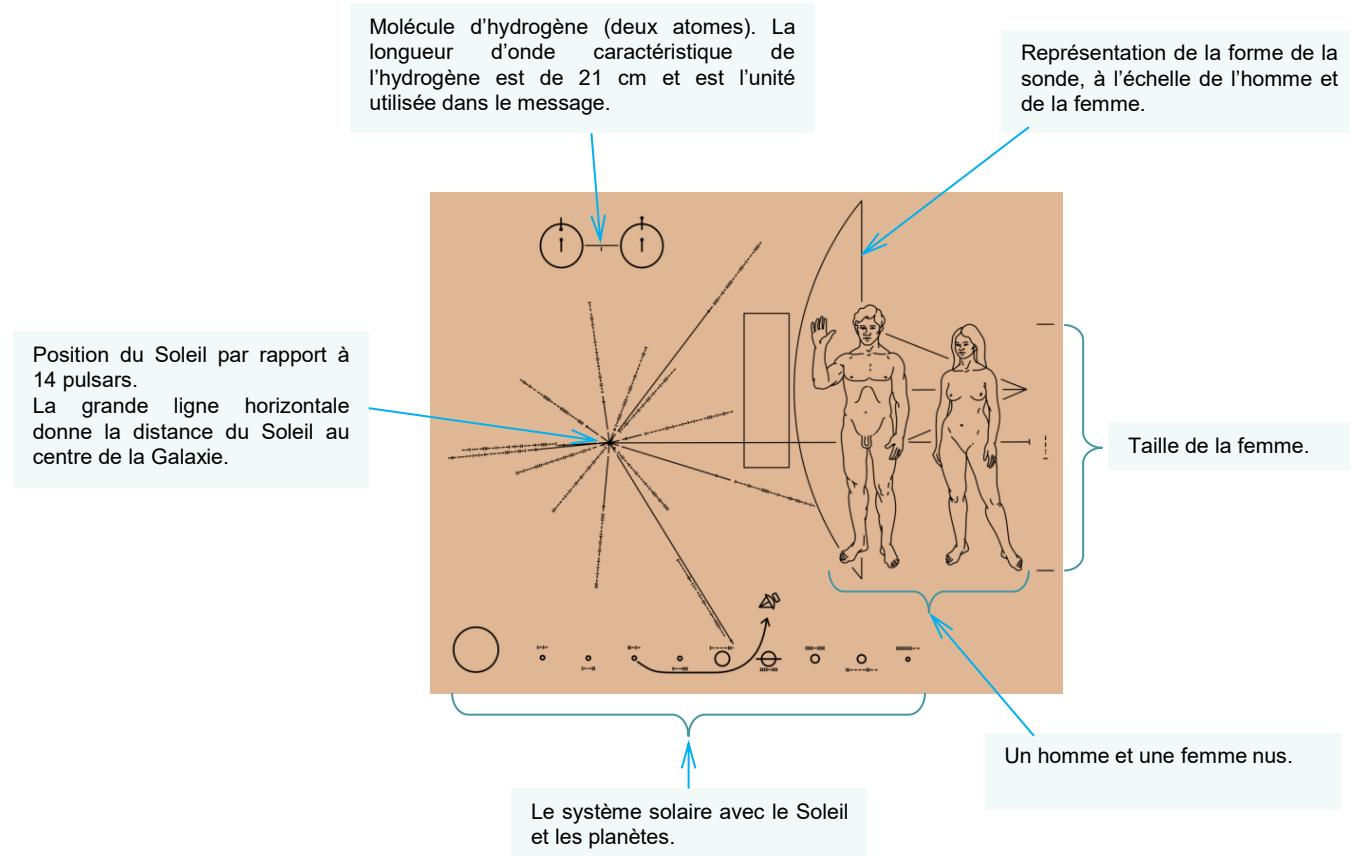
Teneur du message en binaire, 23x73 bits

# Exobiologie

## La vie en dehors du système solaire

### Les messages terriens

Pioneer 10 et 11, 1972/73



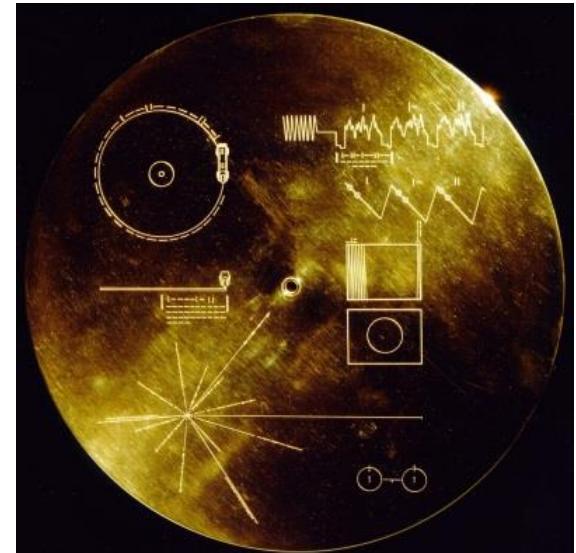
# Exobiologie

## 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<sub>238</sub>



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

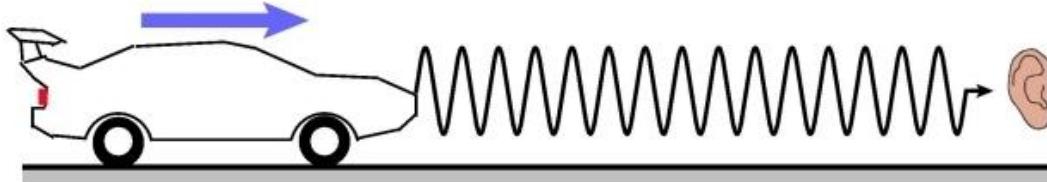
## La première découverte

- 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

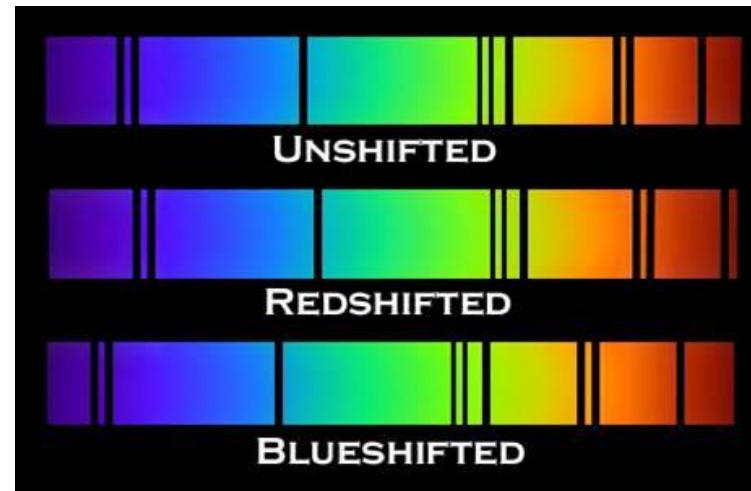


*Le véhicule se rapproche : le son est perçu plus aigu*

# Les planètes extrasolaires

## La méthode des vitesses radiales

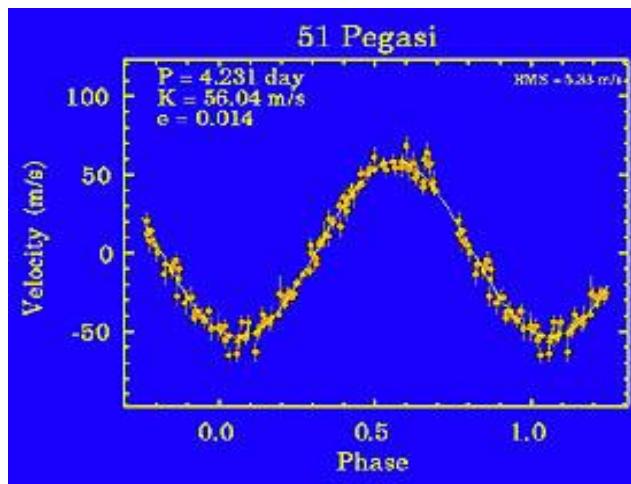
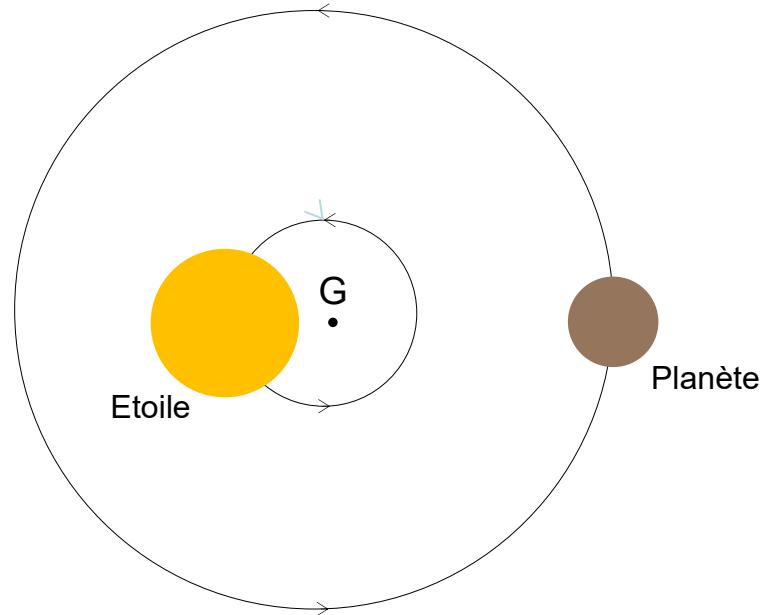
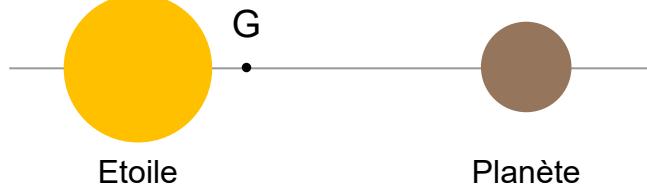
Effet Doppler-Fizeau



# Les planètes extrasolaires

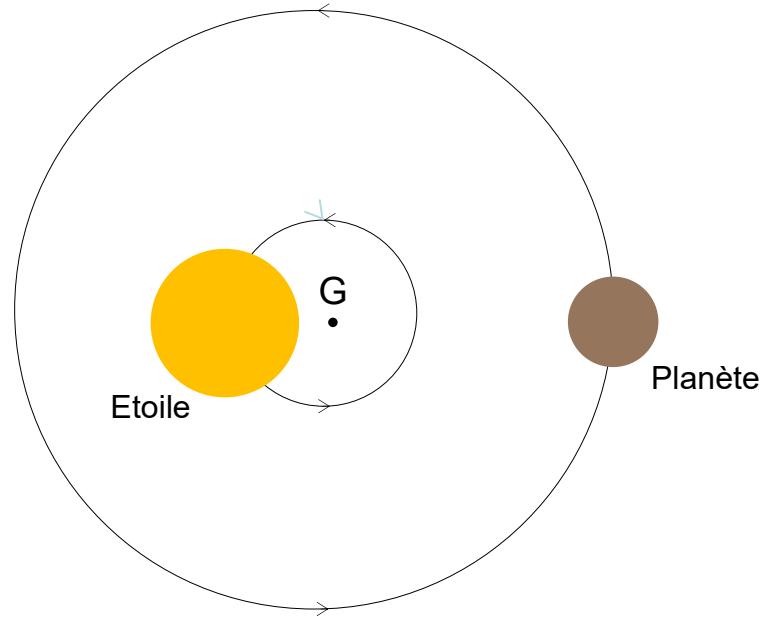
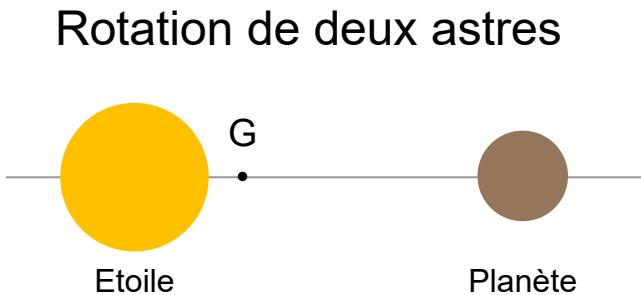
## La méthode des vitesses radiales

Rotation de deux astres



# Les planètes extrasolaires

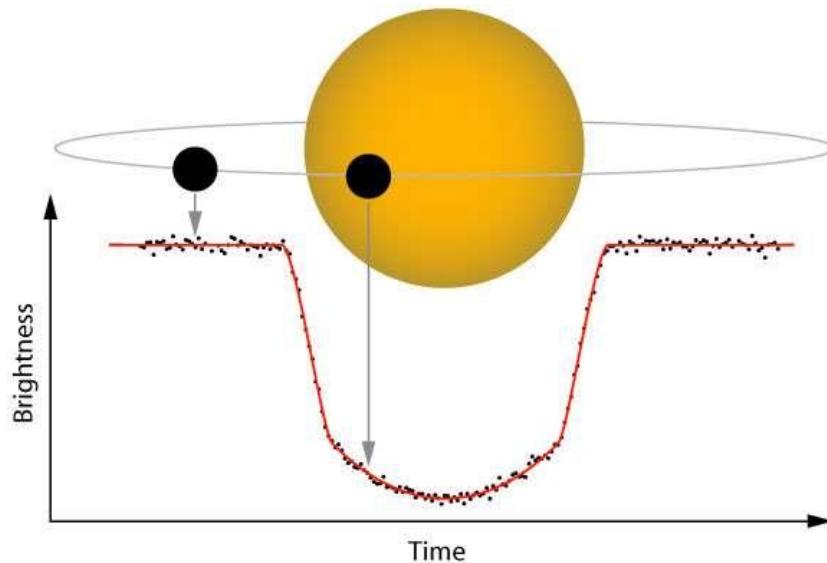
## L'astrométrie



On mesure la position précise de l'étoile.

# Les planètes extrasolaires

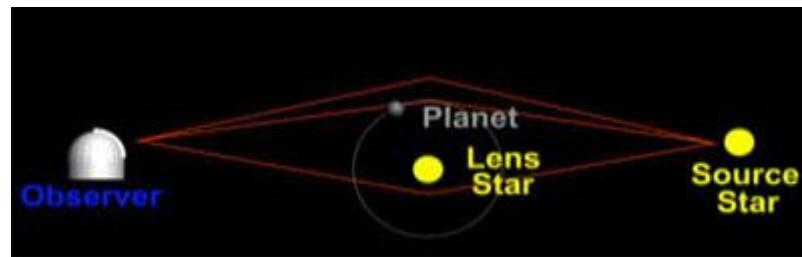
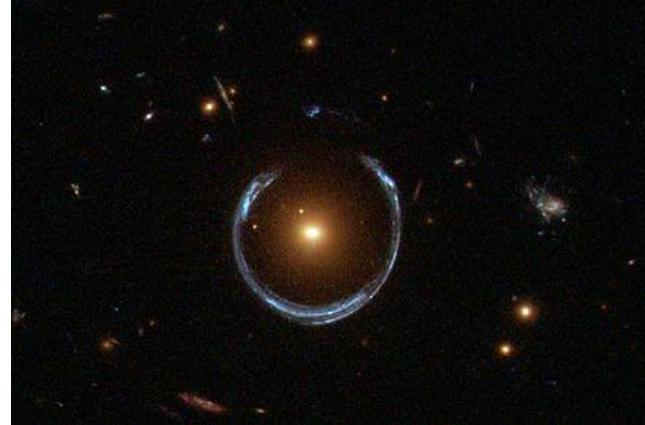
## La méthode des transits



Le télescope Kepler est spécialisé dans cette méthode.

# Les planètes extrasolaires

## Les microlentilles gravitationnelles

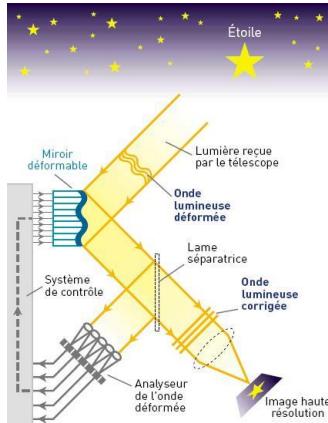


# Les planètes extrasolaires

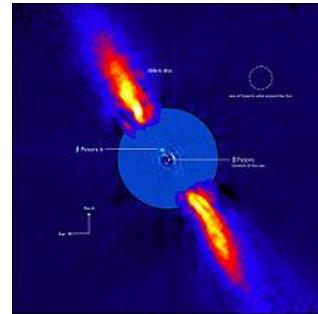
## La détection directe

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

Améliorations technologiques nécessaires :



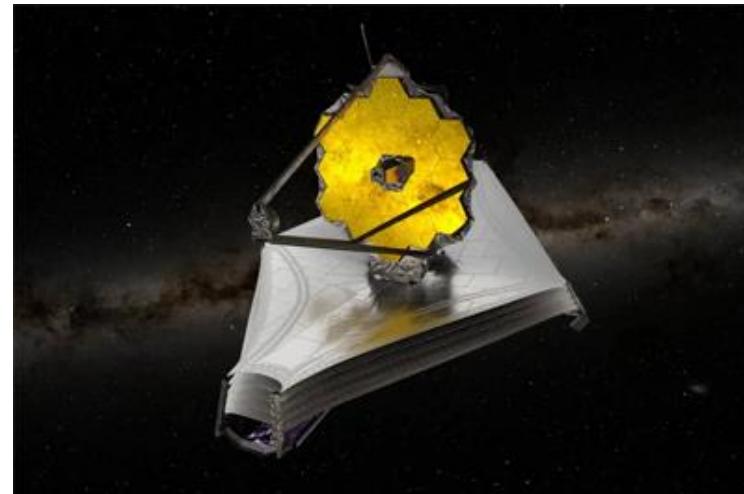
Optique adaptative



Coronographie 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**

