



« Cartes postales interstellaires »

Spectacle présenté par un médiateur scientifique.

Le planétarium et les médiateurs vous proposent dans la série de spectacles : « Histoires d'astronomie », un voyage à travers les siècles, pour suivre l'évolution d'un cheminement de pensée sur la pluralité des mondes habités.

De la philosophie d'Epicure aux envois de messages interstellaires, ce spectacle est un voyage sur la piste d'une éventuelle vie extraterrestre avec laquelle nous pourrions tenter de communiquer

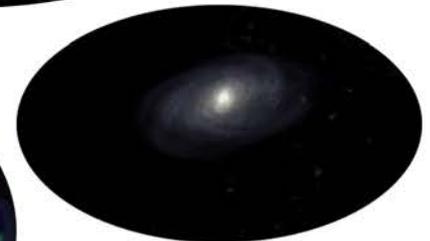
Niveau Tout public

Durée 45 minutes

© RSA cosmos
C.S.I.



© RSA cosmos
C.S.I.



© RSA cosmos
CSI

Un voyage temporel en compagnie
de notre guide virtuelle Uranie

Introduction

Sommes nous seuls dans l'univers ou existe t-il d'autres êtres vivants ?

Cette question est apparue très tôt dans l'antiquité et nous préoccupe toujours,

Elle se trouve au coeur de nombreux ouvrages et films de science-fiction, tels E.T., Contact, Premier contact

De cette quête une nouvelle science est née qui recherche de la vie intelligente dans l'univers et envoie des messages interstellaires. Mais comment signaler notre présence ?

Comment tenter de présenter notre planète et ses habitants ?

Faut-il envoyer des messages ou cela présente t-il un risque pour notre planète ?

Explorons l'évolution de cette question si essentielle à l'être humain : Est-ce qu'il y a quelqu'un ?

Développement



© CSI

Les Hommes se questionnent sur l'existence d'autres mondes habités probablement depuis qu'ils ont tourné les yeux vers le ciel. Trois cents ans avant J.- C. Epicure enseignait à ses disciples que l'univers devait comprendre une infinité de mondes et que « Ces mondes doivent être peuplés d'animaux, de plantes et de tous les êtres que nous observons ».

Cette idée fut rejetée par le géocentrisme, un modèle d'univers imaginé par Aristote. Dans cette conception, la Terre était immobile au centre de l'univers et tous les autres astres lui tournaient autour. La région de la Terre à la Lune était considérée comme celle du désordre, de la vie et de la mort mais au-delà de la Lune, on imaginait un monde immuable et parfait, le monde des dieux.

Cette vision de l'univers empêchait d'envisager l'existence de vie sur d'autres planètes, puisqu'elle est faite de changements et d'évolution, elle ne pouvait se trouver que sur Terre. Après plus de 1000 ans de géocentrisme conforté par l'église, la pensée se libère avec le modèle héliocentrique proposé par Copernic en 1543 et confirmé par les observations de Galilée avec sa lunette astronomique. La Terre n'a alors plus une position centrale et privilégiée. Comme les autres planètes elle tourne sur elle-même et autour de notre étoile, le Soleil.

En délogeant la Terre du centre de l'univers, l'idée de la pluralité des mondes habités peut réapparaître. La Terre est une planète comme les autres, le Soleil est une étoile comme les autres, alors notre monde habité est peut-être aussi un monde habité parmi tant d'autres.

Progressivement l'idée de l'existence de la vie ailleurs se développe au 19ème siècle. Les extraterrestres deviennent à la mode, on les imagine dans des œuvres de fiction comme dans le roman « Uranie » de l'astronome Camille Flammarion ; des scientifiques essaient de signaler notre présence sur Terre en projetant de dessiner des structures géométriques qui pourraient être visibles depuis le ciel, ou en tentant de communiquer avec des signaux lumineux ou avec des décharges électriques.

Dans la première moitié du vingtième siècle une nouvelle recherche scientifique voit le jour : SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) :

Des scientifiques écoutent l'univers avec de grands radiotélescopes, ils envoient des messages vers les étoiles et lancent des sondes spatiales équipées de plaques et de disques signalant la présence des Humains sur Terre.

En partance vers les confins du système solaire, ces sondes sont de véritables cartes postales interstellaires adressées à d'éventuelles civilisations extraterrestres. Ce n'est que le début de l'aventure, les projets de radioastronomie se développent, le temps d'observation, les fréquences observées, le nombre d'étoiles cibles augmentent.

En 2015 une nouvelle organisation internationale nommée METI (Messaging Extraterrestrial Intelligence) apparaît. Cette fois-ci les chercheurs se concentrent sur l'élaboration de messages à envoyer vers les étoiles les plus intéressantes pour la recherche de vie « intelligente ».

Ce cheminement de pensée nous place aujourd'hui face à de nouveaux questionnements : Quelles sont les meilleures étoiles cibles pour l'envoi de messages ?

Nos messages pourront-ils atteindre une civilisation technologiquement en phase avec la nôtre, ni trop primitive, ni trop avancée ?

Et si une communication s'établissait, quelles en seraient les conséquences ?

Contenu pédagogique de la séance

Les notions abordées

Cette séance peut être reliée à différentes matières : sciences de la vie et de l'univers, histoire, français et philosophie.

Astronomie et Physique

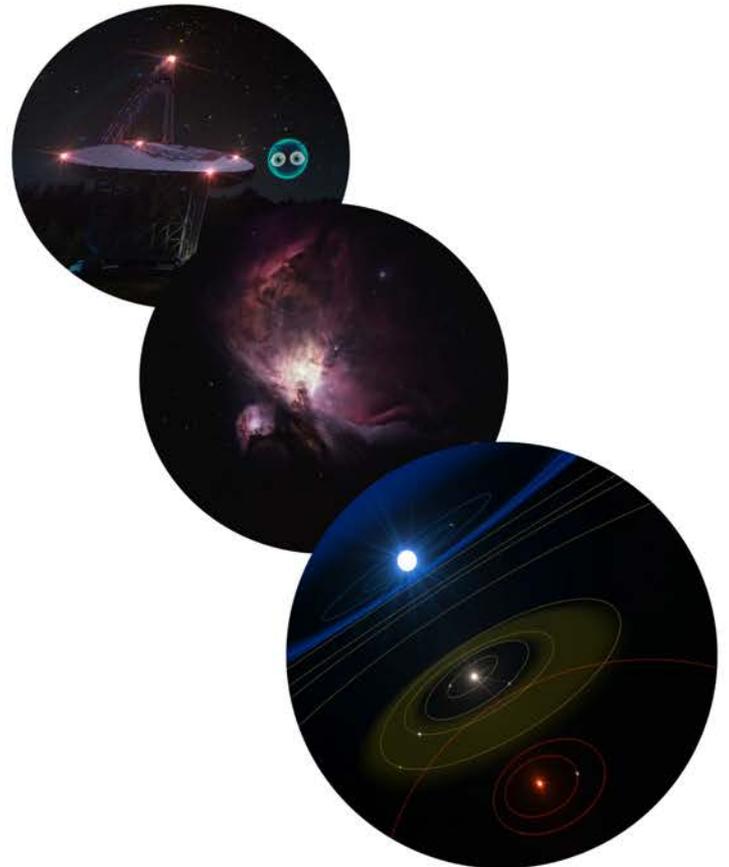
Galaxies, étoiles, nébuleuses, pulsars
Atomes, Hydrogène
Géocentrisme, héliocentrisme
Exoplanètes, température, pression
Longueur d'onde, visible et ondes radio
Vitesse de la lumière, année-lumière
Radiotélescopes
Particularités des étoiles naines rouges
Proxima du Centaure
L'étoile de Tabby KIC 8462852
Signal WOW

Exo / Astrobiologie

SETI METI
Equation de Drake
Particularités des étoiles naines rouges
Proxima du Centaure et l'exoplanète Proxima b
Conditions nécessaires à la vie telle que nous la connaissons
Zones d'habitabilité en fonction des différents types stellaires
Messages portés par les sondes spatiales Pioneer et Voyager
Messages envoyés par les centres de radioastronomie

Histoire et littérature

Pluralité des mondes habités : Epicure, Lucrèce, Giordano Bruno
Géocentrisme, héliocentrisme
Kepler et « Le Songe », Flammarion et « Uranie »
Projet pour signaler la présence des Humains sur Terre : Gauss, Cros, Tesla
Sphère de Dyson



© RSA cosmos
CSI



Questionnements et réflexions

Comment communiquer avec une éventuelle civilisation extraterrestre, quel langage pourrions-nous utiliser ?
Comment décrire notre planète sans risquer de la réduire à quelques clichés ?
Les envois de messages interstellaires sont-ils une chance pour notre planète ou risquent-ils de présenter un danger pour la vie sur Terre ?
Quels messages pourrions nous envoyer ?

Les séquences phares

Découverte d'une planète imaginée par l'astronome Camille Flammarion

Le roman Uranie, est le récit d'un voyage dans lequel Camille Flammarion guidé par la muse de l'astronomie (Uranie) explore d'autres mondes dont certains sont habités.

Dans cette séquence, le public entre dans le livre et découvre une planète éclairée par trois étoiles. Ce monde étrange abrite des êtres vivants ressemblant à des libellules de taille humaine.

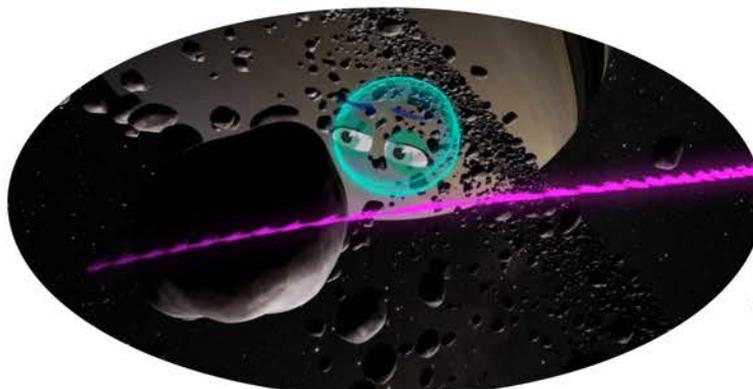


L'imaginaire de Camille Flammarion nous fait découvrir des êtres très différents des humains, dotés de sens et de capacités que nous n'avons pas. Certains sont télépathes, d'autres frissonnent au passage d'une comète. Ces extraterrestres ont des caractéristiques physiques et psychiques qui dépendent des conditions de leurs planètes.

Le voyage du message d'Arecibo

Ce message a été envoyé en 1974 par le radiotélescope d'Arecibo à Porto Rico. Porté par la lumière dans le domaine des ondes radio, il voyage à la vitesse de la lumière 300 000 km/s.

Cette séquence propose de suivre le signal jusqu'à l'amas d'étoiles d'Hercule, situé à 25 000 al de la Terre. Il s'agit de montrer le lien entre les distances et le temps de voyage à la vitesse de la lumière mais aussi de définir l'année lumière.



Contenu pédagogique de la séance

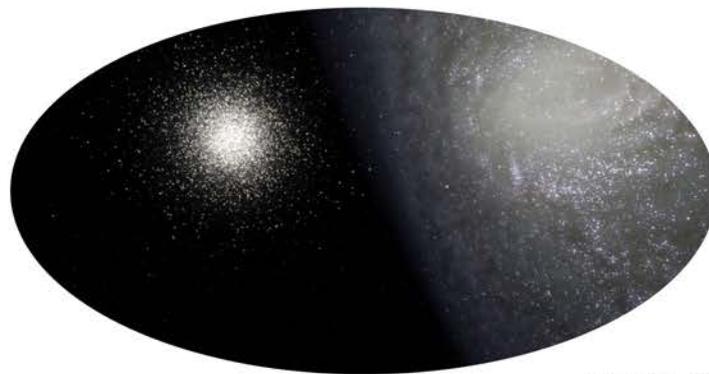
En voyageant à la vitesse de la lumière, le signal passe près de la Lune en un peu plus d'une seconde et il lui faudra 25 000 ans pour atteindre l'amas d'étoiles d'Hercule. Un début de communication avec une éventuelle civilisation de cet amas mettrait au mieux 50 000 ans juste pour se saluer.

L'envoi du message d'Arecibo était en 1974 le moyen d'intéresser le plus grand nombre à la recherche SETI mais si l'on veut avoir la possibilité de communiquer avec une éventuelle civilisation, pour gagner du temps il faudra cibler des étoiles situées seulement à quelques années-lumière de la Terre.

En suivant ce signal le public passe près de la Lune, il traverse les anneaux de Saturne, puis il sort du système solaire et de notre galaxie.

Une pause musicale lui permet de contempler la Voie lactée dans sa globalité, mais le voyage n'est pas terminé, l'un des moments les plus spectaculaires arrive, la traversée de l'amas d'étoiles d'Hercule au-dessus du plan galactique.

Le public vient de faire un voyage qui prendra 25 000 ans au message d'Arecibo.



L'amas d'étoiles d'Hercule et la Voie lactée

© RSA cosmos
C.S.I.



Traversée de l'amas d'Hercule



Contenu pédagogique de la séance

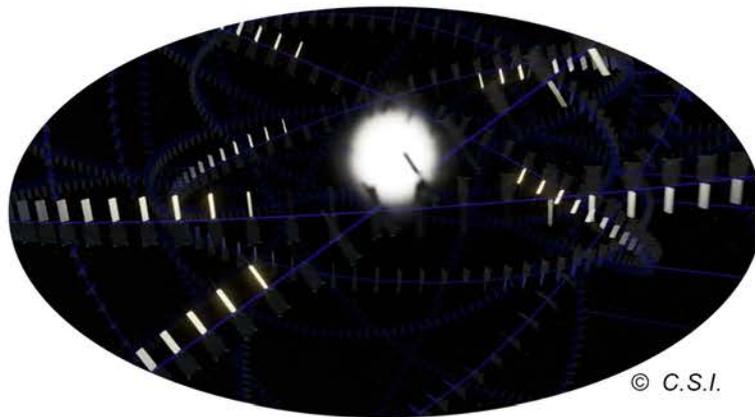
La sphère de Dyson

C'est une gigantesque structure envisagée par le physicien et auteur de science-fiction Freeman Dyson. Il a imaginé qu'une civilisation très avancée sur le plan technologique pourrait construire une structure en forme de coquille, ou d'anneaux autour d'une étoile de manière à capter son énergie. Une telle structure cacherait l'étoile de temps en temps, produisant d'importantes variations de luminosité qui nous sembleraient aléatoires.

L'astronome Jason Wright a émis l'idée que les variations de luminosité observées sur l'étoile de Tabby (observations réalisées par l'astrophysicienne Tabetha boyajian en 2015) pourraient éventuellement s'expliquer par la présence d'une sphère de Dyson.

Des radiotélescopes ont observé l'étoile de Tabby mais aucun signal artificiel, ni aucune civilisation n'ont été détectés.

La présence d'une éventuelle sphère de Dyson est une hypothèse parmi de nombreuses autres qui donnent une explication naturelle à ce phénomène, comme par exemple des passages de poussières provenant de la dislocation d'une exolune devant l'étoile.



© C.S.I.

Envois d'un message vers une exoplanète proche de la Terre

L'organisation METI compte envoyer un message vers l'étoile Proxima du Centaure, située à seulement 4,2 années-lumière de la Terre. Cette étoile est entourée de plusieurs planètes dont Proxima b qui circule dans sa zone d'habitabilité.

Cette exoplanète abrite-t-elle la vie ? Personne ne le sait. Si c'est le cas, elle peut se trouver à un stade d'évolution encore primitif, mais elle peut aussi être plus évoluée et même être capable de communiquer. Quelles seraient alors les conséquences de cette démarche ? Cette séquence est une illustration de l'artiste Marc Bouley, elle invite le public à plonger dans l'océan d'un monde extraterrestre imaginaire.



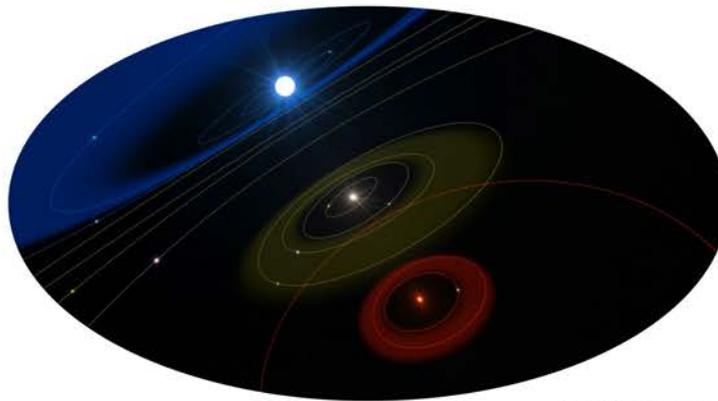
© Marc Bouley

Contenu pédagogique de la séance

Zoom sur ...

Zoom sur les zones d'habitabilité

Quelles exoplanètes cibler pour les envois de messages interstellaires ? Dans un premier temps, il faut trouver des exoplanètes potentiellement habitables parmi les milliers d'exoplanètes déjà repérées, (près de 5000 début 2022). Les scientifiques s'appuient sur ce que nous connaissons, la vie fondée sur la chimie du Carbone. Pour que de la vie existe sur une planète, certaines conditions sont nécessaires, comme la présence d'eau liquide en surface de façon permanente, ce qui nécessite une atmosphère ayant une température et une pression adéquates. La zone autour d'une étoile où ces conditions physiques sont réunies s'appelle la « zone d'habitabilité ». Par exemple dans le système solaire, elle se trouve entre Vénus et Mars, c'est la région où circule notre planète.



© RSA cosmos
C.S.I.

L'emplacement de cette zone dans un système planétaire dépend du type de son étoile. Pour les naines rouges, moins massives et plus froides que le Soleil, la zone d'habitabilité se trouve plus près de l'étoile. Par contre, pour les géantes bleues, plus massives et plus chaudes que le Soleil, elle s'en trouve bien plus éloignée. Cependant cette définition de « Zone d'habitabilité » tend à évoluer en fonction des nouvelles connaissances. Par exemple dans le système solaire, on trouve des océans d'eau liquide sous la surface de certains satellites de Jupiter et de Saturne qui ne sont pourtant pas dans notre zone d'habitabilité mais dont l'emplacement pourrait éventuellement être considéré comme tel. Cette notion de « zone d'habitabilité » en pleine évolution reste encore à redéfinir.

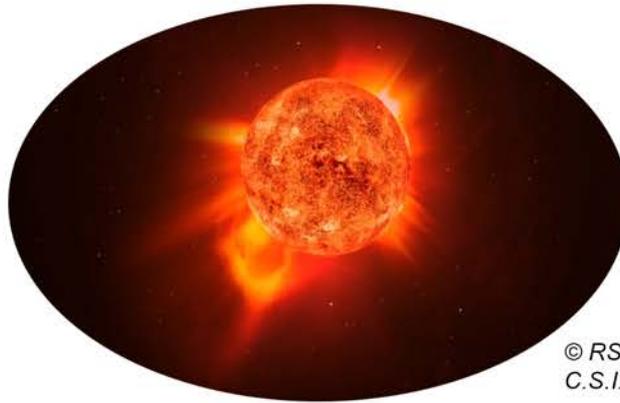
Zoom sur les étoiles Naines rouges

Ces étoiles sont particulièrement intéressantes car elles sont nombreuses, elles représentent environ 80 % des étoiles de notre galaxie, et elles ont des durées de vie très longues, ce qui laisse plus de chance à une éventuelle vie pour se développer et atteindre un stade où elle serait capable de communiquer.

Le METI cible donc en priorité des naines rouges comme l'étoile de Luyten, située dans la constellation du petit chien (message sonar calling envoyé en 2017) .

Contenu pédagogique de la séance

Les naines rouges sont des étoiles assez violentes, elles envoient dans l'espace de gigantesques bouffées de rayonnement X et UV qui sont extrêmement dangereux pour la vie.

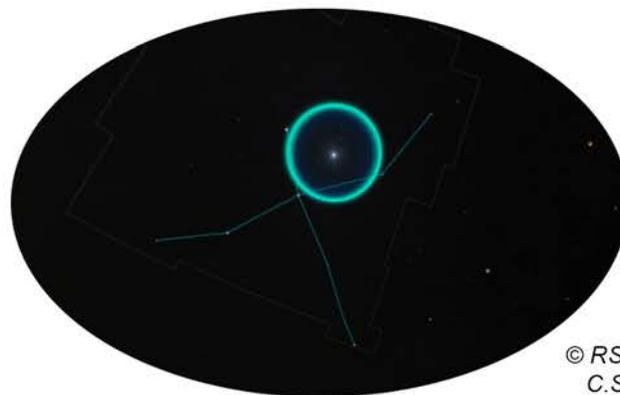


© RSA cosmos
C.S.I.

Ces rayonnements pourraient détruire la vie sur une exoplanète un peu trop proche de son étoile, à moins qu'elle soit capable de s'en protéger. Sur Terre, des formes de vie, comme certains coraux ont réussi à développer une protection basée sur un processus de fluorescence. Malgré leur très fort caractère, les naines rouges restent donc des étoiles intéressantes pour la recherche de la vie.

Zoom sur l'étoile de Tabby

L'étoile KIC 8462852 surnommée l'étoile de Tabby ou étoile mystérieuse est une étoile jaune - blanche de 1,43 Masses Solaires et située à 1468 al de la Terre dans la constellation du Cygne.



© RSA cosmos
C.S.I.

En étudiant les données du télescope Kepler, l'astrophysicienne Tabetha Boyajian de l'Université de Louisiane a remarqué sur cette étoile une variation de luminosité inhabituelle, qui n'avait encore jamais été observée sur aucune autre étoile. Sa luminosité varie de 1 à 22 % de façon aléatoire. Son étude spectroscopique a aussi révélé une autre particularité étonnante, ces variations de luminosité sont différentes en fonction de la longueur d'onde étudiée. Pour expliquer ce phénomène plusieurs causes d'origine naturelle ont été évoquées ainsi qu'une cause d'origine artificielle, une sphère de Dyson. Des observations réalisées à l'aide du champ de radiotélescopes Allen Telescope Array (ATA) n'ayant pas détecté de signaux d'une civilisation extraterrestre, cette hypothèse a été rejetée.

Parmi les autres hypothèses avancées, on trouve des comètes en orbite autour de l'étoile, la présence de gigantesques nappes de poussières, des chutes d'astéroïdes, et de planètes et des débris de tailles importantes provenant de la dislocation d'une exolune.

En effet des chercheurs ont imaginé que l'explosion d'une exolune aurait pu laisser toute une série de débris qui pourraient cacher l'étoile de temps en temps.

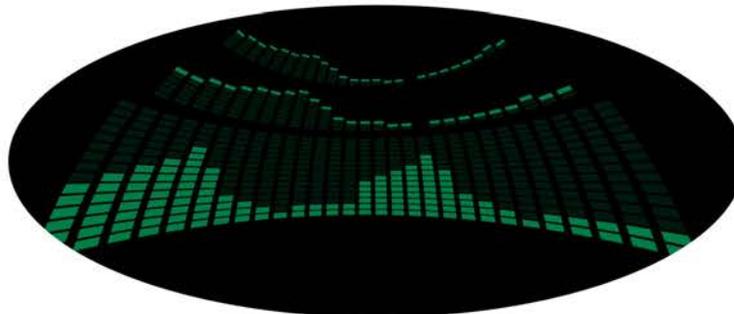
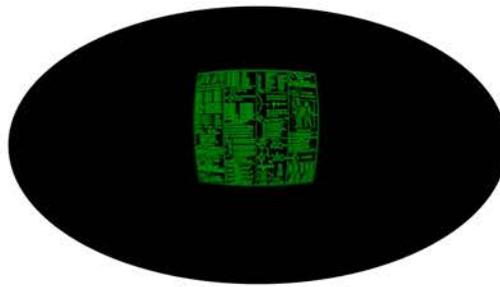
Contenu pédagogique de la séance

Cette idée semblait la plus pertinente mais une récente découverte vient de faire éclore une nouvelle hypothèse qui pourrait bien lui voler la première place.

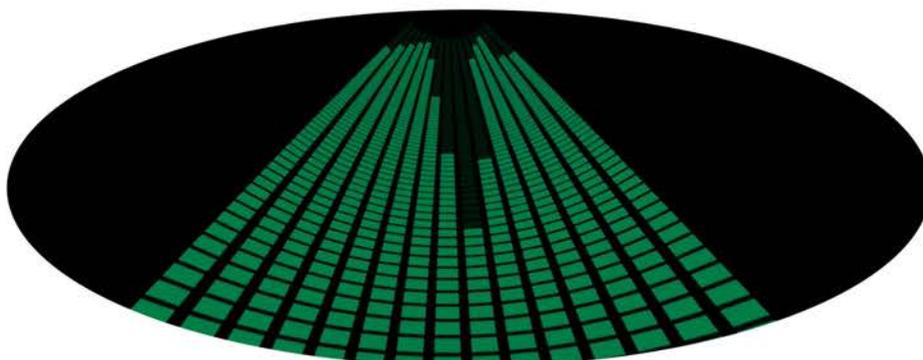
L'équipe de Logan Pearce de l'université d'Arizona a étudié l'étoile de Tabby en utilisant le télescope Keck à Hawaï et les données provenant du satellite Gaïa. Cette équipe a montré que l'étoile fait partie d'un système d'étoiles doubles. Elle serait accompagnée d'une étoile naine rouge dont la masse correspond à la moitié de celle du Soleil. Il est possible que des planètes circulant autour de ces étoiles aient été bousculées par les forces de marées du système, ce qui auraient conduit à leur destruction et à l'apport de gigantesques débris devant l'étoile de Tabby.

Zoom sur le METI

En 2015, l'astrobiologiste et psychologue Douglas Vakoch, ancien directeur des messages interstellaires au SETI institute, a créé une nouvelle organisation, le METI international. Cette organisation est spécialisée dans l'envoi de messages interstellaires et est à l'origine du message « Sonar calling » envoyé en 2017 lors d'un festival de musique électronique. L'organisation METI essaie de présenter les humains de façon plus complète, nos capacités à élaborer des raisonnements scientifiques mais aussi à créer des œuvres artistiques. Lors de cet évènement, 33 morceaux de musique ont été envoyés dans l'espace.



Le METI envoie des messages vers des étoiles proches de la Terre ayant au moins une planète dans leur zone d'habitabilité, c'est pourquoi Douglas Vakoch compte envoyer un signal vers l'étoile Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche du système solaire, située à seulement 4,2 années - lumière de la Terre. Cette étoile a une planète dans sa zone habitable dont la masse fait environ 3 fois celle de la Terre et dont la température de l'atmosphère permettrait éventuellement la présence d'eau liquide en permanence. Le METI prévoit aussi l'envoi d'une centaine d'autres messages en 2022, d'après une annonce faite par D. Vakoch à Paris en 2021 lors de l'avant première du spectacle « Cartes postales interstellaires ».



Bibliographie



Livres :

« A la recherche d'intelligences extraterrestres »
Florence Raulin Cerceau
avec la collaboration de Dodji Cyrille Olou
Collection Nouveau Monde 2019

© CSI

« Sommes-nous seuls dans l'univers ? »
Catherine David Jean-Philippe de Tonnac Jean Heidmann
Frédéric Lenoir Nicolas Prantzos
Edition Fayard

Sites :

Le SETI institute
<https://www.seti.org/>

Le projet Breakthrough Listen à l'université Berkeley
<https://seti.berkeley.edu/listen/>

L'organisation METI
<http://meti.org/>