

À LA DÉCOUVERTE
DE L'UNIVERS



DISCOVER
THE UNIVERSE

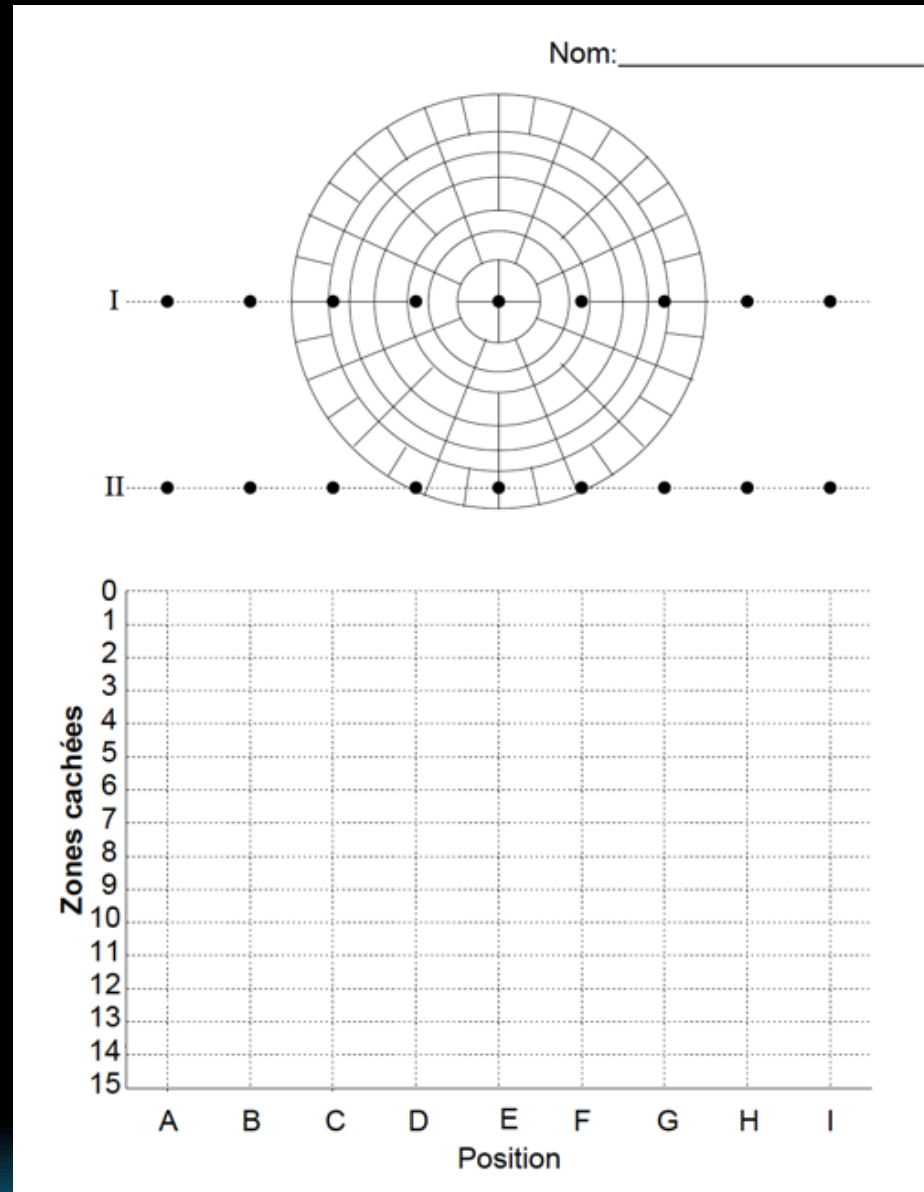
FORMATION POUR ENSEIGNANTS NIVEAU 2

SEMAINE 3

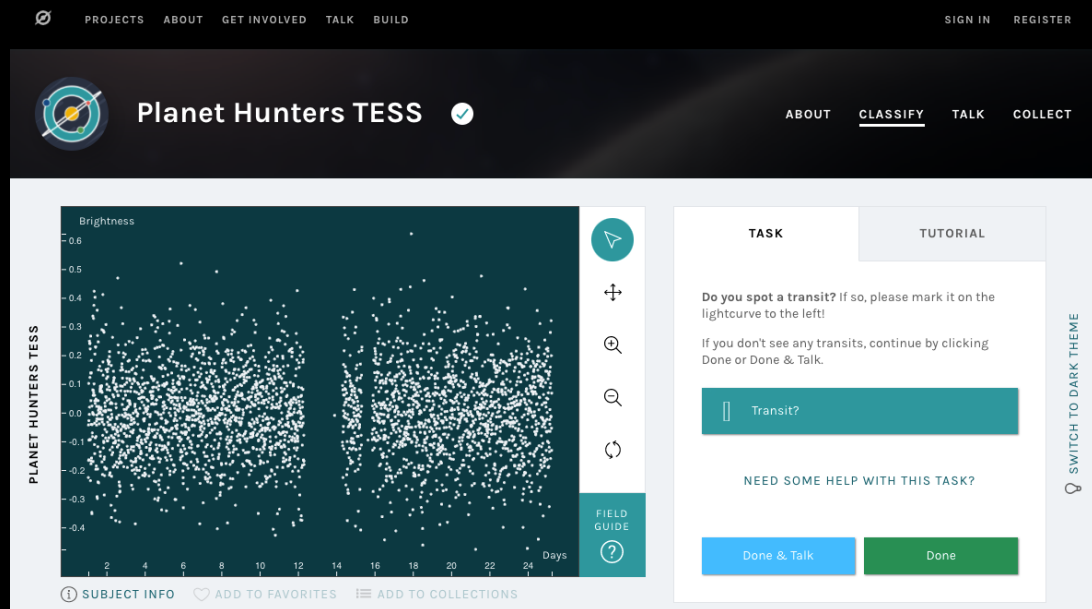
SOMMES-NOUS SEULS?

ACTIVITÉ

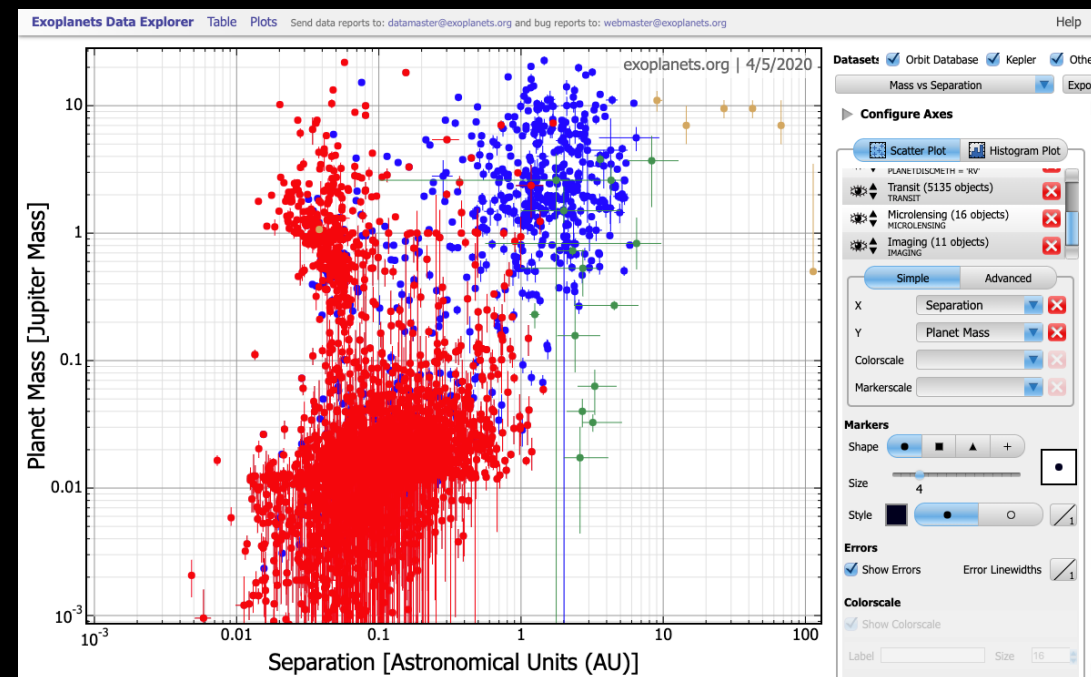
Fichier pdf – Activité Transit
Voir vidéo #5



SITES WEB INTERACTIFS



PlanetHunters.org
Voir vidéo #6



Exoplanets.org
Voir vidéo #7

INSTITUT PÉRIMÈTRE

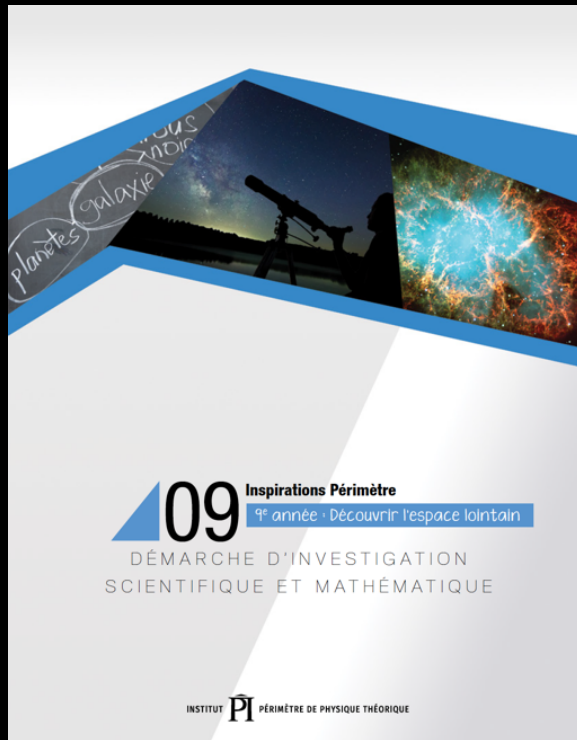


Table des matières



L'Institut PÉRIMÈTRE	4
Introduction : Découvrir l'espace lointain	5
Découvrir l'espace lointain en classe	5
Livres	6
Ressources Web	6
Activité 1 : L'évolution des étoiles	7
Activité 2 : Comment trouver une exoplanète	13
Activité 3 : Étude de la Voie lactée	20
Activité 4 : L'histoire de l'univers	29
Activité 5 : L'expansion de la nébuleuse du Crabe	35
Activité 6 : La recherche d'exoplanètes	43

MATH SCIENCES



CONDITIONS PROPICES À LA VIE




Nous ne connaissons qu'un exemple de vie: celle que l'on retrouve sur Terre.

Bien que les espèces vivantes soient très variées, toute cette vie possède des caractéristiques semblables (cellules, ADN...).

Quelles sont les conditions nécessaires à cette vie?

Crédit: NASA

<https://epic.gsfc.nasa.gov/>

An artistic rendering of a planet, likely Mars, in space. The planet is shown in the foreground, partially illuminated by a bright star in the background. The planet's surface is depicted with various shades of brown, tan, and blue, suggesting a rocky terrain with some water or ice. The star is a bright, glowing orb in the upper left quadrant, casting light on the planet. The background is a dark, starry space.

Nous cherchons un monde (planète, lune) avec une surface solide qui reçoit de l'énergie d'une étoile. Ce monde doit être ni trop chaud, ni trop froid.

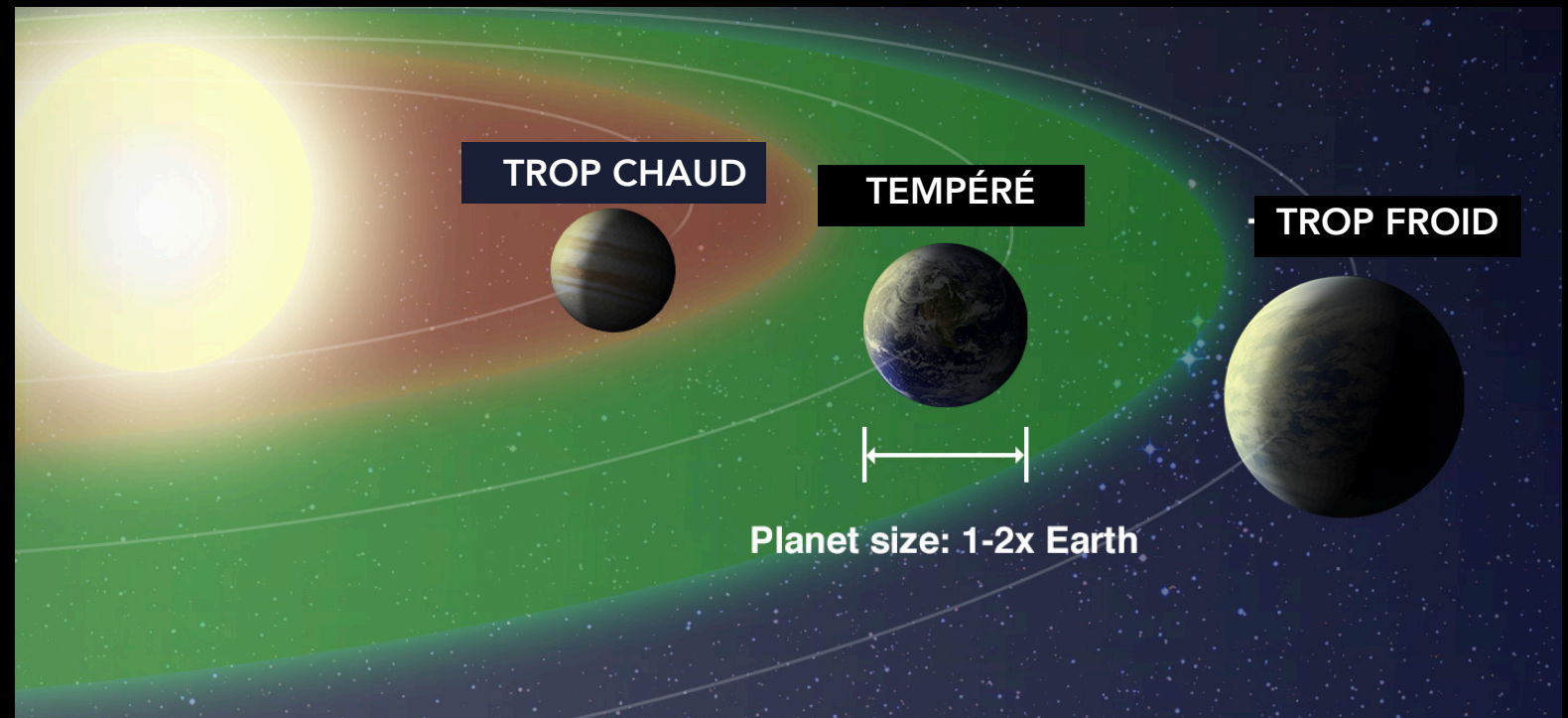
Représentation d'artiste

Crédit: NASA Ames/JPL-Caltech/T. Pyle

<https://www.nasa.gov/image-feature/soaking-up-the-rays-of-a-sun-like-star-artistic-concept>

La vie telle que nous la connaissons a besoin d'eau liquide. Il faut donc que la température à la surface soit entre 0°C et 100 °C.

Il est possible de calculer la région autour d'une étoile qui respecte ces conditions, c'est ce qu'on appelle "zone habitable" (mauvais terme!).



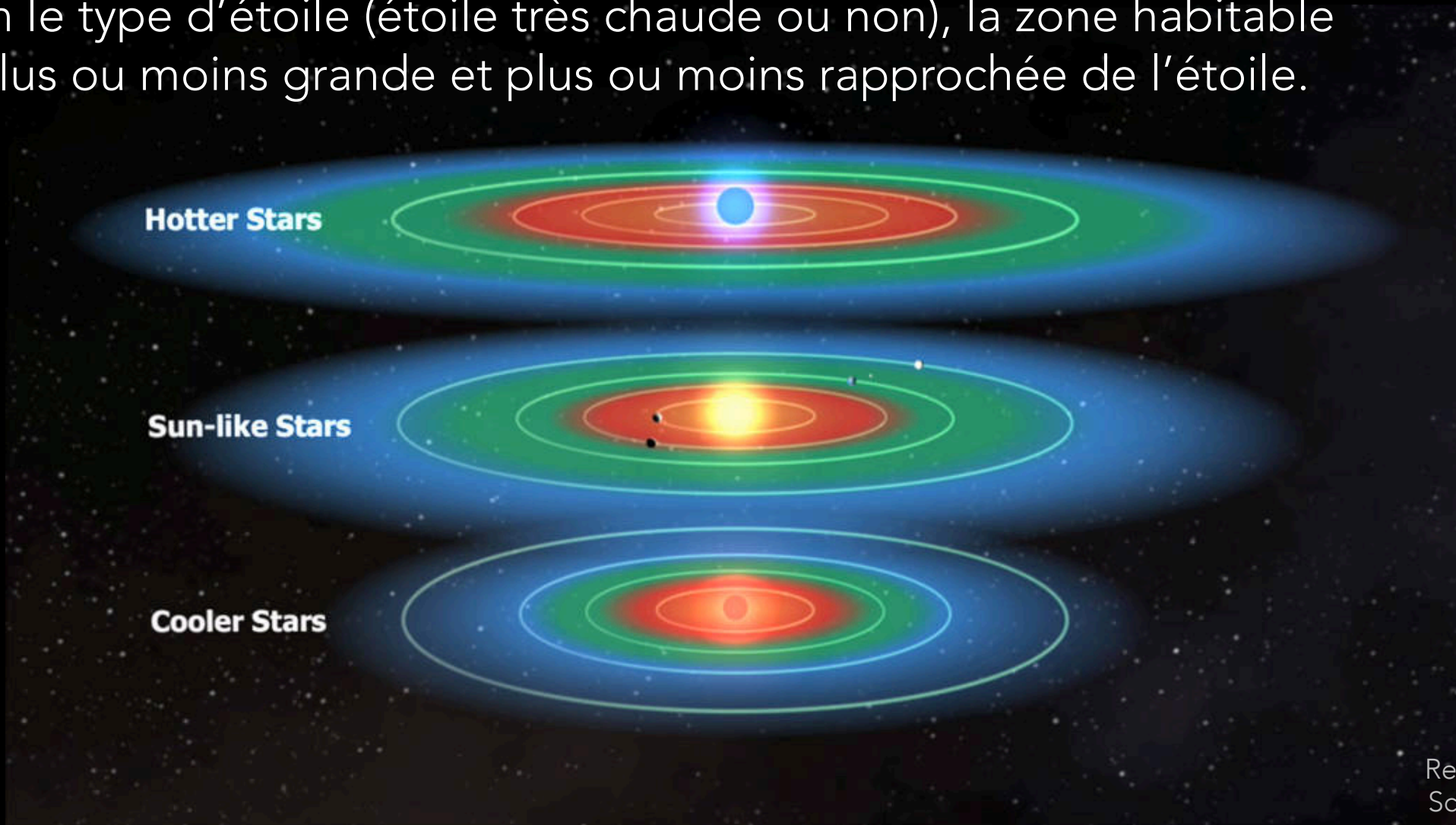
Attention! Ça ne veut pas dire:

- qu'il y a de la vie
- qu'on pourrait y vivre

Crédit: NASA

<https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/how-do-we-find-habitable-planets/>

Selon le type d'étoile (étoile très chaude ou non), la zone habitable est plus ou moins grande et plus ou moins rapprochée de l'étoile.

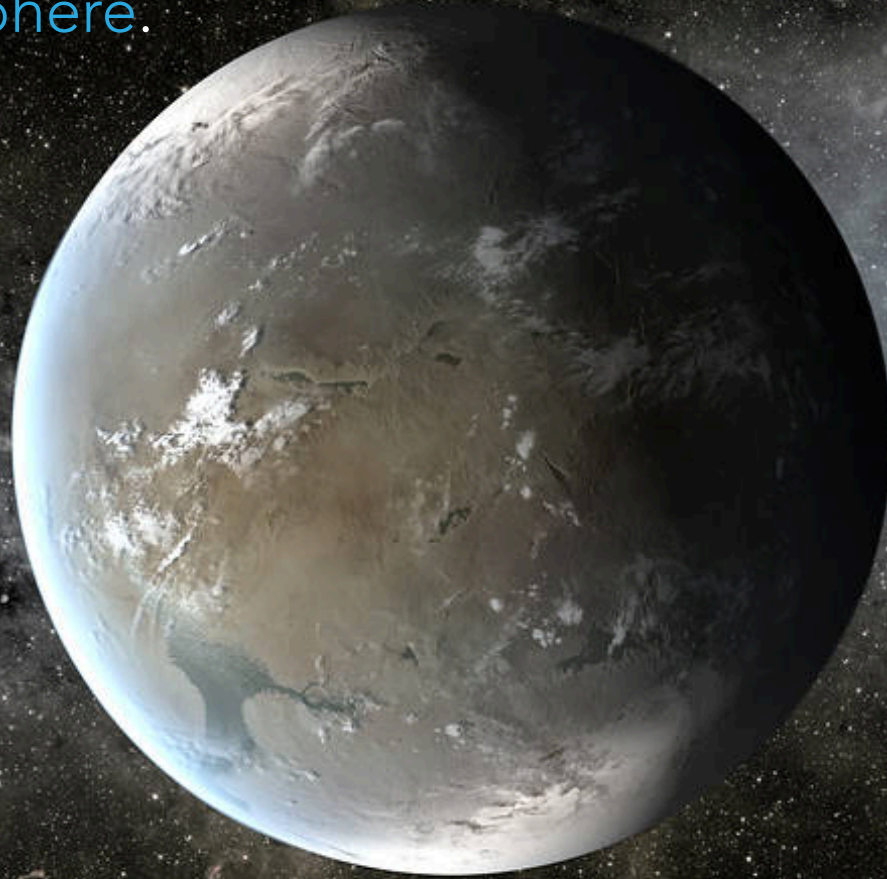


Représentation d'artiste
Schémas pas à l'échelle

Crédit: NASA

<https://www.nasa.gov/ames/kepler/habitable-zones-of-different-stars>

La surface de ce monde doit avoir de l'eau liquide et être recouverte d'une atmosphère.



Représentation d'artiste

Crédit: NASA Ames/JPL-Caltech/T. Pyle

<https://www.nasa.gov/content/kepler-62f-small-habitable-zone-world>

CONDITIONS POUR LA VIE

- Planète/lune rocheuse
- Bonne température (source d'énergie)
- Eau liquide
- Atmosphère
- Aussi: éléments pour la vie (CHNO), champ magnétique...



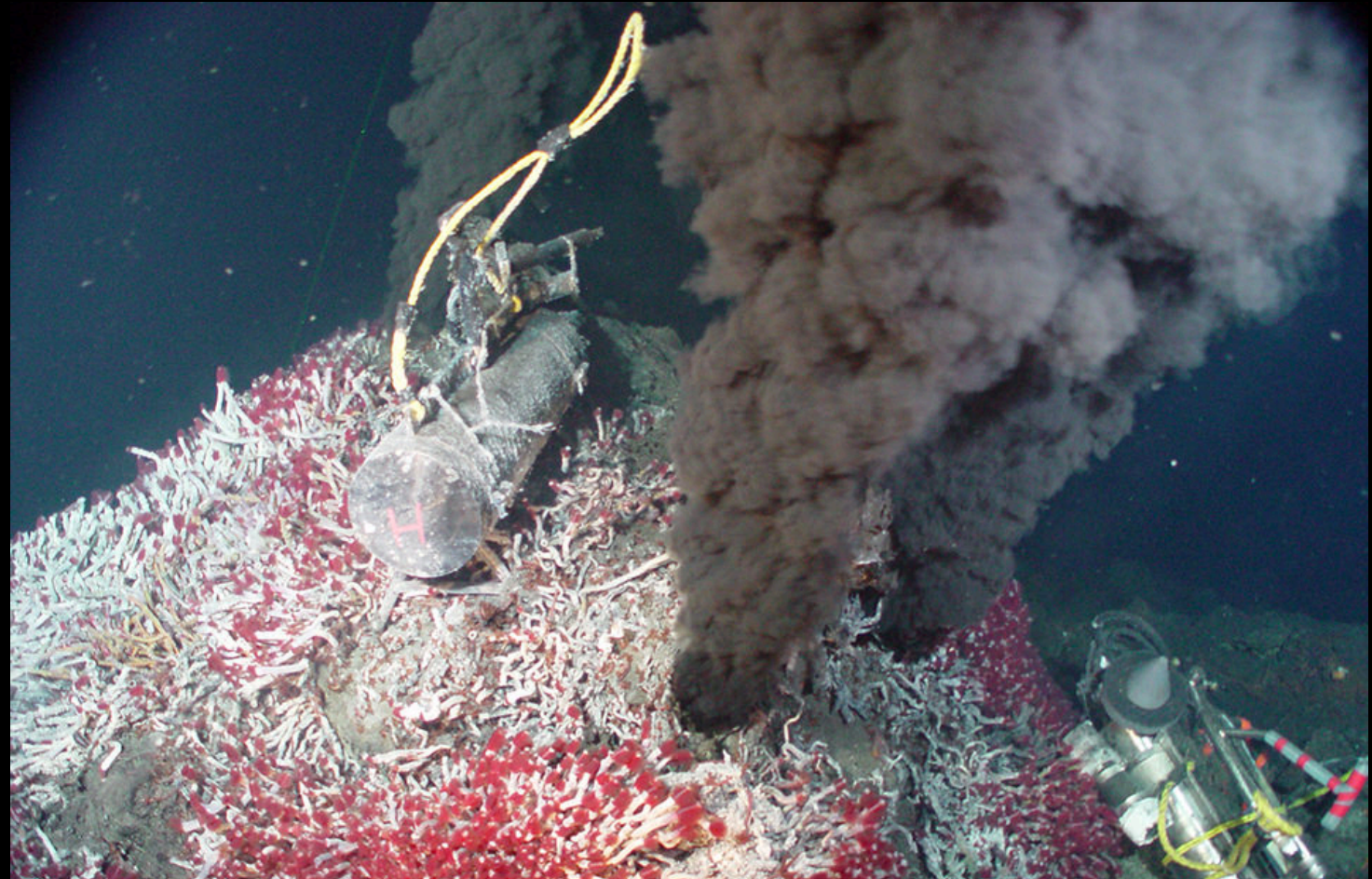
Mais...

- extrémophiles...
- autres types de vie?
- sources hydrothermales...

Le tardigrade peut survivre à la chaleur, le froid, la haute pression, le vide de l'espace, la radiation, le manque d'eau...

On a découvert des espèces vivantes près des **sources hydrothermales** au fond des océans. Ces espèces survivent grâce à la chaleur générée par la Terre elle-même.

Par contre, de la vie extraterrestre au fond d'océans serait très difficile à découvrir...



Crédit: NOAA

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/vents.html>

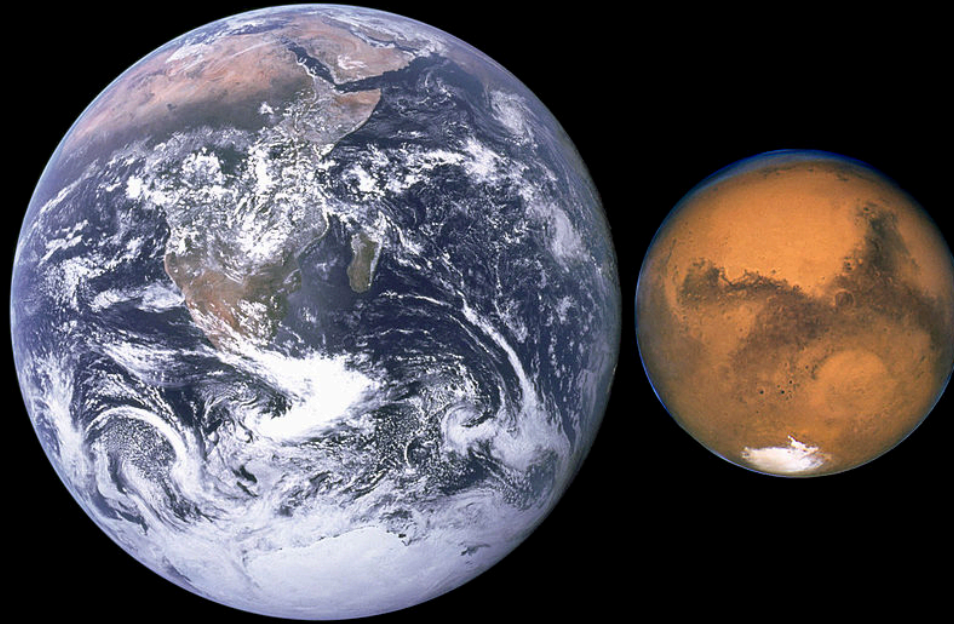
RECHERCHE DE VIE DANS NOTRE SYSTÈME SOLAIRE

La recherche de vie *primitive* dans le système solaire est en premier une recherche d'eau liquide.

Où y a-t-il présentement de l'eau liquide?

Où y a-t-il déjà eu de l'eau liquide?

MARS



TERRE

Journée: 24 heures
Température moyenne: 14°C
Atmosphère: azote, oxygène

MARS

Journée: 24,6 heures
Température moyenne: -60°C
Atmosphère: dioxyde de carbone
Gravité: 37% gravité de la Terre

Crédit: NASA

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars,_Earth_size_comparison.jpg

Nous retrouvons de la glace sur Mars aux pôles et sous la surface. Il existe aussi de la vapeur d'eau dans son atmosphère.

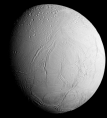
Plusieurs indices nous laissent penser que Mars aurait eu de l'eau liquide à sa surface dans le passé.

Y aurait-il déjà eu une forme de vie primitive?

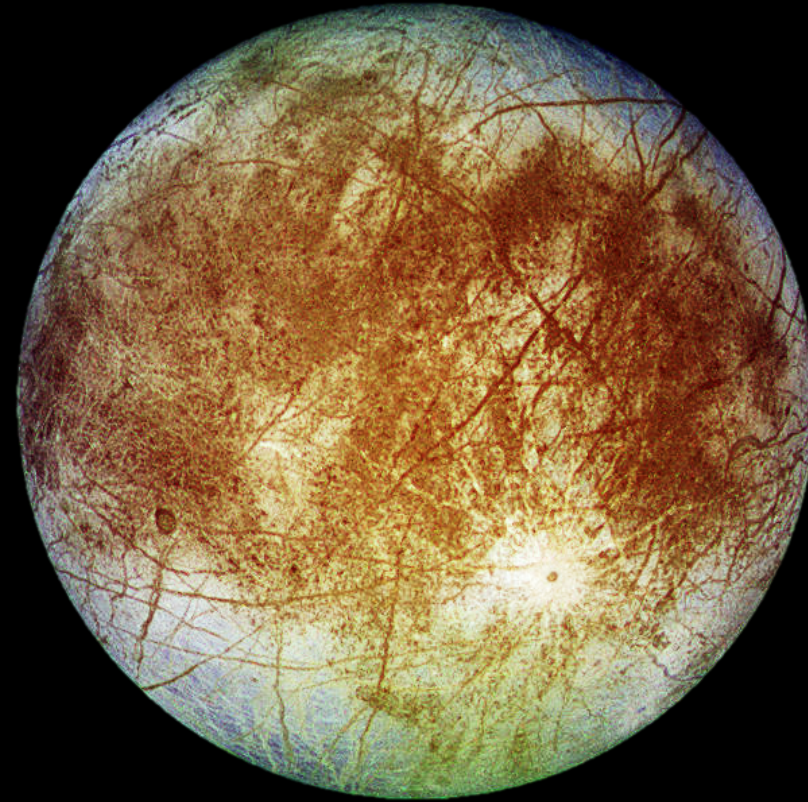


Crédit: NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA), J. Bell (ASU), and M. Wolff (Space Science Institute)
<http://hubblesite.org/image/3733/news/62-mars>

LUNES GLACÉES



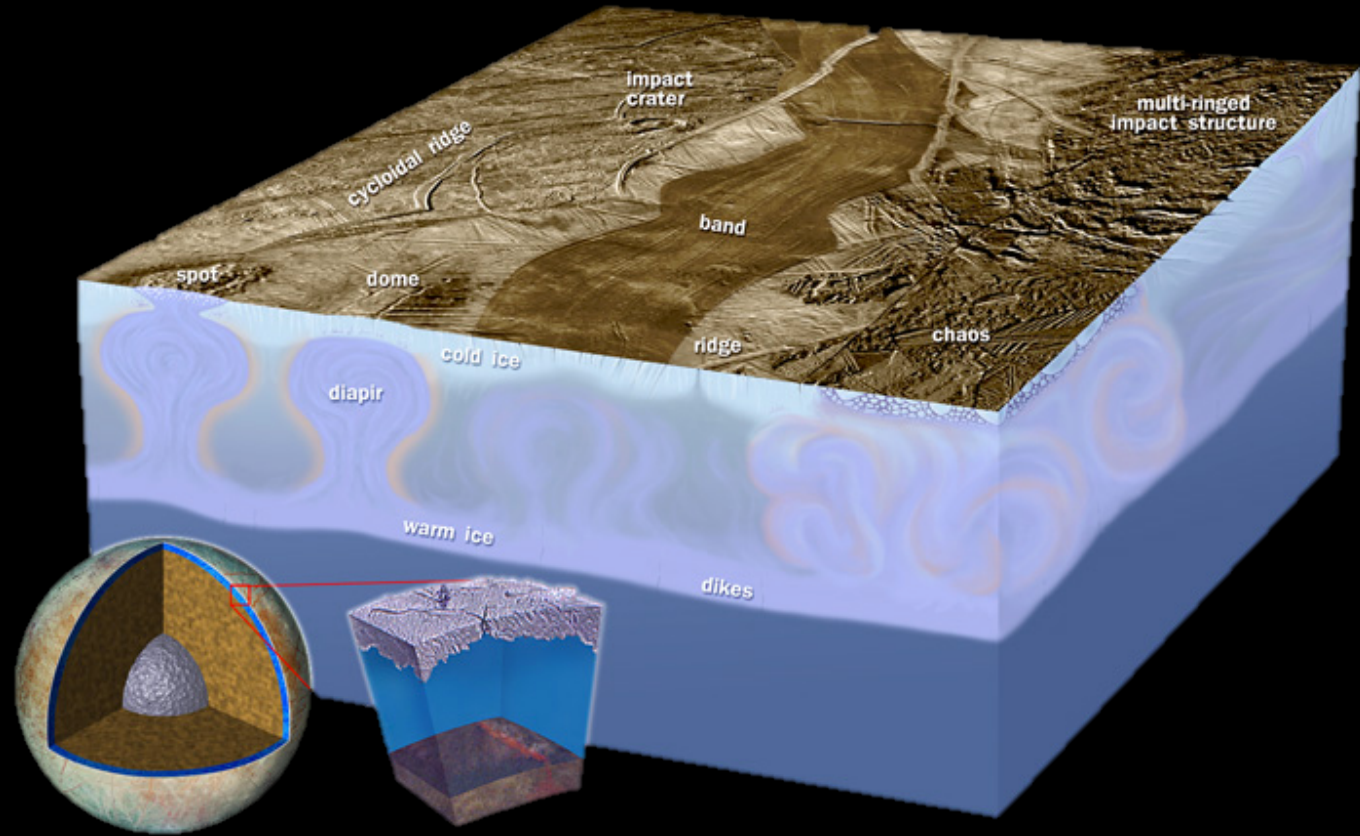
Encelade,
lune de Saturne



Europe,
lune de Jupiter

EUROPE

Il y aurait un vaste océan sous la surface gelée d'Europe. La quantité totale d'eau serait plus grande que sur Terre.



Crédit : NASA

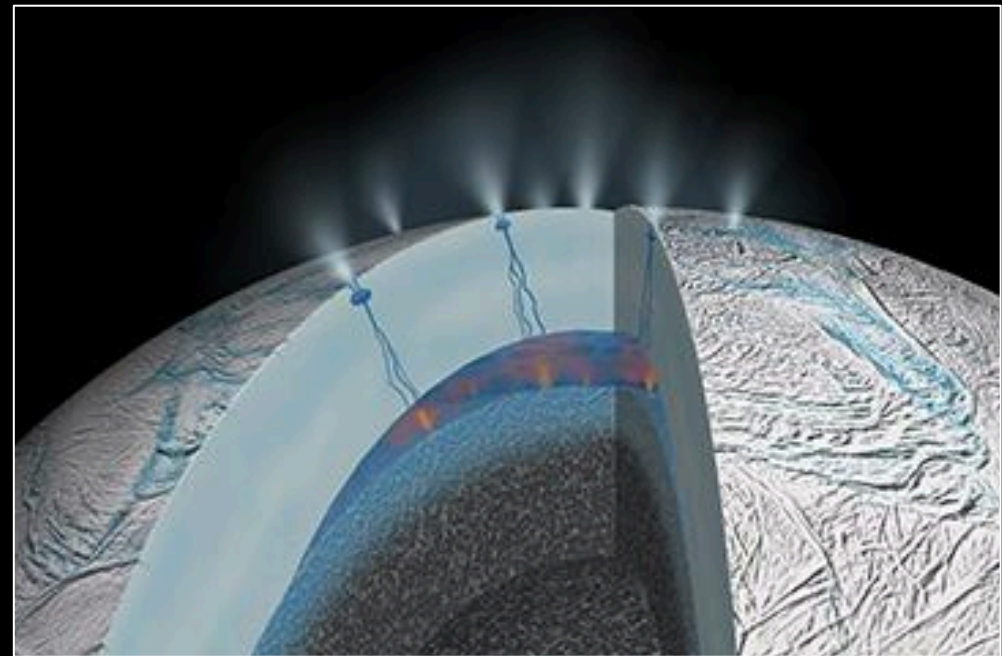
<https://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA01669.jpg>

ENCELADE

On voit des jets de vapeur d'eau à la surface d'Encelade. Ceux-ci pourraient provenir de sources hydrothermales sous l'océan.



Photo prise par la sonde Cassini



Représentation d'artiste

Crédits : Gauche: NASA/JPL-Caltech, Space Science Institute, <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA17184>
Droite: NASA/JPL-Caltech, <https://saturn.jpl.nasa.gov/resources/6169/?category=images>

RECHERCHE DE VIE AILLEURS DANS L'UNIVERS

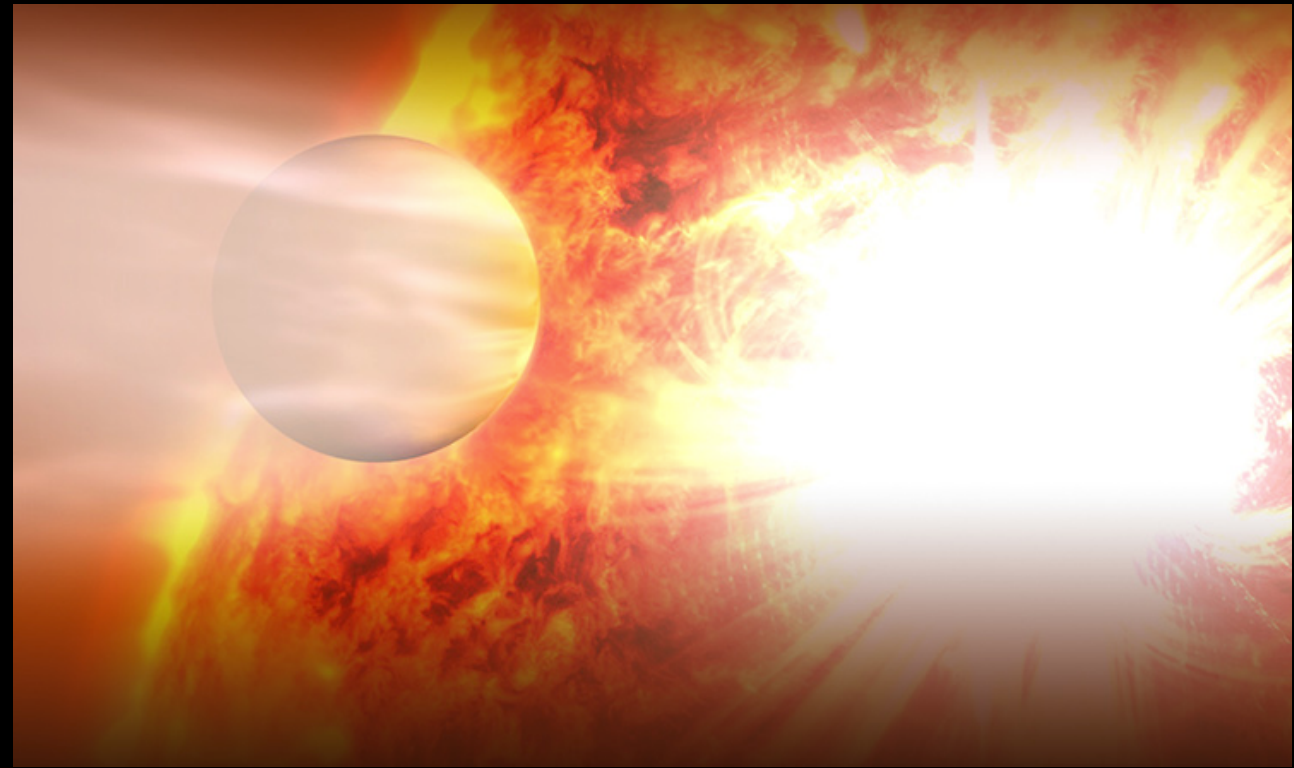
-

LES EXOPLANÈTES

EXOPLANÈTES

La première exoplanète fut découverte en 1995: 51 Pegasi b. Cette planète surprend: c'est une planète plus grande que Jupiter extrêmement rapprochée de son étoile (révolution en 4 jours).

On découvrira plusieurs autres planètes de ce type : les Jupiters chaudes.



Représentation d'artiste

Crédit: NASA

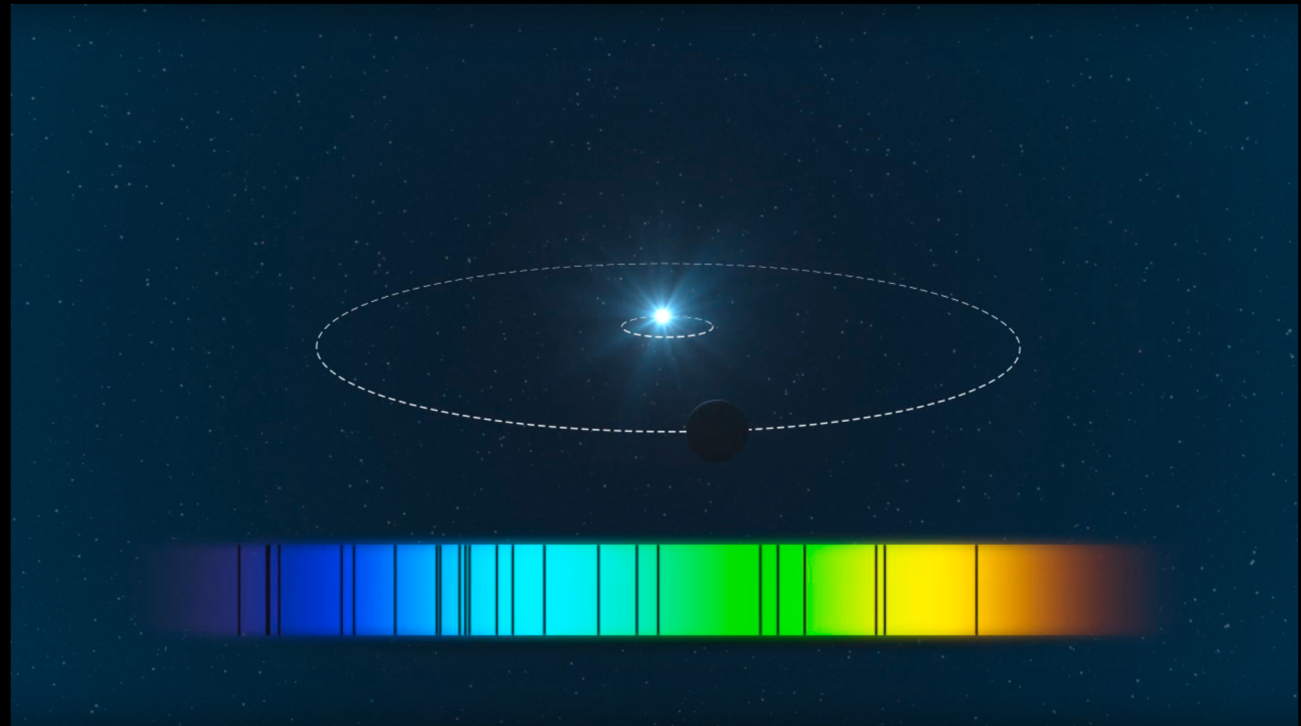
<https://exoplanets.nasa.gov/resources/289/>

Il existe différentes techniques pour trouver des exoplanètes, même si elles sont impossibles à voir directement (dans la grande majorité des cas).

Les scientifiques sont extrêmement créatifs et ingénieux pour trouver des façons de décoder l'information dans la lumière des étoiles....

Dans la **méthode de la vitesse radiale**, on découvre la planète en analysant le mouvement de l'étoile. Cette information est cachée dans le spectre de l'étoile.

Cette méthode fonctionne seulement si la planète est assez massive pour créer un déplacement de l'étoile perceptible de la Terre.



Crédit: ESO/L. Calçada

<https://www.eso.org/public/videos/eso1035g/>

Quand l'étoile s'éloigne de nous: les raies spectrales sont décalées vers le rouge; quand l'étoile se rapproche de nous: elles sont décalées vers le bleu. Ce phénomène est dû à l'effet Doppler.



www.eso.org



Nous connaissons aujourd'hui 4144 exoplanètes
et ce nombre augmente constamment.

Source: <https://exoplanets.nasa.gov/>

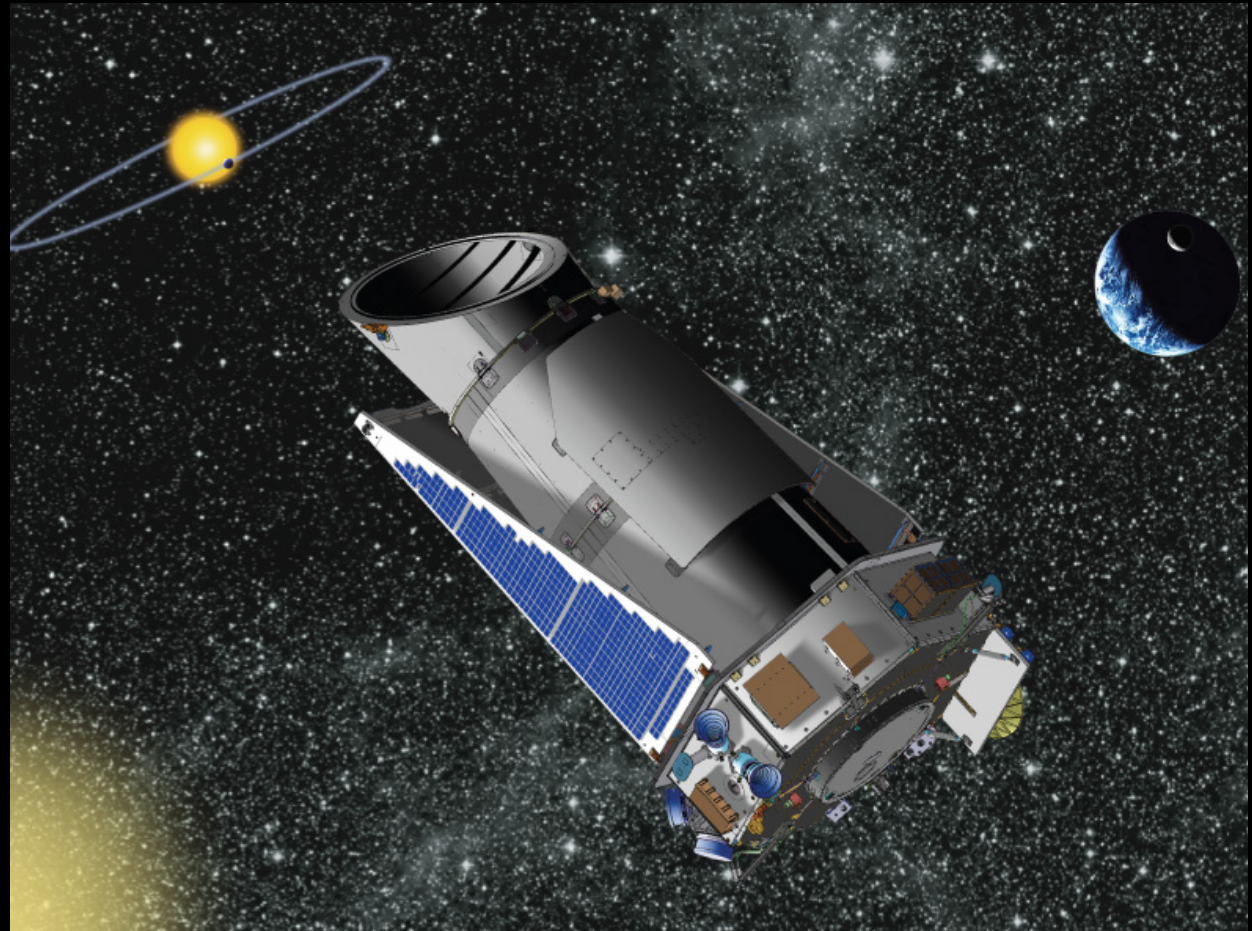
Représentations d'artiste

Crédit: © Martin Vargic

<https://www.halcyonmaps.com/exoplanets/>

De 2009 à 2018, le télescope spatial Kepler a découvert plus de 2500 exoplanètes et a révolutionné nos connaissances.

Nous savons maintenant qu'il y a plus de planètes que d'étoiles dans notre galaxie...



Crédit: NASA

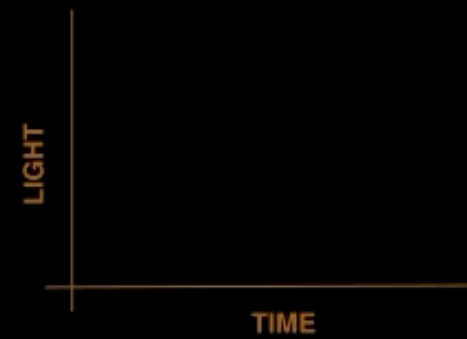
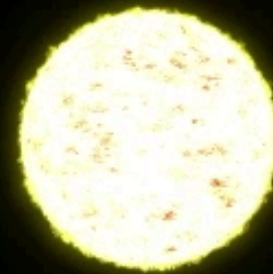
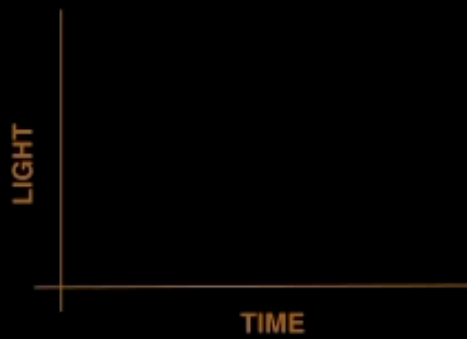
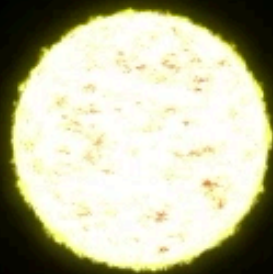
https://www.nasa.gov/centers/ames/multimedia/images/2007/kepler_iotd.html

Le télescope Kepler utilisait la **méthode des transits** pour découvrir les exoplanètes.



Crédit: NASA

<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/2>





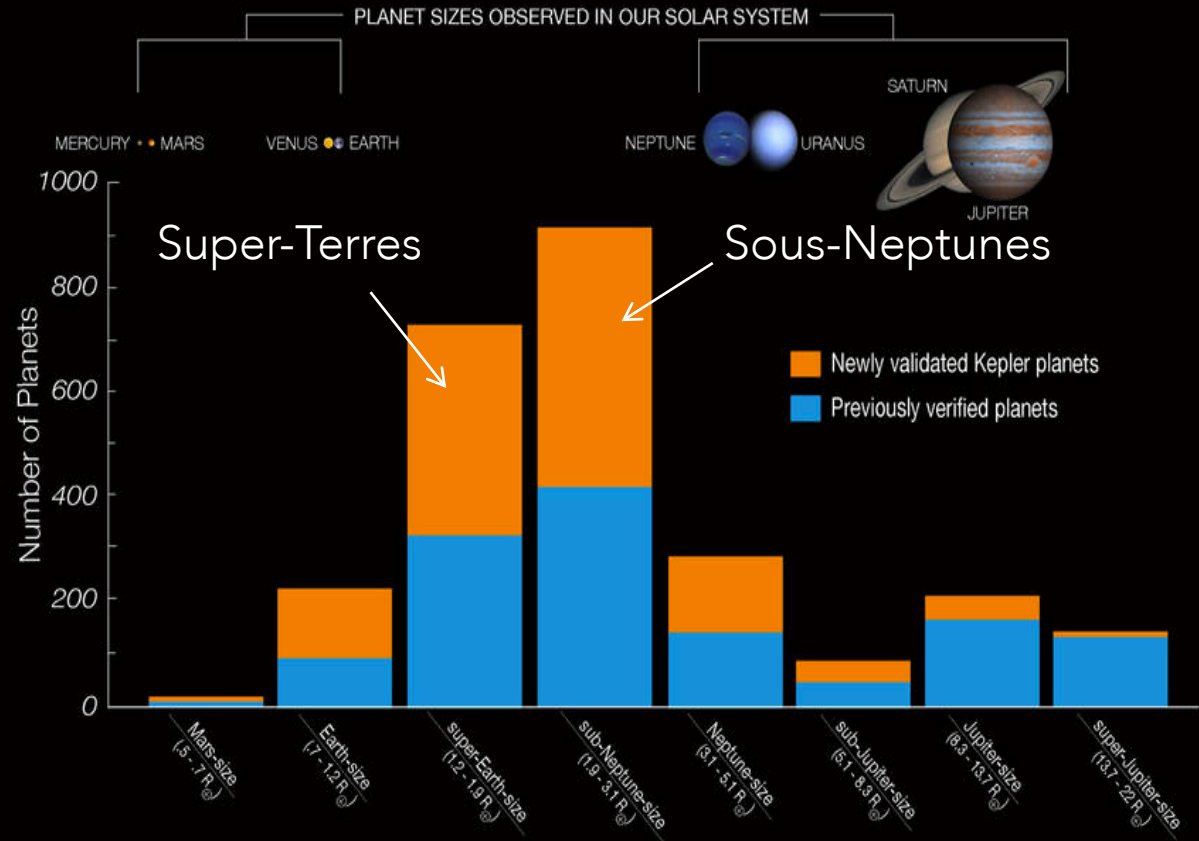
Crédit: NASA

<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/2>

Known Transiting Planets by Size

As of May 10, 2016

Alors que dans le système solaire, nous avons deux types de planètes (petites rocheuses et géantes gazeuses), le télescope Kepler nous a montré qu'il en existe plusieurs autres sortes...



Crédit: NASA Ames / W. Stenzel

<https://www.nasa.gov/feature/ames/kepler/briefingmaterials160510>

Dans les médias, lorsqu'il est mentionné qu'une planète est

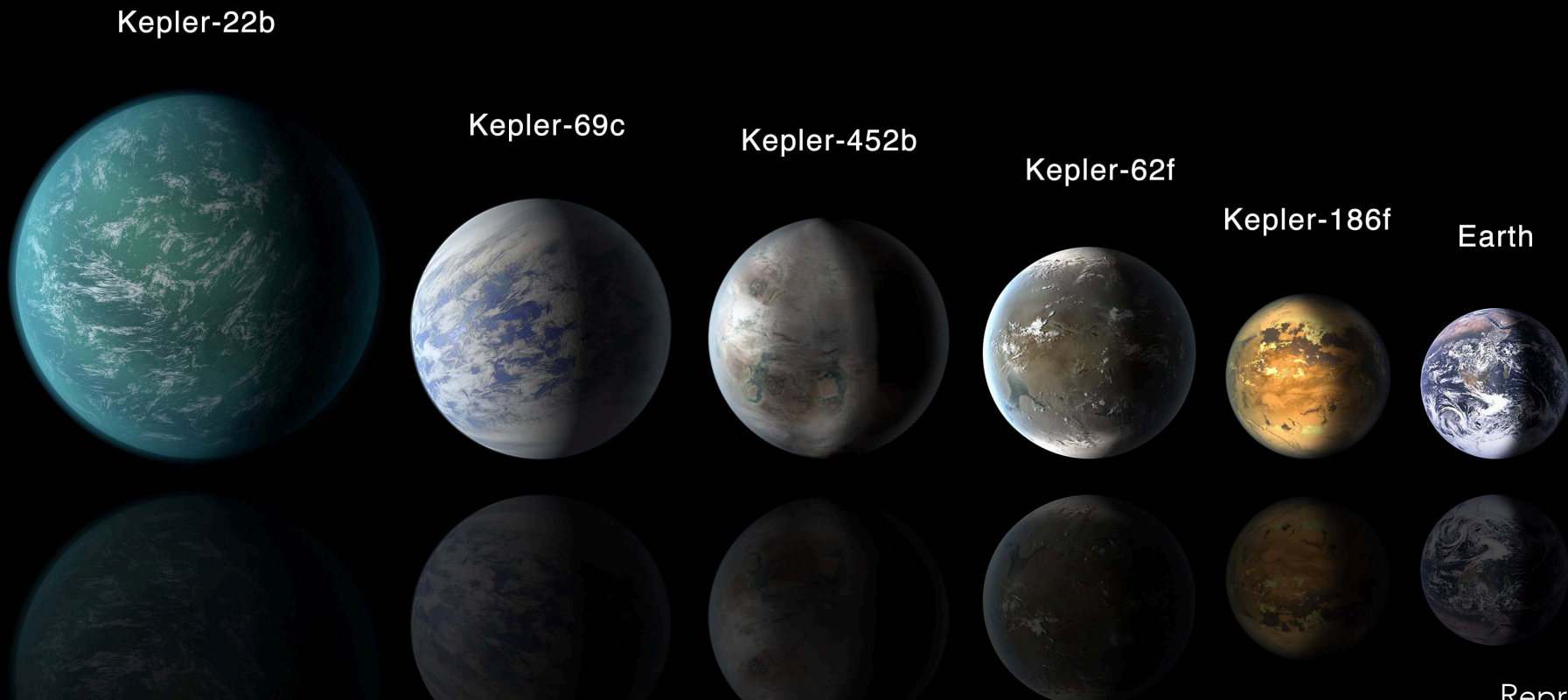
- ★ habitable,
- ★ similaire à la Terre ou
- ★ terrestre (parfois);

ça signifie:

- ★ une planète de grosseur similaire à la Terre et rocheuse;
- ★ dans la zone habitable de son étoile.

On ne connaît pas son atmosphère ni les conditions réelles à sa surface.

Les scientifiques commencent à étudier l'atmosphère de certaines exoplanètes à la recherche de biomarqueurs (oxygène, méthane...).



Représentations d'artiste

Crédit: NASA/Ames/JPL-Caltech

<https://exoplanets.nasa.gov/news/207/finding-another-earth/>

La première photo (*imagerie directe*) d'une exoplanète a été réalisée en 2008, par une équipe internationale comprenant trois québécois. C'est un système avec quatre exoplanètes.



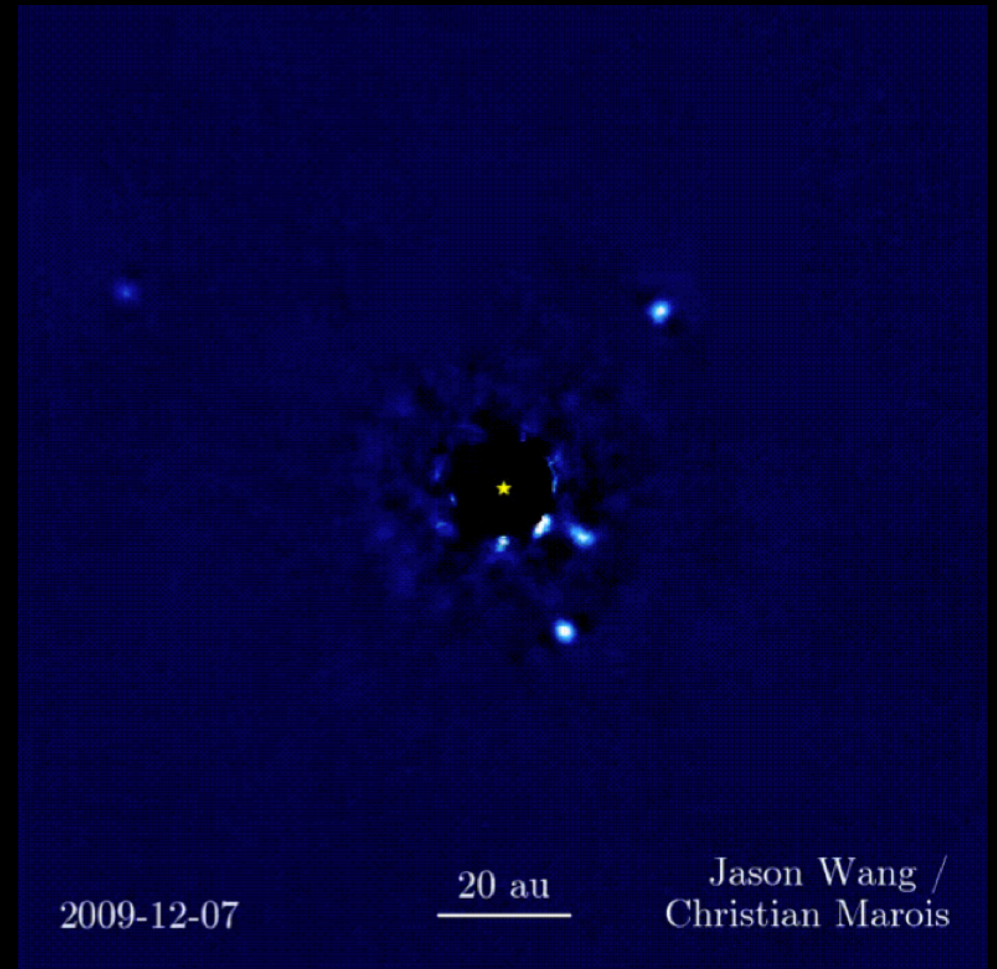
Christian Marois



René Doyon



David Lafrenière



2009-12-07

20 au

Jason Wang /
Christian Marois

Crédit: Jason Wang et Christian Marois

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HR_8799_Orbiting_Exoplanets.gif

La première photo (*imagerie directe*) d'une exoplanète a été réalisée en 2008, par une équipe internationale comprenant trois québécois. C'est un système avec quatre exoplanètes.



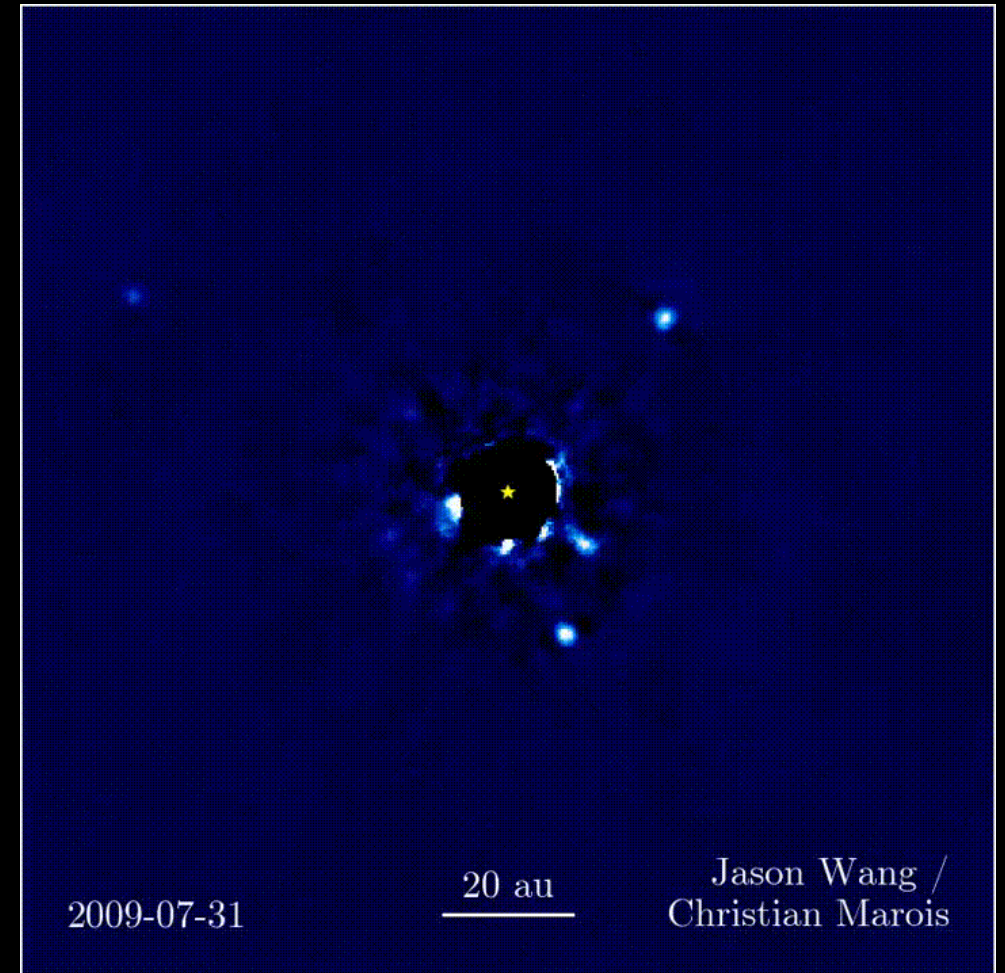
Christian Marois



René Doyon



David Lafrenière



Crédit: Jason Wang et Christian Marois

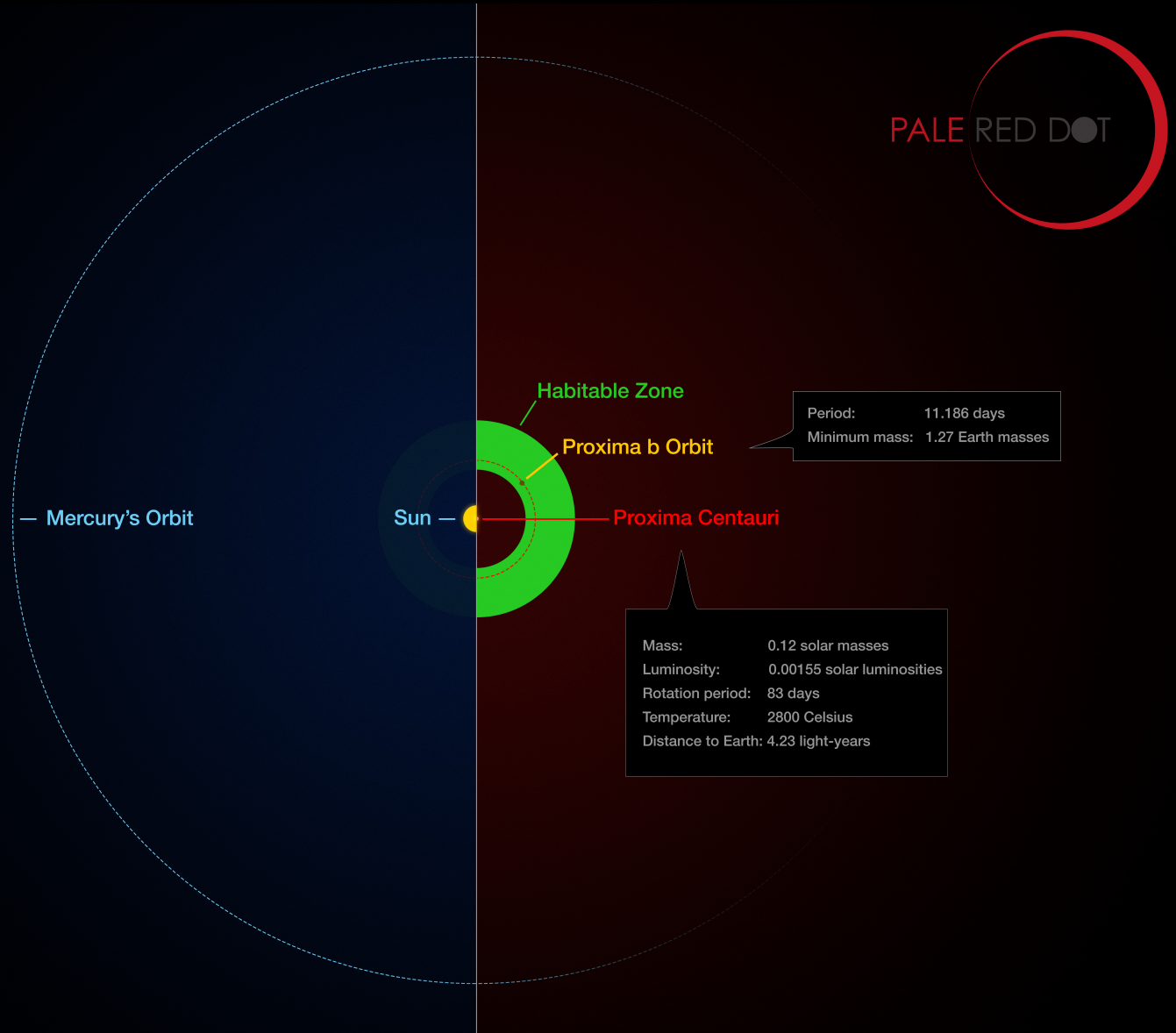
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HR_8799_Orbiting_Exoplanets.gif

QUELQUES SYSTÈMES PLANÉTAIRES INTÉRESSANTS....

PROXIMA CENTAURI

Exoplanète de grosseur similaire à la Terre dans la zone habitable de l'étoile la plus près du Soleil.

C'est notre voisine à 4,2 années-lumière!



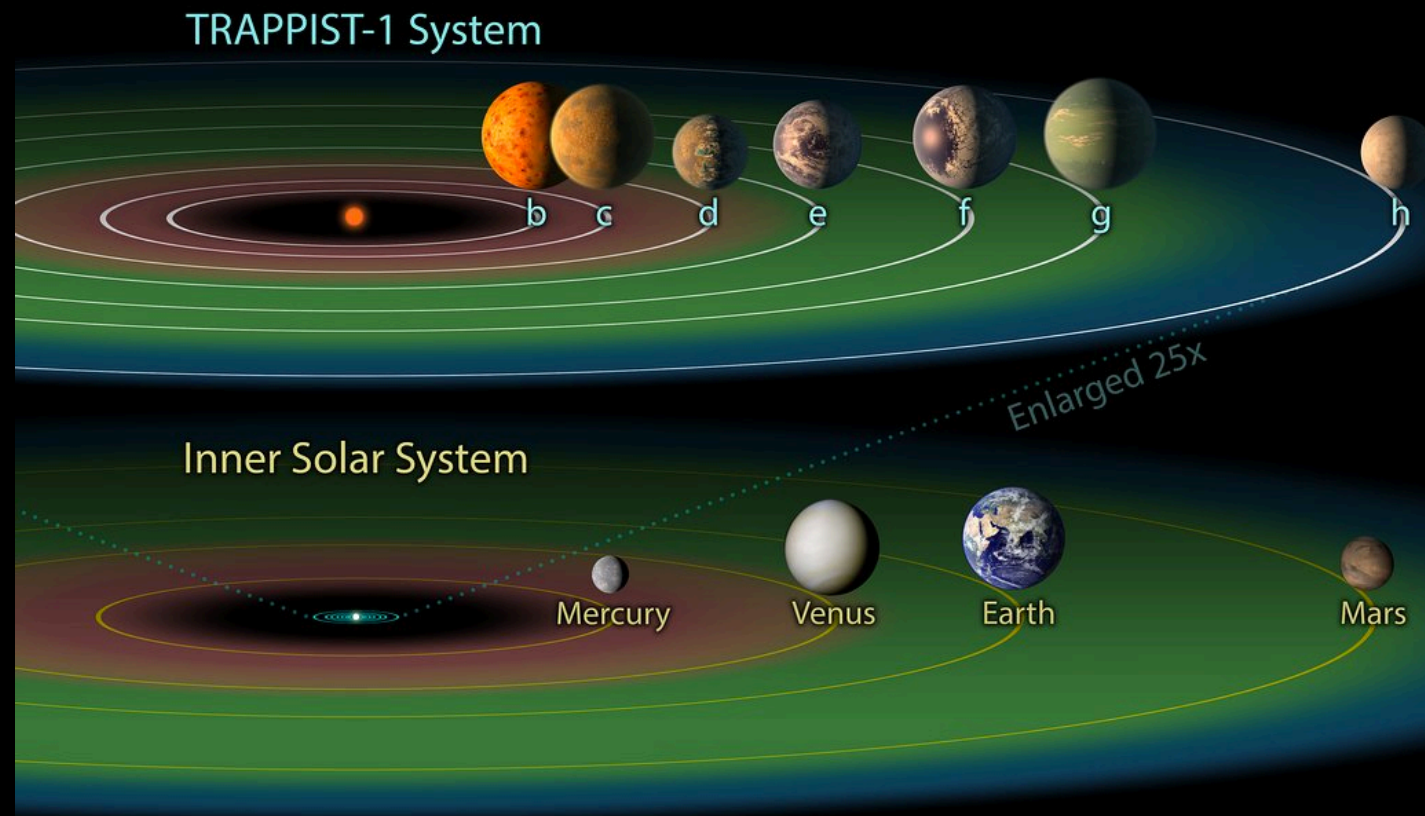


Paysage hypothétique sur la planète Proxima Centauri b, avec les trois étoiles du système visibles dans le ciel.

TRAPPIST-1

Système avec sept exoplanètes de grosseurs similaires à la Terre dont 3 dans la zone habitable.

Distance: 39 années-lumière



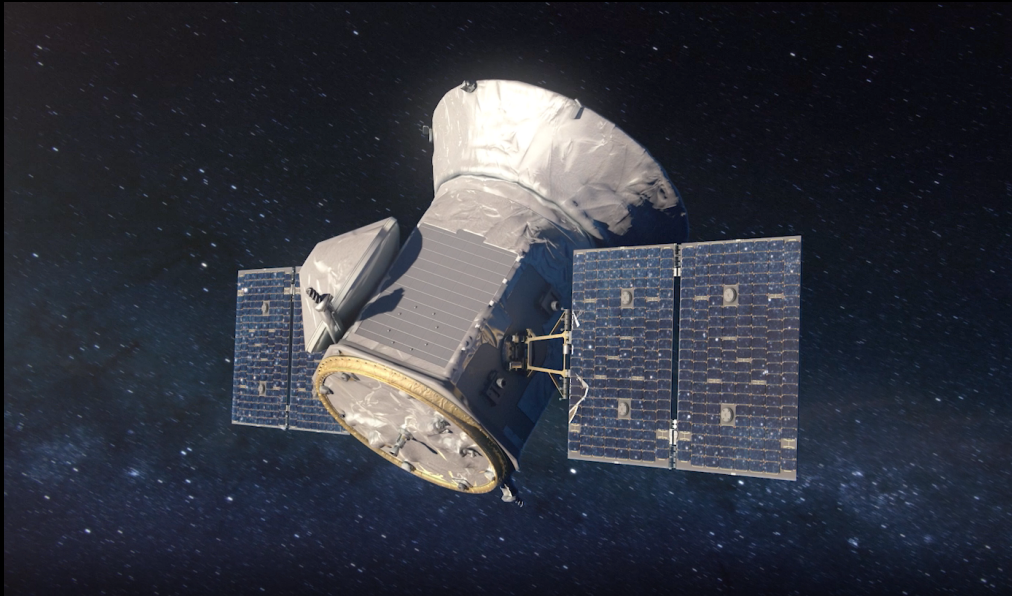
Illustration

Représentations d'artiste

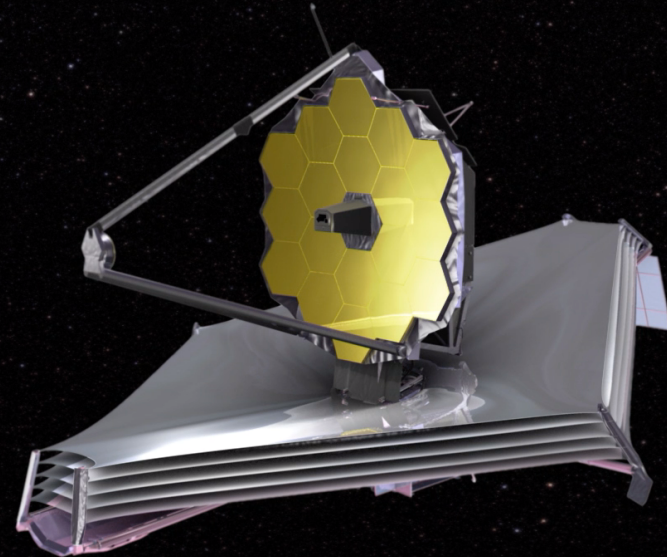
Crédit: NASA/JPL-Caltech

<https://www.spacetelescope.org/images/heic1802d/>

ET BEAUCOUP PLUS À VENIR...



TESS



James Webb Space Telescope
(JWST)

Crédit : NASA Goddard Space Flight Center
<https://svs.gsfc.nasa.gov/13238>
<https://svs.gsfc.nasa.gov/10660>

RÉFLEXIONS INTÉRESSANTES...

Quelle serait la preuve de vie extraterrestre (signal, biomarqueurs, visite...)?

Comment réagirait l'humanité à la découverte de vie extraterrestre?

À quoi ressemblerait cette vie?

Et si nous sommes vraiment seuls?

**DISCOVER
THE UNIVERSE**



**À LA DÉCOUVERTE
DE L'UNIVERS**

Contact Us!

Contactez-nous!

www.discovertheuniverse.ca | www.decouvertedelunivers.ca

info@discovertheuniverse.ca | info@decouvertedelunivers.ca



Discover the Universe
À la découverte de l'univers



DU_astronomy
DU_astronomie



facebook.com/discovertheuniverse
facebook.com/decouvertedelunivers