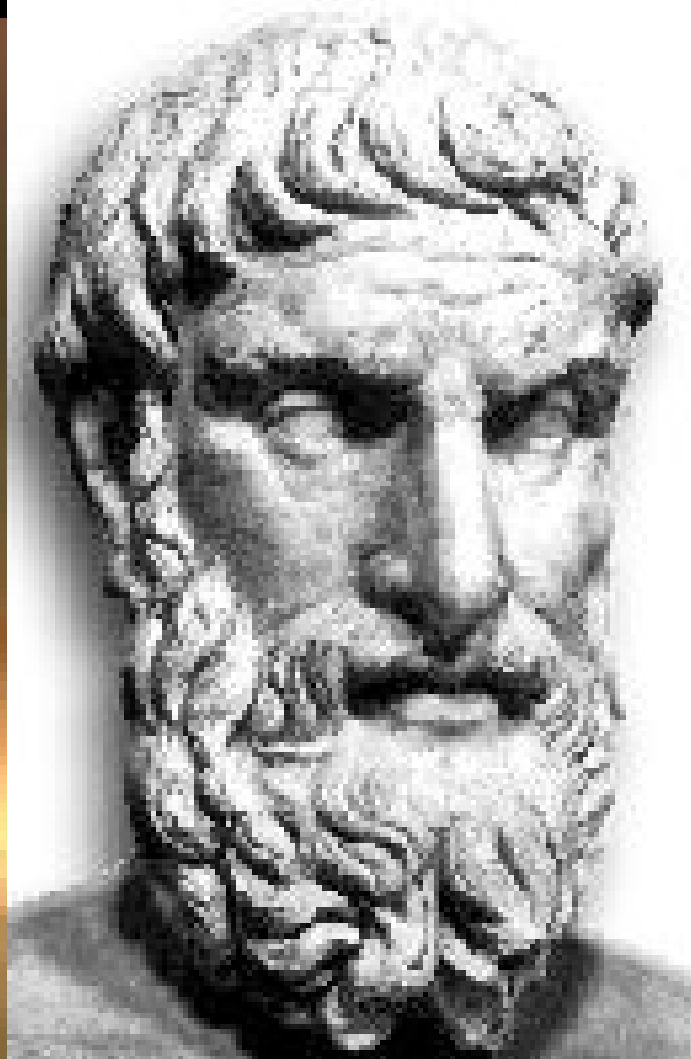


*D'autres Mondes dans le Cosmos ?
recherche de planètes similaires à notre Terre
.... peut-être abritant de la Vie !*

51 Pegasi b ... already 30 years.



Une question ancienne!

Epicurus 341 - 270 AC

Les Mondes sont en nombre infini, certains similaires au nôtre, d'autres étant différents...

..... des espèces vivantes , plantes ou toutes autres choses visibles pourraient exister dans certains Mondes et ne le pourraient pas dans d'autres.

Mais aussi : Leucippe -510 -420 ; Democrite -460 -350

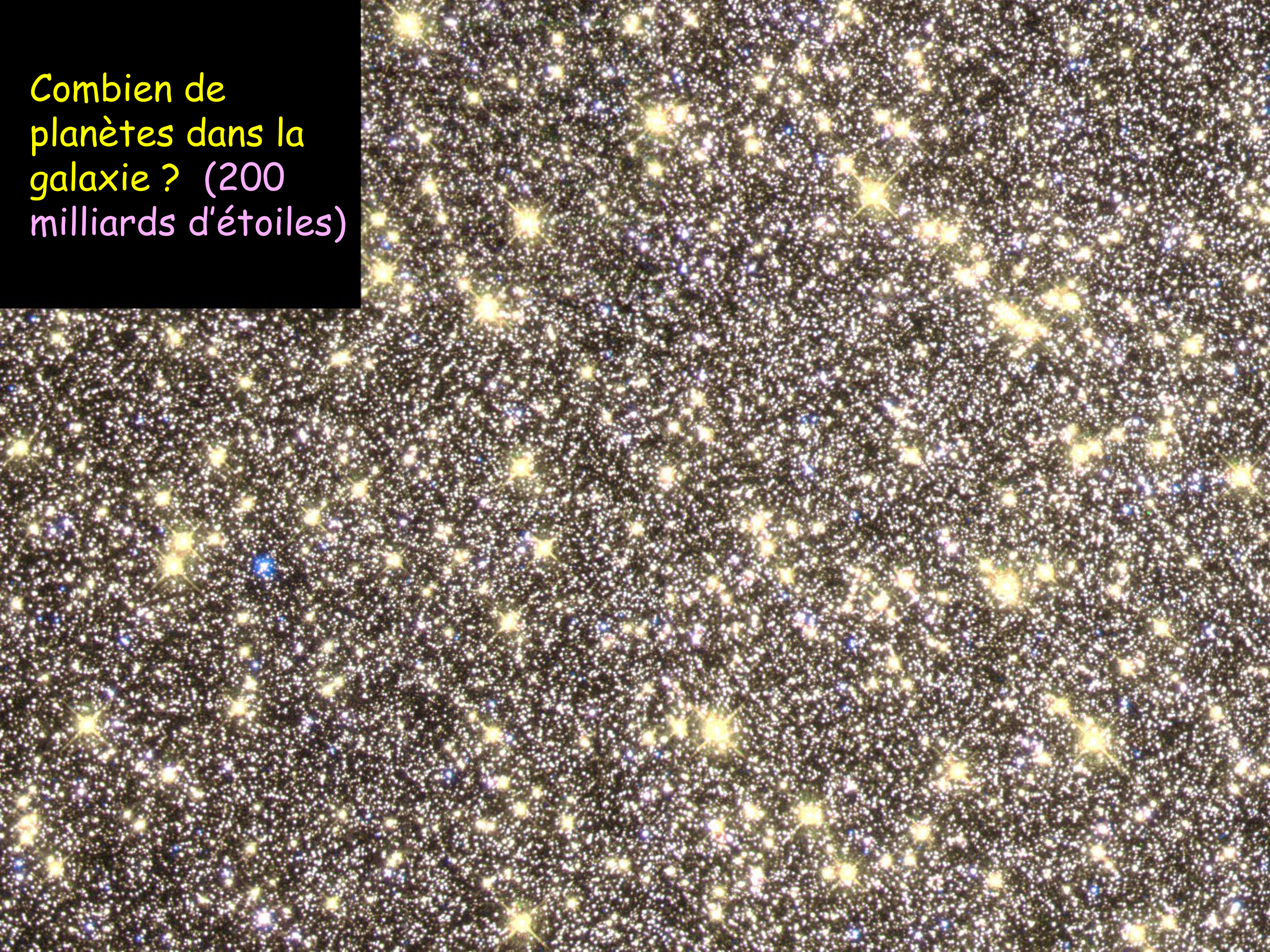
Circa 1200-1280: Saint Albert le Grand:

« Existe-t-il plusieurs Mondes, ou n'y en existe-il qu'un ? C'est une des plus noble et exaltante question dans l'étude de la Nature. »

1277 : Etienne Tempier (Evêque of Paris, avec l'accord du Pape Jean XX1) demande que la question de la pluralité des Mondes soit enseignée à la Sorbonne.

1600+ Giordano Bruno: « De l'infinito , universo e Mundi »

Combien de
planètes dans la
galaxie ? (200
milliards d'étoiles)



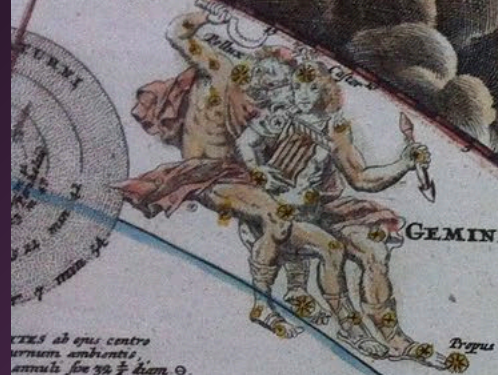


Atlas Doppelmayr 1742

ETARIUM

lectiones novissime collectum & exhibitum
in Privilegio Sac. Cæs. Majestatis.

IMPI



GEMINI

EXES ab opus centro
urnum, ambicenti,
annuli, seu 30 1/2 diam. o.
1/2 diam. o.
1/2 diam. o.
1/2 diam. o.
1/2 diam. o.
us in Hollandia omnium
a Cæsare Parisiis 17 et 21. an. 1684.
veru.



TAURUS

APRILIS

Benevole Spectator.

Innumerabilem EXESERUM exercitum
isthuc puyillo schemate tibi consideradū
proponimus, quæ non, nūc opaca Planetarū
corpora, mutuatitio Solis lumine, sed vinata sibi
luce totidem SOLIS radiant, suis quoque adinstar So-
lis nostri, haud dubis Planetis, quibus radios suos imper-
tiantur, circumdatæ, non enim frustra illuc à Creatore
positas esse arbitramur. At distantiam à planetariis sy-
stemate etiam aliqua proportione metiri, nec numerus, nec
area ulla nobis suppetet. Nam perpende, qualem in suo
Cosmotheus Hugenius argumentis satis probabilibus deduxit
eam, quippe distantia Telluris à Sole habere rationem, qua
tis est unitatis ad 27664, ut provide globus ter-
restris, qui ex Tellure nostra explosus Solem cla-
vis 27 annis fore attingeret, ad stellam SIXY Ti-
xanum proximam, non nisi spatio annorum
691800 (perceptu horrendum!) pertingeret.
Ordem igitur Magnæ ad distantiam
a fixis puncti tantum habere ra-
tionem, annuo necesse est.

Actuellement dans le Clementinum
(Prague).

1752 , Par un artiste italien ayant été
probablement informé de l'hypothèse
faîte par Giordano Bruno (<1600)



LIFE ON CALLISTO (MOON OF JUPITER)

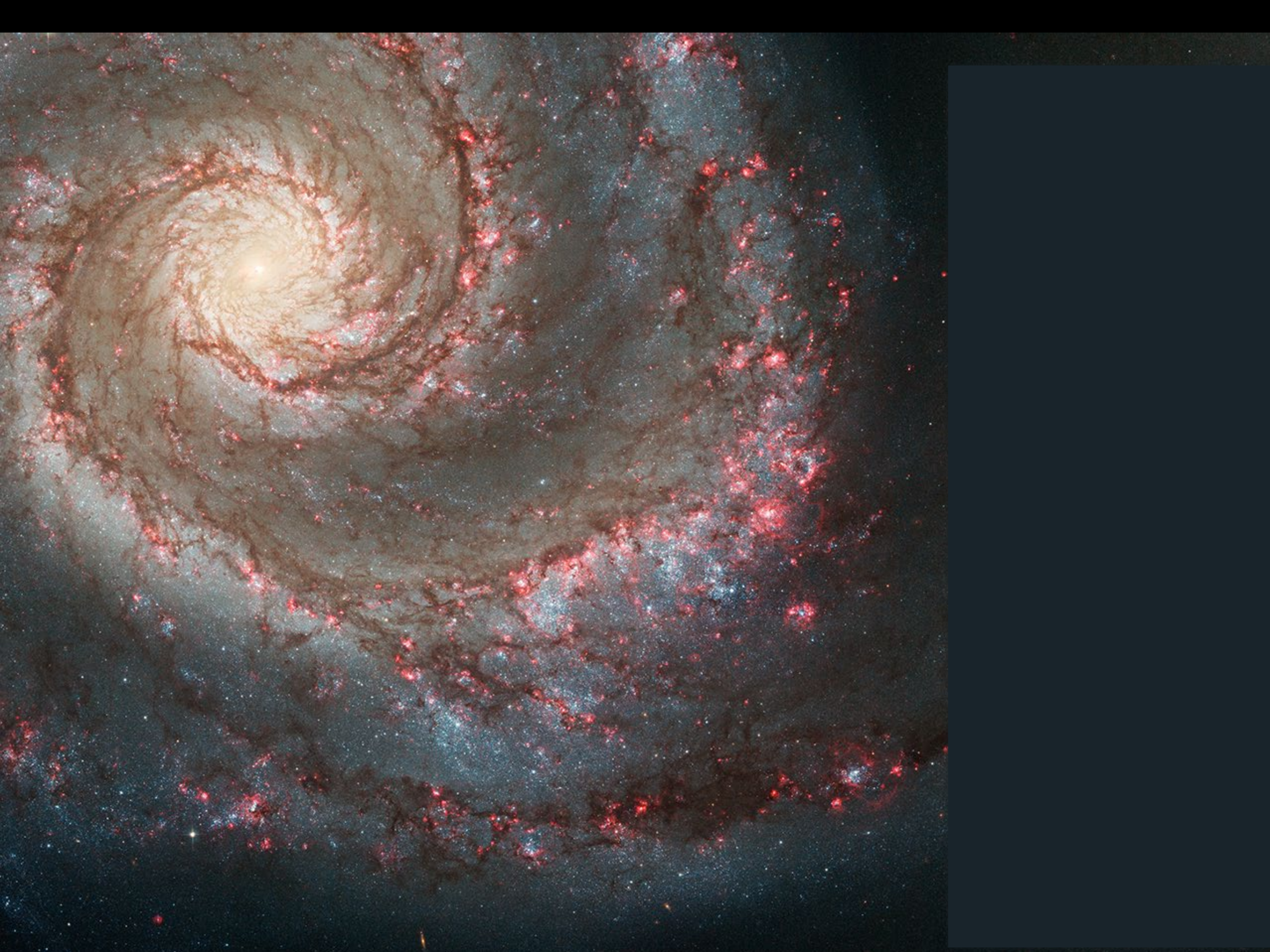
Since this satellite is as large as Earth's moon, science says it is quite capable of supporting life, which, lacking conclusive scientific observation, our artist pictures here in imaginative style. (Details on p. 144)



Amazing Stories
vol. 14 n° 8, août 1940

August 1940

Photo:



Effondrement de grands nuages gazeux sous l'effet de
la gravité >>>>> formation de nouvelles étoiles
et de systèmes planétaires !!!!

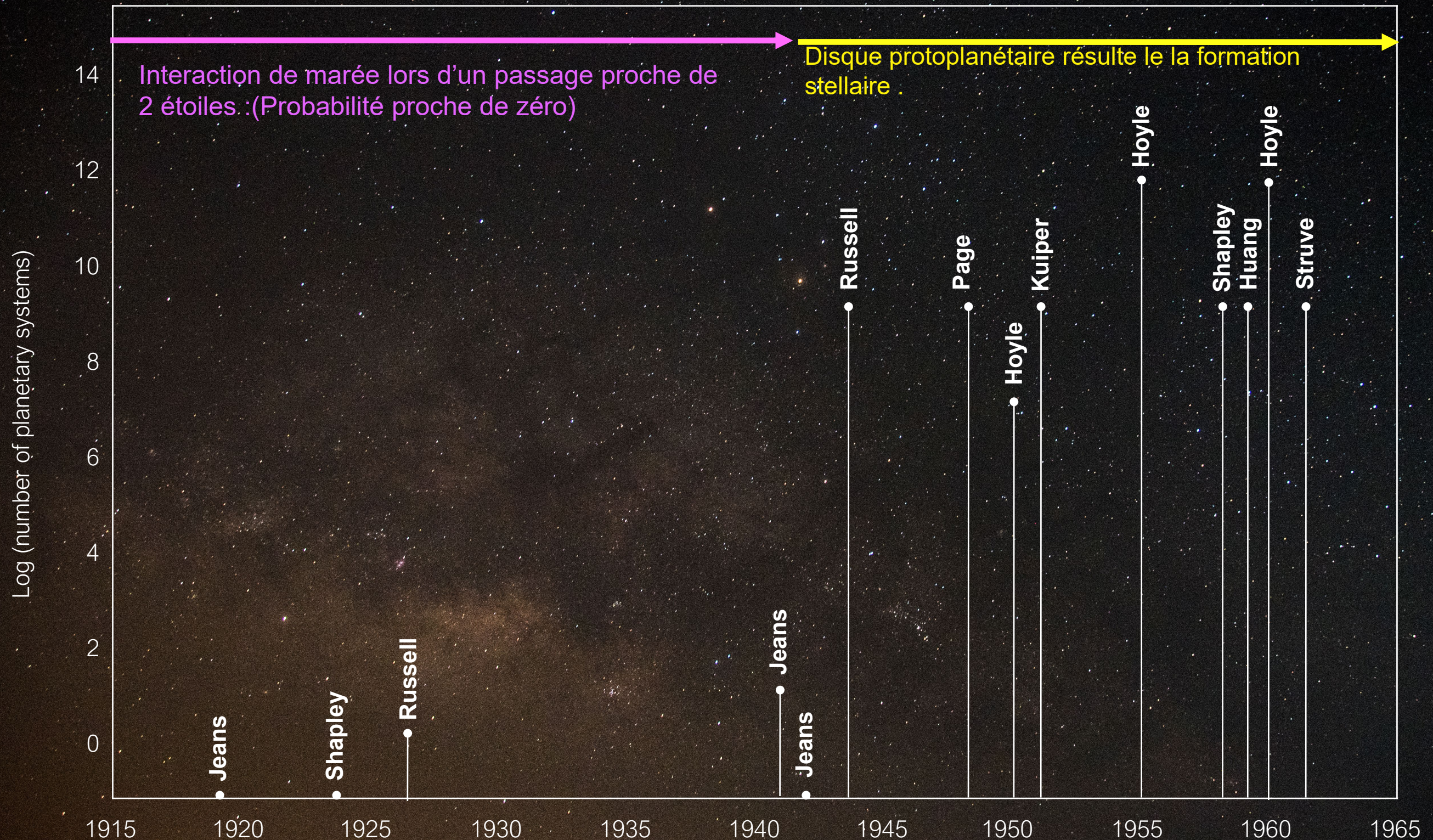


PROPOSAL FOR A PROJECT OF HIGH-PRECISION STELLAR
RADIAL VELOCITY WORK

By Otto Struve

J'ai suggéré ailleurs que l'absence de rotation axiale rapide des étoiles normales de type solaire ... suggère que ces étoiles ont converti leur moment angulaire provenant de la rotation axiale en moment angulaire provenant du mouvement orbital des planètes. Il peut donc y avoir de nombreux objets semblables à des planètes dans la galaxie.

Nombre estimé de systèmes planétaires dans la galaxie au cours du 20ième siècle



Disques protoplanétaires observés avec le HST



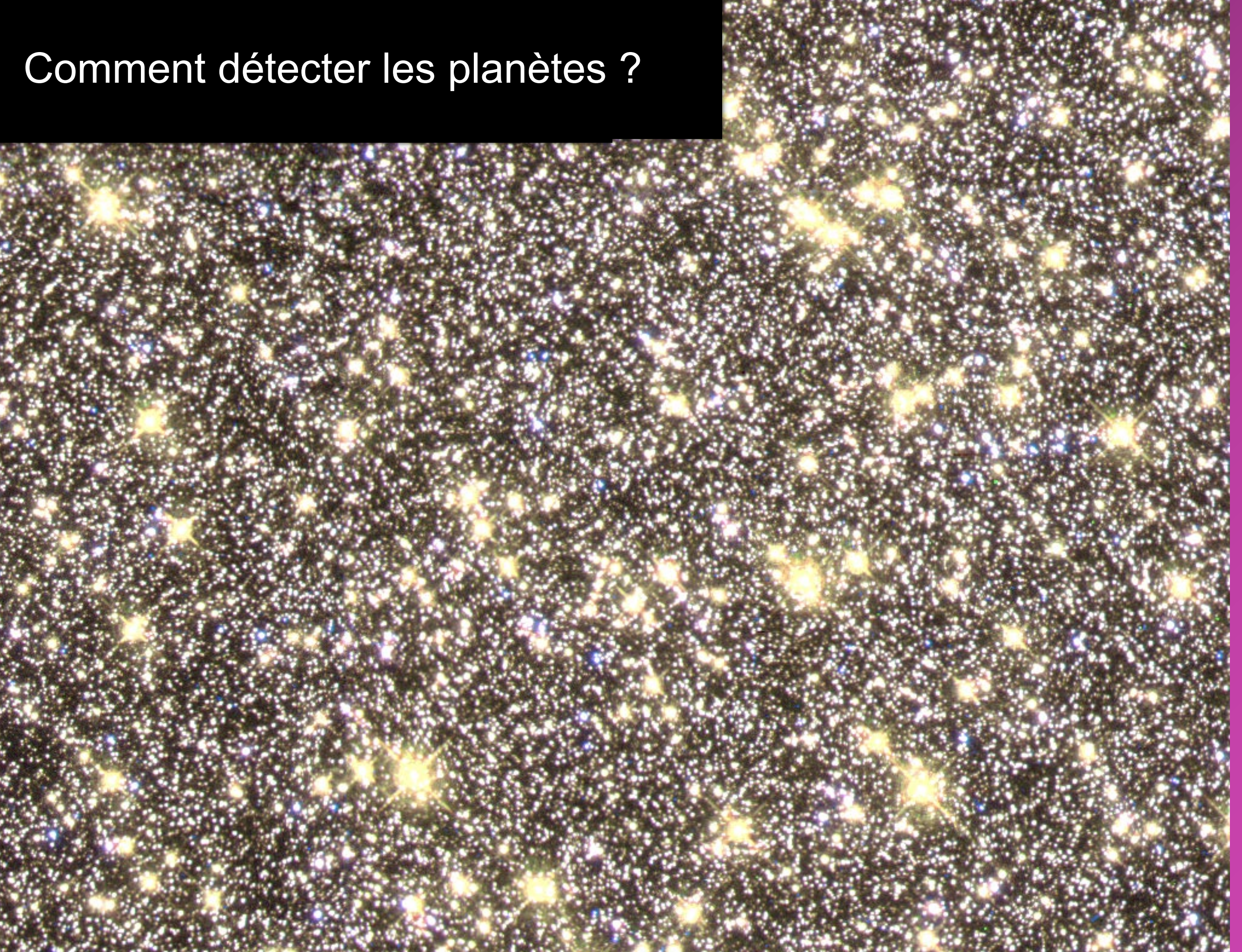
**Protoplanetary Disks
Orion Nebula**

HST • WFPC2

PRC95-45b • ST ScI OPO • November 20, 1995

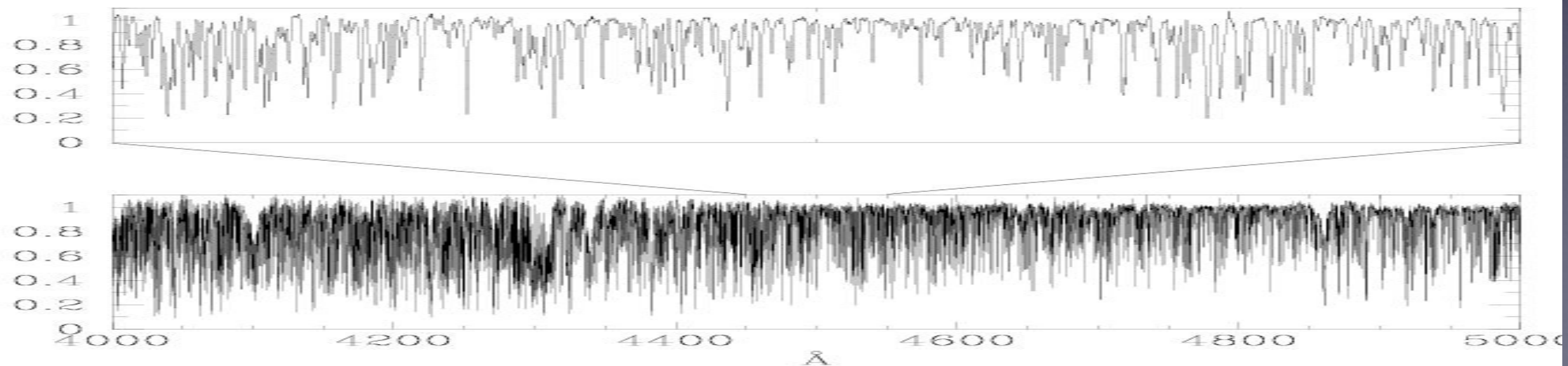
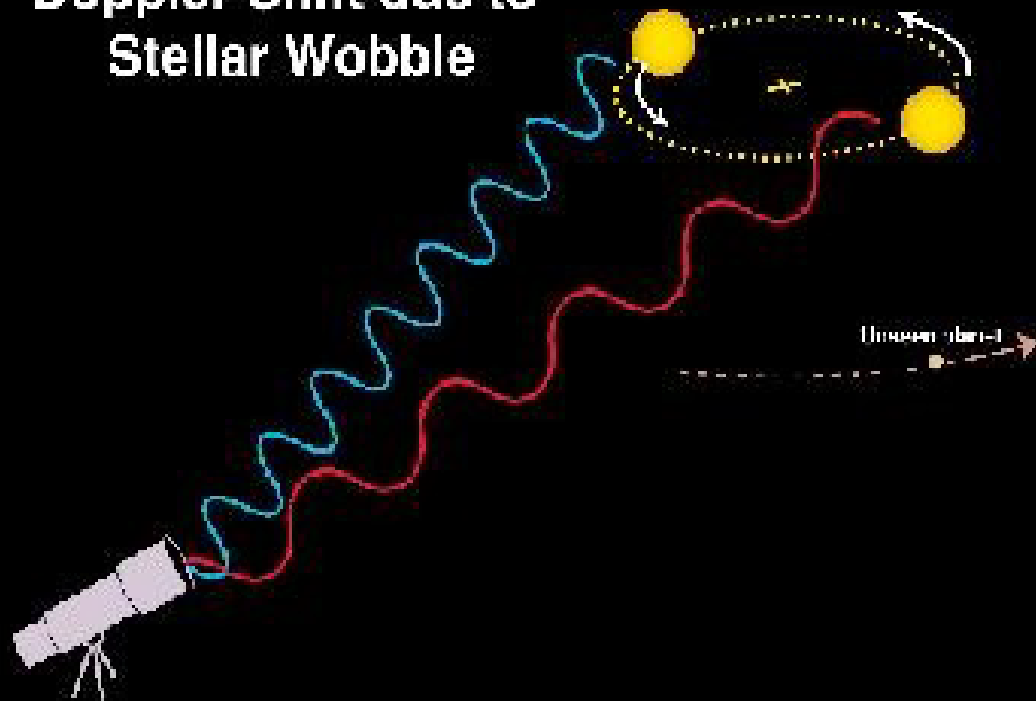
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA

Comment détecter les planètes ?



Effet Doppler

Doppler Shift due to
Stellar Wobble



ELODIE spectrograph on the 193 cm at the Haute-Provence Observatory





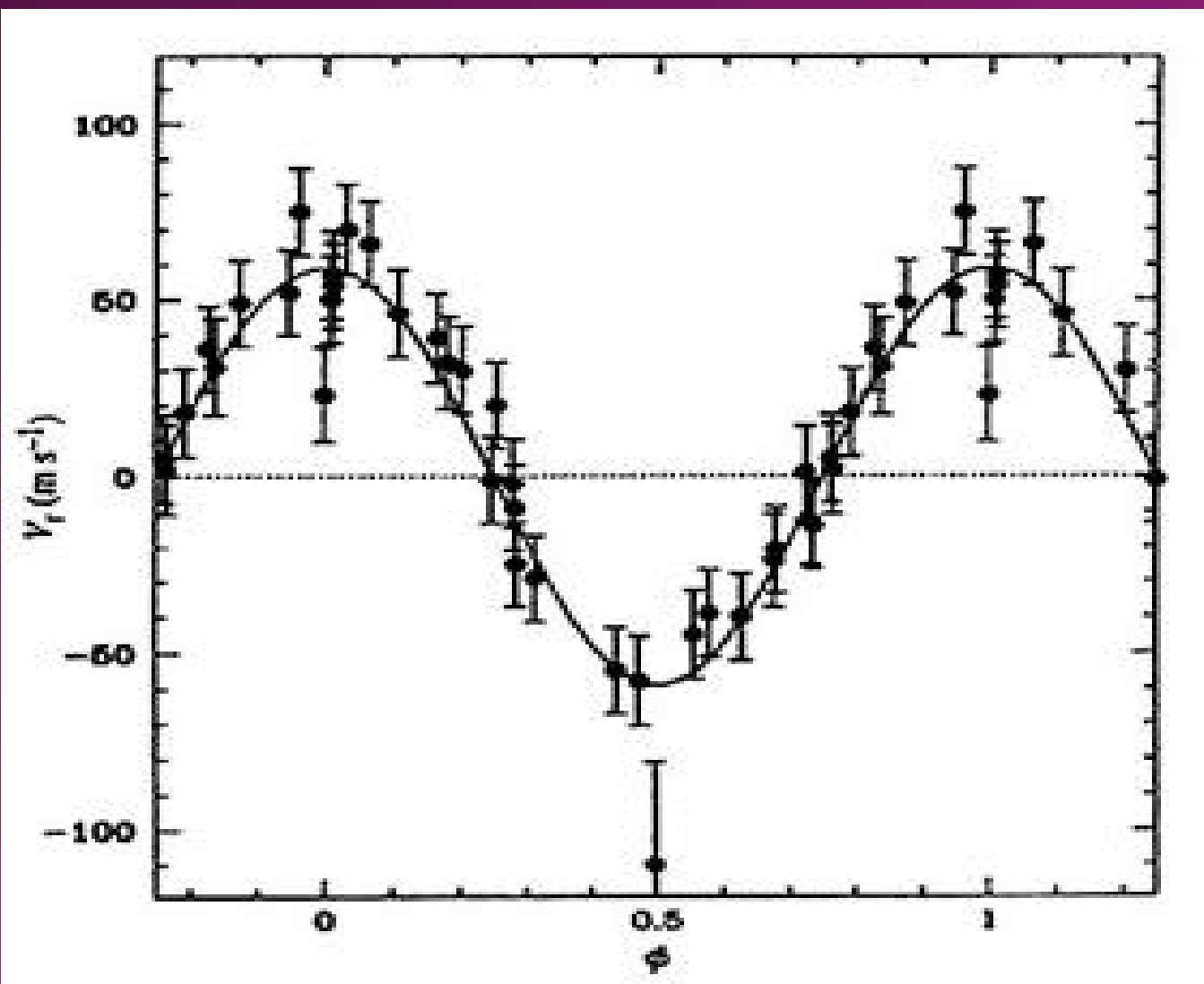
Découverte d'une planète (51 Pegasi b) en orbite autour d'une étoile similaire à notre soleil .

$$M_{\text{pl}} = 0.5 M_{\text{Jup}}$$

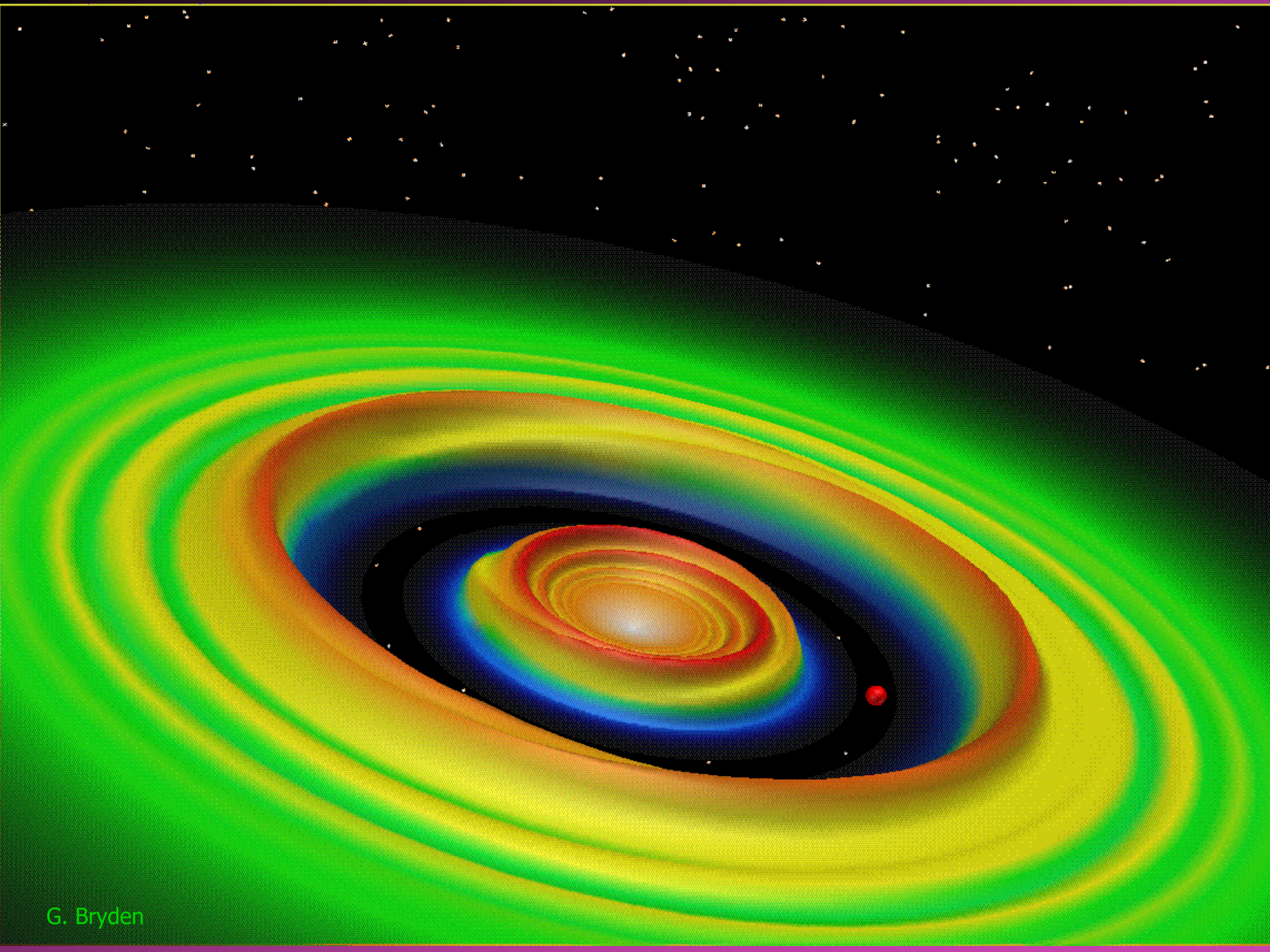
$P = 4.2 \text{ days}$ 1/1000 des prédictions théoriques !!!!!

$$a = 0.04 \text{ UA}$$

(Mayor & Queloz , Nature 1995)



Aujourd'hui : plus de 6000
exoplanètes ont été
découvertes et caractérisées.



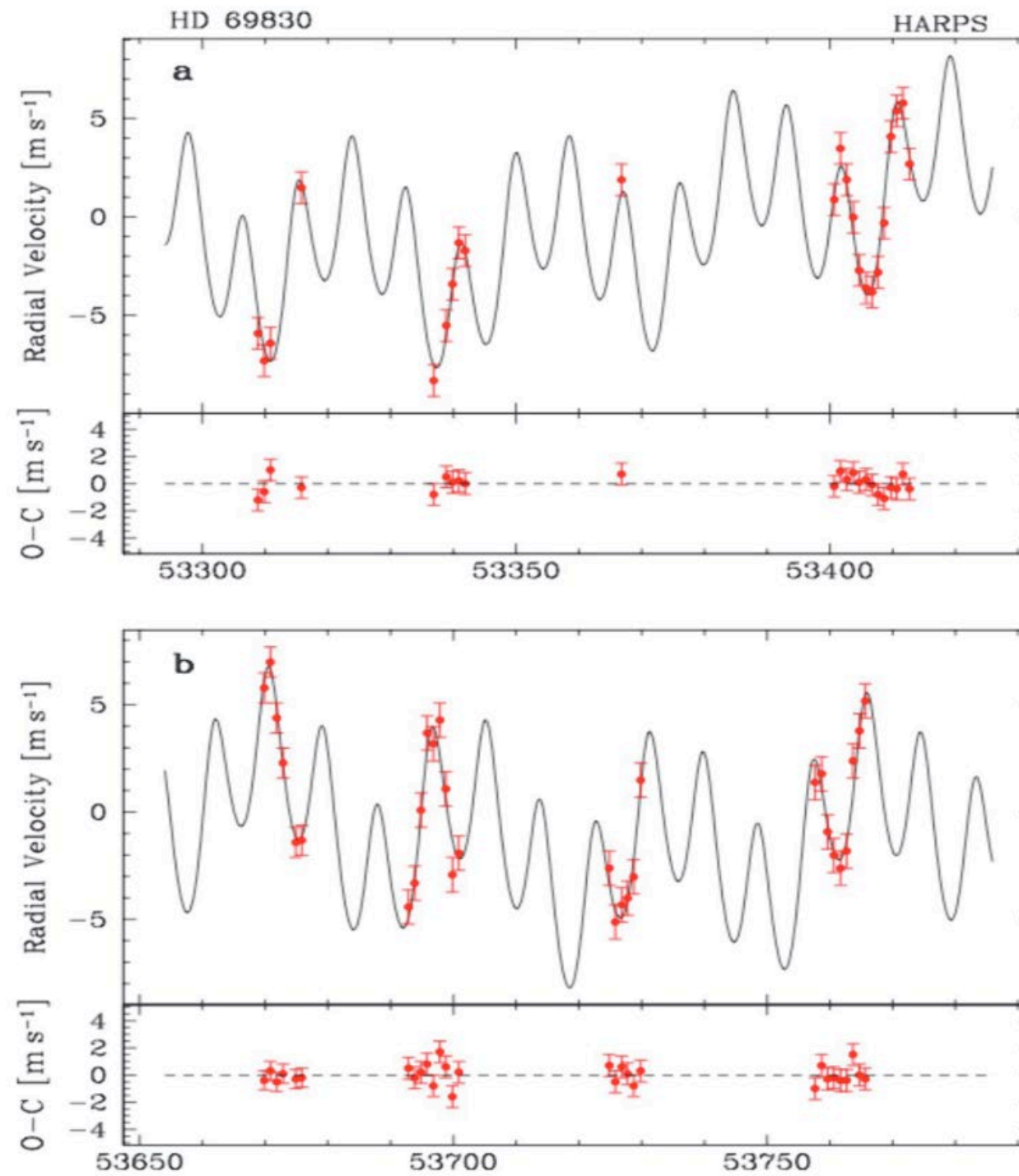
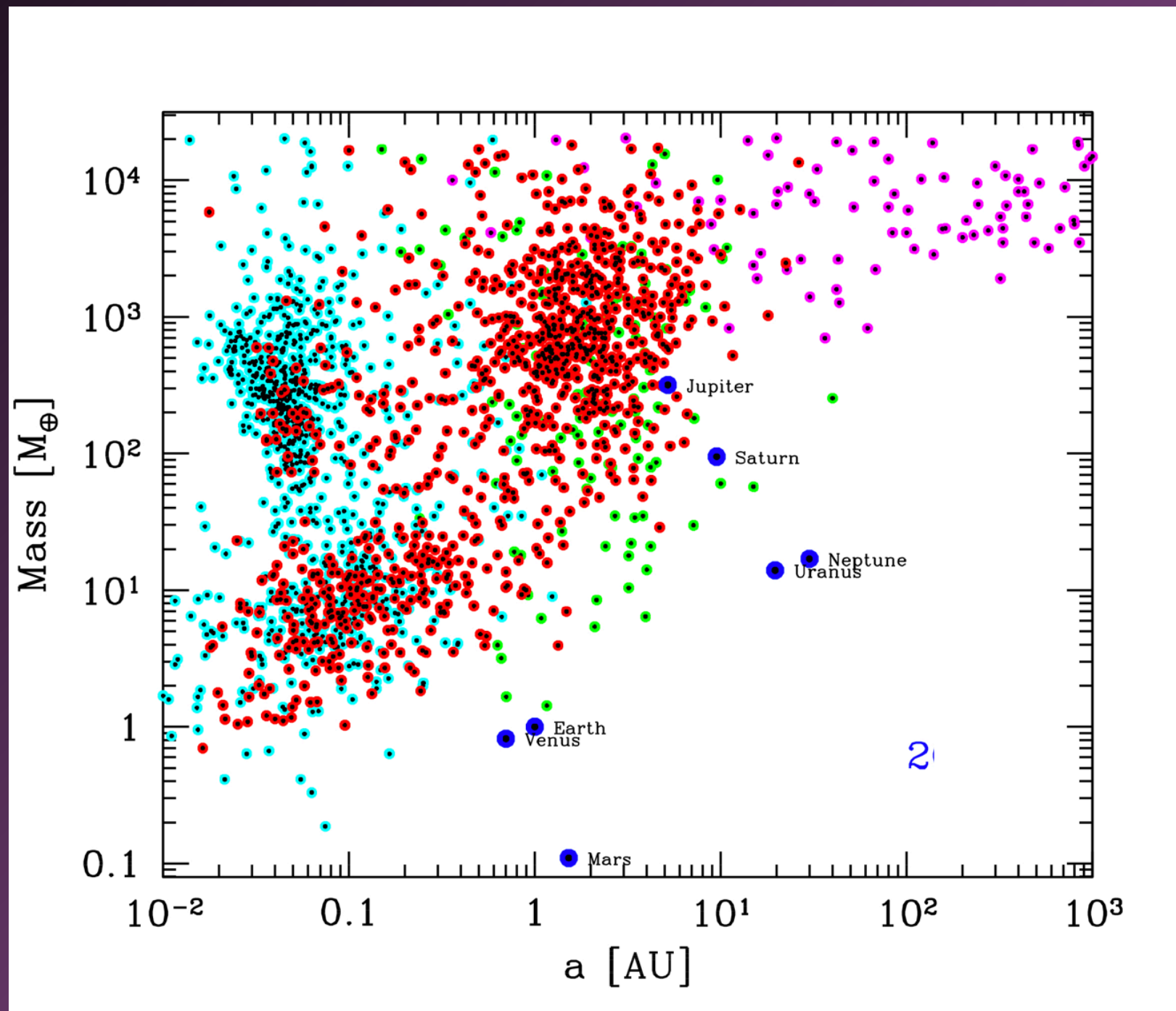


Fig. 4. A limited range of the velocity variation of HD 69830 giving an example of the complex curve resulting from the stellar reflex motion due to three planets (Lovis *et al.* 2006, *Nature* 441, 305).

...30 ans de découvertes d'exoplanète

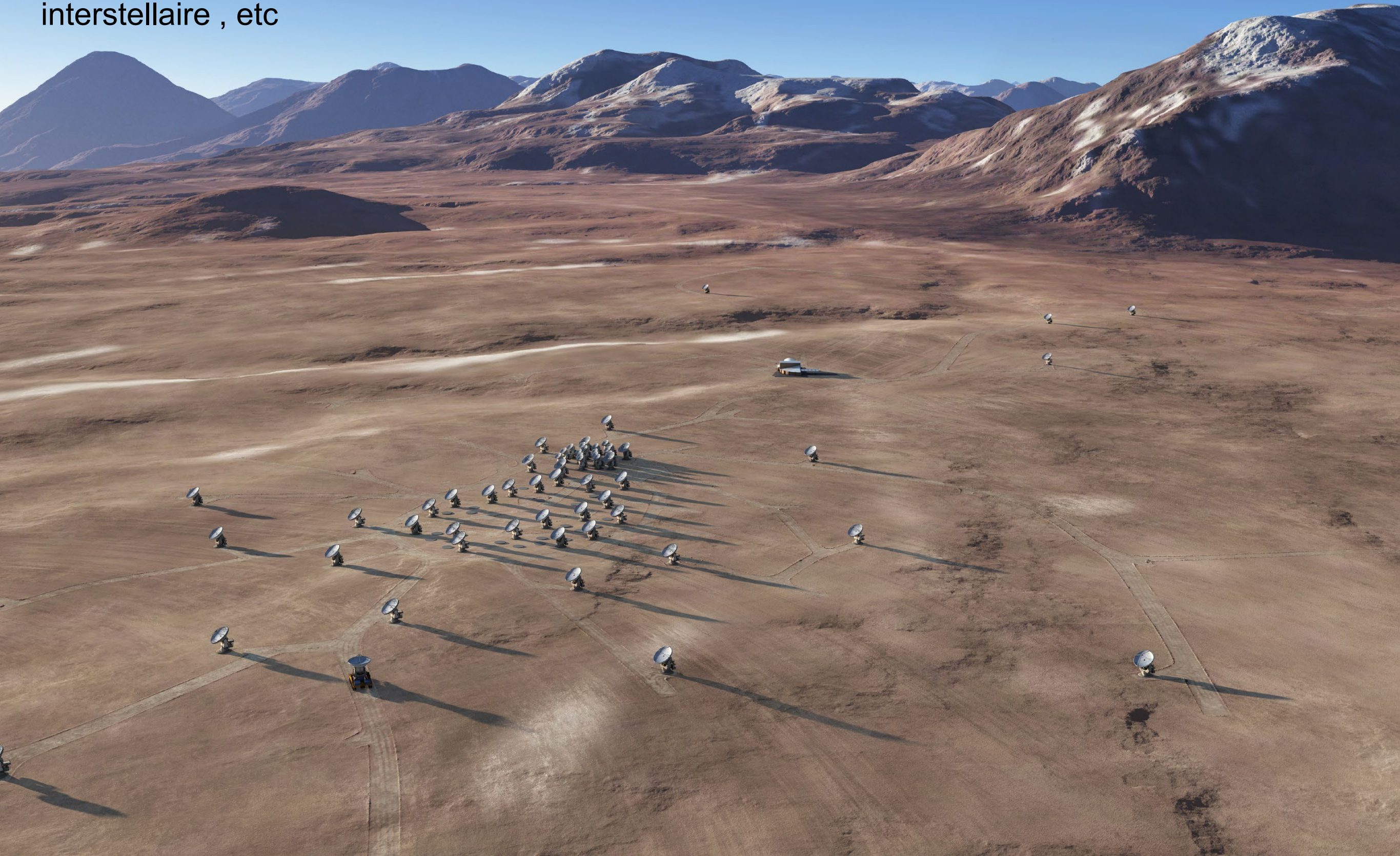


Une étonnante diversité des systèmes planétaires et des planètes elles-mêmes !

● Radial velocities	● Direct imaging
● Transit photometry	● Microlensing

ALMA: Un interferomètre submillimétrique à une altitude de 5000 mètres dans les Andes chiliennes pour étudier le gaz froid dans l'Univers (ESO,US,Japan)

Formation des galaxies, étoiles , planètes , la matière interstellaire , etc

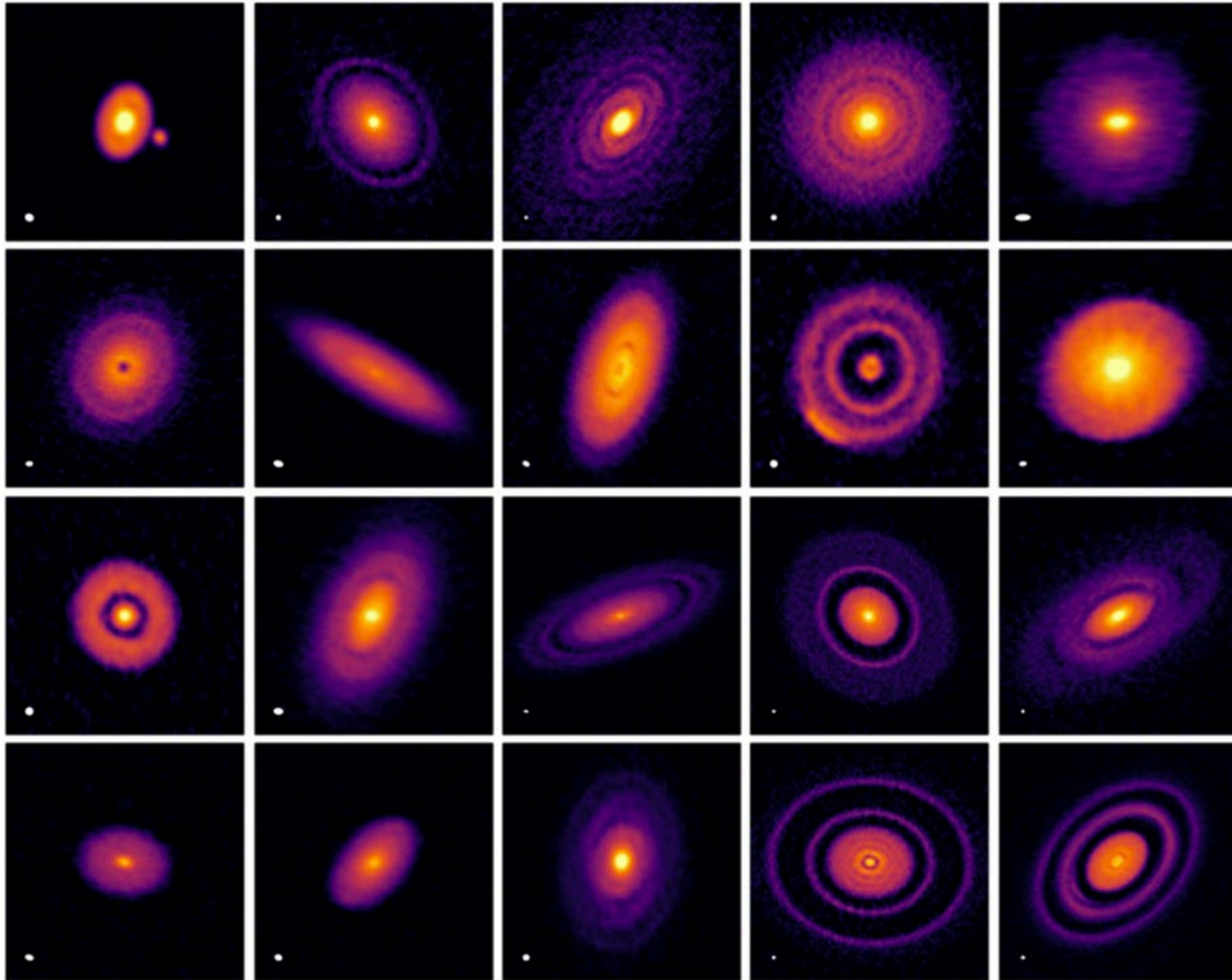








Disk Substructures at High Angular Resolution Project (DSHARP)



This is the official Data Release webpage for the ALMA Cycle 4 Large Program *Disk Substructures at High Angular Resolution Project (DSHARP)*. DSHARP is a deep, high resolution (35 mas, or 5 au) survey of the 240 GHz (1.25 mm) continuum and ^{12}CO $J=2-1$ line emission from 20 nearby, bright, and large protoplanetary disks, designed to assess the prevalence, forms, locations, sizes, and amplitudes of small-scale substructures in the distributions of the disk material and how they might be related to the planet formation process.

Comment détecter
des planètes ?

Rocheuses ?

Habitable ?

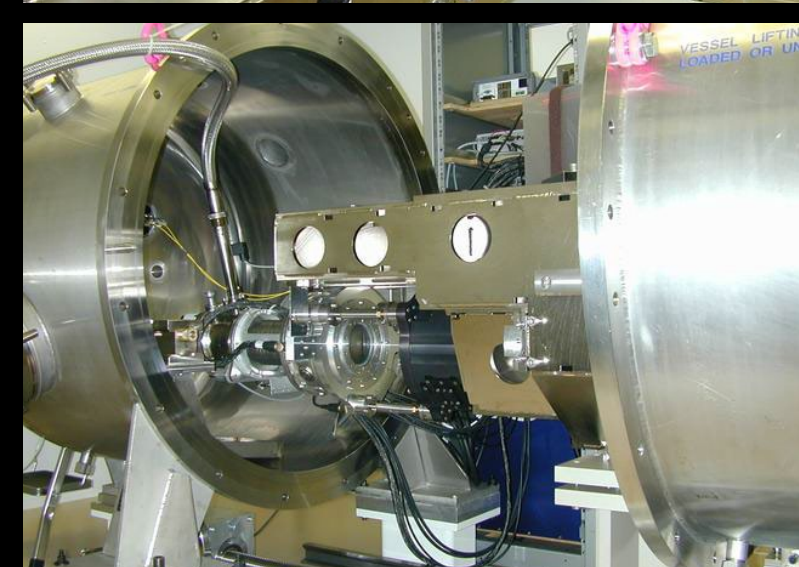
De la vie ?????



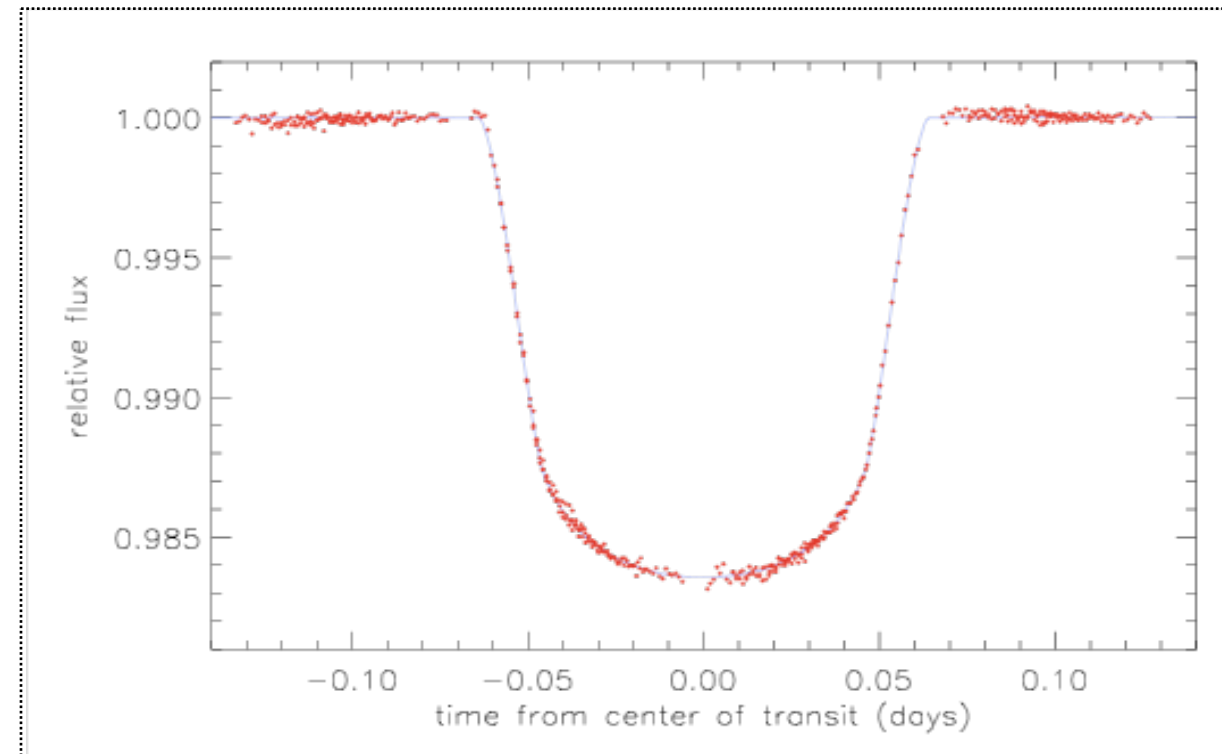
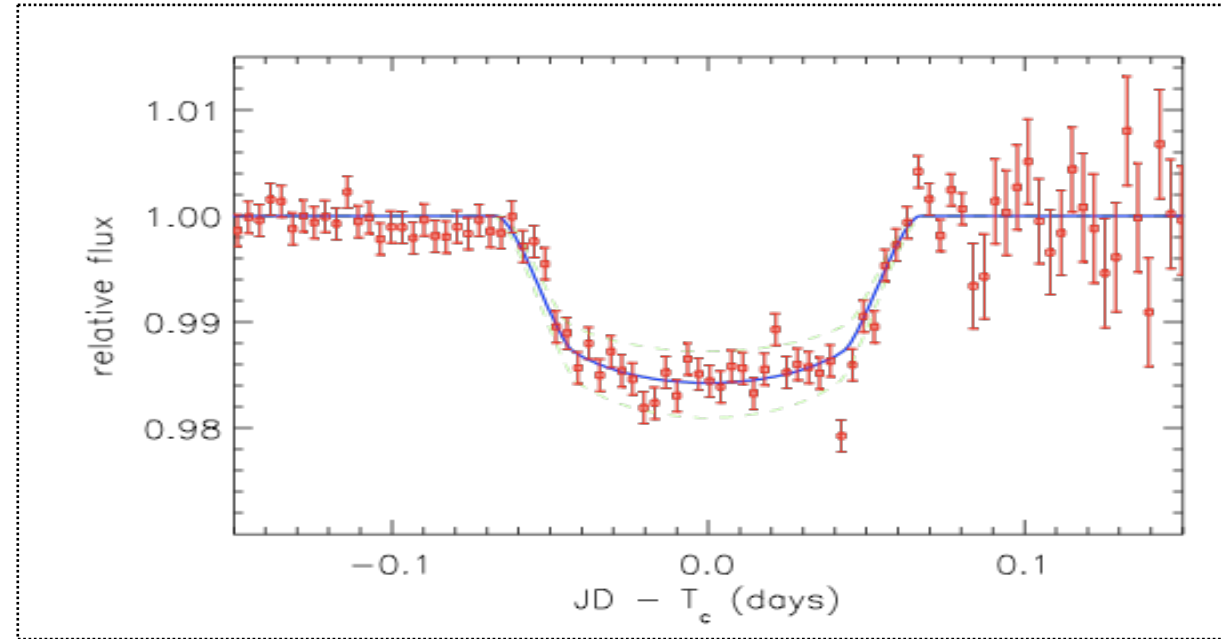
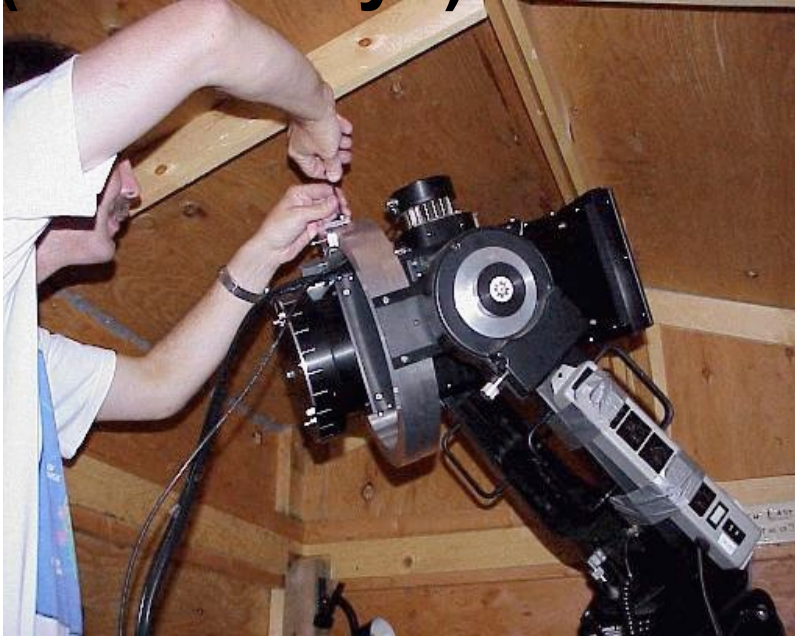
L'Observatoire de La Silla (ESO, Chili) 2400 m



HARPS: Un spectrographe pour la recherche d'exoplanètes. 2003 > maintenant !

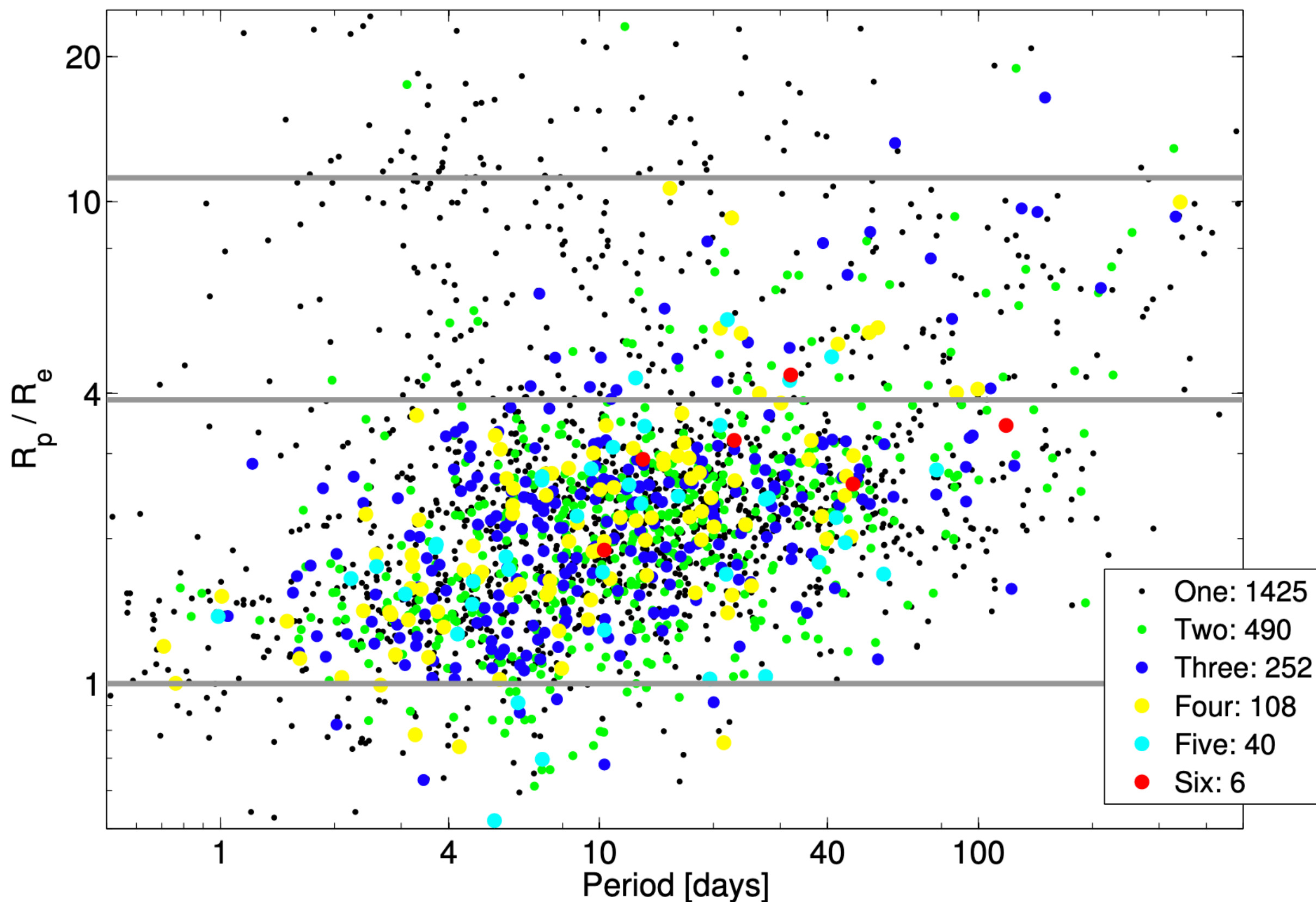


9 et 16 Sept 1999: un premier transit planétaire. ($P = 3.5$ days)

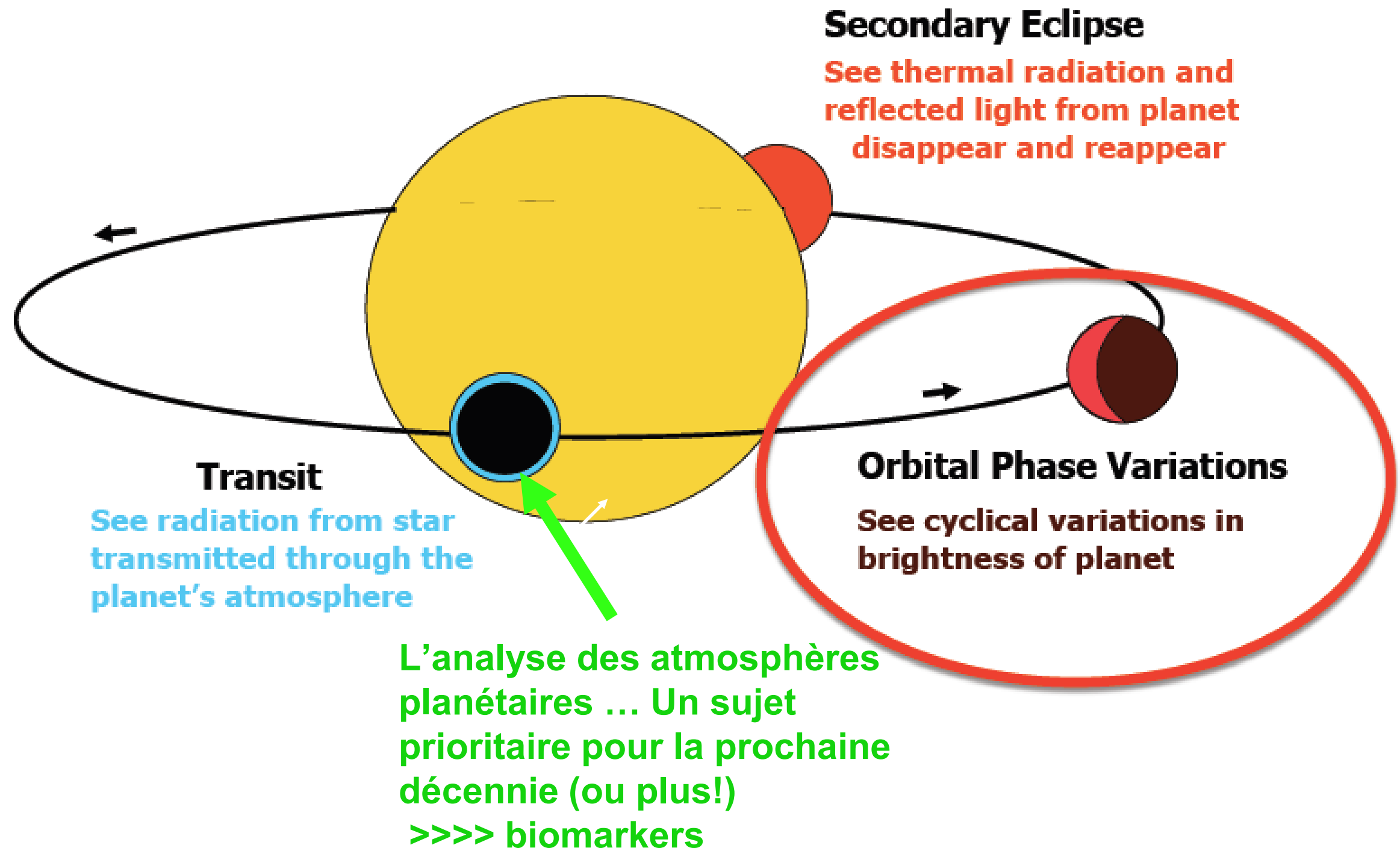


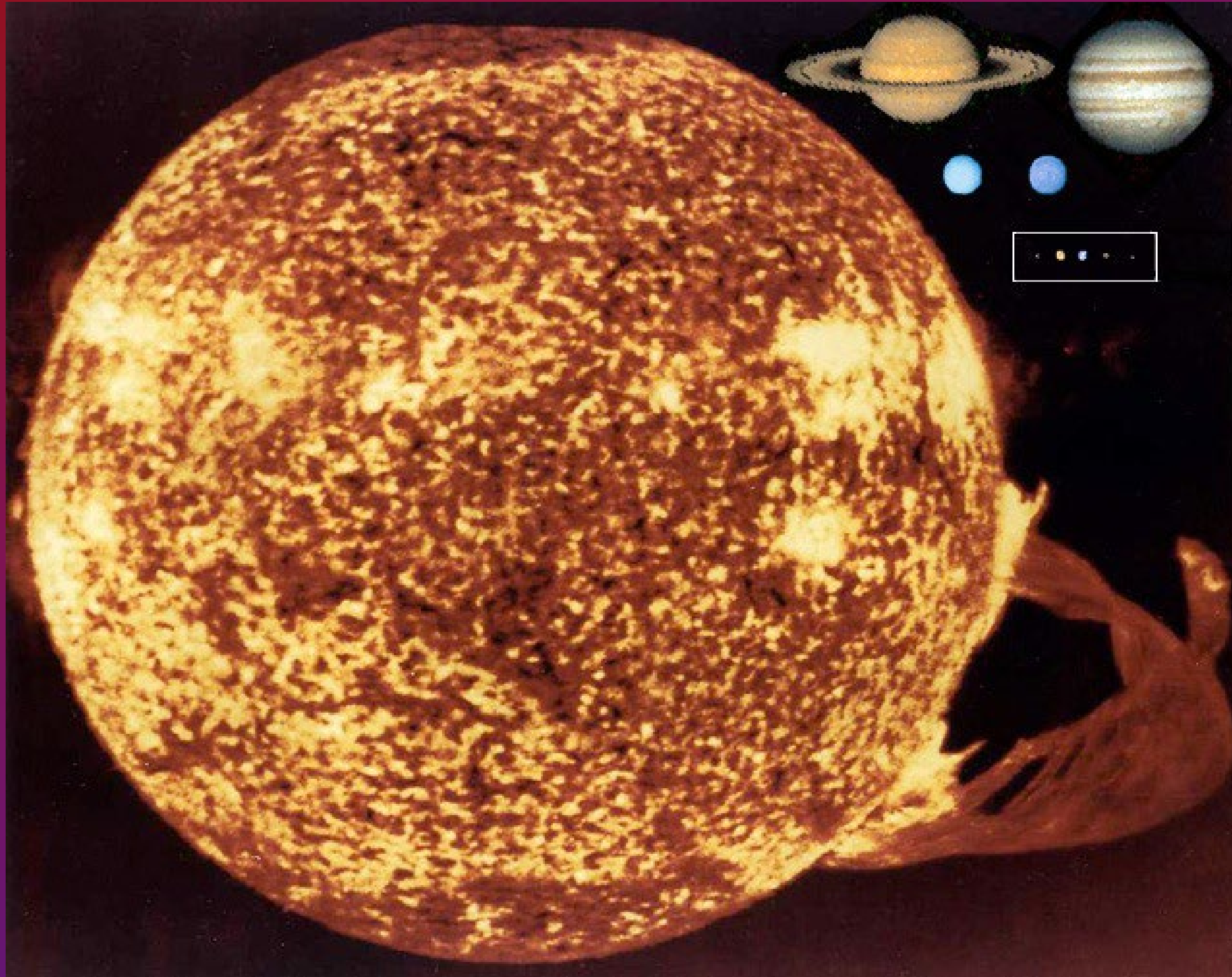
HOT JUPITERS are gaseous giant planets : density = 0.3 g/cm^3

La superbe moisson de la mission spatiale Kepler



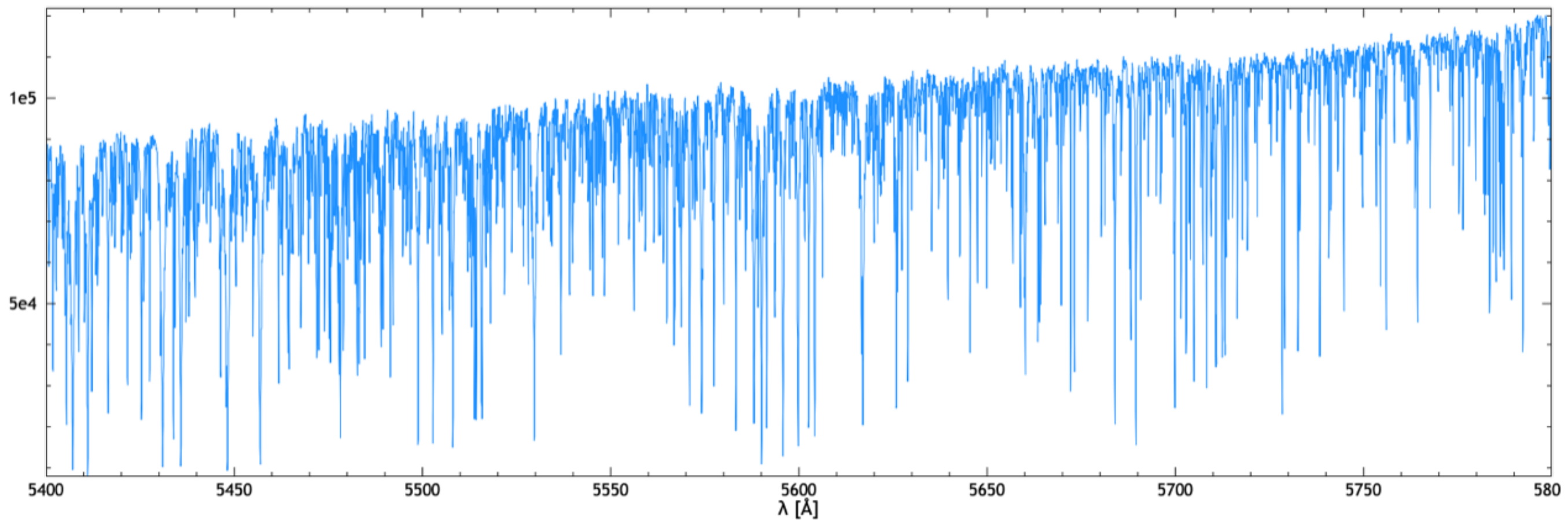
Transiting Planets as a Tool for Studying Exoplanetary Atmospheres





Les variations de vitesses d'une étoile de type solaire induites par une planète comme la Terre sont de 8 cm/s.

>>> un décalage Doppler inférieur à 1/1000 de la largeur d'une raie spectrale .





E-ELT un telescope ESO , diamètre 39 m

Cerro Armazones, Chile, 2028



Credit : EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY

Juin 2023



Credit :ESO



La vie est-elle un impératif

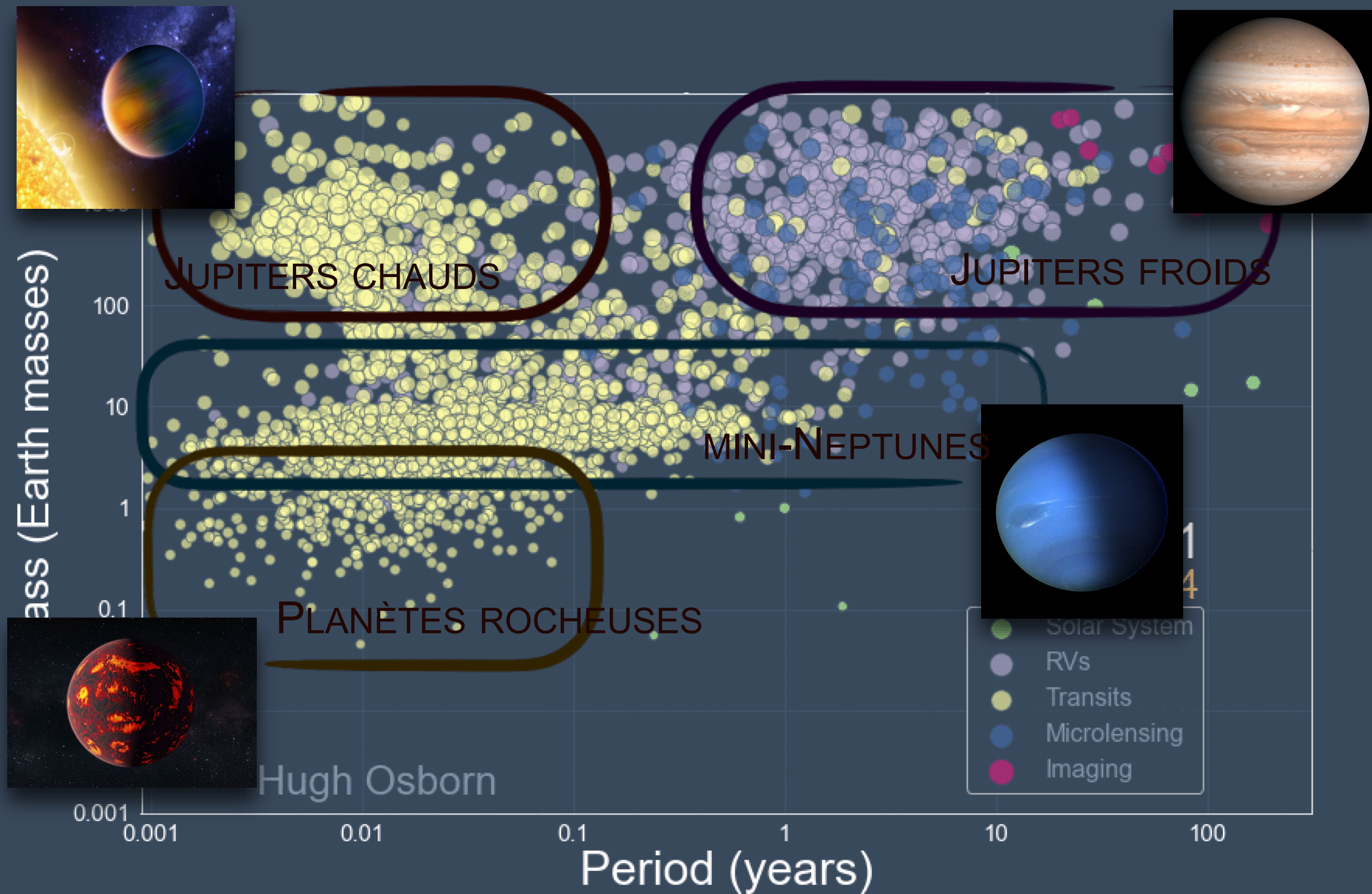


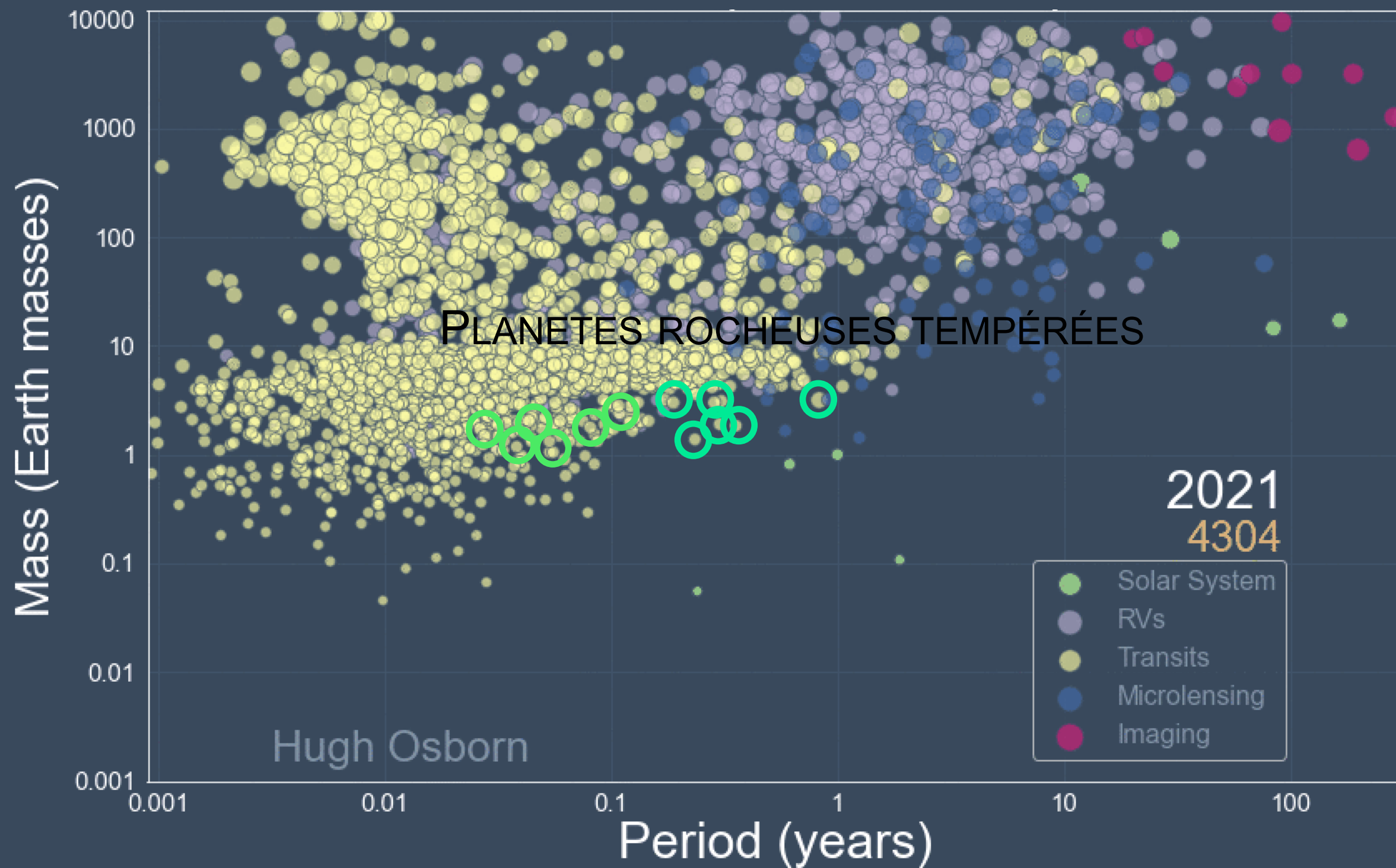
Un premier aperçu de l'ère des exoplanètes avec le JWST

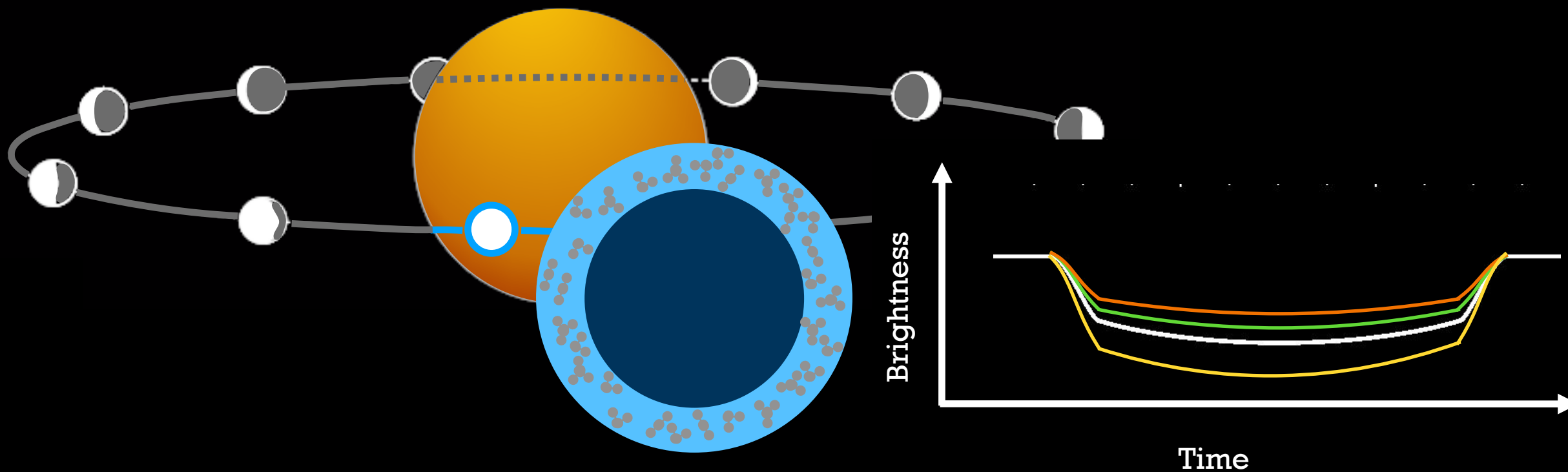
*Le programme ERS de la
communauté des exoplanètes en
transit du JWST
(100 astronomes)*

Courtesy
Monika Lendl
Université de Genève









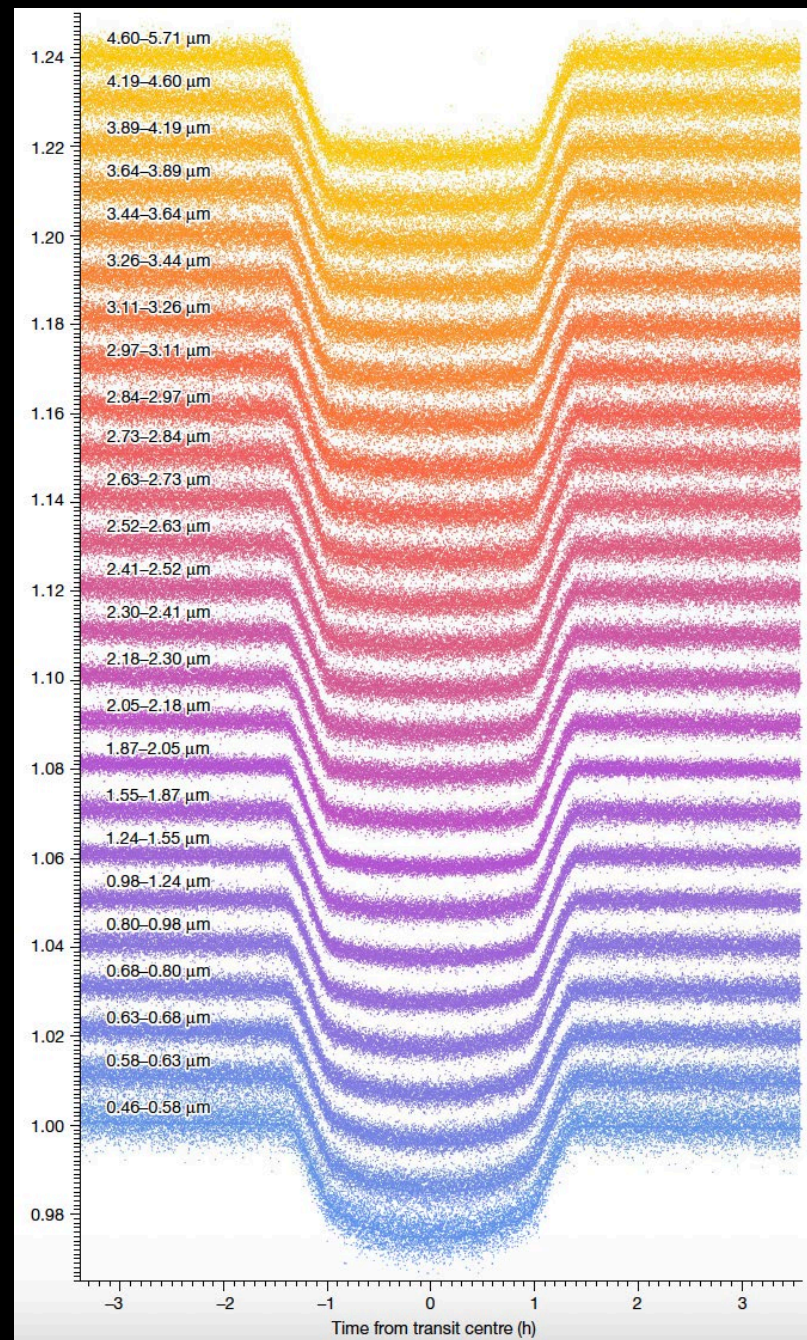
Transmission Spectroscopy

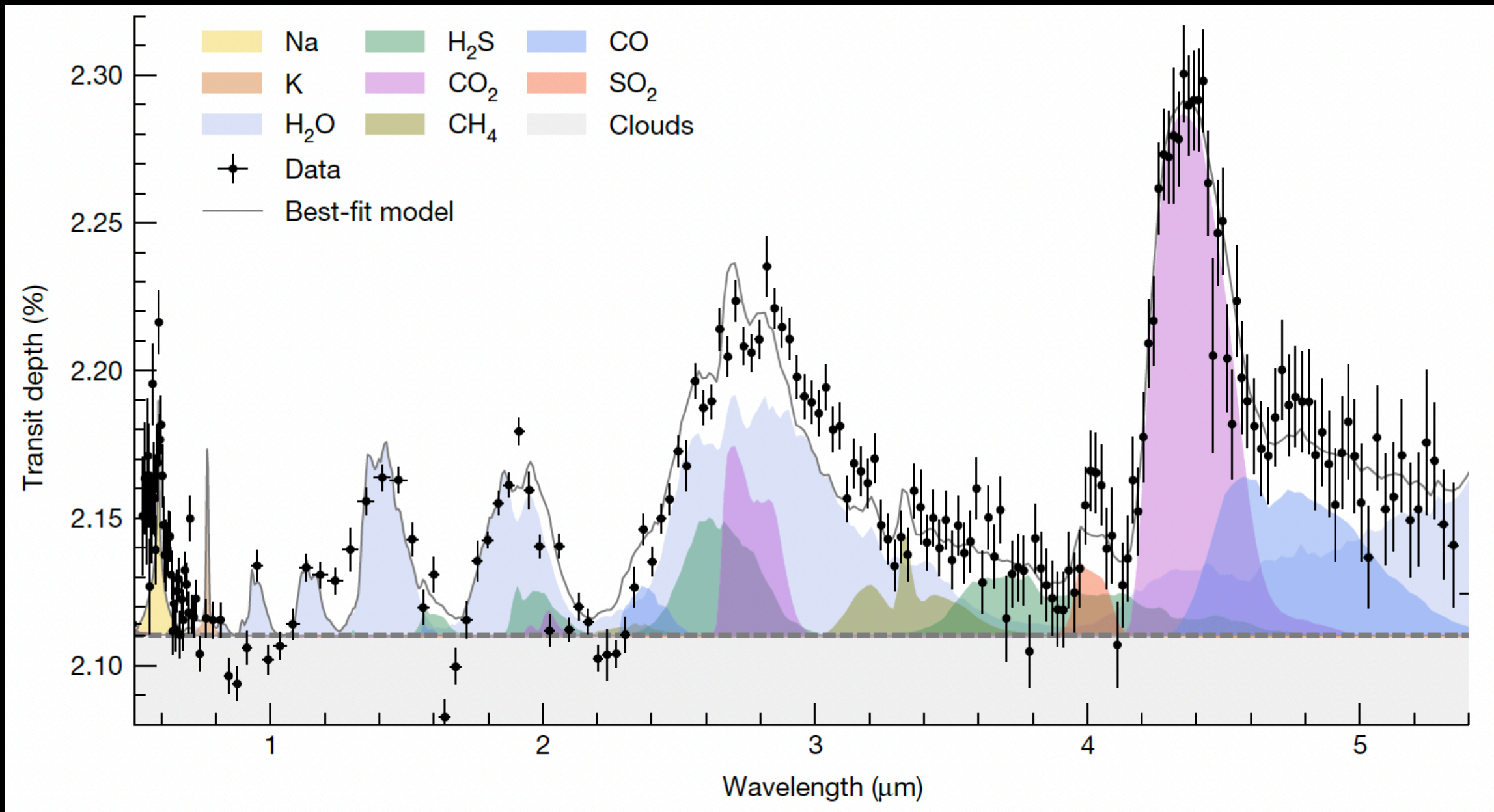
hazy

cloudy

clear

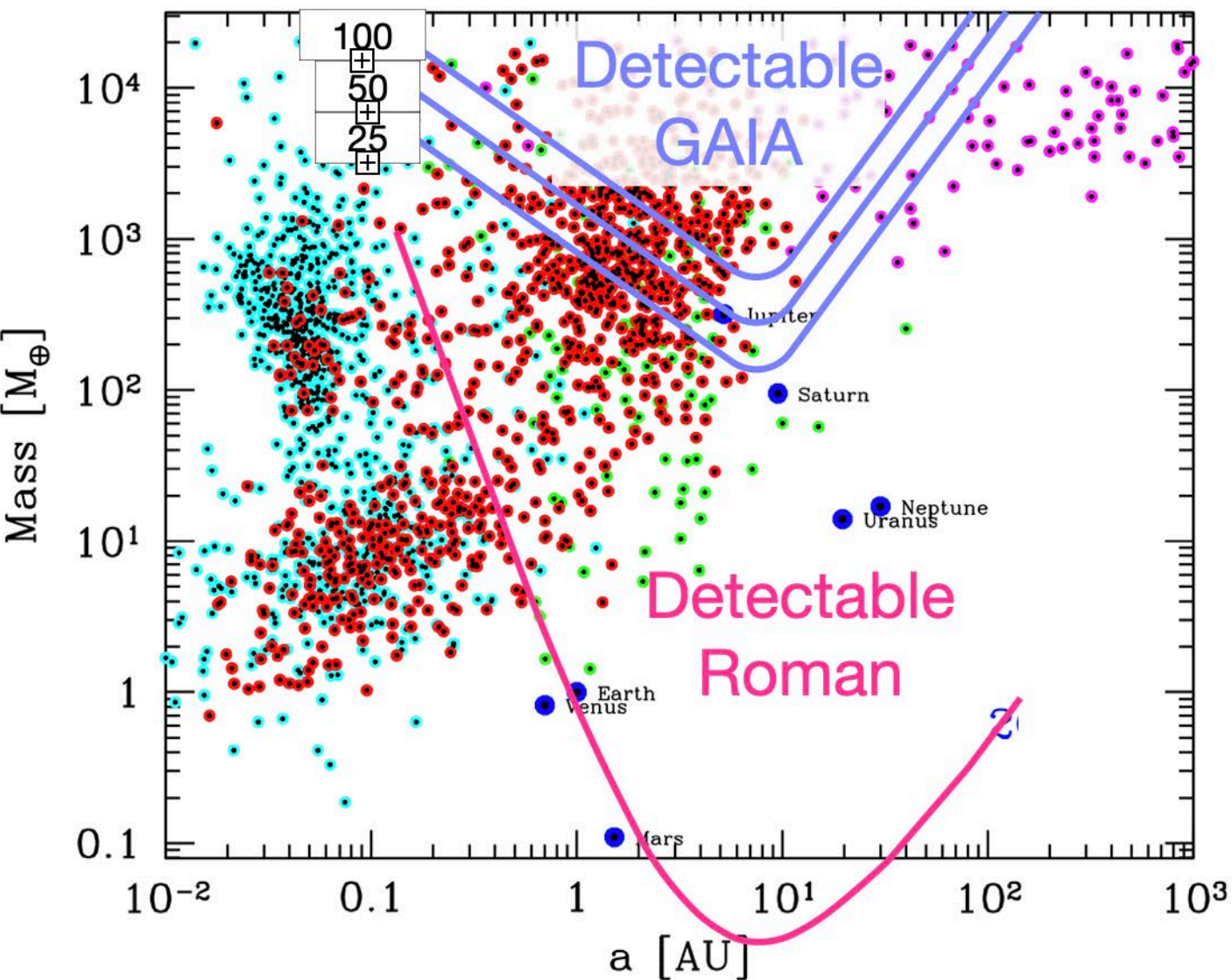
Une série d'un transit planétaire mesuré pa



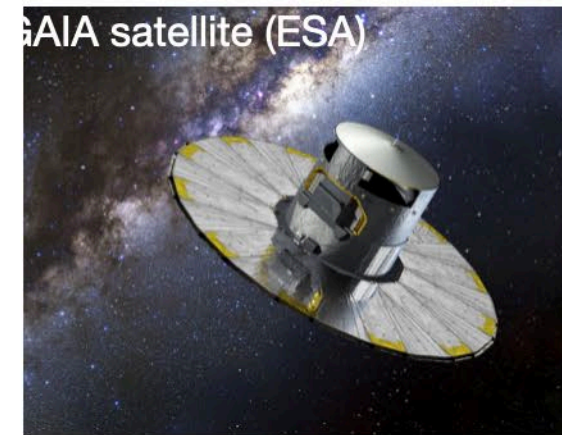


Rustamkulov 2022

Outlook: future statistical exoplanet missions



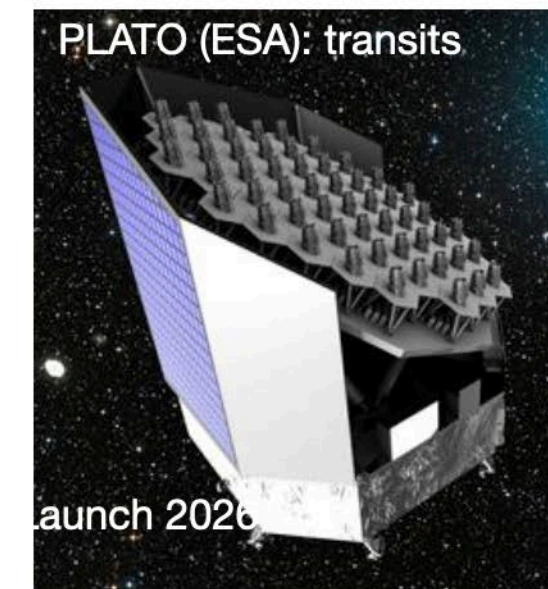
Blue lines: 5σ detection limits for GAIA (Courtesy D. Segransan, Geneva Obs.)



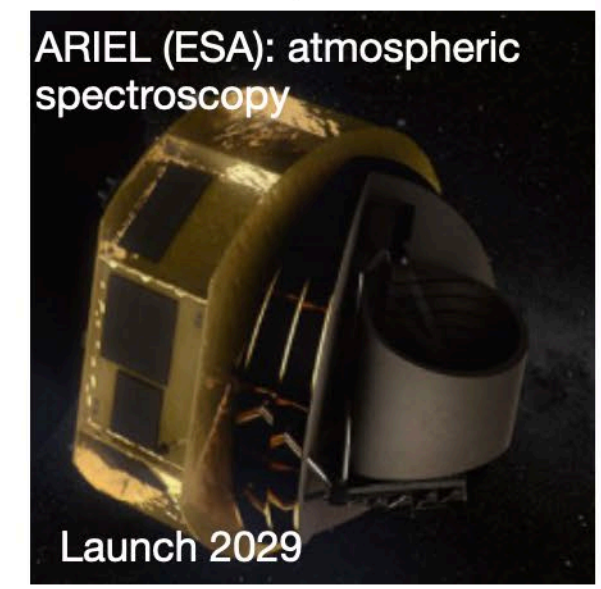
GAIA satellite (ESA)
Astrometric technique
Expected yield: thousands of giant exoplanets



Nancy Grace Roman satellite
Data release ~2030
Microlensing technique
Expected yield: 2000-3000 cold low-mass planets



PLATO (ESA): transits
Launch 2026



ARIEL (ESA): atmospheric spectroscopy
Launch 2029

But also ground-based surveys (e.g. NIRPS GTO)

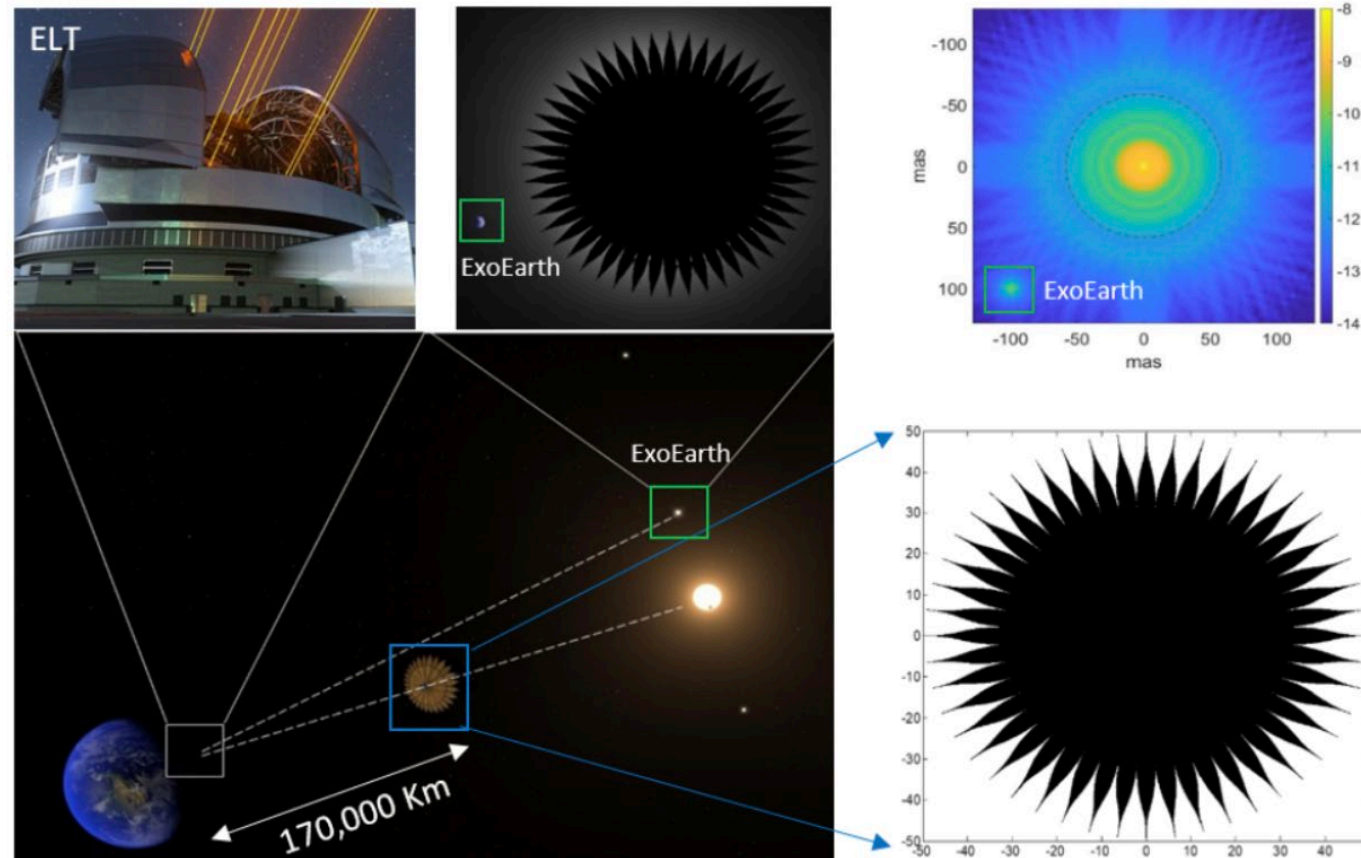


Fig 1: Left: The HOEE concept incorporates the ELT with a laser guide star adaptive optics technology. The 99 m starshade is positioned between the telescope and the star. A laser beacon at the center of the starshade provides a bright source to determine wavefront corrections, and the laser light is rejected from the science instruments with a wavelength-specific filter and directed to the control system for the telescope's adaptive optics. Right: the computed unperturbed nominal intensity over the 690-700 nm. The dashed circle indicates IWA of 58 mas. The inset is a point source with intensity 10^{-10} of the star and positioned well beyond the IWA. HOEE effectively blocks starlight for the detection of Earth-like-Exoplanet.

3- J. Mather et al., "Orbiting starshade: observing exoplanets at visible wavelengths with GMT, TMT, and ELT," *Bull. Am. Astron. Soc.* 51, 48 (2019).

1- Ahmed Soliman, Stuart Shaklan, John C. Mather, Eliad Peretz, Dylan McKeithen "Optical performance of Hybrid Observatory for Earth-like Exoplanets" *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, Vol. 11, Issue 1, 014002 (March 2025).
<https://doi.org/10.1117/1.JATIS.11.1.014002>

L'humanité pourra-t-elle émigrer vers une autre Terre ?
Une petite estimation :

	Distance lumière	Temps de voyage
Voyage vers la Lune	1 seconde	Apollo 11: 3 jours
Une planète habitable hypothétique à 30 année- lumière	1 milliard de secondes	10 millions d'années à la vitesse d'Apollo 11

La quantité d'énergie nécessaire pour accélérer/déccélérer le véhicule spatial (à une vitesse proche de celle de la lumière) est impossible.

>>>>>>>> Si la Terre devient inhabitable l'humanité n'aura pas de possibilité d'émigrer vers une autre exoplanète.

Il n'y a pas de « Plan B ».
Nous devons préserver notre Terre.

Merci

