

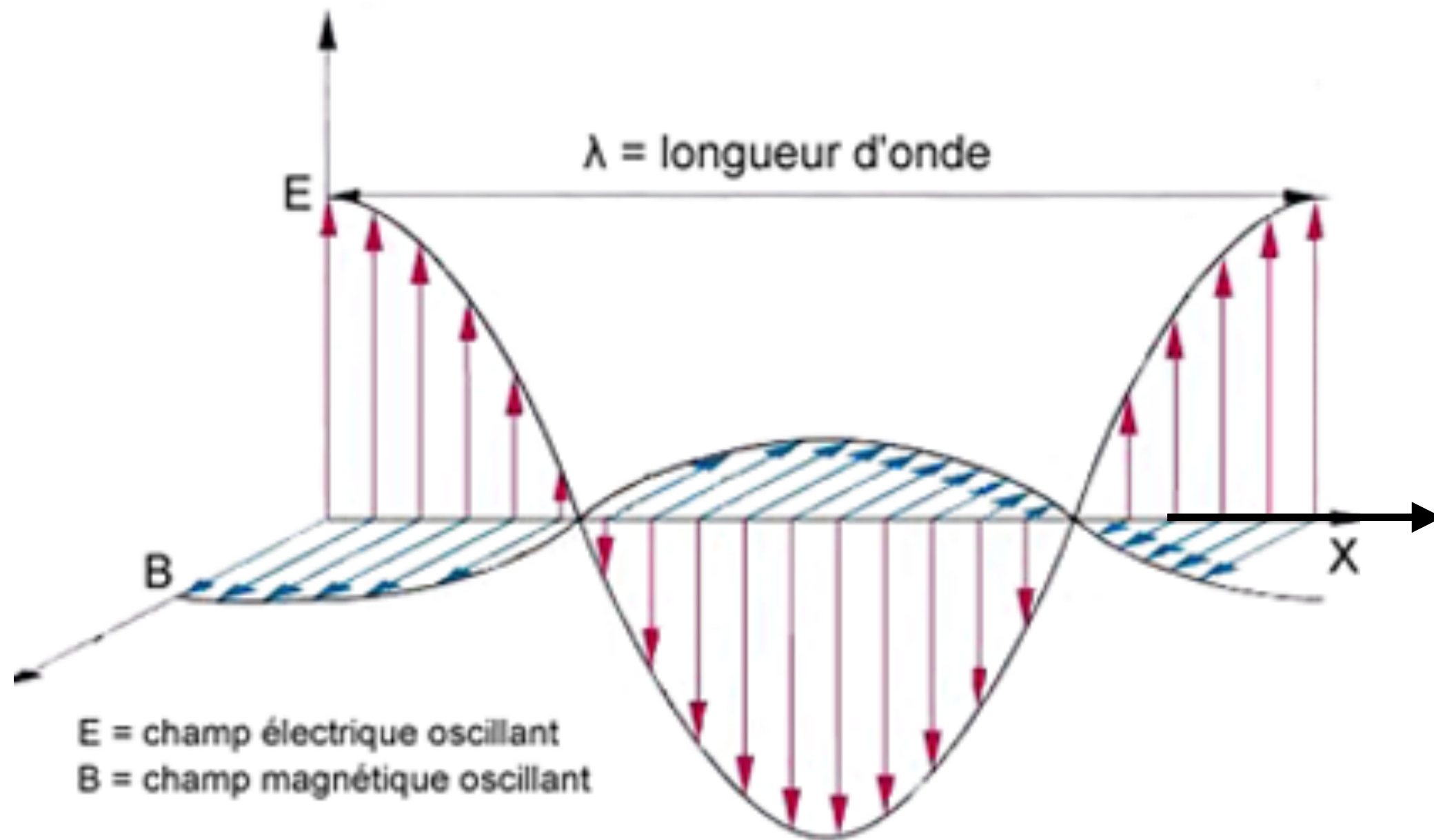
SETI : Search for Extra Terrestrial Intelligence

*A la recherche d'intelligence
Extra-Terrestre*

Philippe ZARKA

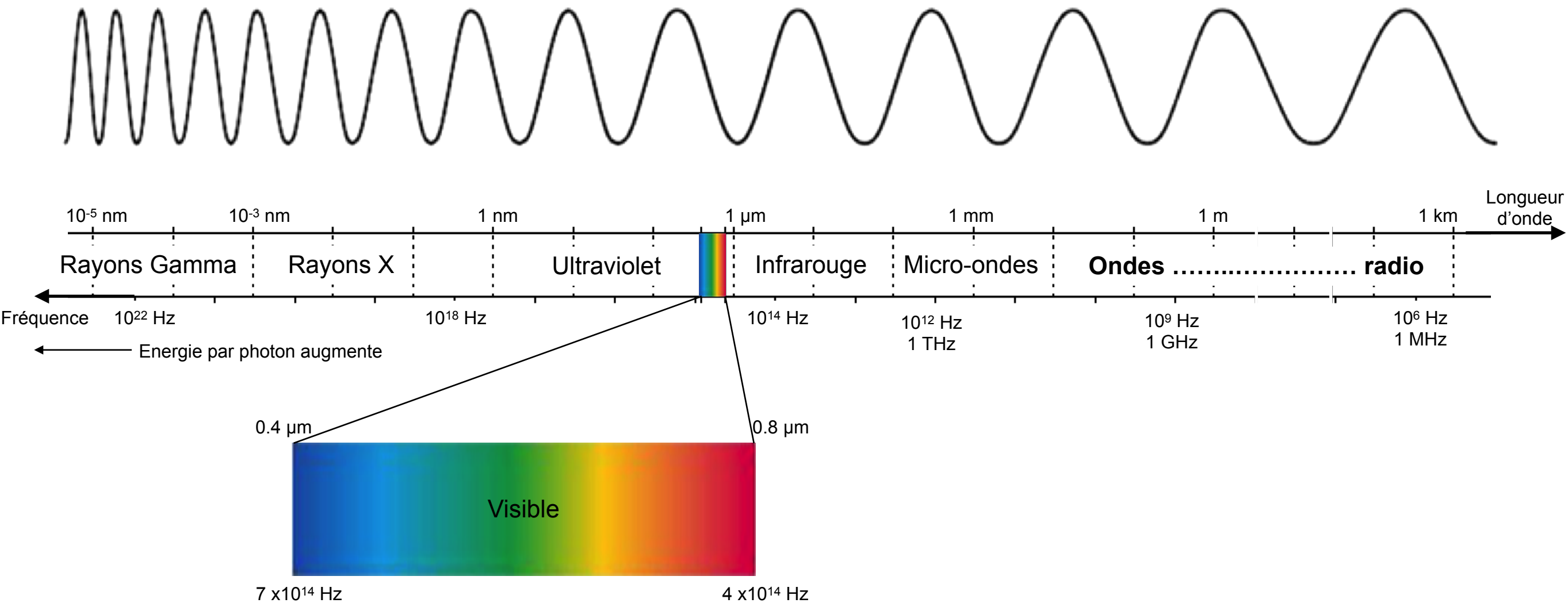
*LESIA & Station de Radioastronomie de Nançay
CNRS - Obs. Paris - PSL*

La lumière est une onde électro-magnétique



= de l'énergie qui se propage à 300000 km/s de manière "organisée",
sous forme d'une ondulation

Ondes lumineuses visibles et invisibles, ondes radio



$$\lambda = c / f$$

$$c = 300000 \text{ km/s}$$



Non connecté [Discussion](#) [Contributions](#) [Créer un compte](#) [Se connecter](#)

[Article](#)

[Discussion](#)

[Lire](#)

[Modifier](#)

[Plus](#) ▼

Rechercher



Search for Extra-Terrestrial Intelligence

Search for Extra-Terrestrial Intelligence, ou **SETI** (que l'on peut traduire par « recherche d'une intelligence extraterrestre »), est un programme d'origine américaine qui date des [années 1960](#). Il regroupe des projets dont le but est de détecter les signaux qu'une [intelligence extraterrestre](#) pourrait émettre, volontairement ou non, depuis sa planète d'origine. Les projets analysent le [spectre électromagnétique](#) provenant de l'espace et essaient de détecter les [signaux](#) par opposition au [bruit](#) aléatoire.

Le programme ne suppose pas forcément que ces extraterrestres essayent de nous contacter. Il essaie de repérer les ondes émises de manière intentionnelle ou non. De même, les ondes électromagnétiques émises de la Terre à chaque instant pourraient être détectées depuis l'espace sans que les humains cherchent pour autant à signaler leur présence.

Depuis le premier [projet Ozma](#) de [Frank Drake](#) en [1959](#), on en compte en 2010 près de 90. Parmi les promoteurs du projet, on peut citer [Carl Sagan](#).



WIKIPÉDIA
L'encyclopédie libre

[Accueil](#)

[Portails thématiques](#)

[Article au hasard](#)

[Contact](#)

Contribuer

[Débuter sur
Wikipédia](#)

[Aide](#)

[Communauté](#)

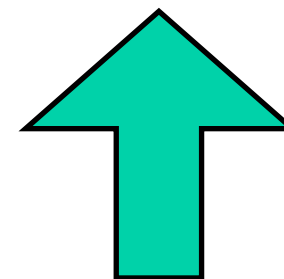
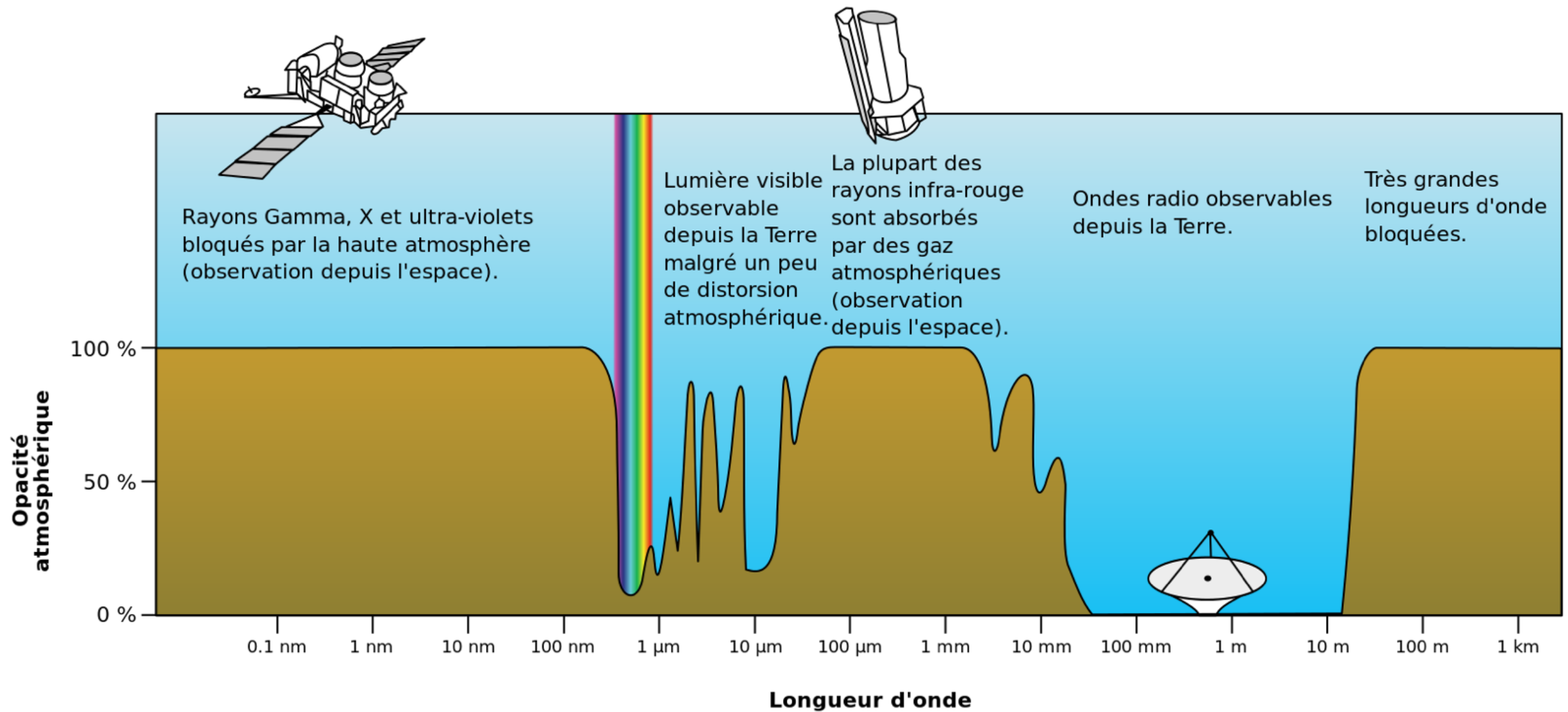
[Modifications
récentes](#)

[Faire un don](#)

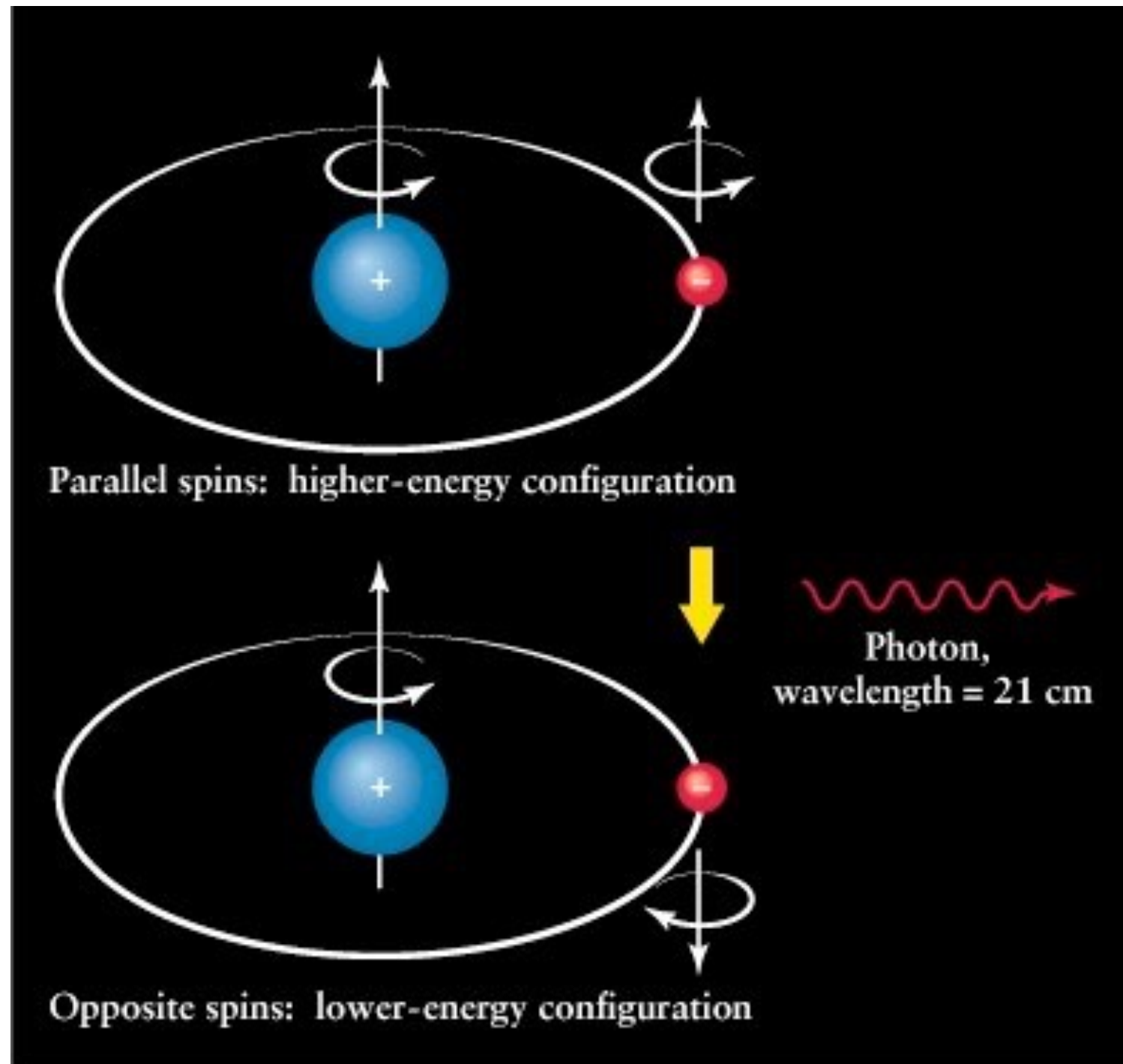
Outils

[Pages liées](#)

Le spectre électromagnétique



La raie H₁ de l'hydrogène neutre



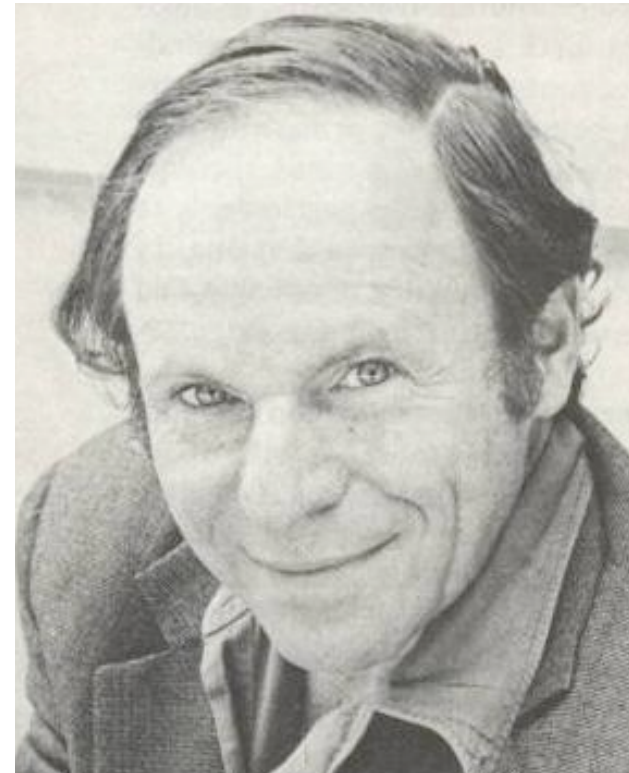
$$f = 1420 \text{ MHz} \Leftrightarrow \lambda = 21 \text{ cm}$$

L'article fondateur

SEARCHING FOR INTERSTELLAR COMMUNICATIONS

By GIUSEPPE COCCONI* and PHILIP MORRISON†

Cornell University, Ithaca, New York



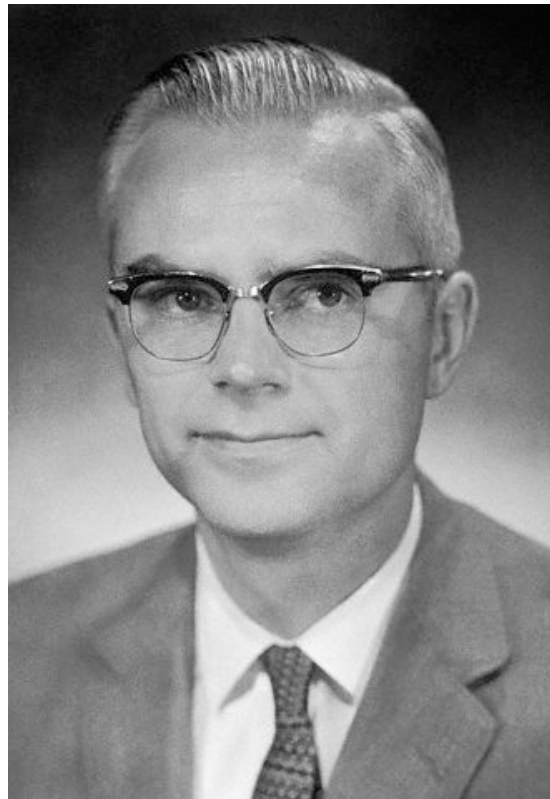
⇒ préconise d'utiliser H_1

Photon radio = support électriquement neutre (propagation rectiligne indépendante de E & B Galactiques), stable/t ($\neq$ radioactivité), très pénétrant dans l'espace ($\neq$ ondes lumineuses/poussières), faciles à produire et détecter ($\neq$ neutrinos ou ondes gravitationnelles)

Le Projet OZMA

Avril - Juillet 1960 puis 1972-76

1 canal de 100 Hz accordé manuellement dans $\delta f = 400$ kHz à ~ 1420.4 MHz



Frank Drake



674 étoiles observées → sans succès

Question

" Existe-t-il d'autres civilisations intelligentes / technologiquement avancées dans l'Univers ? "

→ Réponse intuitive

" Il y a d'innombrables étoiles, donc probablement beaucoup de planètes, et si la vie (l'intelligence, la technologie) est apparue chez nous, cela a dû se passer ailleurs également.
(en beaucoup d'endroits ?) "

=

"Principe de médiocrité"

→ Réponse scientifique ?



Équation de Drake (1961) = la théorie de SETI

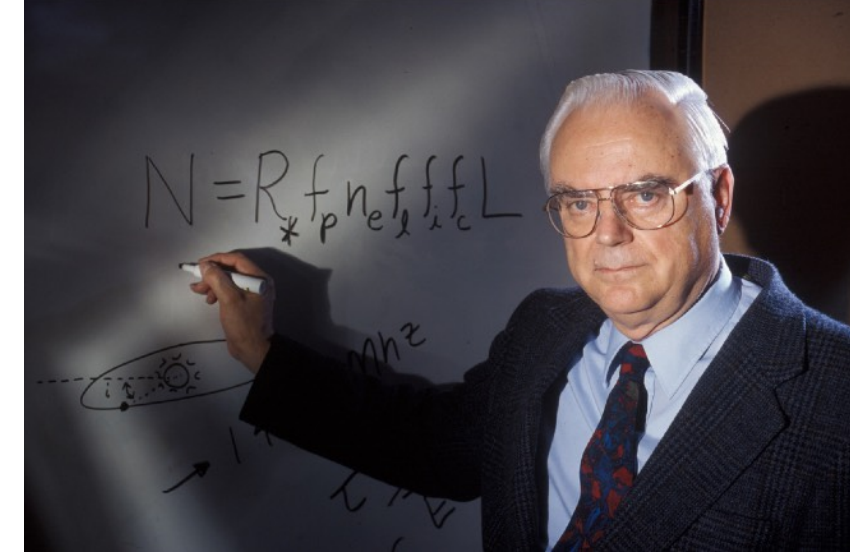
On se limite à notre galaxie



(les galaxies les plus proches
sont à des centaines de milliers d'années-lumière de distance !)

Équation de Drake

→ Nombre de civilisations avec lesquelles nous pourrions communiquer aujourd'hui



$$N_{\text{civ}} = (N_* / T_{\text{gal}}) \times P_{\text{pla}} \times P_{*_{\text{ok}}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \times P_{\text{vie}} \times P_{\text{int}} \times P_{\text{civ}} \times T_{\text{civ}}$$

avec

N_* le nombre d'étoiles dans la Galaxie

T_{gal} l'âge de la Galaxie (en années)

→ $N_* / T_{\text{gal}} = N_{*/\text{an}} \approx$ le nombre d'étoiles naissant chaque année dans notre Galaxie

$P_{\dots}$ = probabilité ou fraction des étoiles satisfaisant à une condition particulière

(P de 0 à 100%, c'est-à-dire de 0 à 1)

Équation de Drake

$$N_{\text{civ}} = \left(N_{\text{*}} / T_{\text{gal}} \right) \times P_{\text{pla}} \times P_{\text{*ok}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \times P_{\text{vie}} \times P_{\text{int}} \times P_{\text{civ}} \times T_{\text{civ}}$$

P_{pla}	=	probabilité	que l'étoile possède des planètes
$P_{\text{*ok}}$	=	"	que l'étoile ait les "bonnes" caractéristiques
P_{mpla}	=	"	que la masse de la planète soit "correcte"
P_{dpla}	=	"	que la distance planète-étoile soit "correcte"
P_{vie}	=	"	que la vie apparaisse
P_{int}	=	"	que l'intelligence apparaisse
P_{civ}	=	"	qu'une civilisation technologique se développe
T_{civ}	=		durée de vie (en années) d'une telle civilisation

→ Mesure de notre ignorance ...

- BILAN DES CONNAISSANCES ACTUELLES ...

$$N_{\text{civ}} = \left(N_{\star} / T_{\text{gal}} \right) \times P_{\text{pla}} \times P_{\star\text{ok}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \times P_{\text{vie}} \times P_{\text{int}} \times P_{\text{civ}} \times T_{\text{civ}}$$

→ $N_{\star} \approx 100$ à 200 milliards (1 à 2×10^{11})

→ $T_{\text{gal}} \approx 10$ milliards d'années (10^{10})

→ $N_{\star}/\text{an} \approx 10$ à 20 (quasi-constant depuis ≈ 5 milliards d'années)

→ $P_{\text{pla}} \times P_{\star\text{ok}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \approx 20\%$? (Corot, Kepler, Tess <http://exoplanet.eu>)

→ $P_{\text{vie}} \ \& \ P_{\text{int}}$ 1 ? 1% ? 0.01% ? 0.00000001% ?

→ $P_{\text{civ}} \approx 1/4$ d'après l'histoire humaine

(civilisation occidentale technologique)

→ T_{civ} = inconnue majeure ...

... et il semble que nous soyons très mal partis

- RÉSULTAT

$$N_{\text{civ}} = \left(N_{\star} / T_{\text{gal}} \right) \times P_{\text{pla}} \times P_{\star\text{ok}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \times P_{\text{vie}} \times P_{\text{int}} \times P_{\text{civ}} \times T_{\text{civ}}$$

Calcul "optimiste" :

$$\begin{aligned} N_{\text{civ}} &= (20) \times 20\% \times 1? \times 1? \times 1/4 \times T_{\text{civ}} \\ &\leq T_{\text{civ}} \end{aligned}$$

- Si $T_{\text{civ}} = 1000 - 10000$ ans, et/ou que P_{vie} et/ou P_{int} soient $\ll 1$
→ $N_{\text{civ}} < 1$, donc en réalité $N_{\text{civ}} = 1$ (puisque nous sommes là),

MAIS ALORS NOUS SOMMES SEULS !

- Si $T_{\text{civ}} = 10^8$ ans (100 millions d'années)
→ il pourrait exister actuellement des dizaines de milliers de civilisations technologiquement évoluées dans notre Galaxie

→ SETI !

- SETI : un contexte optimiste

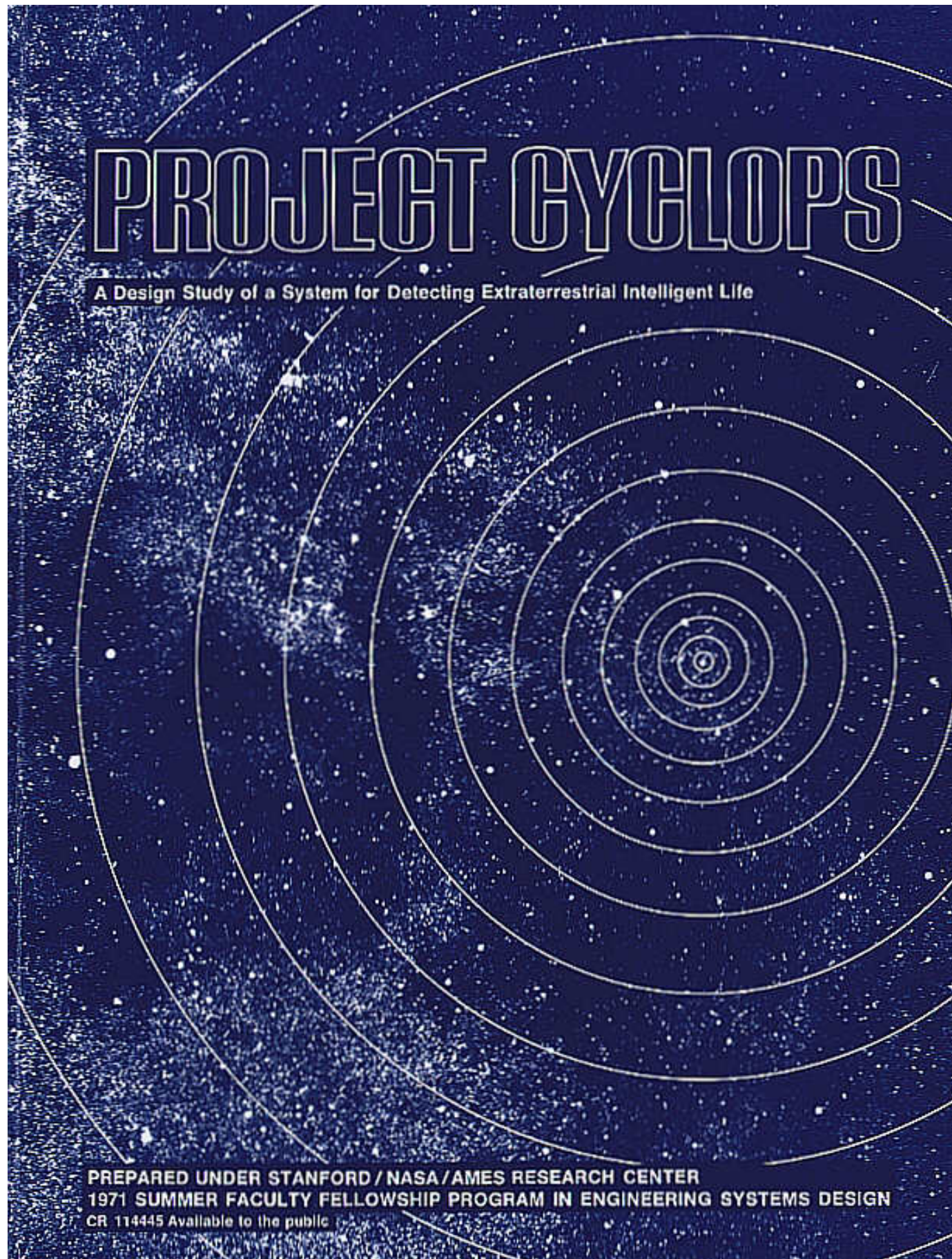
Universalité des lois de la physique

$$N_{\text{civ}} \sim T_{\text{civ}} \gg$$

5 Hypothèses de base (fortes !) :

- **Vie, intelligence & technologie** = tendance générale de l'évolution
→ **fréquentes** dans notre Galaxie (& l'Univers)
 - Temps d'apparition de la vie intelligente sur une planète favorable $\ll$ âge Galaxie (= "**médiocrité temporelle**", opposée à l'interprétation "anthropique")
 - Il n'existe pas de Superscience (voyage hyper-spatial...)
→ **vitesse de la lumière = limite** au voyage spatial
 - Des créatures intelligentes exploreront la Galaxie sous forme de la **recherche pacifique d'échange** d'information par télécommunication
 - $\approx$ "**club Galactique**" **bienveillant**, accueillant / prêt à aider de nouveaux membres à technologie émergente
- chercher même si on n'est pas sûr qu'il y a quelque chose à chercher !
- **fréquence de prédilection 1420 MHz, longueur d'onde de 21 cm (H_I)**

Contexte historique : la première bible de SETI



1971

Le message d'Arecibo

Nombres binaires

HCNOP = ADN

12 nucléotides de l'ADN

Double hélice

Humanité

Planètes

Radiotélescope

Diamètre en longueur d'onde

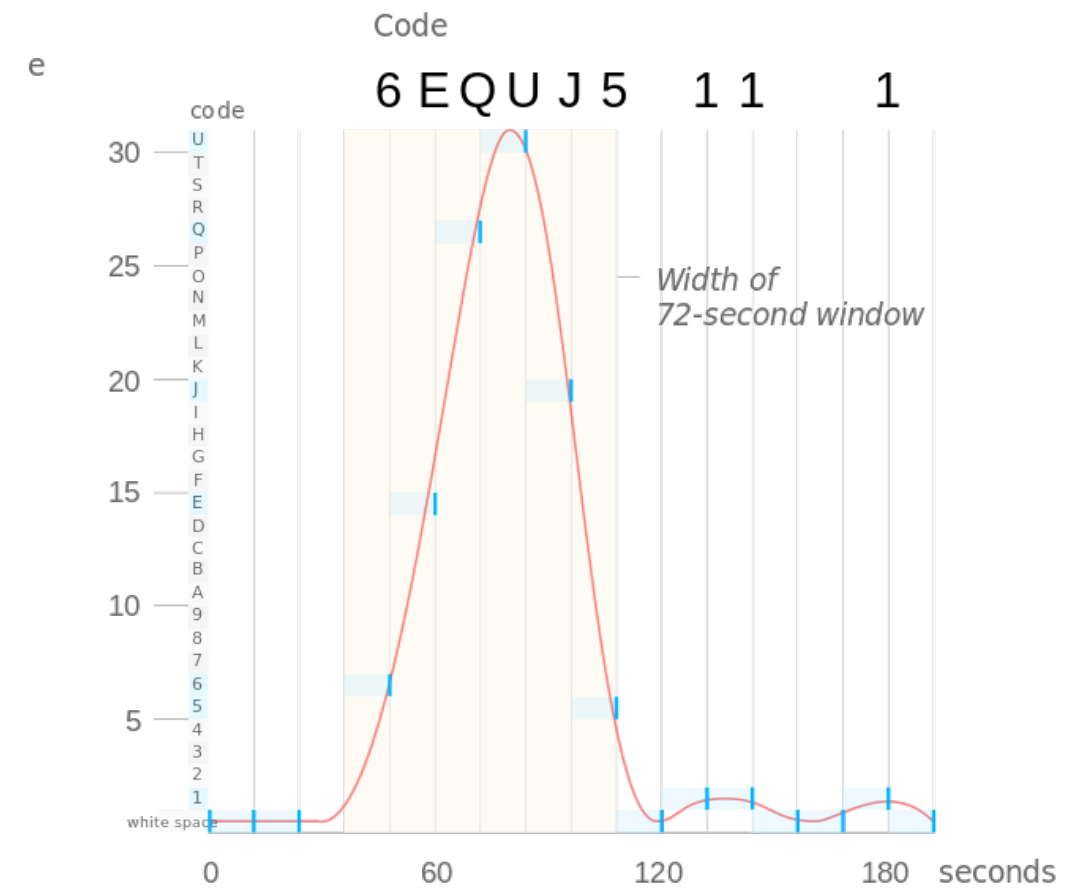
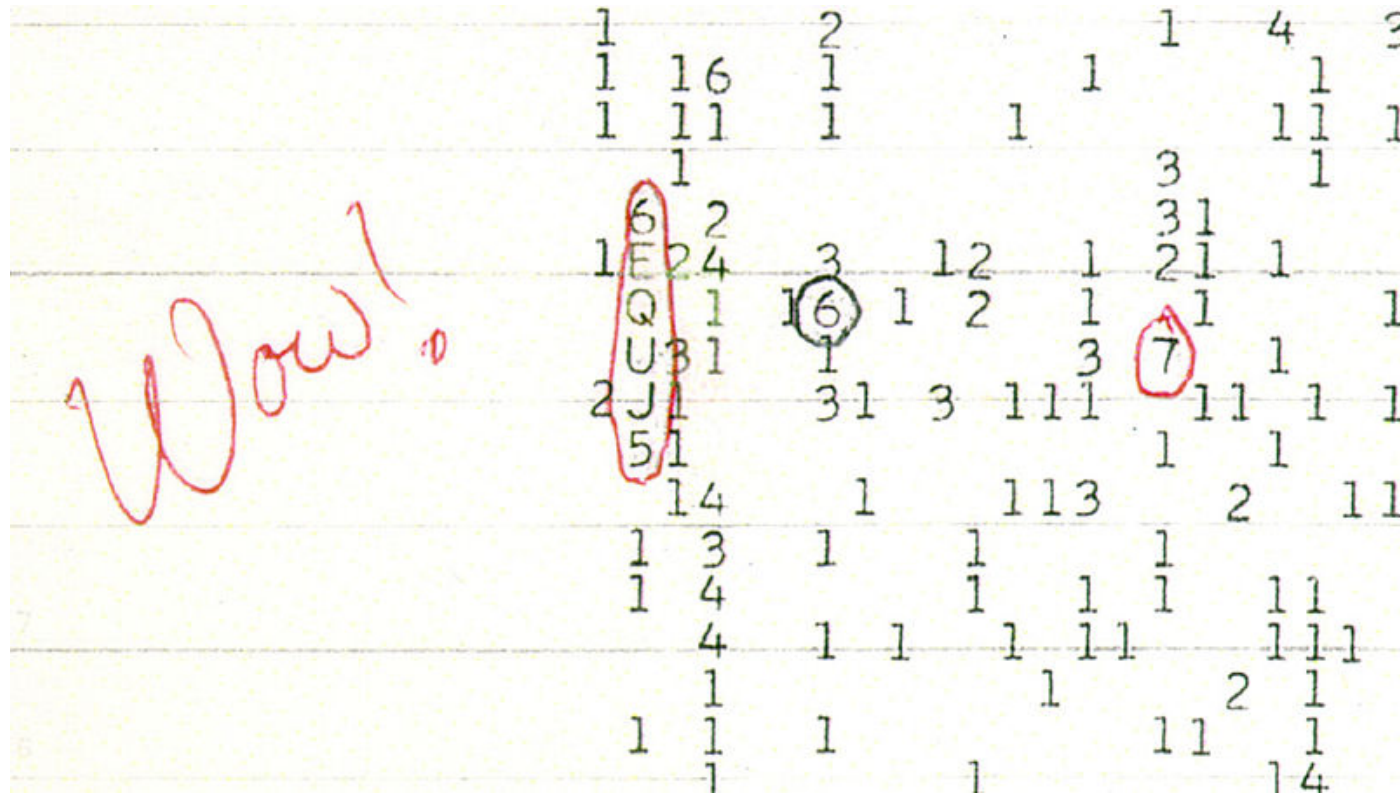
23x73 pixels



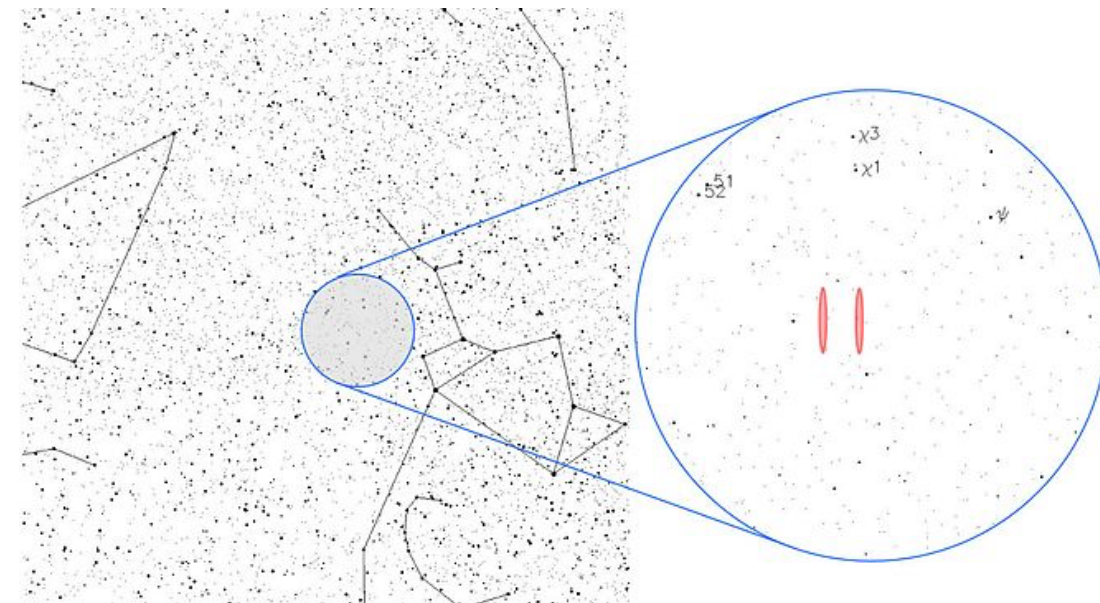
1974

Le wow!

15/8//1977, 21 cm, Radiotélescope Big Ear, Ohio State University



Quelque part dans le sagittaire ...



Naissance du SETI institute

Mountain view, CA, USA



- Financement congrès US 1984 - 1993, puis fonds privés
- Projets HRMS (High-Resolution Microwave Survey), Phoenix, Serendip, ...
 - GHz de bande passante à ~ 1 Hz de résolution spectrale

Choix de la fréquence contourné par l'utilisation de récepteurs radio très sophistiqués + puissants ordinateurs

→ Surveillance de millions de fréquences à la fois

→ Recherche des signaux particuliers (à bande étroite par ex., incluant des émissions non-intentionnelles), à coordonnées (α, δ) constants, répétitifs, qui pourraient être interprétés comme artificiels

→ à décoder ...

Allen Telescope Array



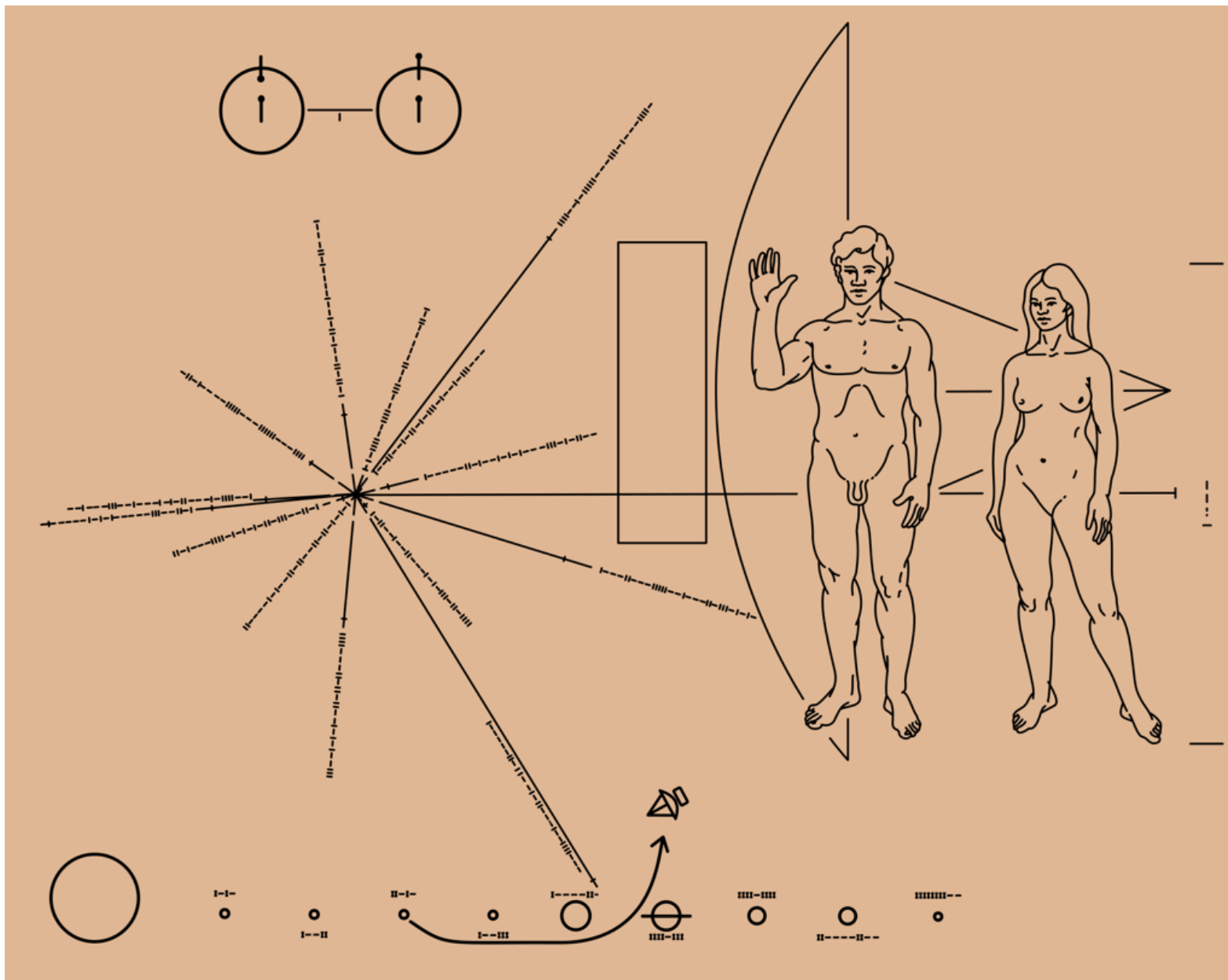
- pas de détection à ce jour
- *utilisé pour des projets $\neq$ SETI*
- remise à niveau en 2019

Intérêt de SETI
même en l'absence de détection d'un signal

réflexion scientifique,
technique,
sociologique,
sur le langage, ...

approche ≠ « aliens », OVNI

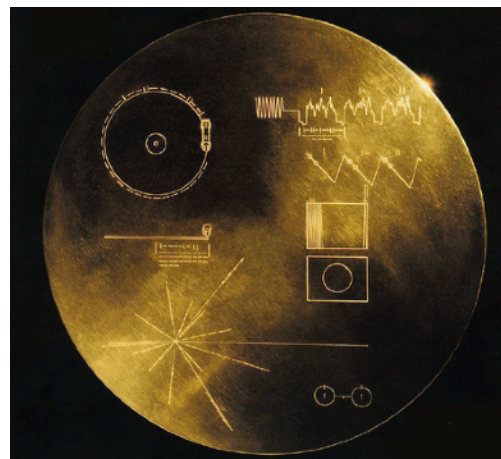
Recherche d'un langage universel : la plaque de Pioneer



H_I

Soleil / 14 pulsars (avec périodes) & centre galaxie

Système solaire, origine de la sonde



Le disque de Voyager

Apparition de la vie (et de l'intelligence) ?

$$N_{\text{civ}} = \left(N_{\star} / T_{\text{gal}} \right) \times P_{\text{pla}} \times P_{\star\text{ok}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \times P_{\text{vie}} \times P_{\text{int}} \times P_{\text{civ}} \times T_{\text{civ}}$$

→ P_{vie} & P_{int} ?

- Point de vue **optimiste** : la vie - et l'intelligence - apparaissent à coup sûr dès que les conditions physico-chimiques sont "bonnes" à la surface de la planète

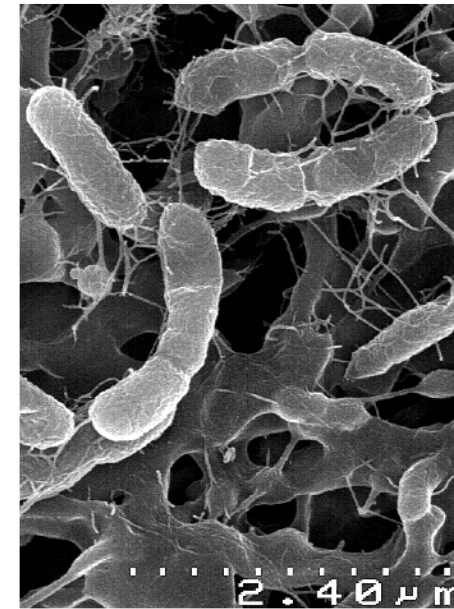
$$\rightarrow P_{\text{vie}} \approx P_{\text{int}} \approx 1$$

- Mais si besoin de conditions **quasi-"miraculeuses"** :
 - Jupiter = bouclier gravitationnel / comètes (sinon Terre = "planète d'eau")
 - Lune → stabilise l'axe de rotation terrestre donc le climat à long terme
 - Lune → produit des marées importantes → intensifie les échanges liquide / solide
 - etc.

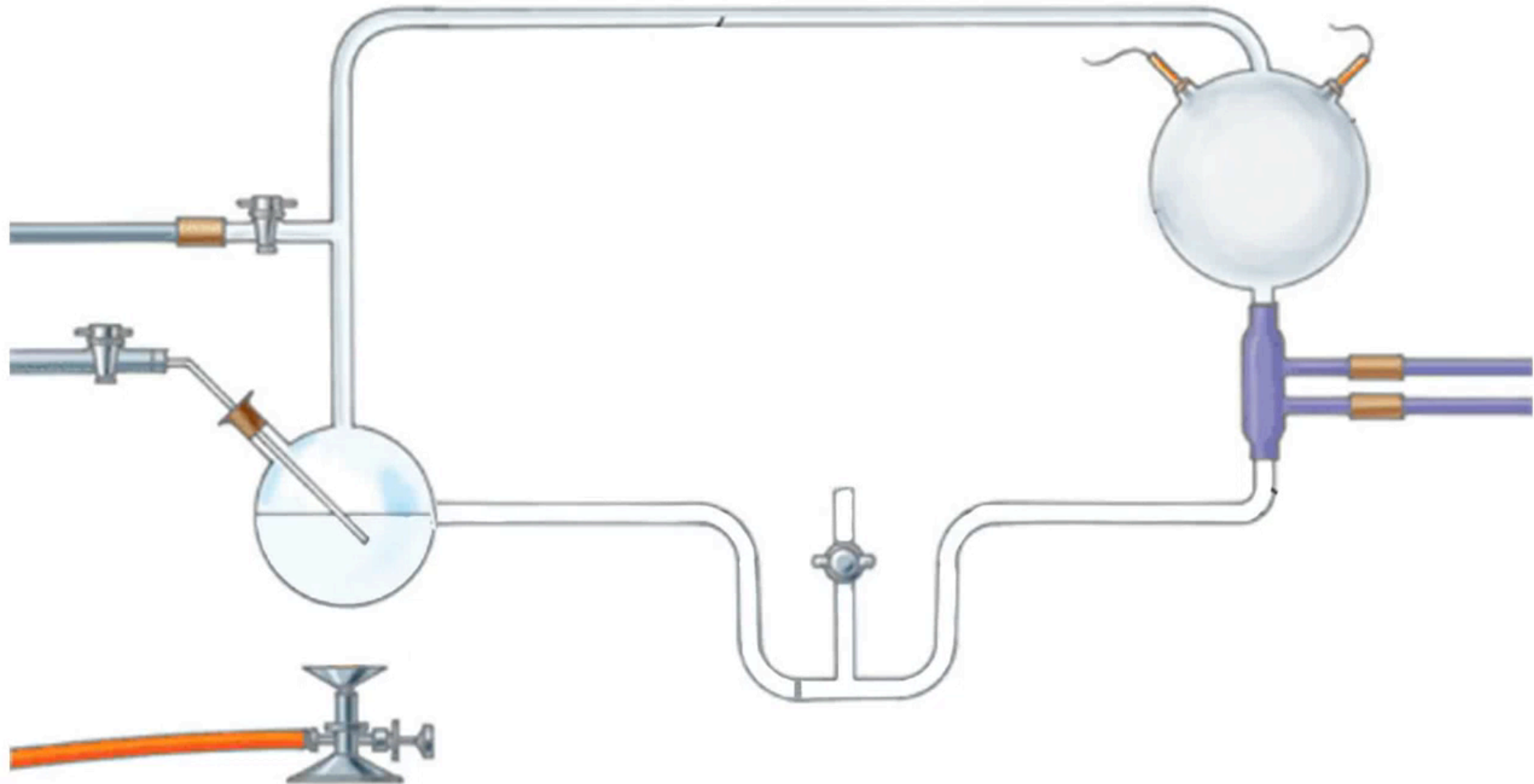
$$\rightarrow P_{\text{vie}} \& P_{\text{int}} \ll 1 ? (1\%, 0.1, \dots 0.0001\% ?)$$

Apparition de la vie (et de l'intelligence) ?

- Environnements extrêmes



- Origine biochimique ?
→ Expérience de Urey-Miller



• POUR OU CONTRE LA VIE EXTRATERRESTRE ?

→ P_{vie} , P_{int} ?

3 arguments soulevés en faveur de très petites valeurs pour P_{vie} & P_{int} , fondés sur

- le "Principe Anthropique" [B. Carter, 1983]

Il est possible que nous soyons "miraculés" (c.à.d. très improbables)

- le "Paradoxe de Fermi" [E. Fermi, 1940's-50's]

si des civilisations technologiques extraterrestres existent dans la Galaxie, ≥ 1 devrait l'avoir colonisée: où sont-ils ?

- l'extrapolation du « Darwinisme »

y a-t-il une évolution vers la complexité dont l'intelligence serait le summum ?

→ P_{vie} ? P_{int} ?

Le débat reste largement ouvert !

→ La découverte effective d'une civilisation extraterrestre permettrait de progresser énormément sur ces questions...

Durée de vie d'une civilisation technologique

$$N_{\text{civ}} = (N_* / T_{\text{gal}}) \times P_{\text{pla}} \times P_{*_{\text{ok}}} \times P_{\text{mpla}} \times P_{\text{dpla}} \times P_{\text{vie}} \times P_{\text{int}} \times P_{\text{civ}} \times T_{\text{civ}}$$

→ T_{civ} ?

- Notre civilisation technologique (capable de communiquer via la radio) a environ **100 ans** (bien que l'homo erectus soit apparu il y a un million d'années)

→ Durerons nous encore **des millions d'années**, ou disparaîtrons nous dans **quelques siècles** suite à :

- impact d'astéroïde géant, passage du système solaire dans un nuage moléculaire dense du plan galactique ?
- pollution, effet de serre, destruction de l'environnement, du climat, épuisement des ressources, asphyxie par la croissance, guerre nucléaire ou bactériologique, effondrement de la société et retour à la barbarie ?

→ **nouvelle lecture possible du paradoxe de Fermi**

(plus optimiste : une civilisation évoluée pourrait aussi se replier sur elle-même et ne plus chercher à communiquer...)

Stratégie de contact

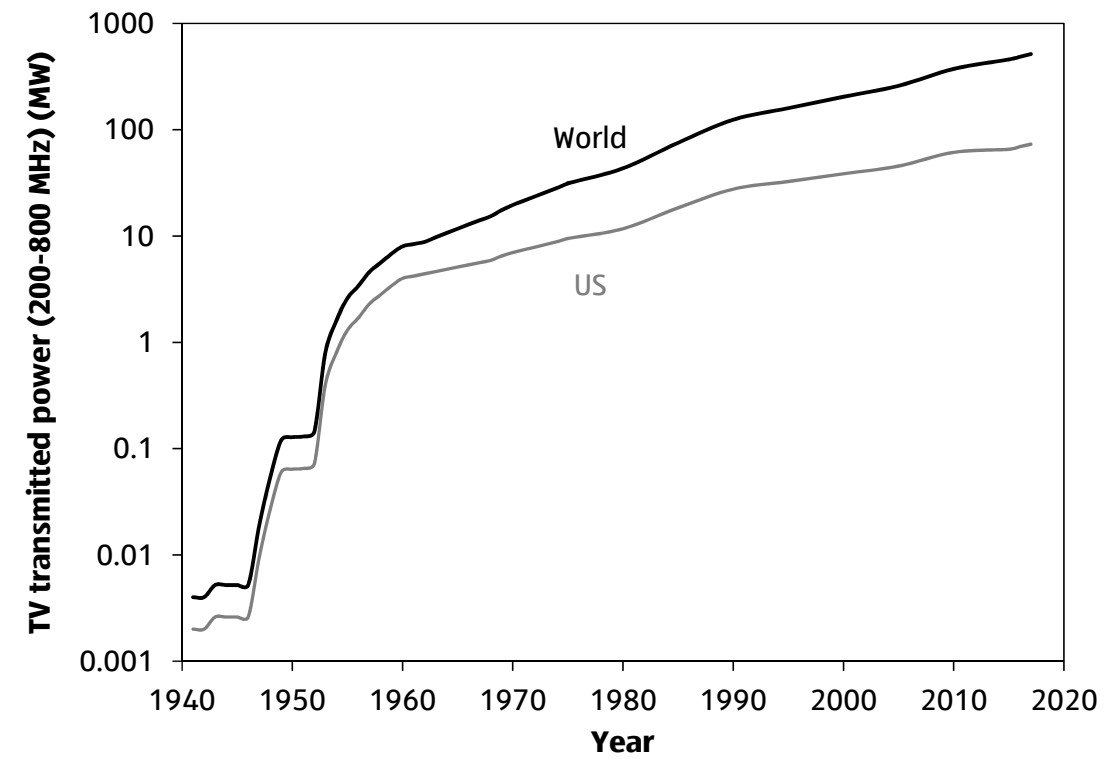
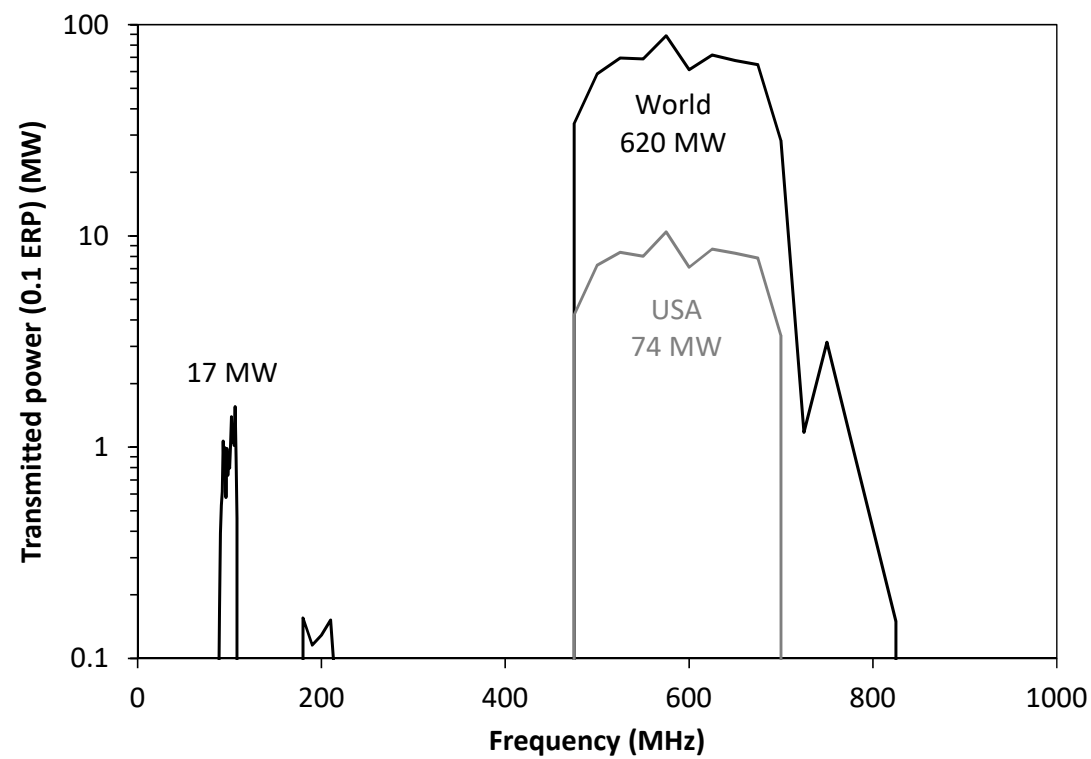
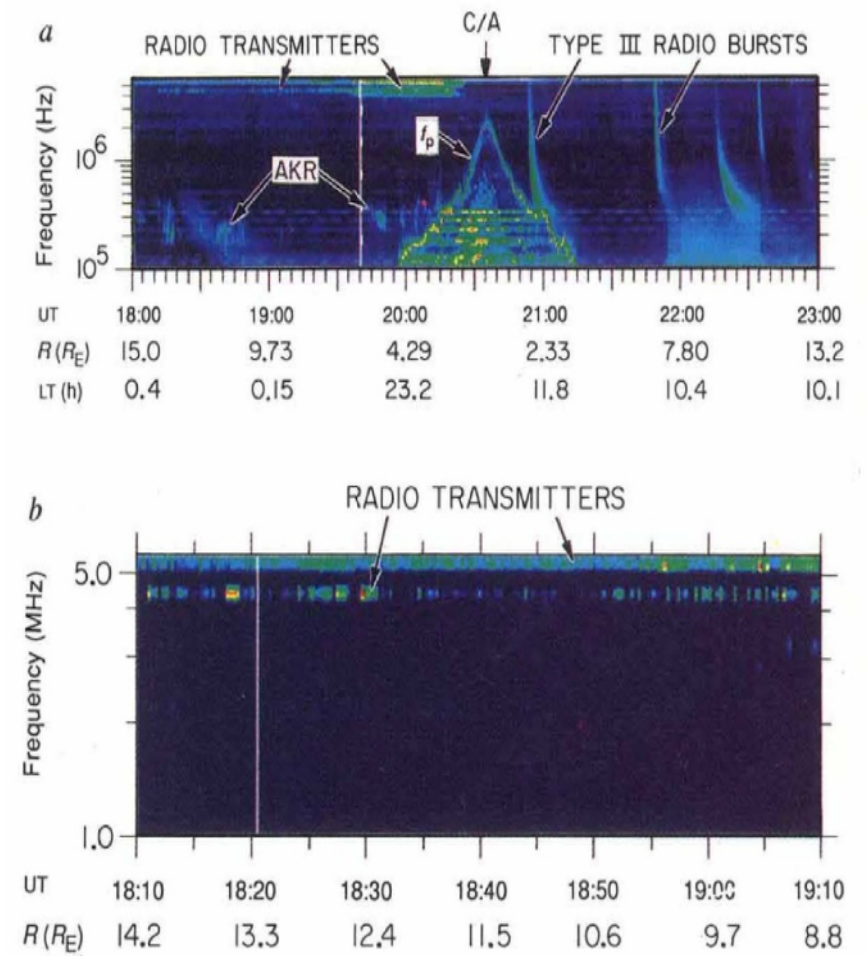
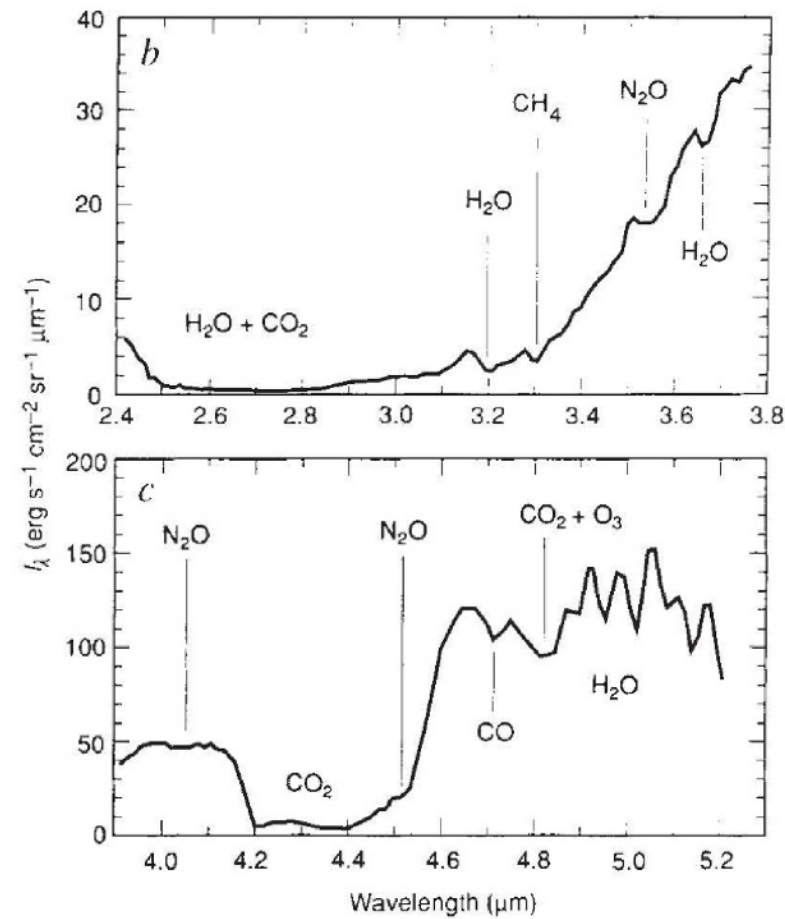


écouter ou émettre ?



pacifiques ou agressifs ?

Recherches radio modernes : au-delà de 21 cm



Signes (non-intentionnels) de notre technologie

Emetteurs TV & Radio à haute puissance :
détectables à plusieurs années.lumière



« Space Fence » :
US Air Force Space
Surveillance System

- 768 kW @ 217 MHz, en continu
- Puissance Isotrope Equivalente Rayonnée (EIRP) $\sim 10^{10}$ W
- dans un faisceau de $120^\circ \times 1.5'$

Signes (non-intentionnels) de notre technologie

Radars planétaires : détectables à travers la Galaxie

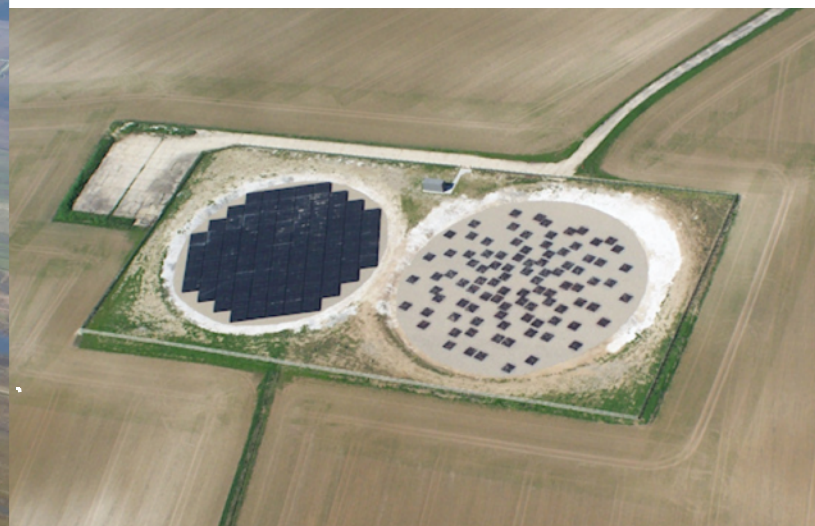
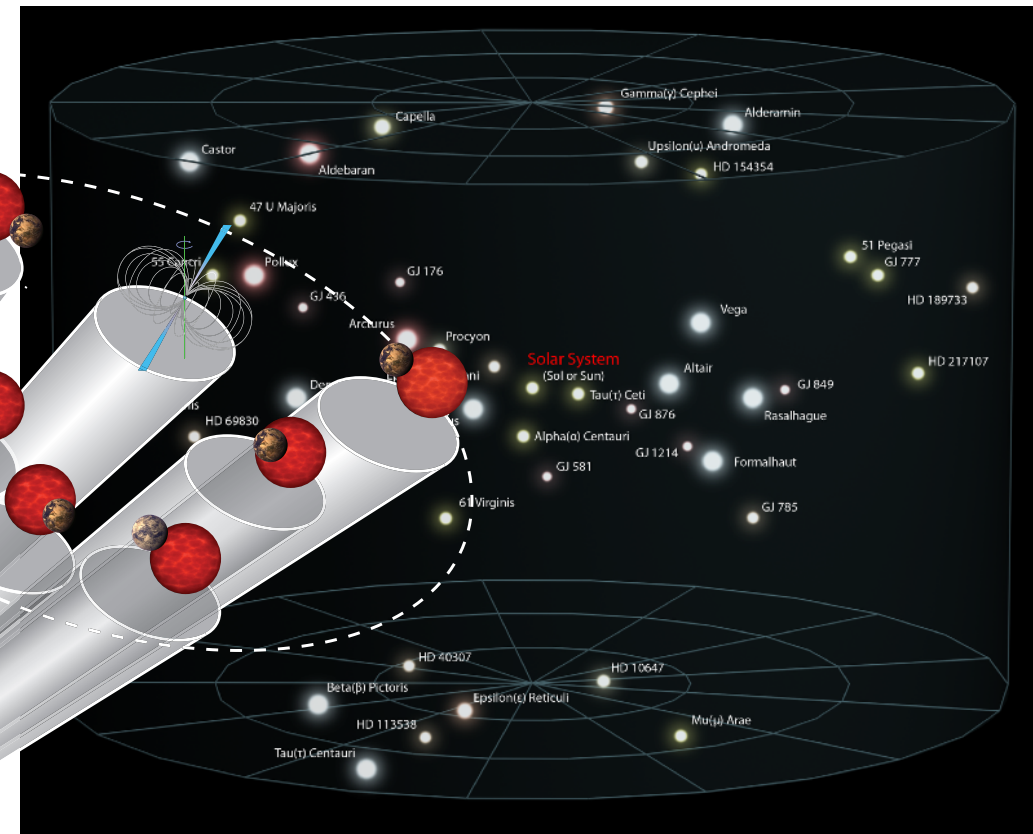
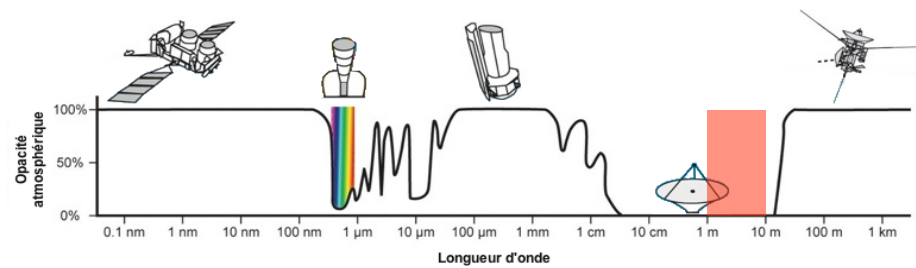


Arecibo

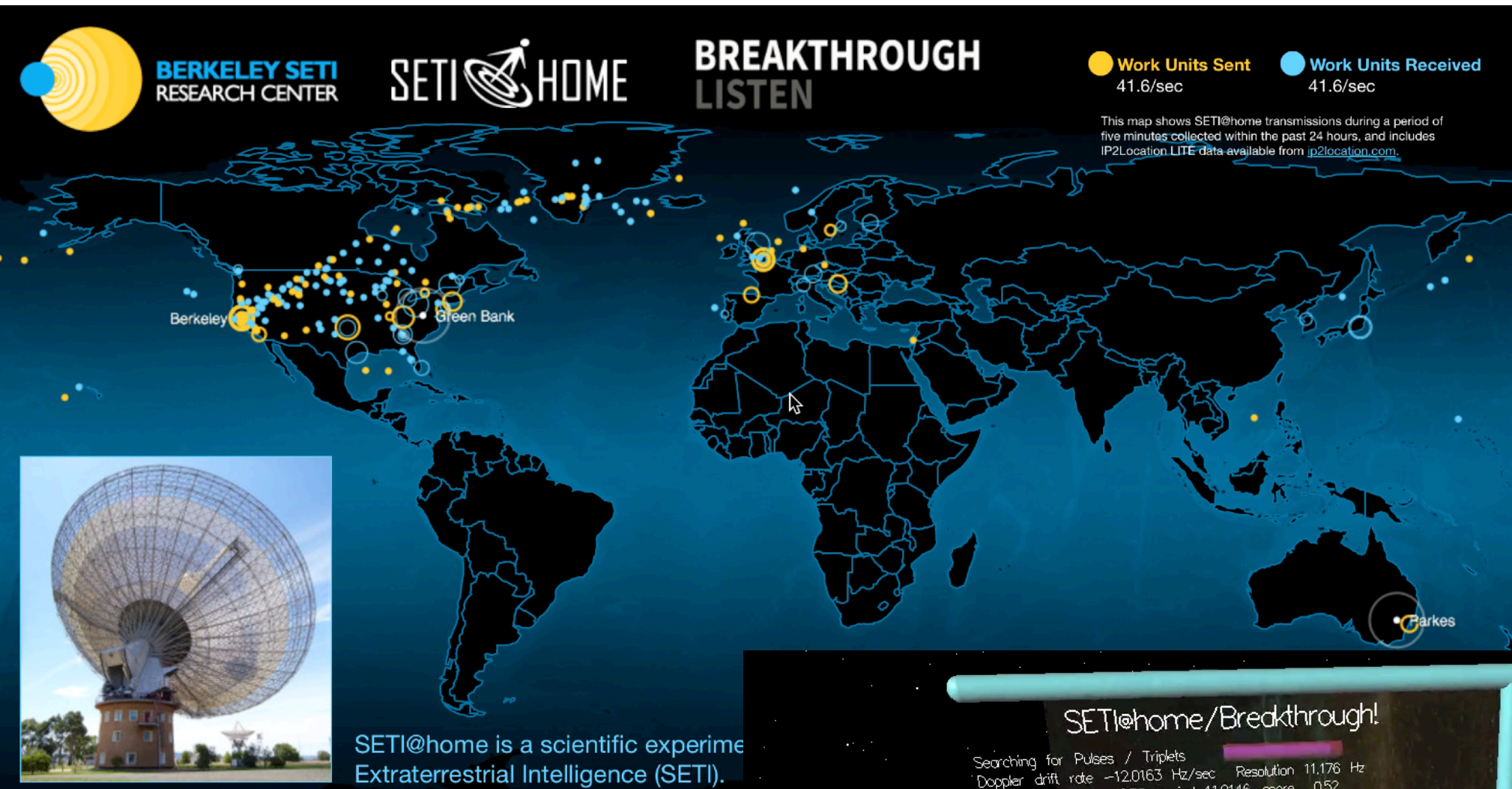
- 2 MW @ 2-4 GHz, en continu
- Puissance Isotrope Equivalente Rayonnée (EIRP) $\sim 2 \times 10^{13}$ W
- dans un faisceau de $\sim 2' \times 2'$
- Plus brillant émetteur radio terrestre

Radiotélescopes de nouvelle génération

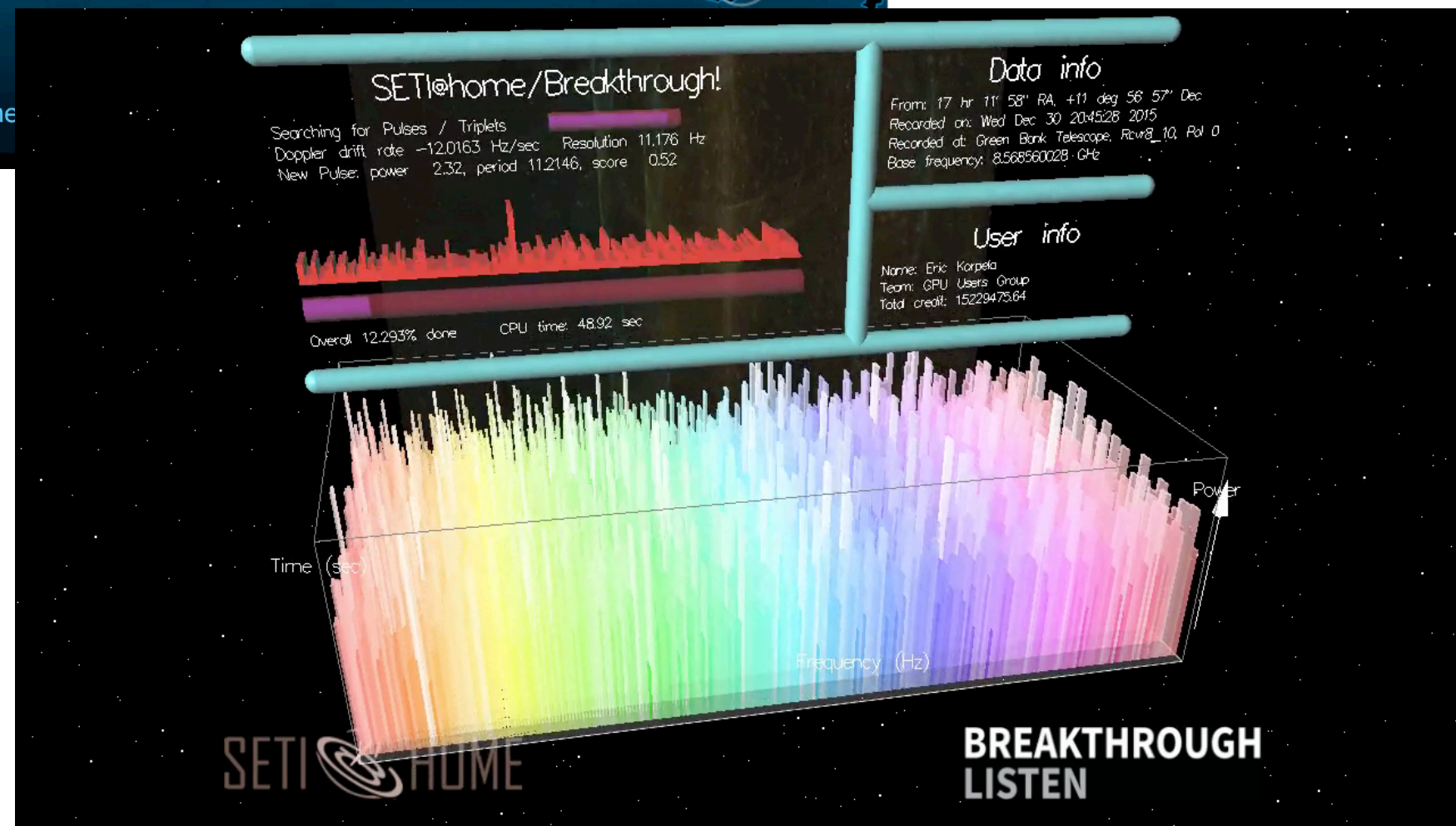
Observations SETI des 30 étoiles les plus proches avec LOFAR (30-250 MHz) [2014]
→ détection possible des plus forts émetteurs terrestres



Calcul intensif : SETI @ Home

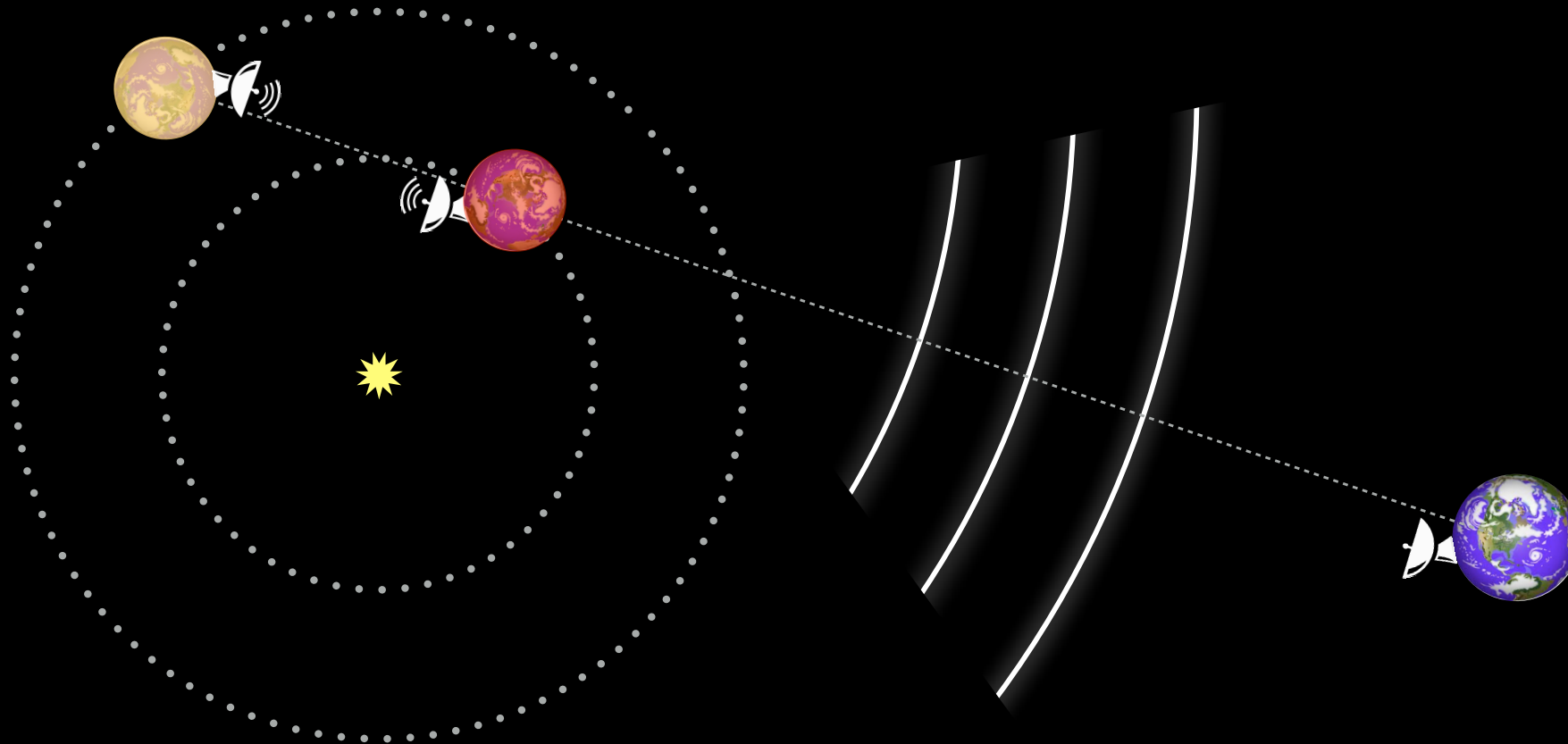


Précurseur du calcul sur grille

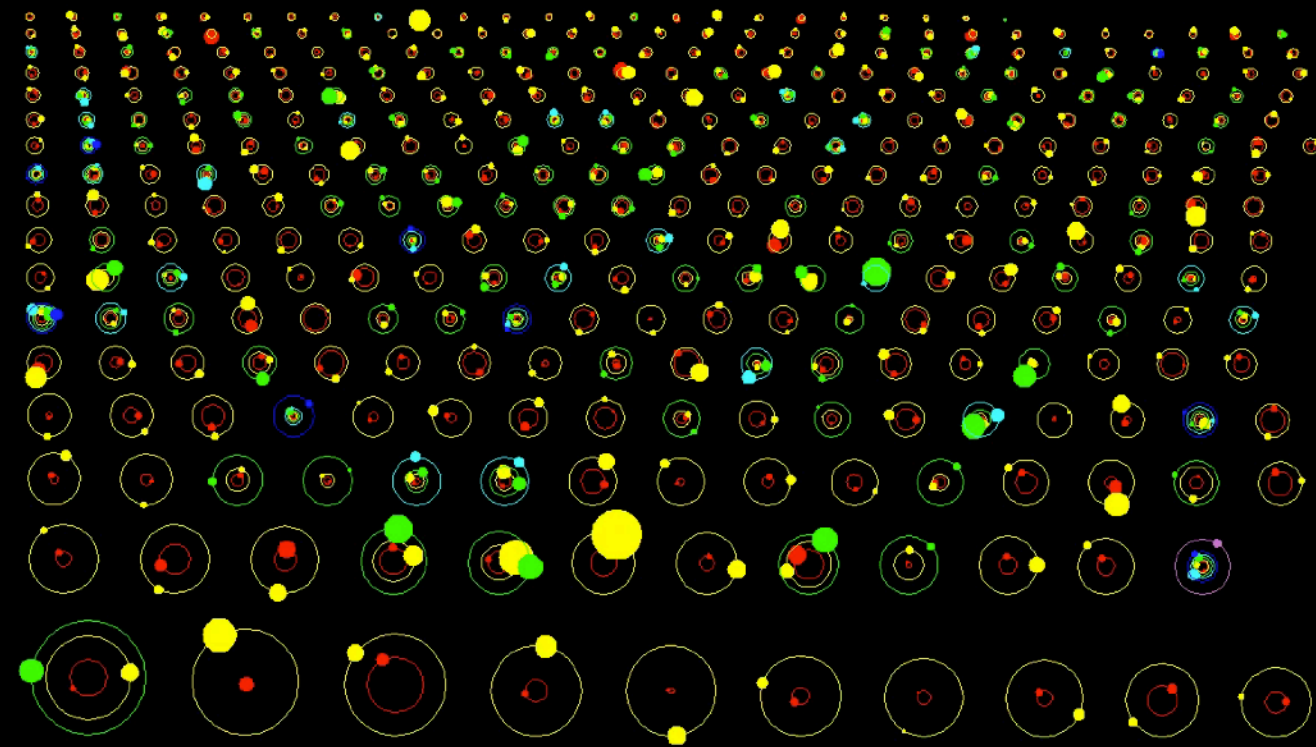


Nouvelles stratégies d'observation

EPIC-SETI: EXOPLANET INTERPLANETARY COMMUNICATION SEARCHES FOR EXTRATERRESTRIAL INTELLIGENCE

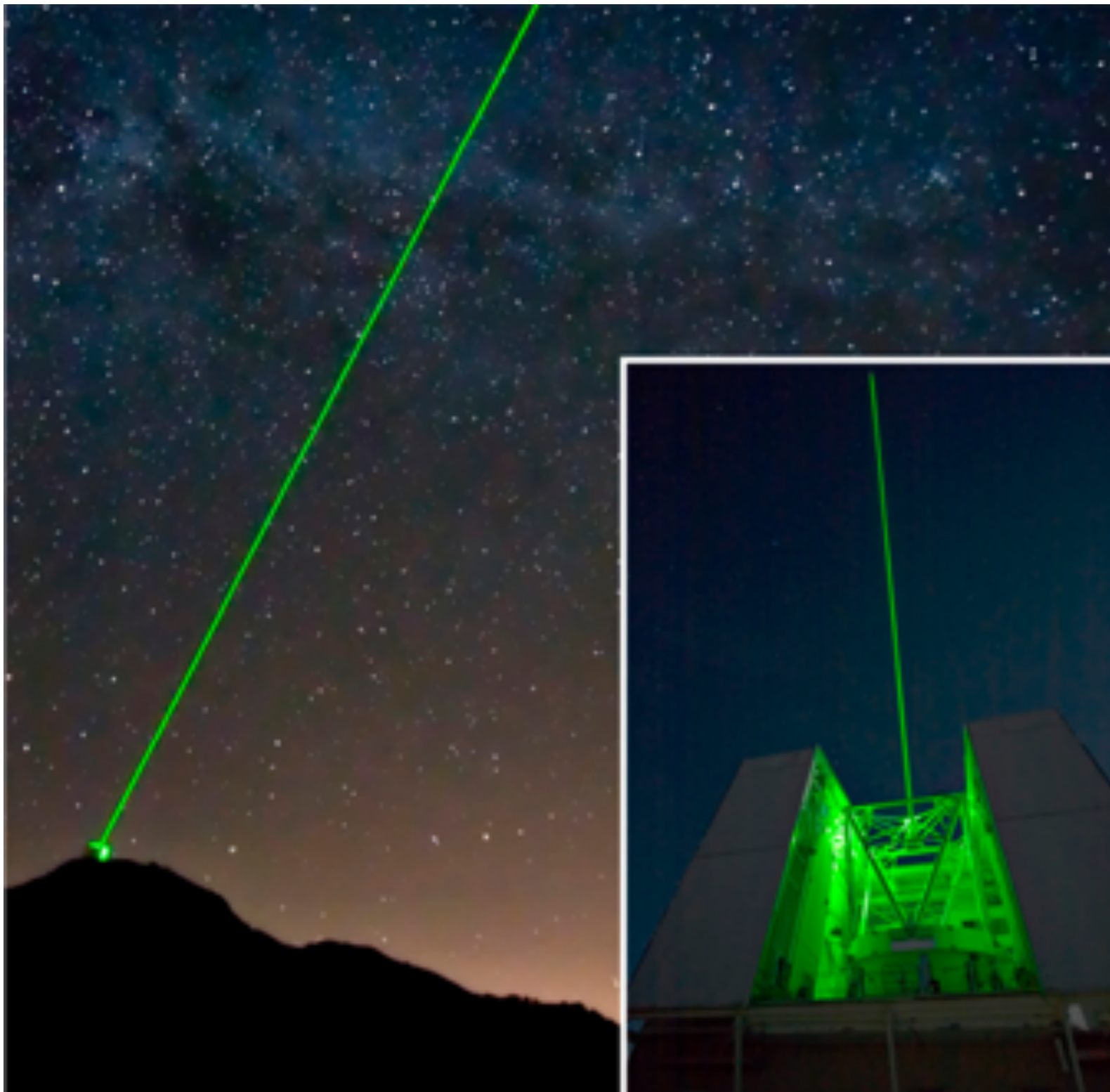


Les éphémérides planétaires de Kepler permettent de prédire précisément les instants de conjonction (plusieurs candidats / jour)



Nouvelles stratégies d'observation

SETI OPTIQUE (Lick) : pulses LASER à haute puissance (intentionnels), pas de parasites, coïncidences à 10^{-9} , peuvent être 1000's x + brillants que le Soleil



Mais : radiotélescopes en danger

Financements d'Arecibo, Green Bank, réduits à ~ 0 par la National Science Foundation

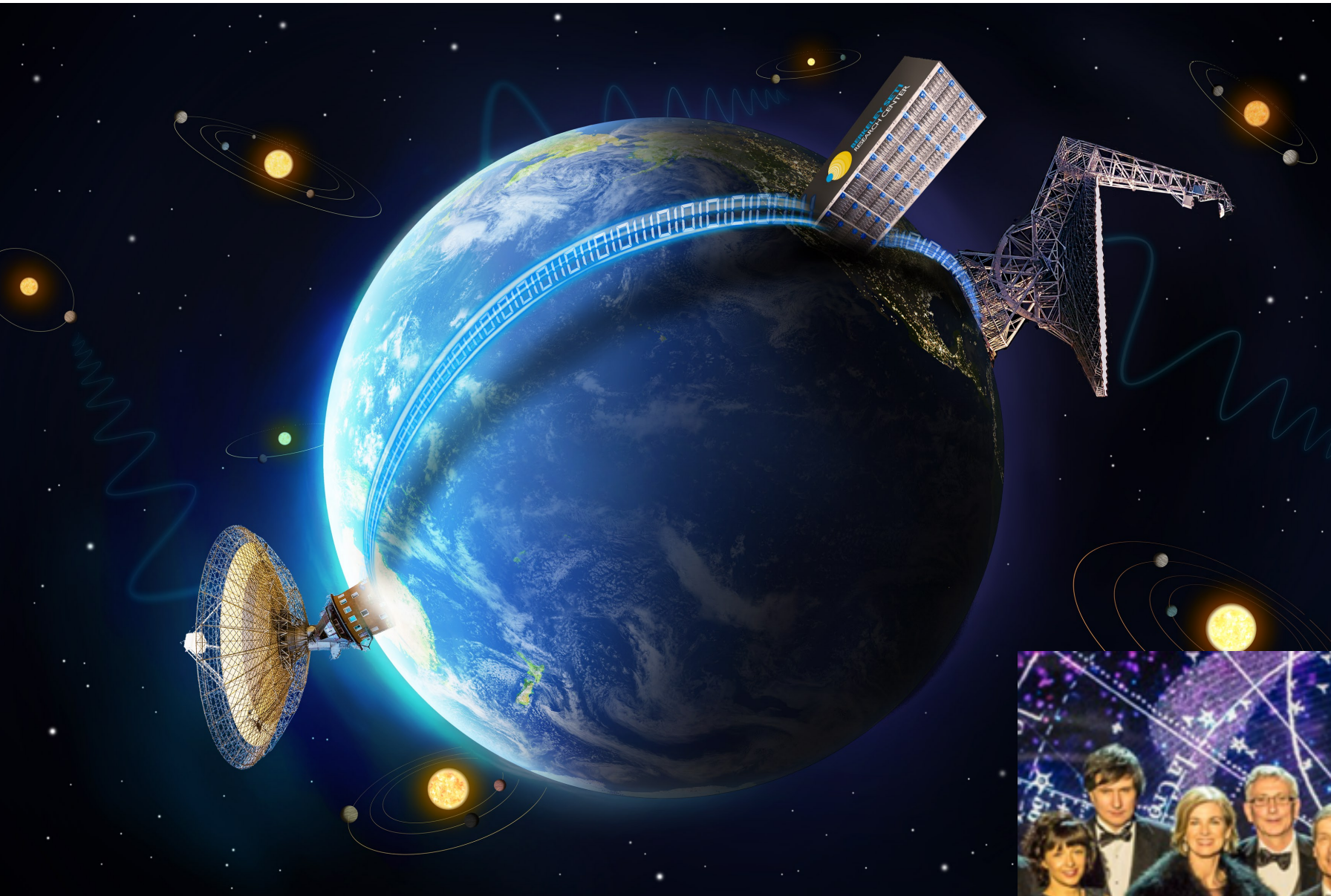


Arecibo (Porto-Rico)



Green Bank (Virginie)

La réponse : Breakthrough Initiatives

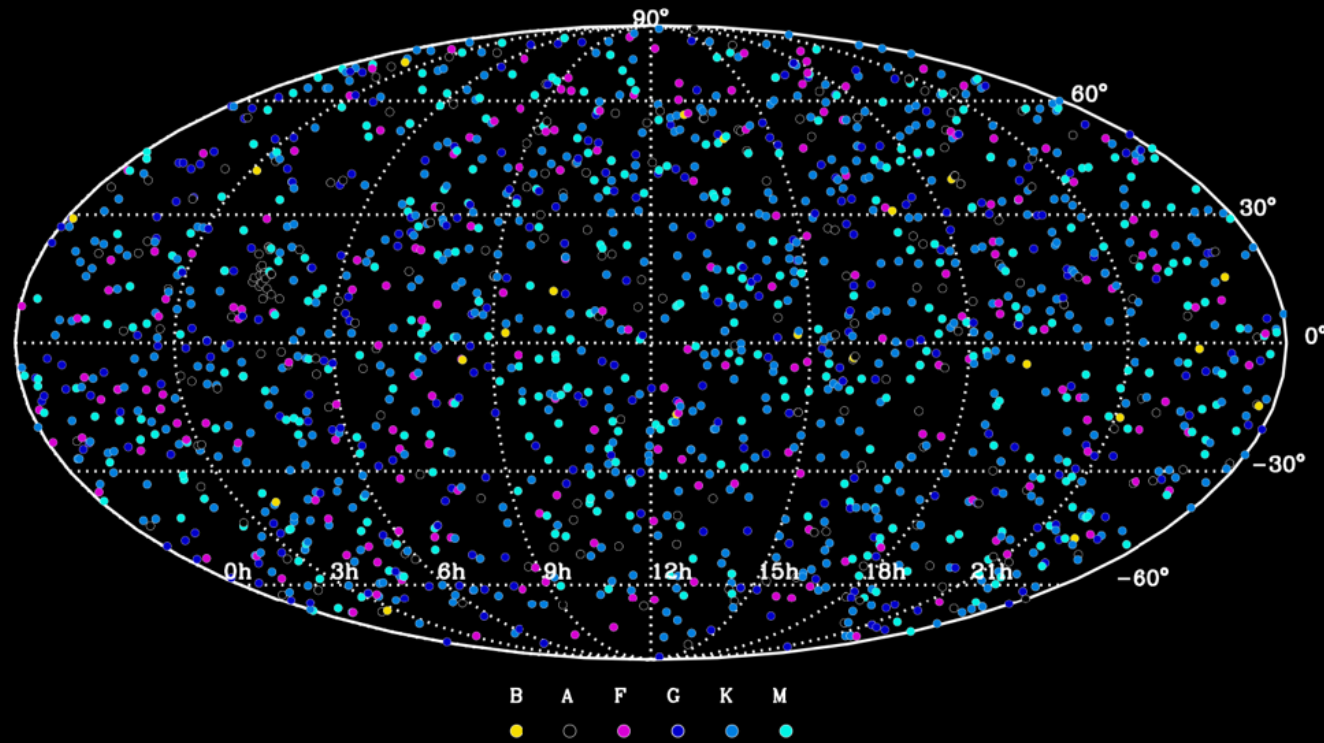


Y. Milner, M. Zuckerberg, S. Hawking ... :
> 100 M\$



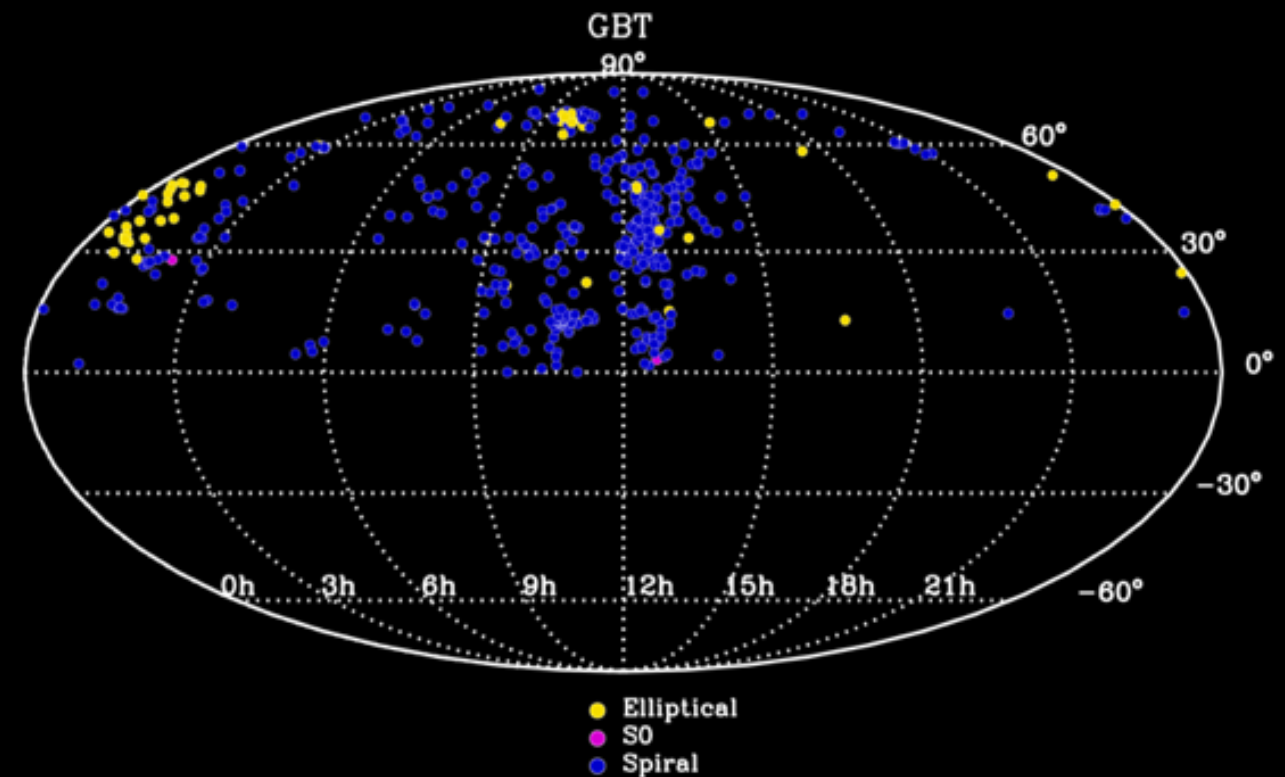
Breakthrough Listen

1709 Nearby Target Stars
for
Breakthrough *LISTEN*



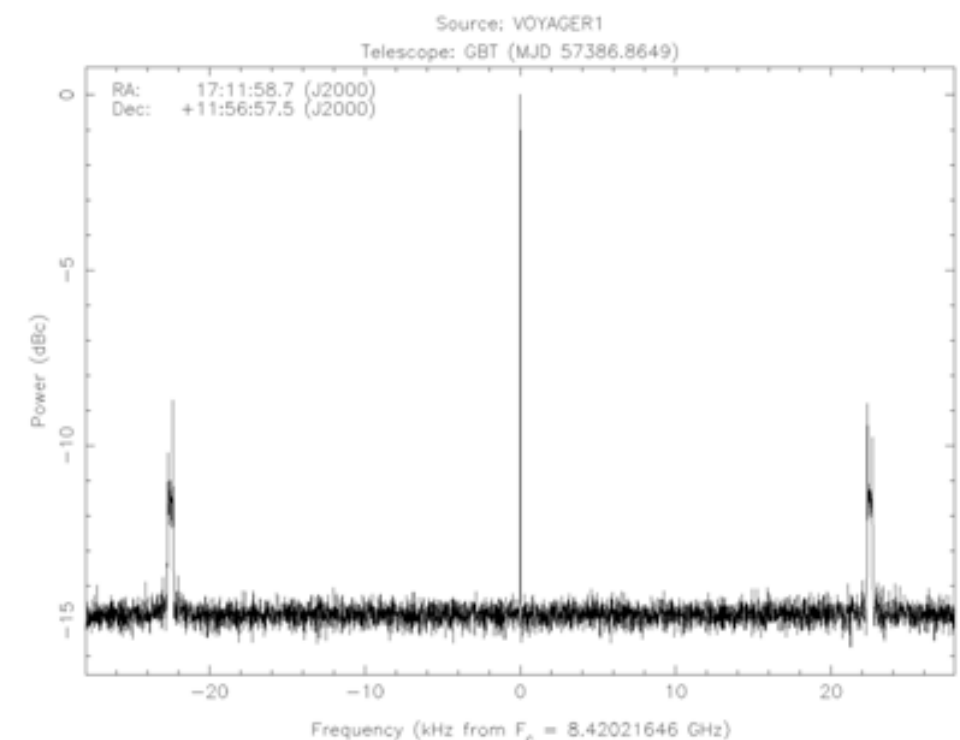
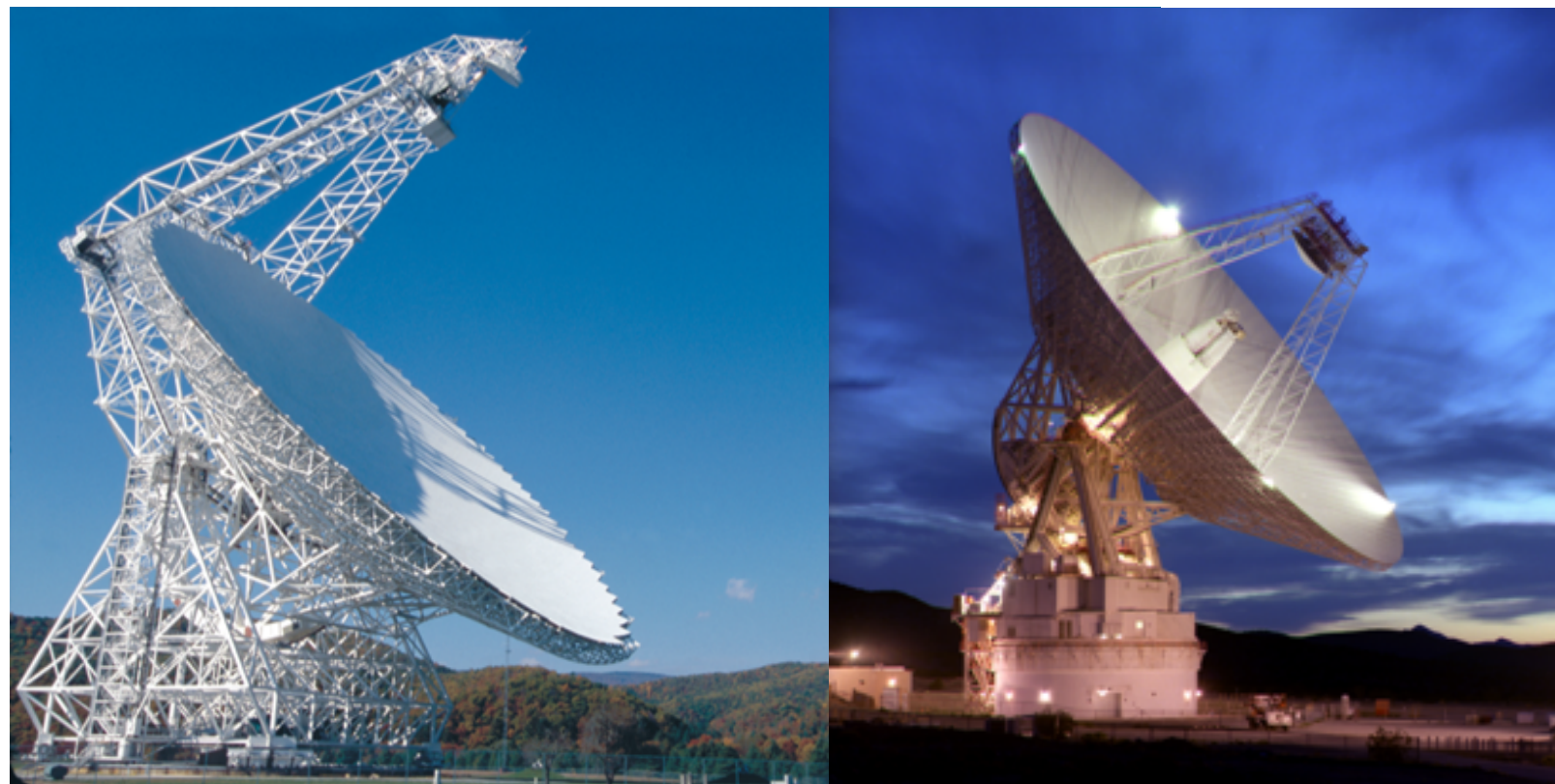
énorme programme d'observation
 ≥ 2015
étoiles ≤ 50 pc
galaxies

551 Nearby Target Galaxies
Within 11 Mpc
Breakthrough *LISTEN*



Breakthrough Listen

- 60 M\$: hardware, software, salaires sur 10 ans
- 30 M\$:
 - achat de temps sur des grands radiotélescopes (menacés de fermeture) : Arecibo, GBT, Parkes,
 - récepteurs avancés, traitements intensifs
 - signaux intentionnels (large bande ?)
ou accidentels (bande étroite ?)
 - « machine learning » (IA)



Breakthrough Listen

692

[ON] UNIQUE STARS

400

TOTAL OBSERVATION HOURS

4798

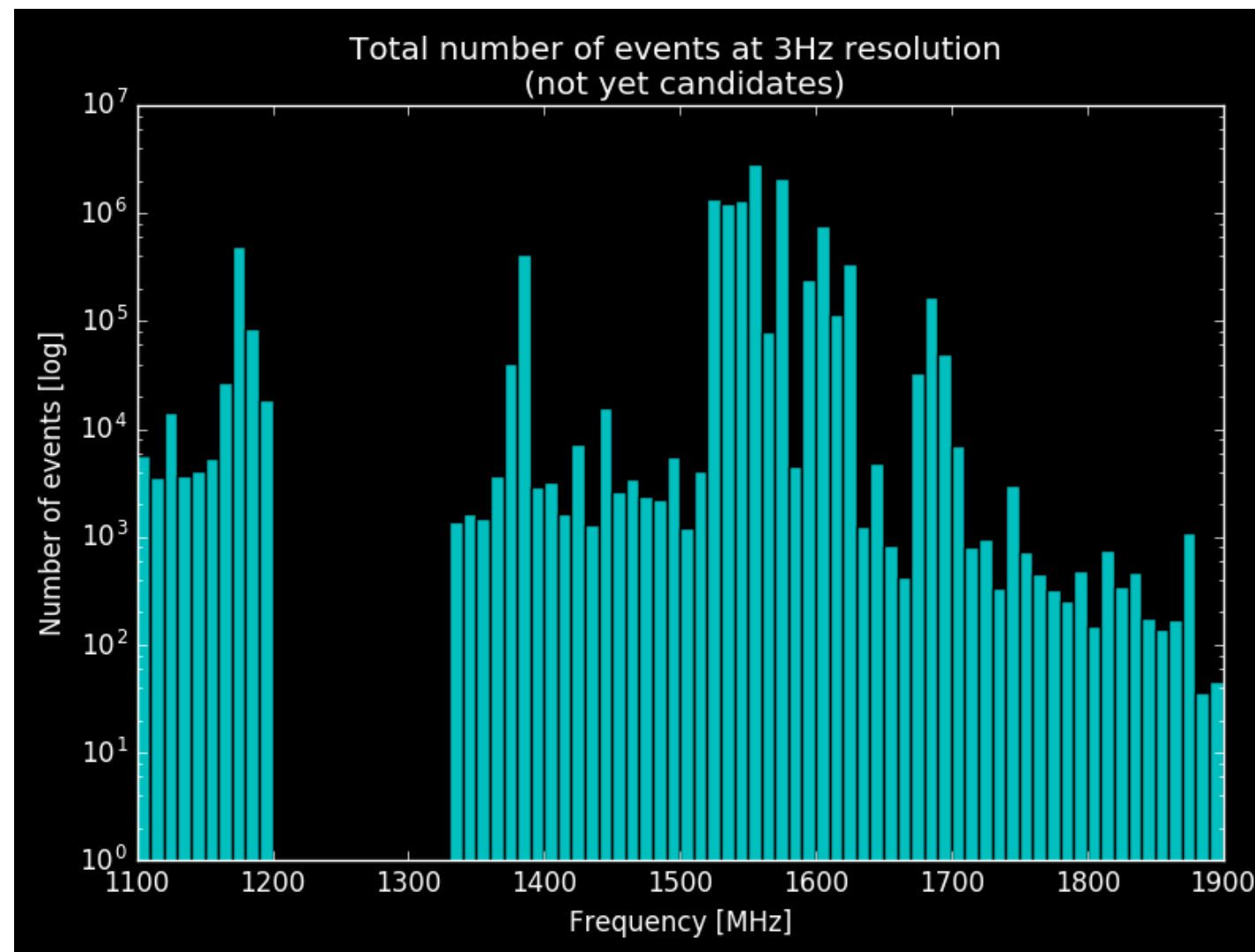
INDIVIDUAL OBSERVATIONS

8.0^{PB}

RAW DATA

180^{TB}

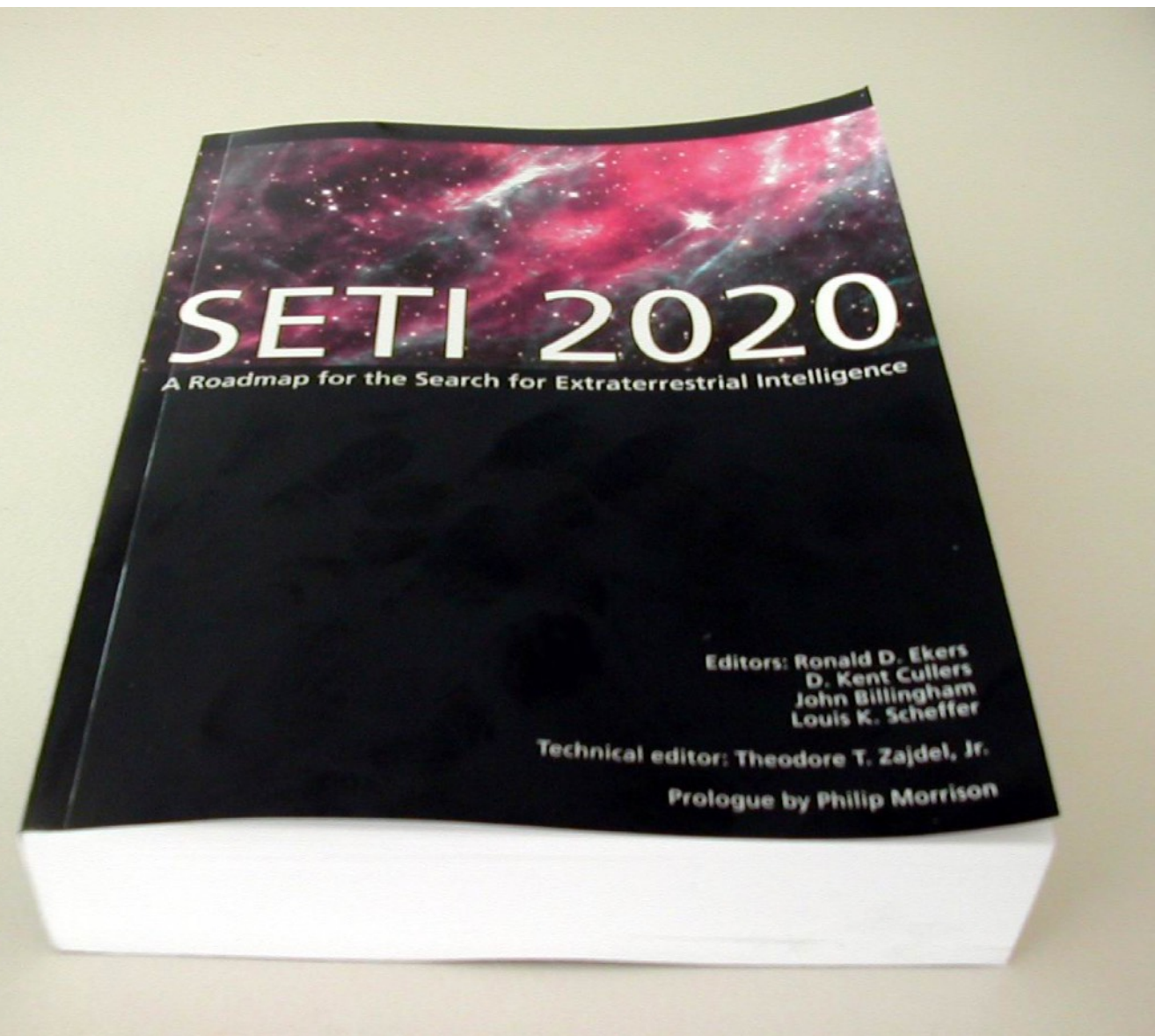
REDUCED FILTERBANK DATA



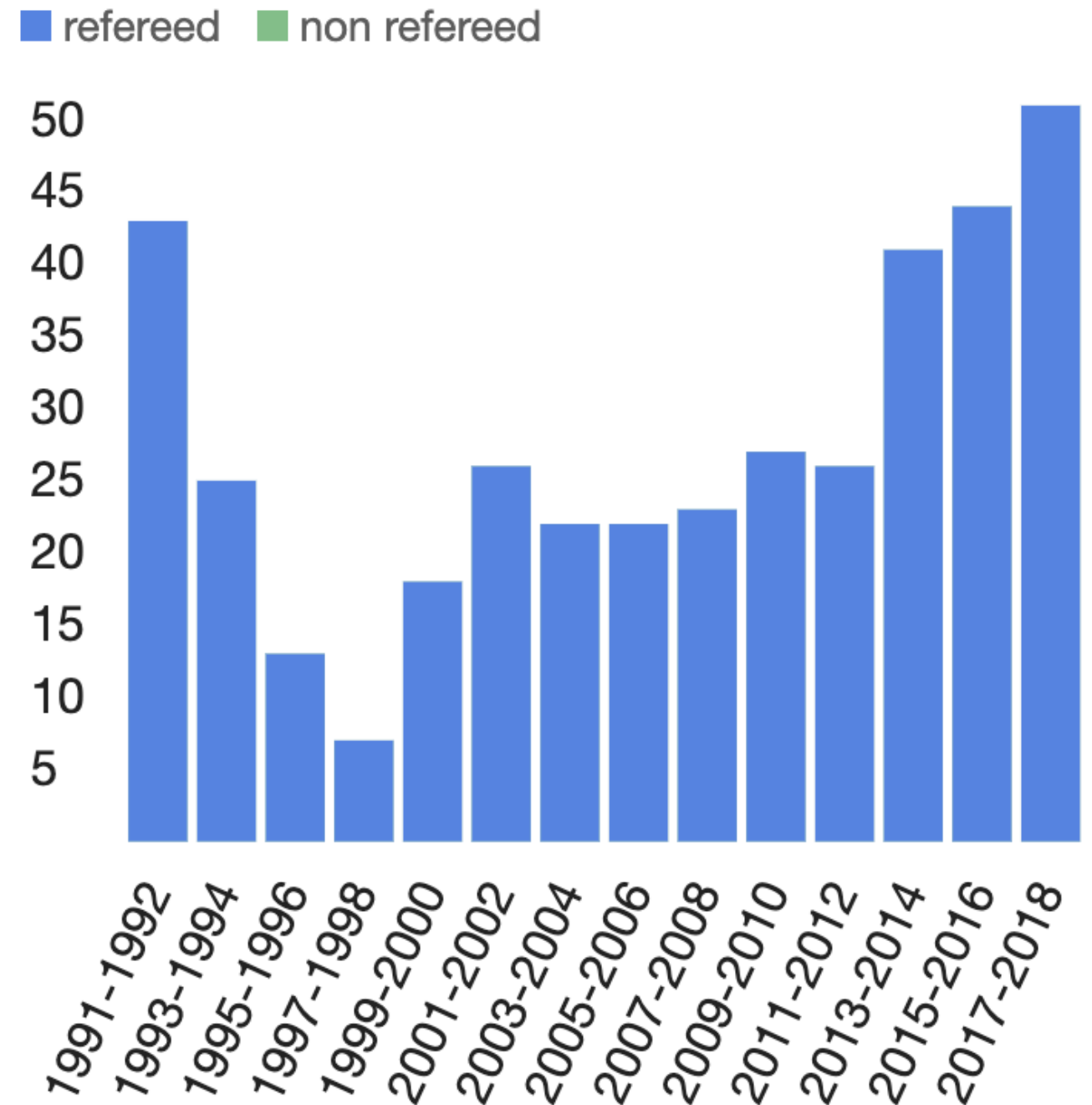
0 détection → limites supérieures à la puissance émise et au taux de transmission

Une recherche en plein essor

La nouvelle bible de SETI

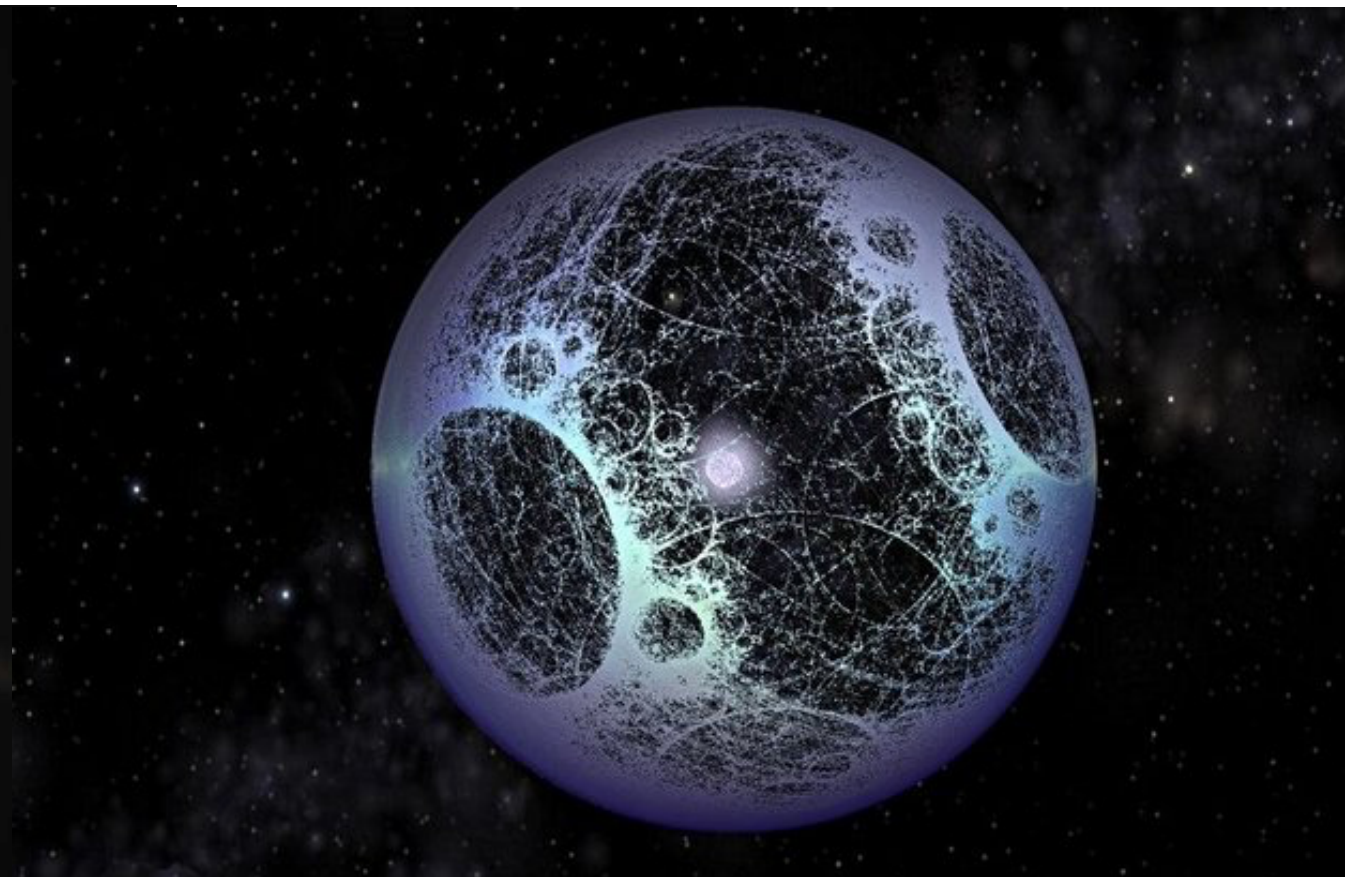
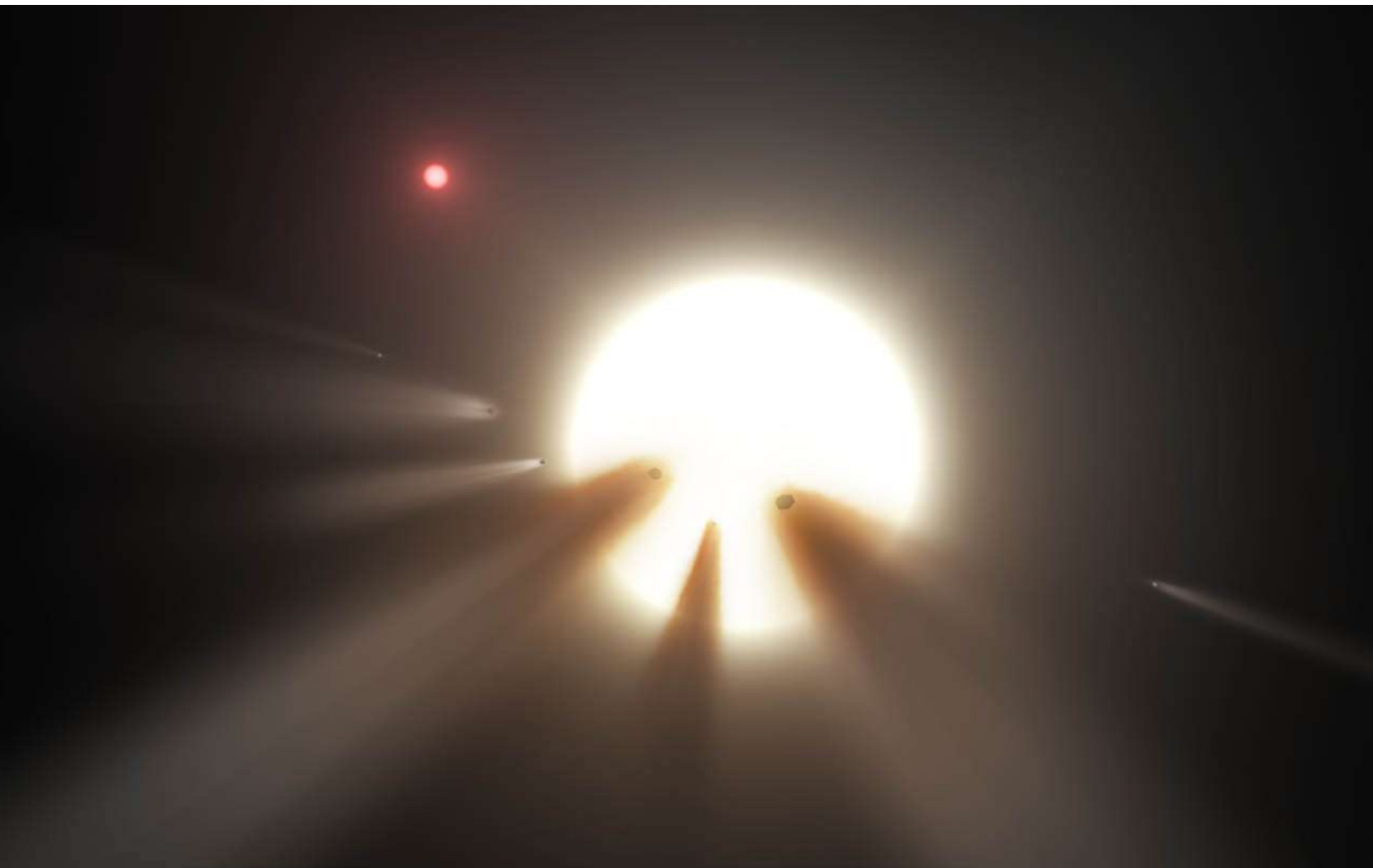
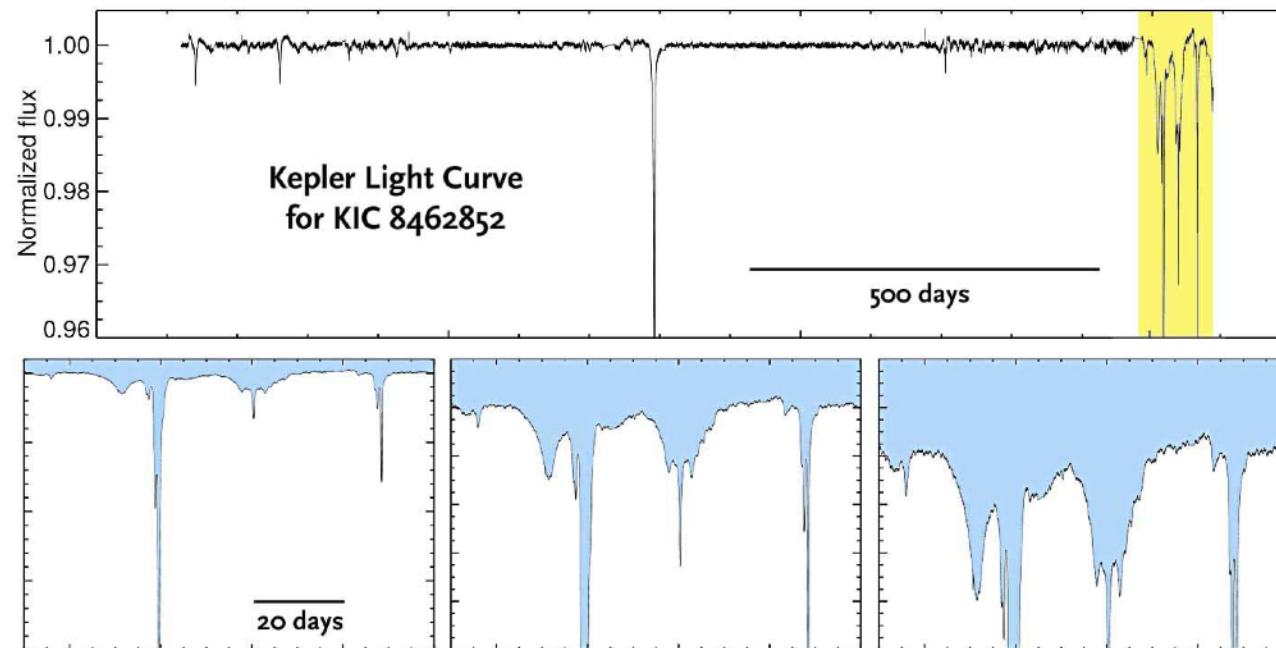


Des publications par centaines



Le cas de KIC 8462852

KIC 8462852 (Kepler, 2015), fluctuations de luminosité $\sim 20\%$, baisse de 3% en 4 ans
→ Nuage de comètes ? planètes en collision ? sphère de Dyson ?

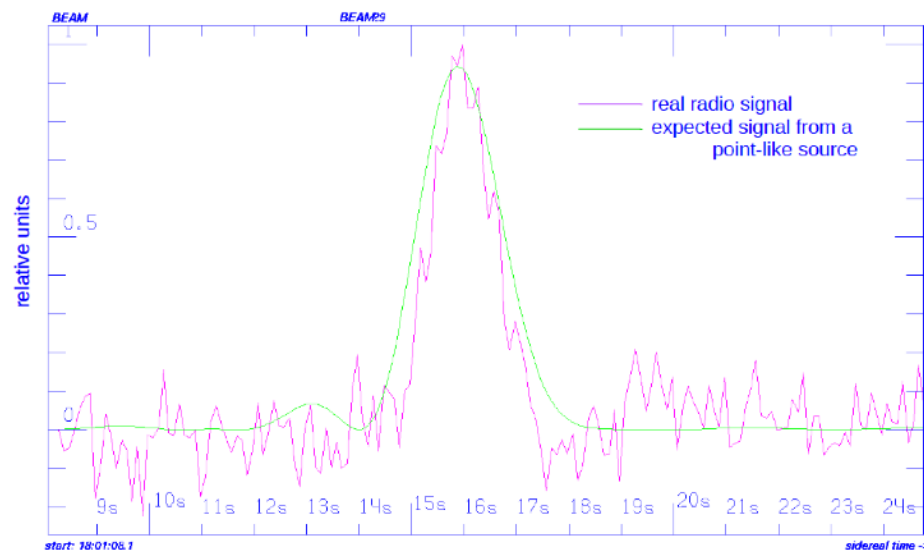


L'alerte d'août 2016

Planète HD 164595 au radiotélescope Russe RATAN-600



Wavelength	1 cm	1.4 cm	2.7 cm	6.3 cm
Bandwidth	4.0 GHz	2.5 GHz	1.0 GHz	0.8 GHz
Mean time of antenna pattern transit	0.7 sec	1 sec	2 sec	5 sec



01.01.2015 – 20.12.2015: number of observations (aperture transits)								
NN	Object	R.A.(2000)	Dec(2000)	1.0	1.4	2.7	6.3	Note
1	HD 1388	00 17 58.870	−13 27 20.31	11	13	11	11	26 pc
2	HD 1461	00 18 41.867	−08 03 10.80	228	38	38	38	planets(2 + 2?)
3	HD 13931	02 16 47.379	+43 46 22.79	-	8	8	8	planets(1)
4	HD 38858	05 48 34.940	−04 05 40.72	12	7	7	7	planets(1)
5	CoRoT-5	06 45 06.541	+00 48 54.86	48	34	34	34	400 pc, planets(1)
6	HD 50692	06 55 18.668	+25 22 32.52	-	6	6	6	near ecliptic, METI
7	HD 51419	06 58 11.750	+22 28 33.20	-	3	3	3	near ecliptic
8	HD 69830	08 18 23.947	−12 37 55.81	-	10	10	10	planets(3)
9	HAT-P-43	08 35 42.174	+10 12 23.92	10	10	10	10	543 pc, planets(1)
10	HD 75732	08 52 35.811	+28 19 50.95	-	10	10	10	planets(5), METI
11	HD 89307	10 18 21.288	+12 37 15.98	32	29	29	29	planets(1)
12	HD 95128	10 59 27.973	+40 25 48.92	-	9	9	9	planets(3), METI
13	HD 99491	11 26 45.322	+03 00 47.16	-	6	6	6	near ecliptic
14	HD 114783	13 12 43.786	−02 15 54.13	-	9	9	9	planets(1 + 1?)
15	HD 134987	15 13 28.667	−25 18 33.65	48	19	19	19	planets(2)
16	HD 146233	16 15 37.269	−08 22 09.99	248	71	71	71	14 pc
17	HD 150433	16 41 08.215	−02 51 26.21	224	58	58	58	planets(1)
18	HD 154088	17 04 27.843	−28 34 57.64	196	38	38	38	near ecliptic, planets(1)
19	HD 157347	17 22 51.288	−02 23 17.43	364	69	69	69	20 pc
20	HD 164595	18 00 38.894	+29 34 18.92	248	39	39	39	planets(1)
21	HD 164922	18 02 30.862	+26 18 46.81	72	14	14	14	planets(1)
22	NGC 6553 ¹	18 09 15.68	−25 54 27.9	80	12	12	12	metallicity = −0.18
23	HD 172051	18 38 53.400	−21 03 06.74	168	30	30	30	near ecliptic
24	CoRoT-25	18 42 31.117	+06 30 49.75	96	19	19	19	1000 pc, planets(1)
25	CoRoT-9	18 43 08.810	+06 12 14.89	384	66	66	66	450 pc, planets(1)
26	PAL 10 ¹	19 18 02.10	+18 34 18.0	64	10	10	10	metallicity = −0.1
27	Kepler-69	19 33 02.625	+44 52 08.03	96	30	30	30	830 pc, planets(2)
28	HD 186408	19 41 48.953	+50 31 30.22	96	30	30	30	METI
29	HD 193664	20 17 31.328	+66 51 13.27	-	9	9	9	17 pc
30	HD 197076	20 40 45.140	+19 56 07.93	580	104	104	104	METI
31	HD 217877	23 03 57.271	−04 47 41.49	-	10	10	10	near ecliptic

$$P \lesssim 2 \times 10^{-4}$$

L'alerte d'août 2016

The energetics of possible message

Flux of the signal

$$F = 0.75 \text{ Jy} \times 10^9 \text{ Hz} = 7.5 \times 10^{-16} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Power of the **isotropic** beacon for $L = 95 \text{ ly}$

$$P_{isotropic} = F \cdot 4\pi L^2 = 7.5 \times 10^{21} \text{ W} = 2 \times 10^{-5} P_{\odot}$$

An isotropic beacon of such power is possible only for civilizations of type II of Kardashev

Power of the **narrow-beam** transmitter focused on the Earth orbit near the Sun only

$$\theta = 1.7 \times 10^{-7} \text{ radians}$$

$$P_{narrow} = P_{isotropic} \times \theta^2 / 4 \approx 500 \text{ MW}$$

A narrow-beam transmitter of such power is possible for civilizations of type I of Kardashev

Le wow ! une solution possible ?

Emission HI à 1420 MHz d'une comète ? Très contestée ...

Washington Academy of Sciences

25



Hydrogen Clouds from Comets 266/P Christensen and P/2008 Y2 (Gibbs) are Candidates for the Source of the 1977 "WOW" Signal

Antonio Paris
St. Petersburg College

Evan Davies
The Explorers Club, 46 East 70th St, New York, NY

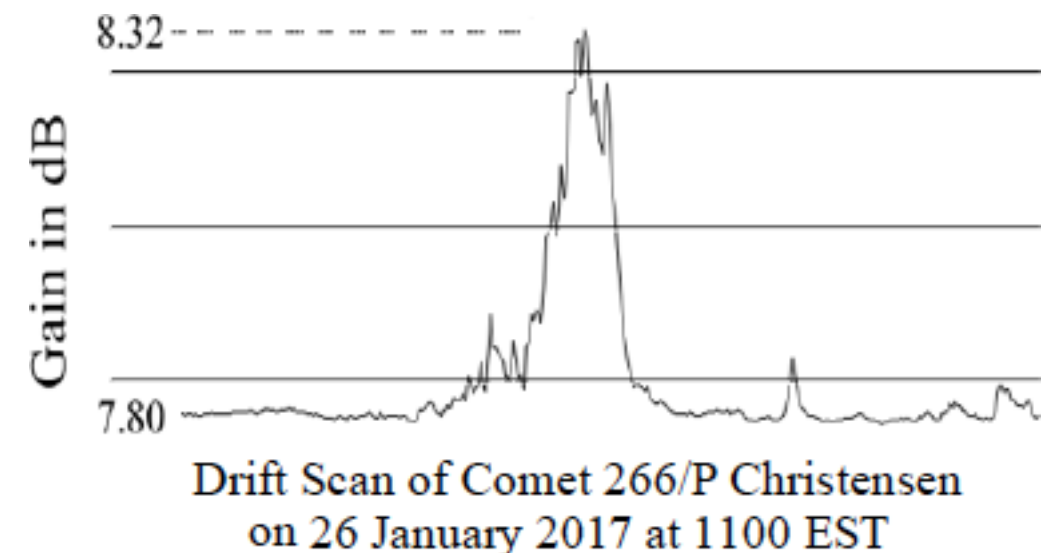
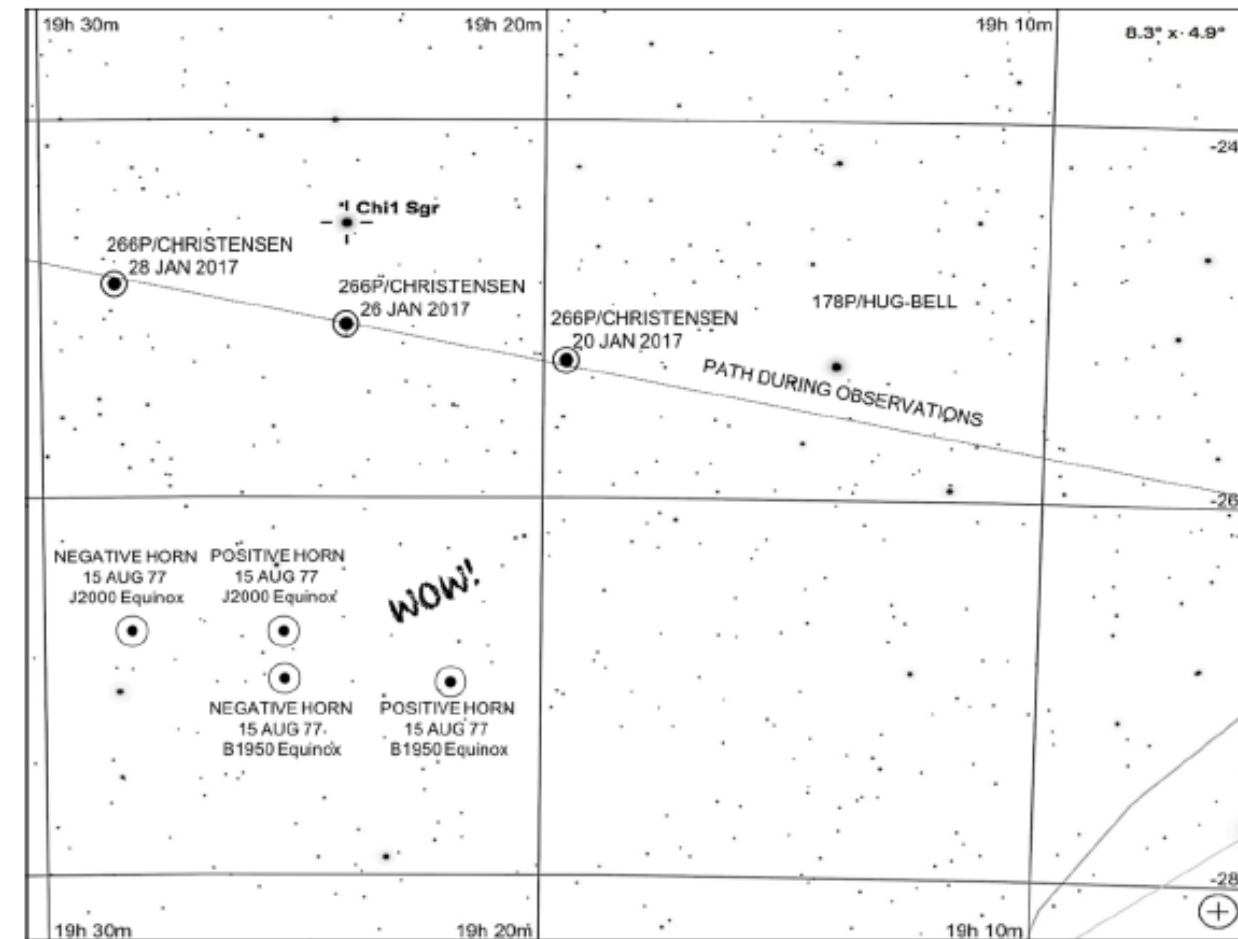
Published Winter 2015

Accepted on 01 April 2017; Volume 103 no2, Summer 2017



HYDROGEN LINE OBSERVATIONS OF COMETARY SPECTRA AT 1420 MHZ

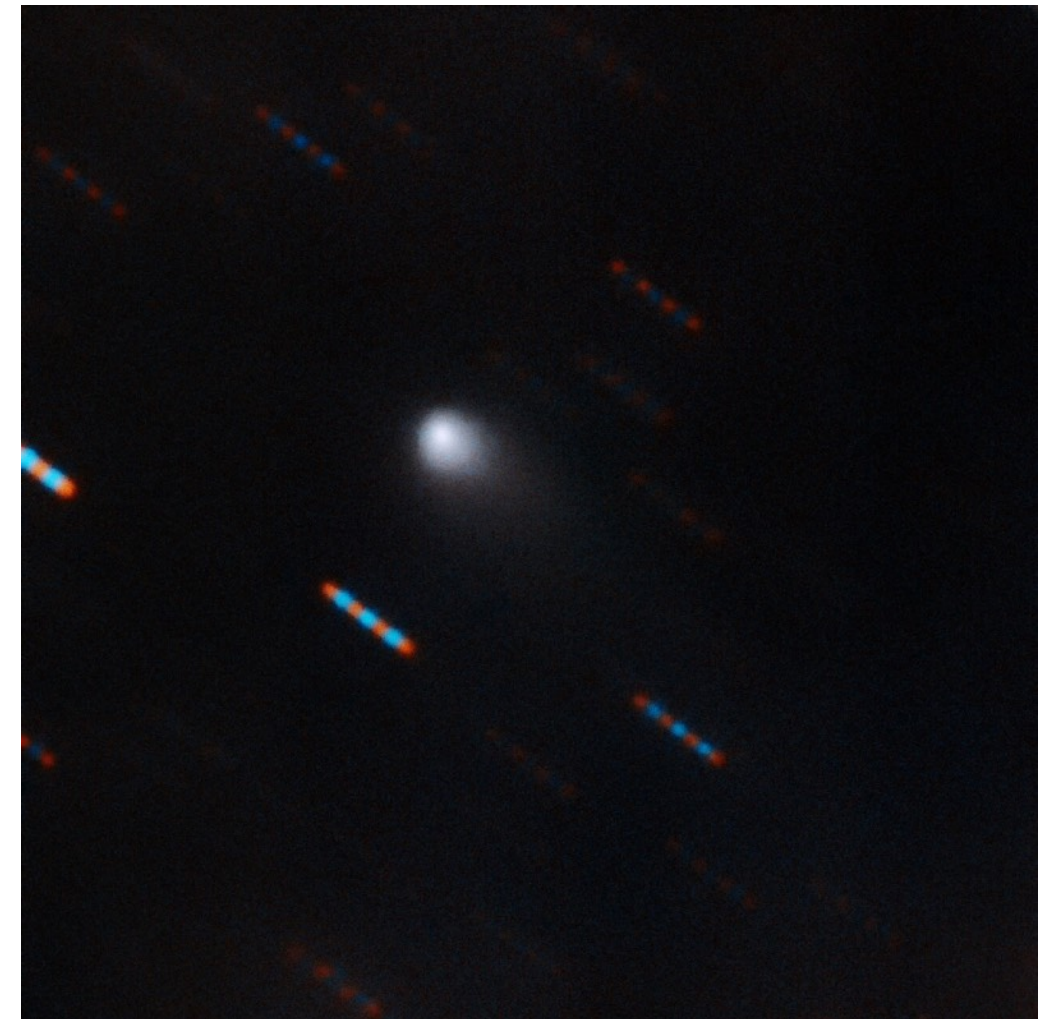
ANTONIO PARIS
THE CENTER FOR PLANETARY SCIENCE



Les visiteurs interstellaires



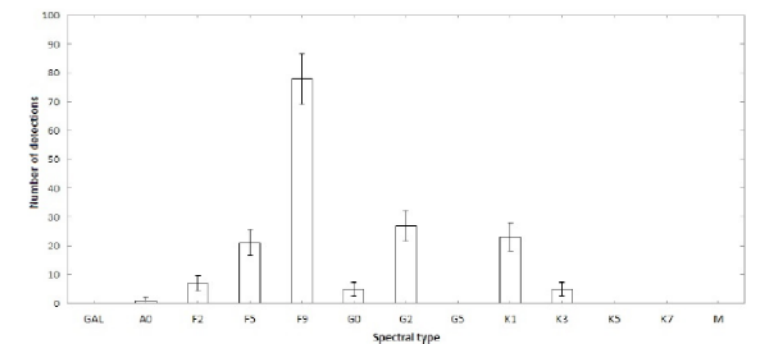
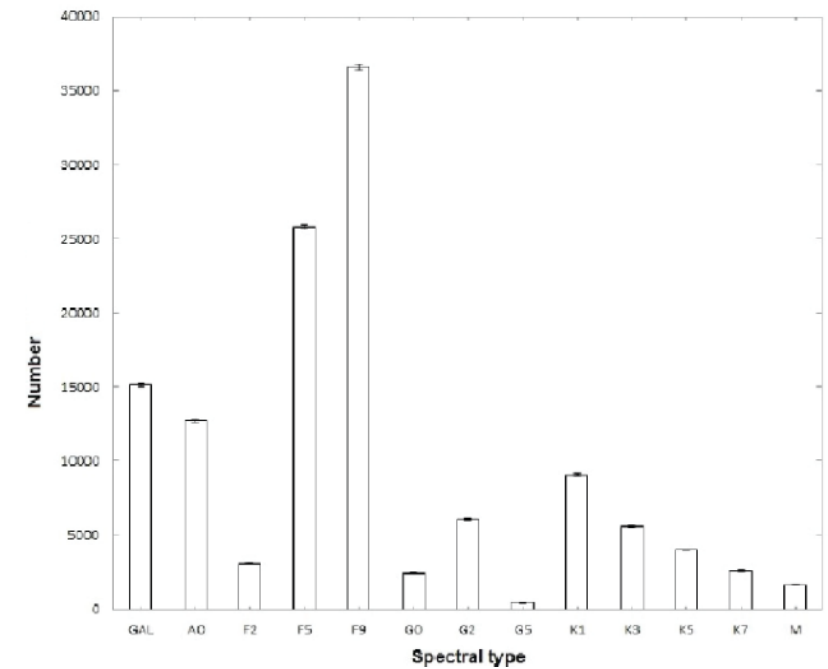
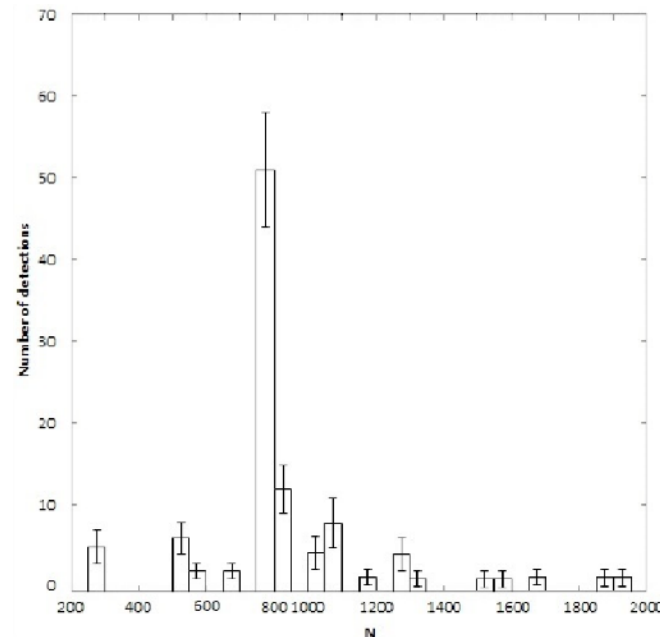
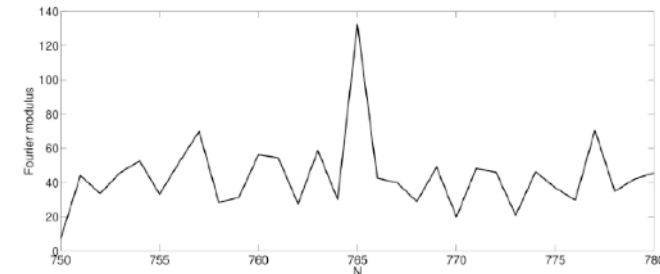
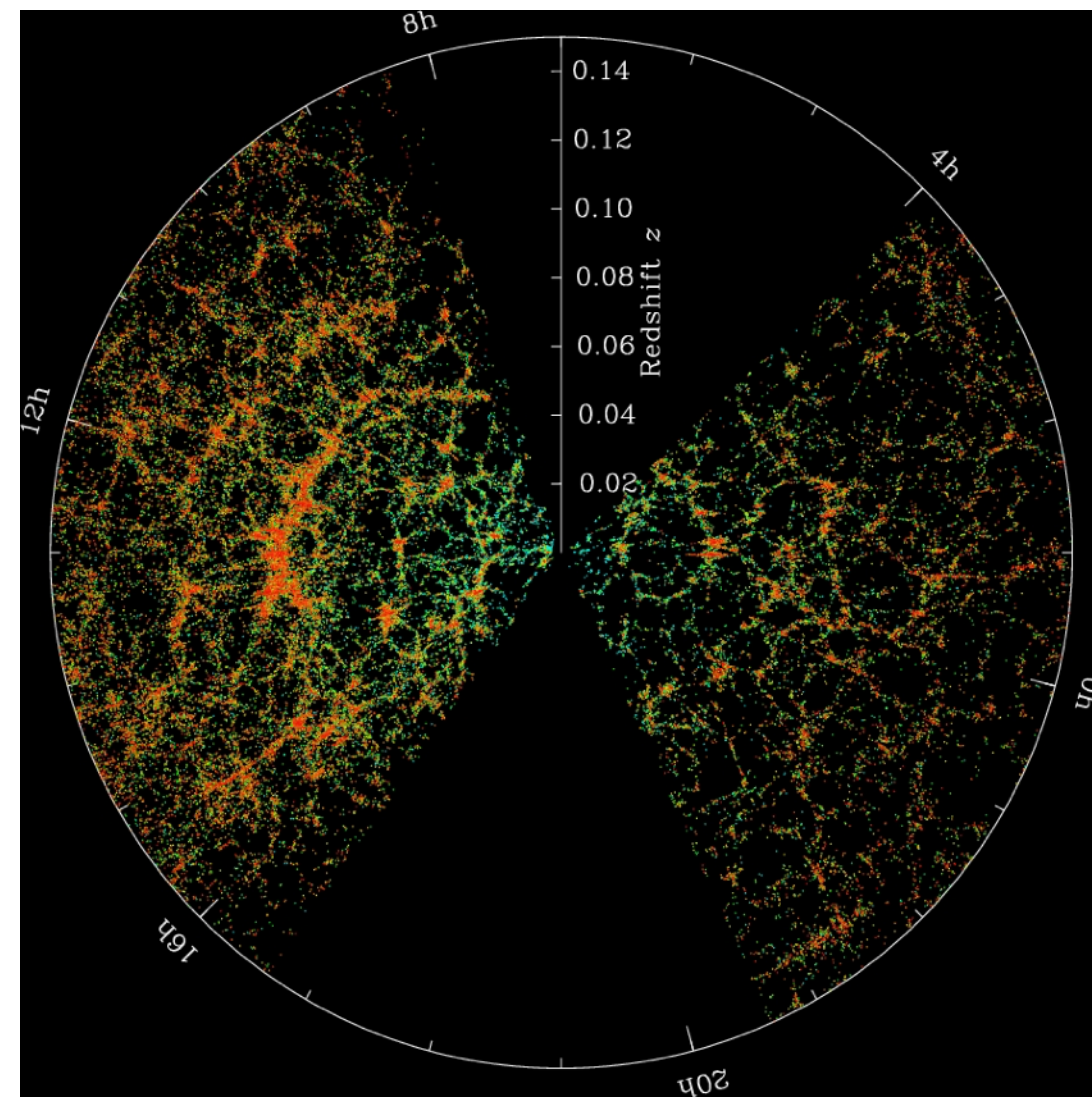
Oumuamua (2017)



2I Borisov (2019)

Spectres stellaires optiques

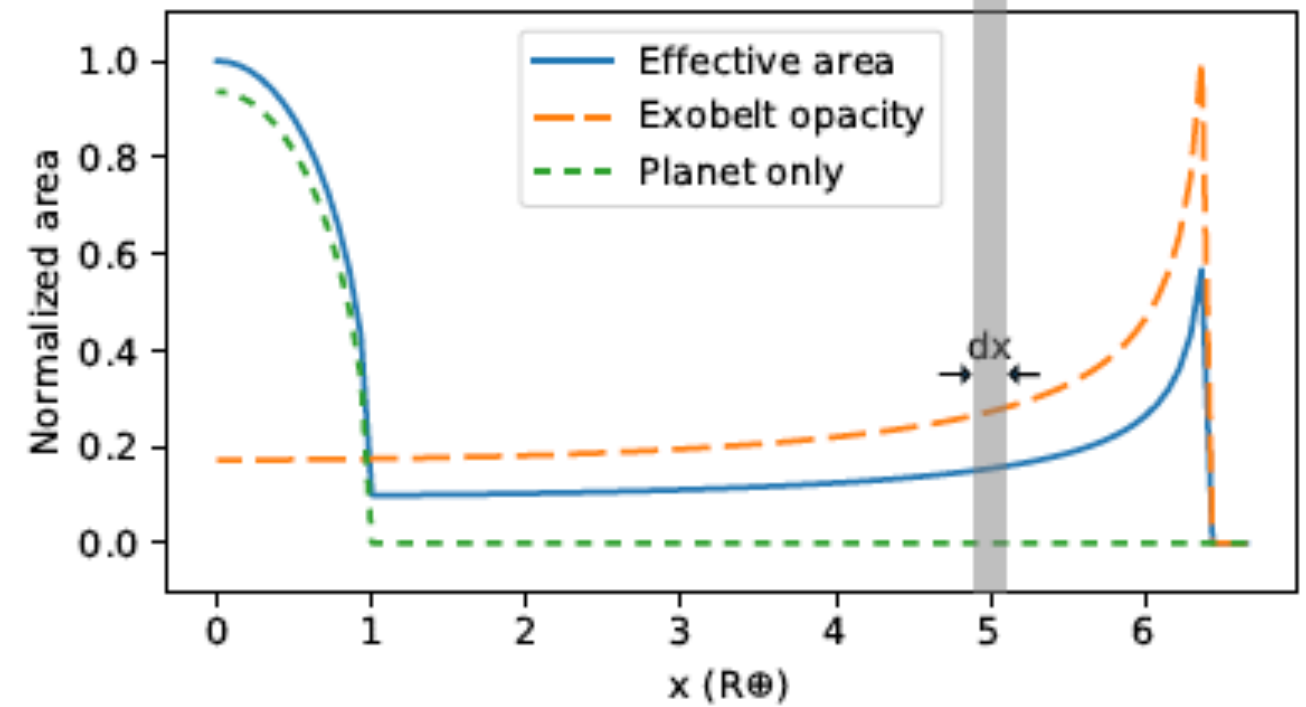
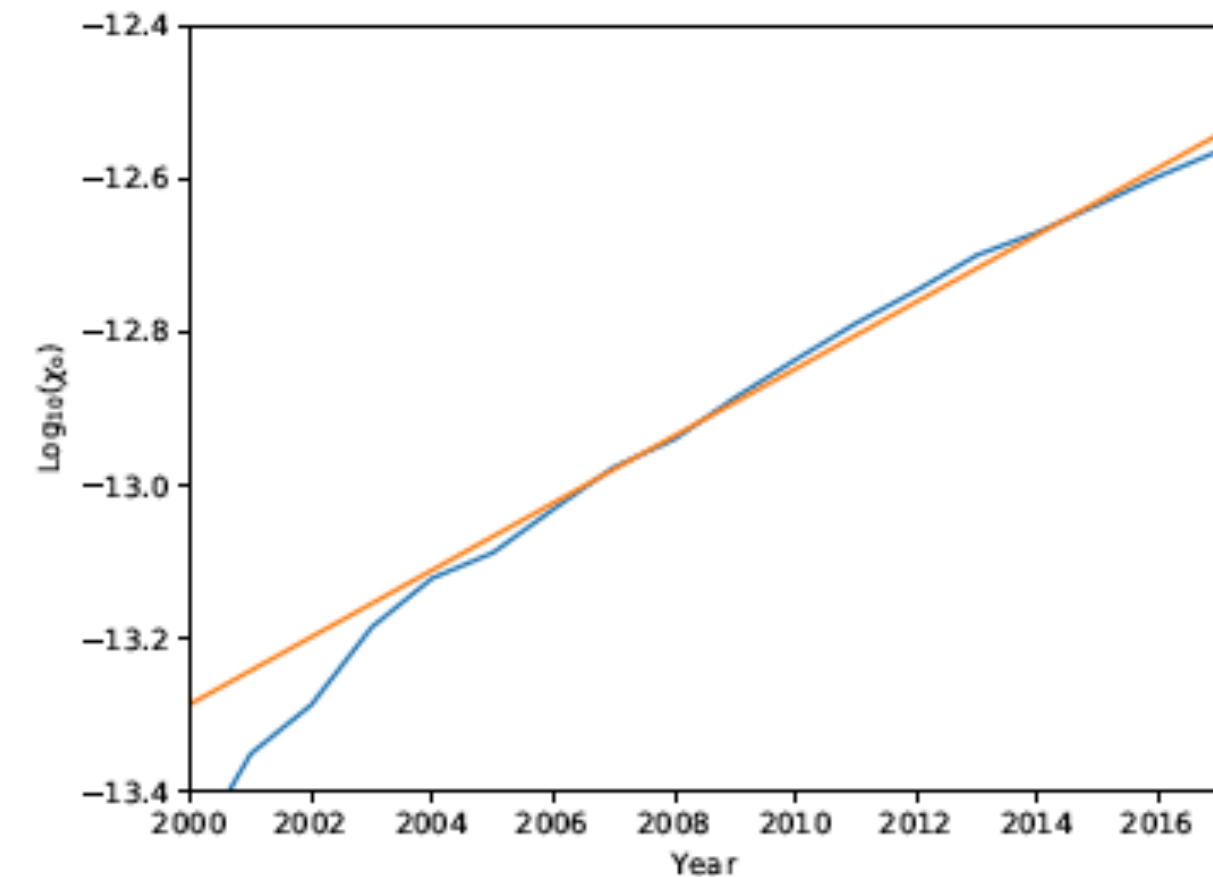
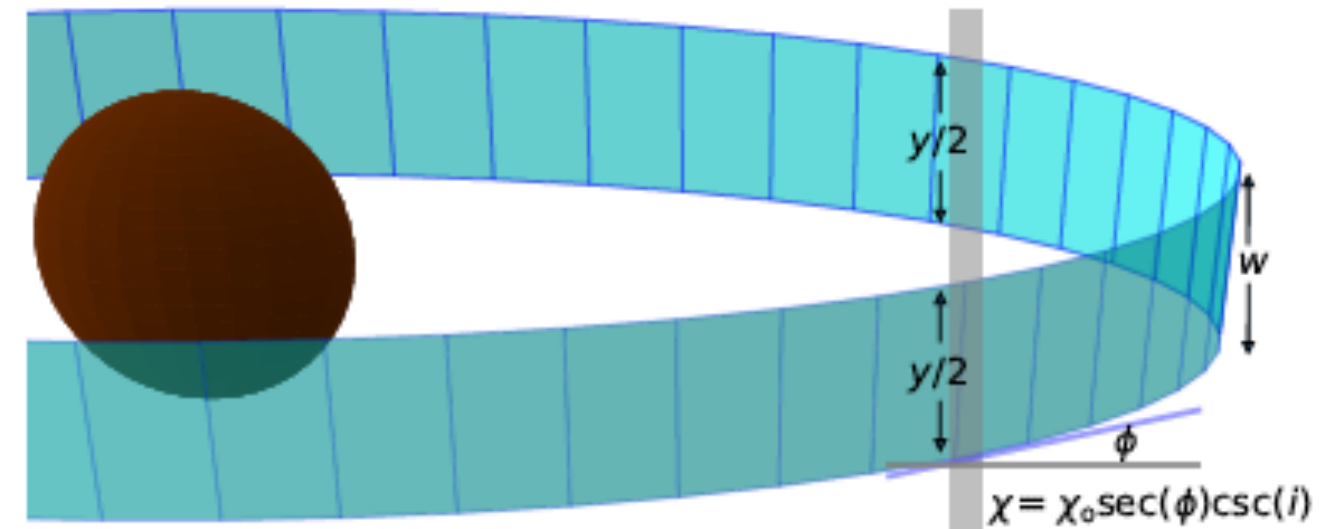
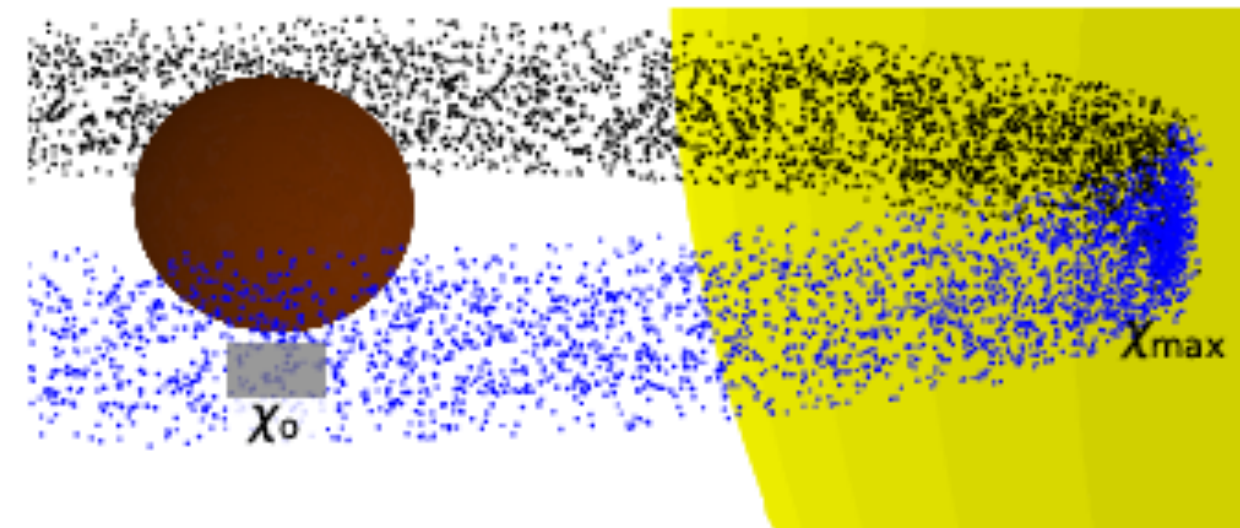
Sloan Digital Sky Survey (SDSS) : 2,5 Millions de spectres



Borra & Trottier, 2016

Particularité des spectres de 234 étoiles de type $\sim$ solaire :
Pic spectral $\rightarrow$ (paires de) pulses picoseconde ? $\rightarrow$ origine ETI ?

L'exo-ceinture de Clarke ?



Socas-Navarro, 2018



ANTHROPOLOGY OFF EARTH

How Terrestrial Exploration and Scientific Imagination
Shape Our Relation to Outer Space and Extraterrestrial Life

4 June 2019

Collège de France

Salle 2

11, place Marcelin Berthelot

Paris 5^e

5 June 2019

Observatoire de Paris

Salle du Conseil

77, Avenue Denfert-Rochereau

Paris 14^e

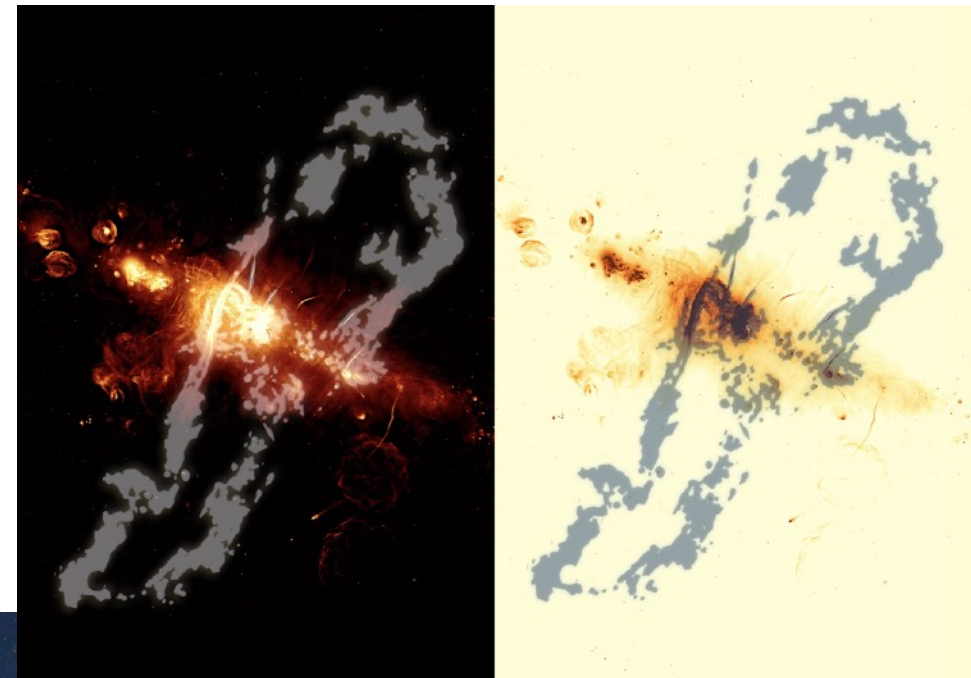
Nouveaux Radiotélescopes



FAST (Chine)



MWA (Australie)

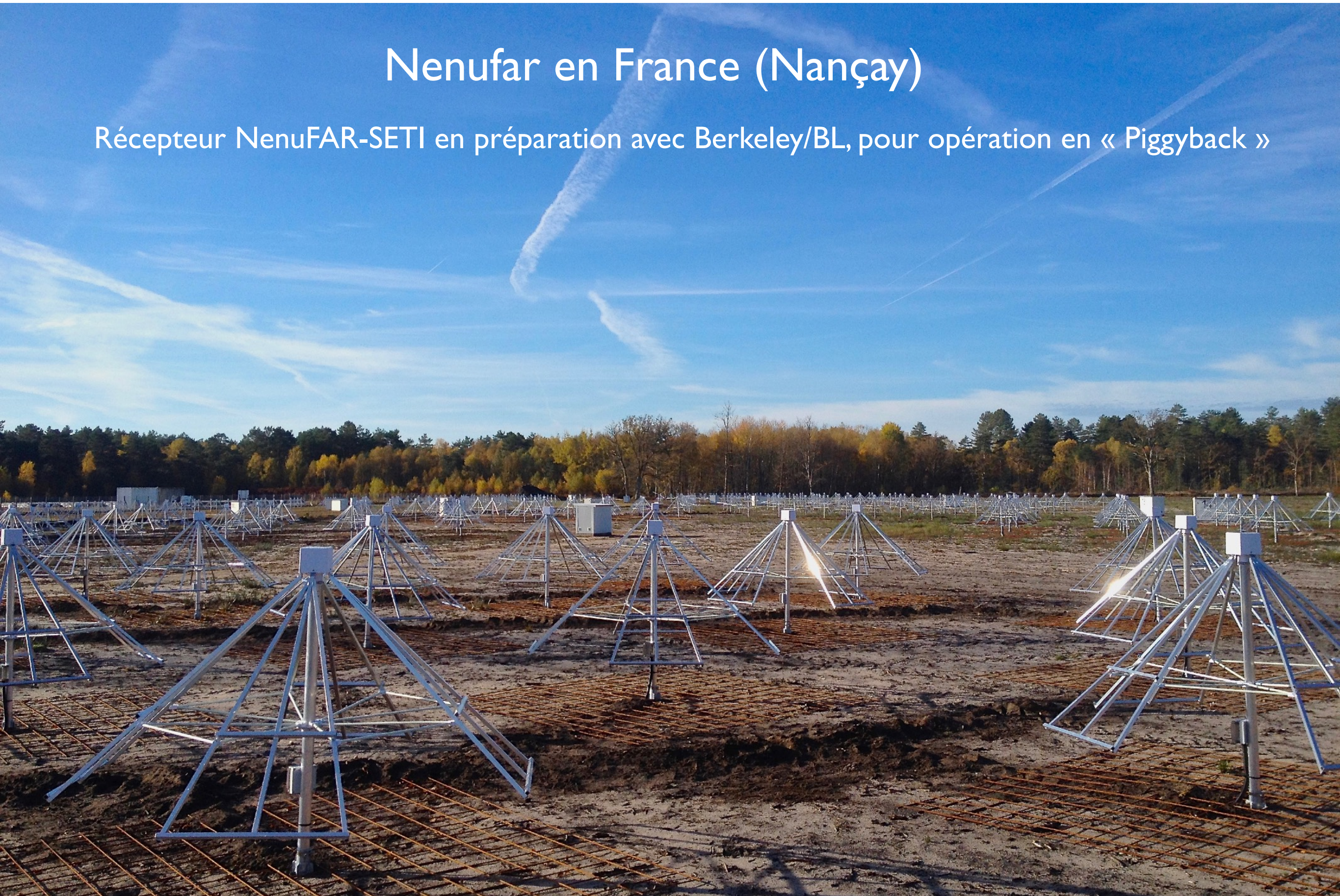


MeerKAT (Afrique du Sud)

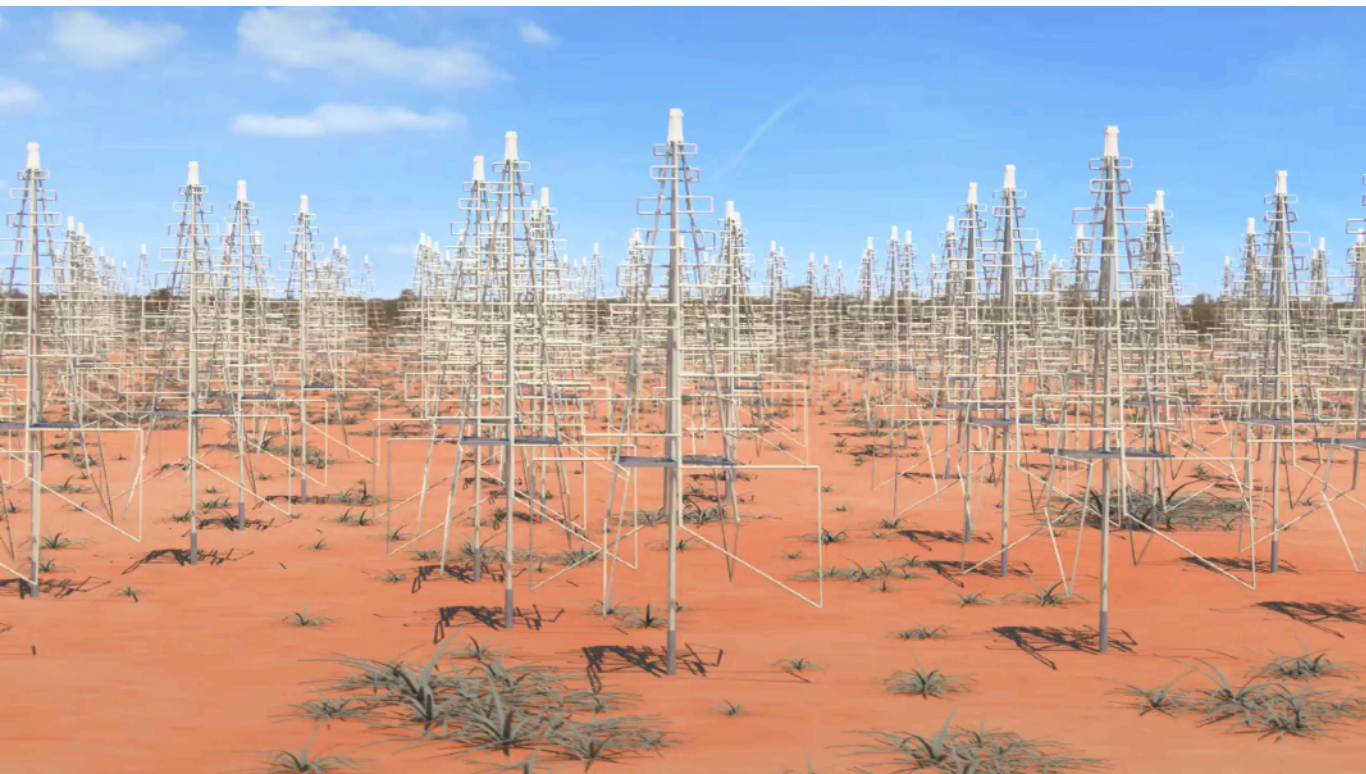
Nouveaux Radiotélescopes

Nenufar en France (Nançay)

Récepteur NenuFAR-SETI en préparation avec Berkeley/BL, pour opération en « Piggyback »



Nouveaux Radiotélescopes



Key Scientific Program proposé : « Stars, Planets & Civilizations »
(A. Siemion, P. Zarka, Di Li, et al.)

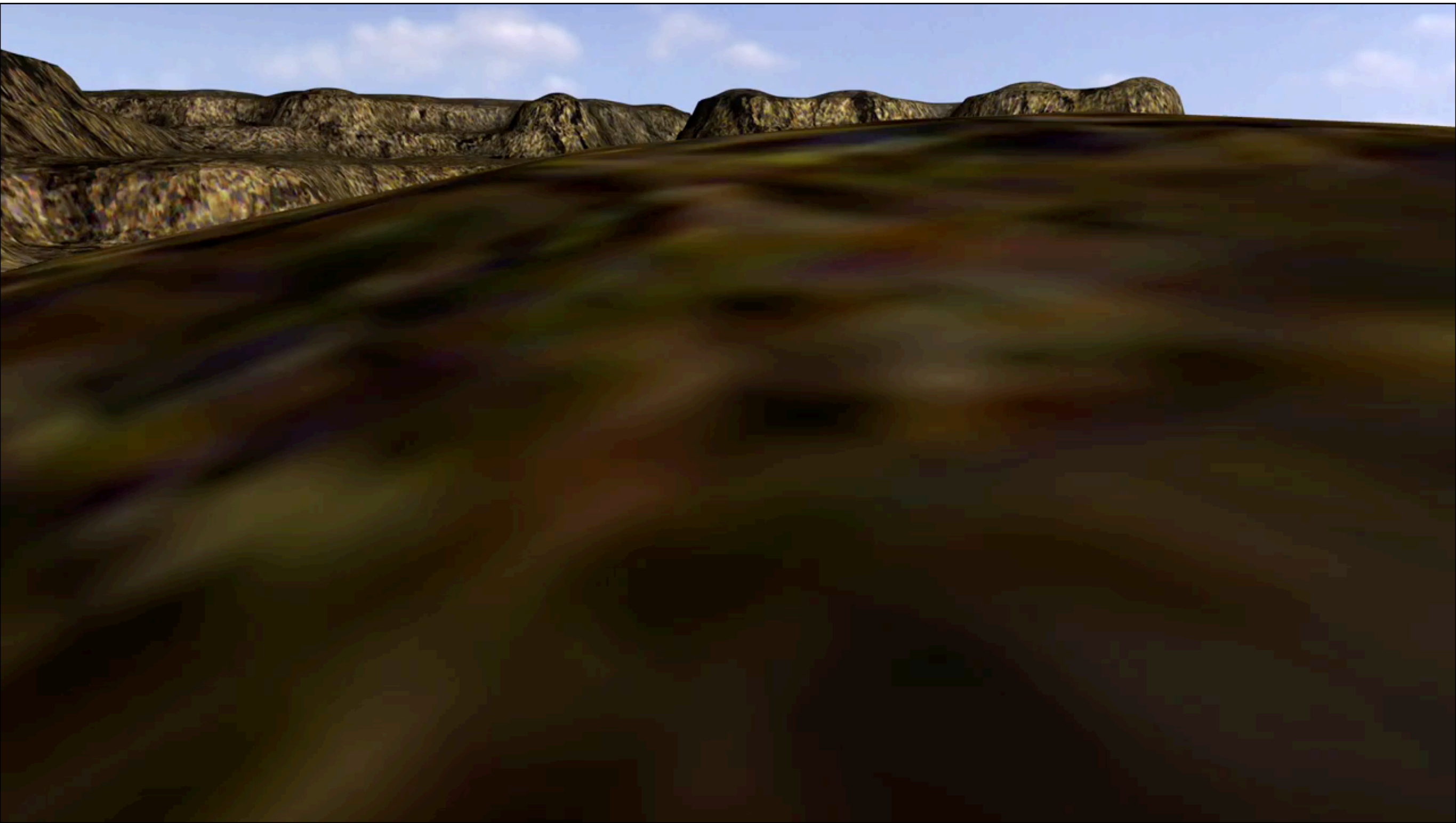
Des recherches coûteuses ? inutiles ?

Pourquoi cherchons à savoir s'il existe une vie extraterrestre ?

Avons nous peur d'être seuls ? (*Un journaliste d'Ouest-France à Quimperlé, 2016*)

- Pour découvrir ce qu'il y a à connaître et pour placer l'humanité dans une perspective cosmique, même s'il s'avère que nous sommes seuls (et dans ce cas: pourquoi ?)
- Pourquoi construisons-nous des voitures, nous sommes pressés ?
- The probability of success is difficult to estimate, but if we never search the chance of success is zero (Giuseppe Cocconi & Philip Morrison, "*Searching for Interstellar Communications*")
- In the deepest sense the search for extraterrestrial intelligence is a search for ourselves (Carl Sagan, "*The Quest for Extraterrestrial Intelligence*")
- Can we survive our own technological development ? By studying another civilization's past, we get a glimpse of our own future... (cité par A. Siemion, conference JPL 2016)

Crédit-Impôt-Recherche : 6 milliards d'€ / an !



A suivre ...