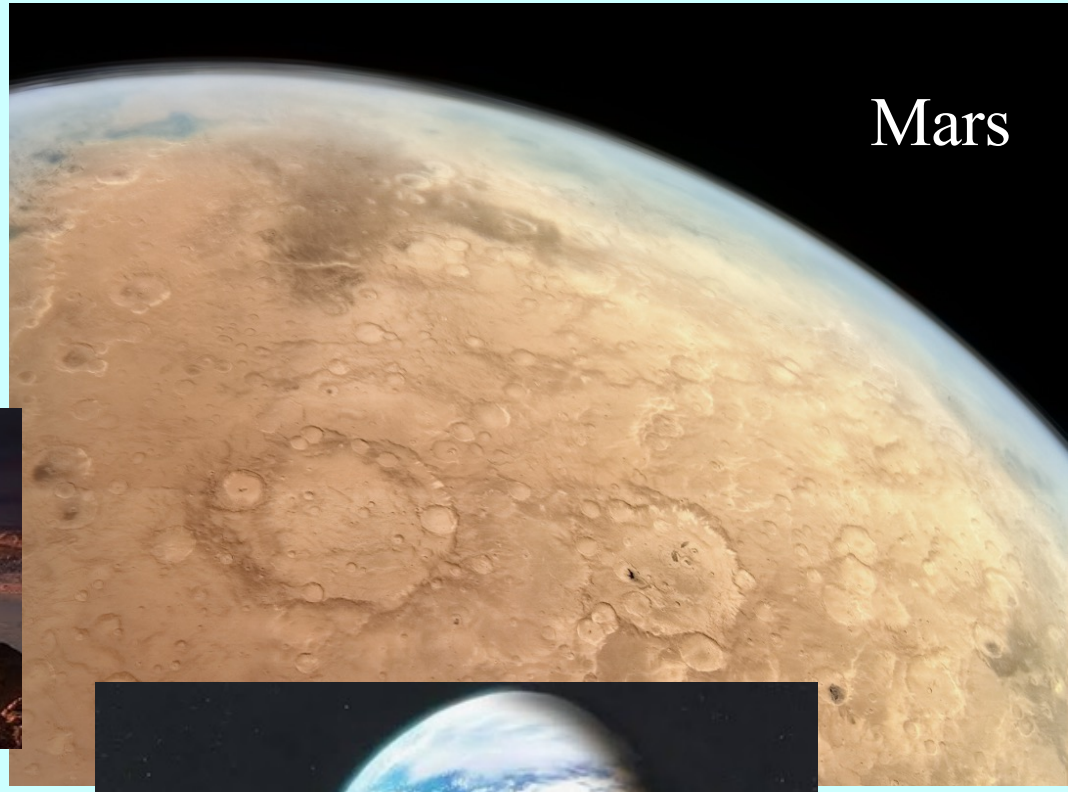
Les atmosphères sur d'autres planètes

COLLÈGE DE FRANCE
1530
Chaire Galaxies et Cosmologie



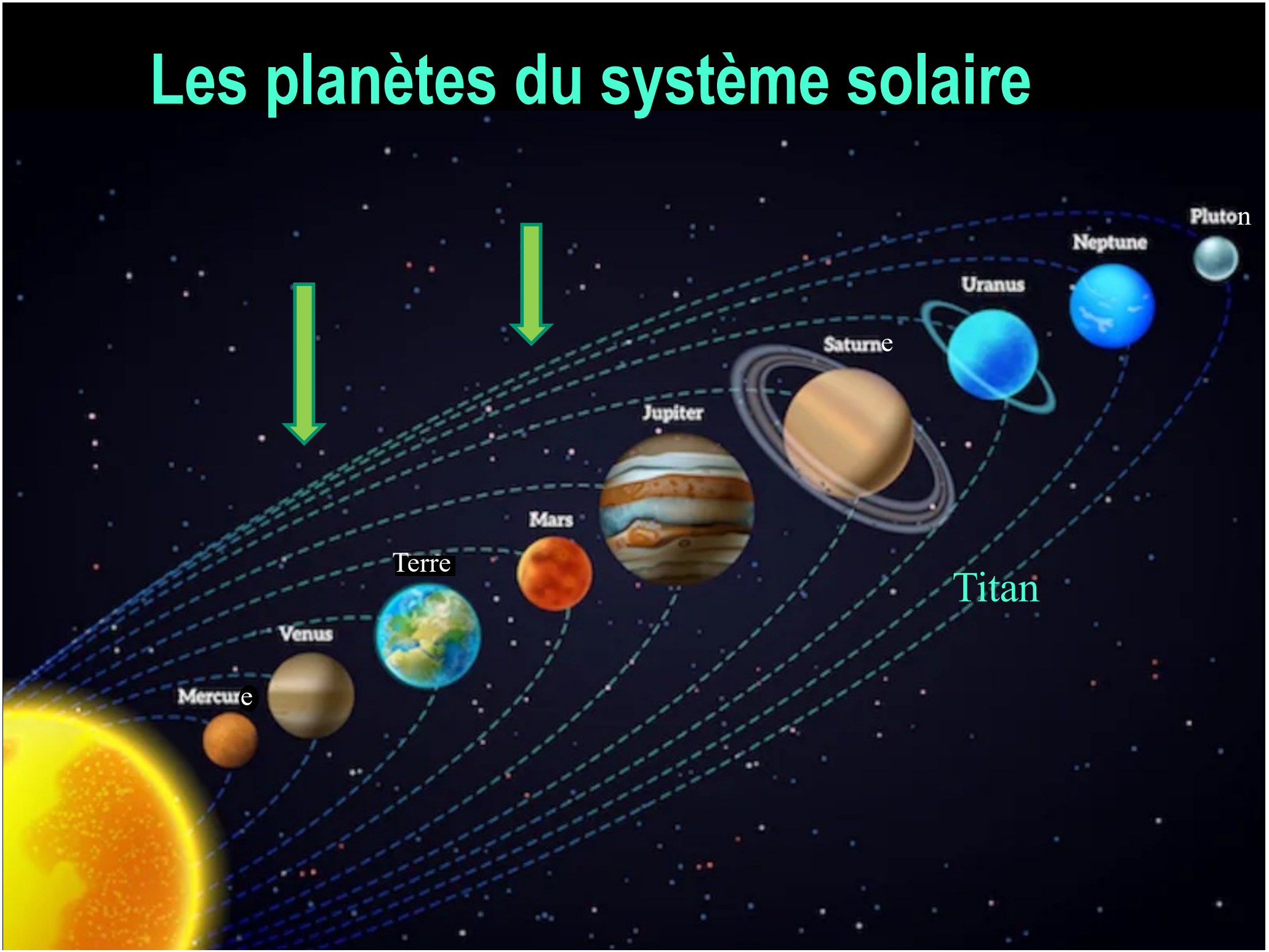




Françoise Combes

Observatoire de Paris
PSL

Les planètes du système solaire



Venus



Température 470°
Pression = 93 bars
96% de CO_2 (+N_2, SO_2)
Année=224jours
Rotation inverse en 243jours

Effet de serre énorme
Nuages et pluie de H_2SO_4



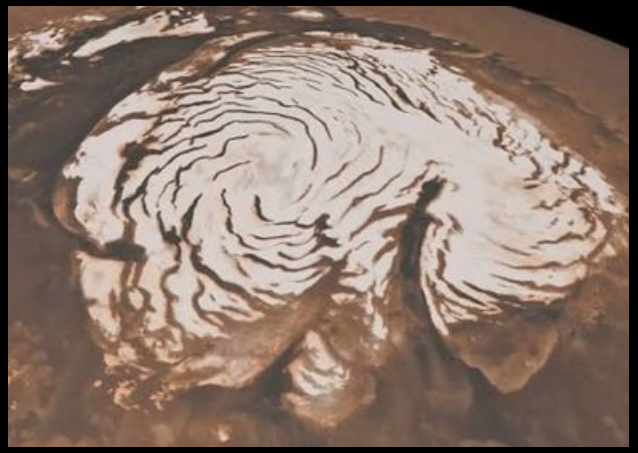
Mars



Masse = 1/10 Terre
Atmosphère autrefois, avec H_2O
Aujourd'hui, eau sous la surface

Calottes polaires glace de CO_2 sur H_2O
Tempêtes de sable
Température -140 à +20°

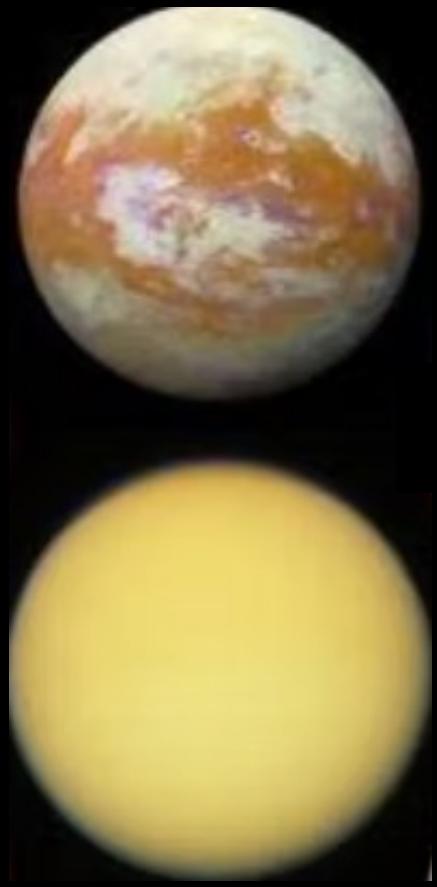
Arrêt Dynamo, et bouclier magnétique
Atmosphère détruite par rayons cosmiques





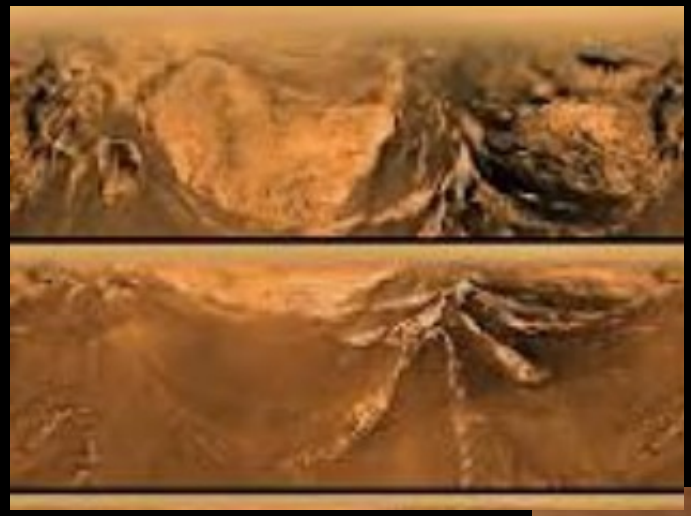
Titan

Température -180°
Pression = 1.5 bar
98% N_2, 1.6% CH_4, C_2H_6
Océans d'hydrocarbures
Atmosphère orangée



IR

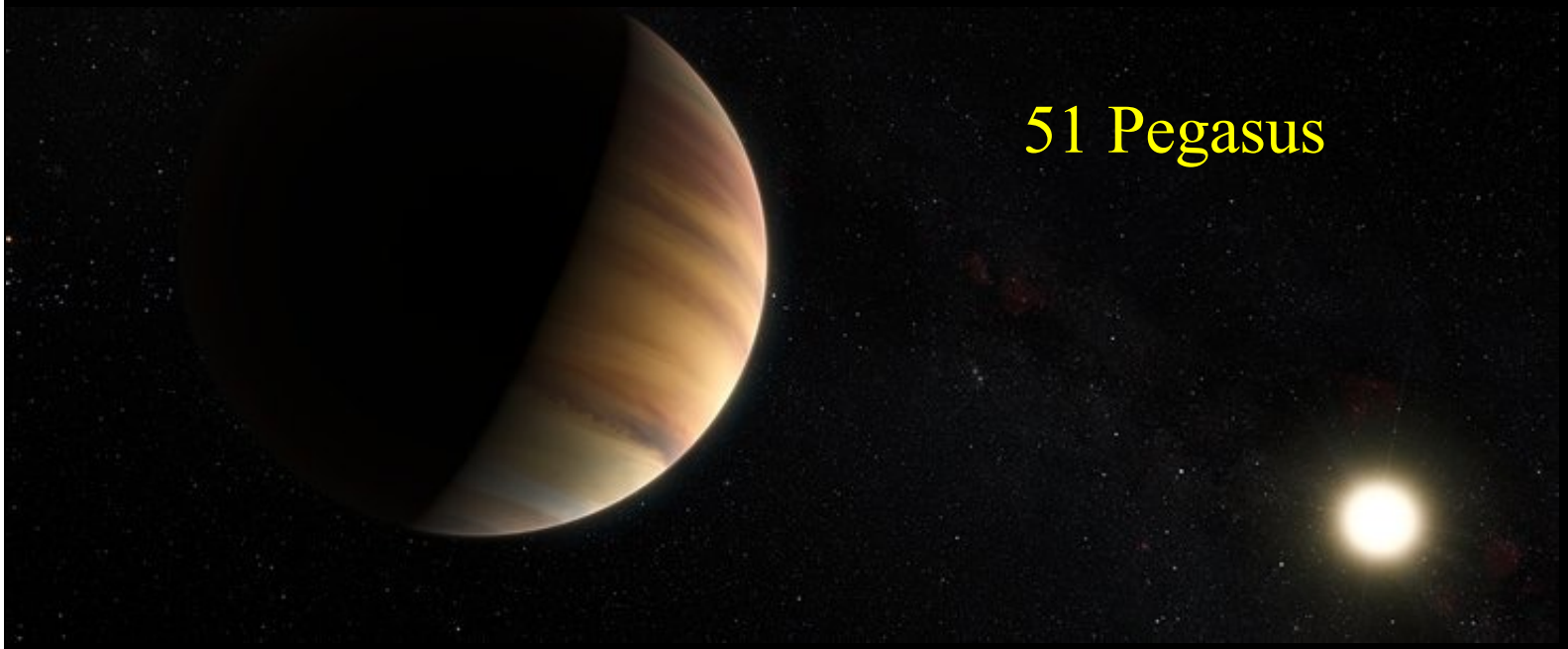
Optique





➔ Pluie de méthane CH_4

Première découverte d'une exo-planète



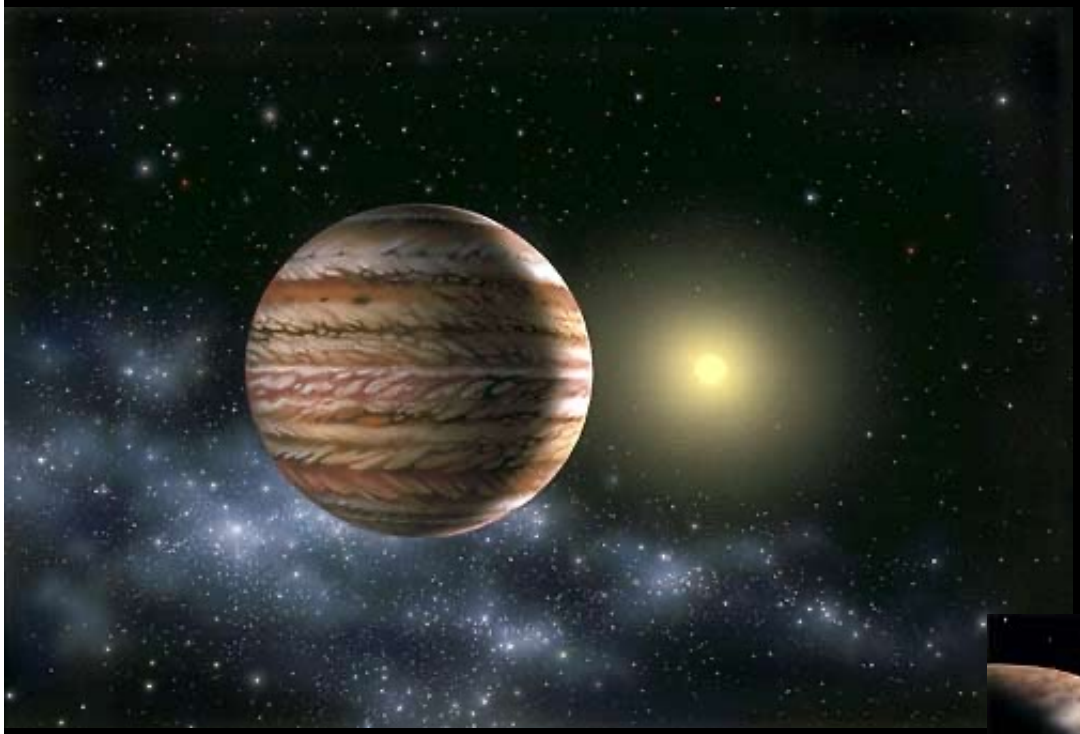
51 Pegasus

Depuis plus de 8300 détectées



Michel Mayor & Didier Queloz
à l'Observatoire de l'OHP (Tel 2m)
Haute Provence, en 1995

Vue d'artiste des planètes détectées



Beaucoup de planètes sont semblables à Jupiter
➔des « Jupiters chauds »

M_{Jup} ~300 M_{Terre}

Très massives et très proches de leur étoile



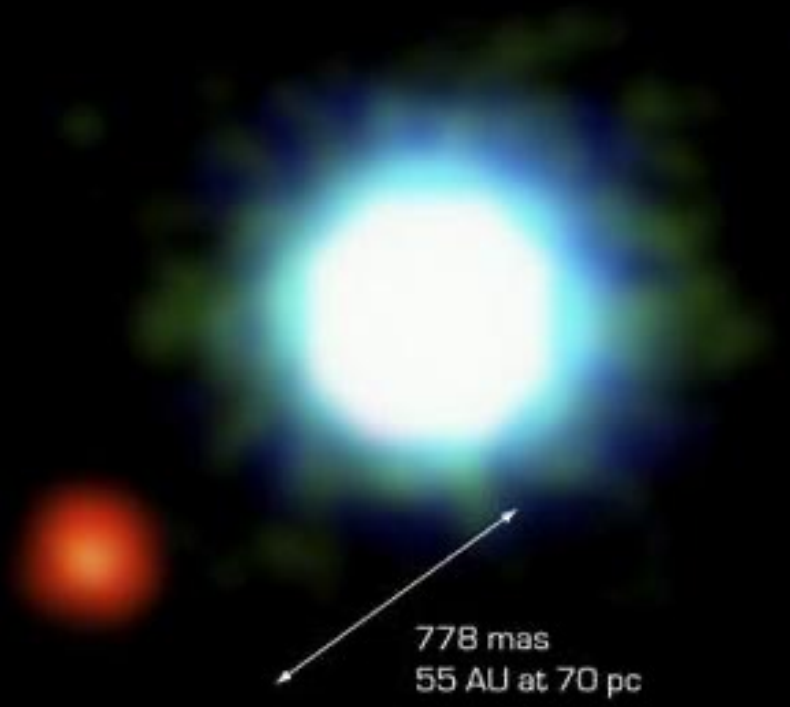
Imagerie Directe

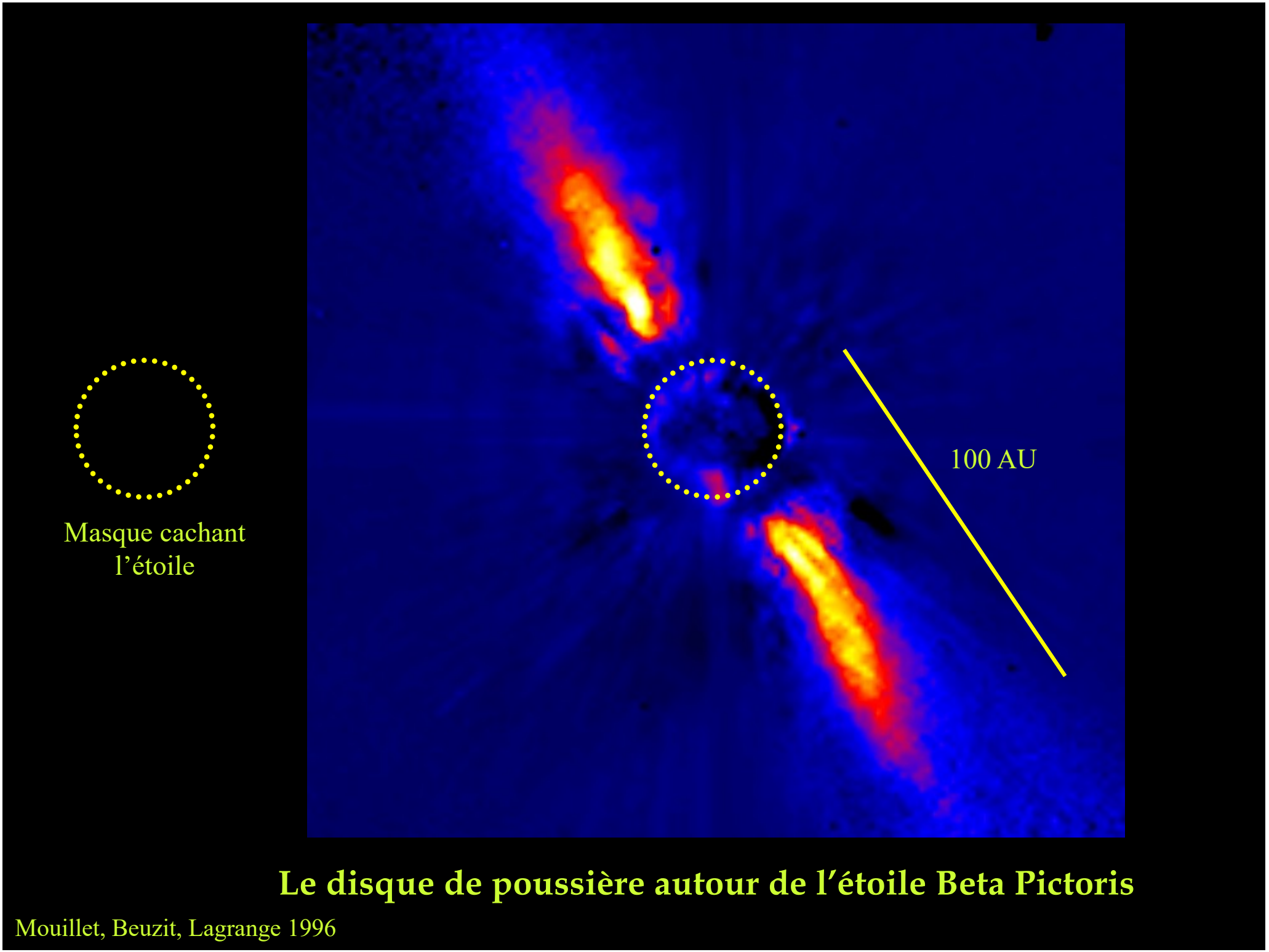
Cas particuliers (avec optique adaptative, ou dans l'espace)
étoiles peu lumineuses et proches
planètes massives
grandes orbites

Exemples :

- 2M1207, naine brune à 50 pc
  planète de 5 M_{Jup} à 40 UA

- AB Pic, K2V à 46 pc
  planète de 13 M_{Jup} à 275 UA





Le disque de poussière autour de l'étoile Beta Pictoris

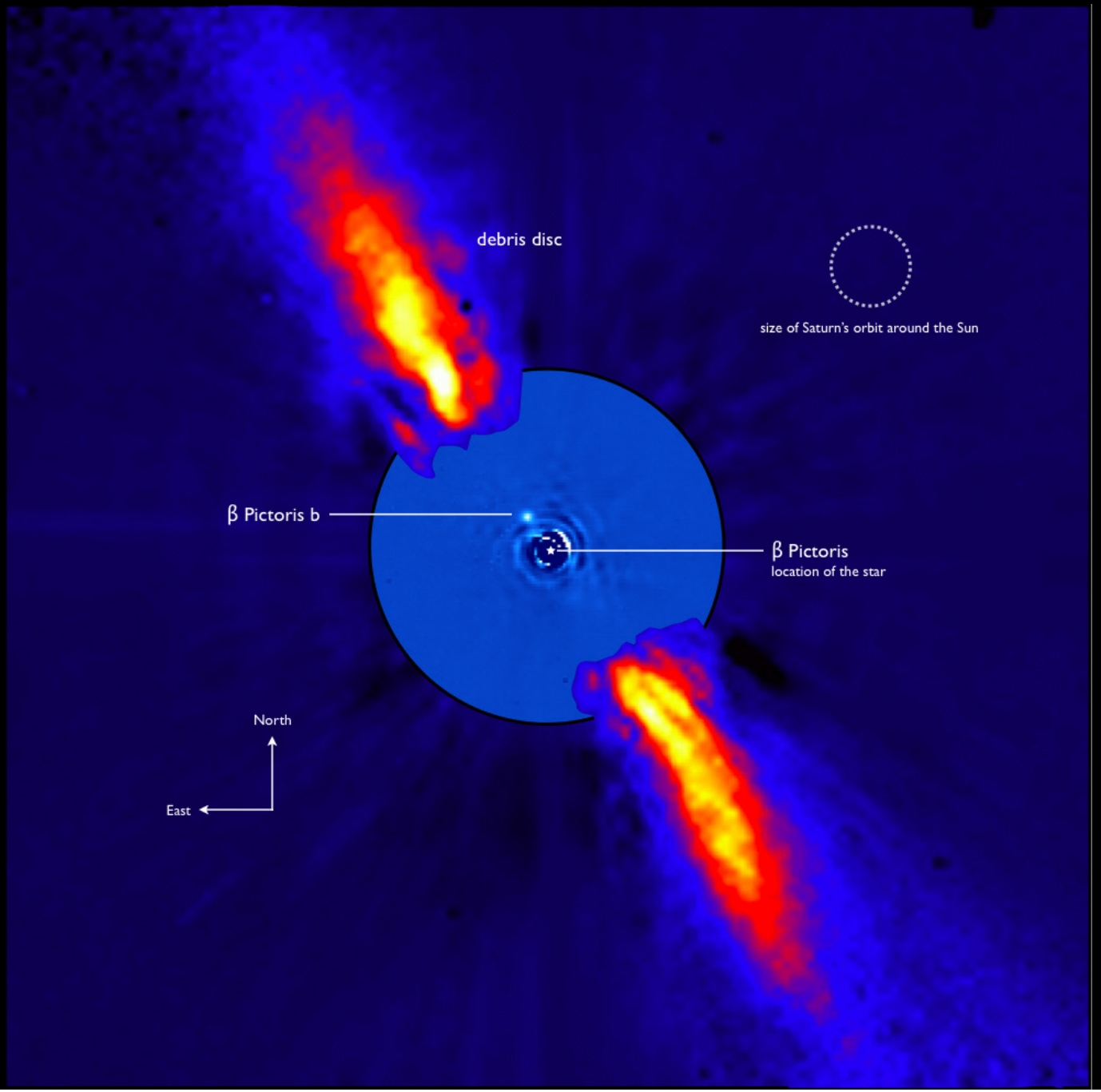
Mouillet, Beuzit, Lagrange 1996

3 Planètes géantes autour de β Pictoris b, c , d

Période 16-19 ans
D= 8 AU

Rotation en 8h
Sur elle-même

Optique Adaptative
VLT-ESO



Lagrange et al 2010

WASP 76b (fer), WASP 121b (saphirs, rubis)

Planètes synchrones par effet de marée
Côté jour 2400°, Côté nuit, 1000° de moins

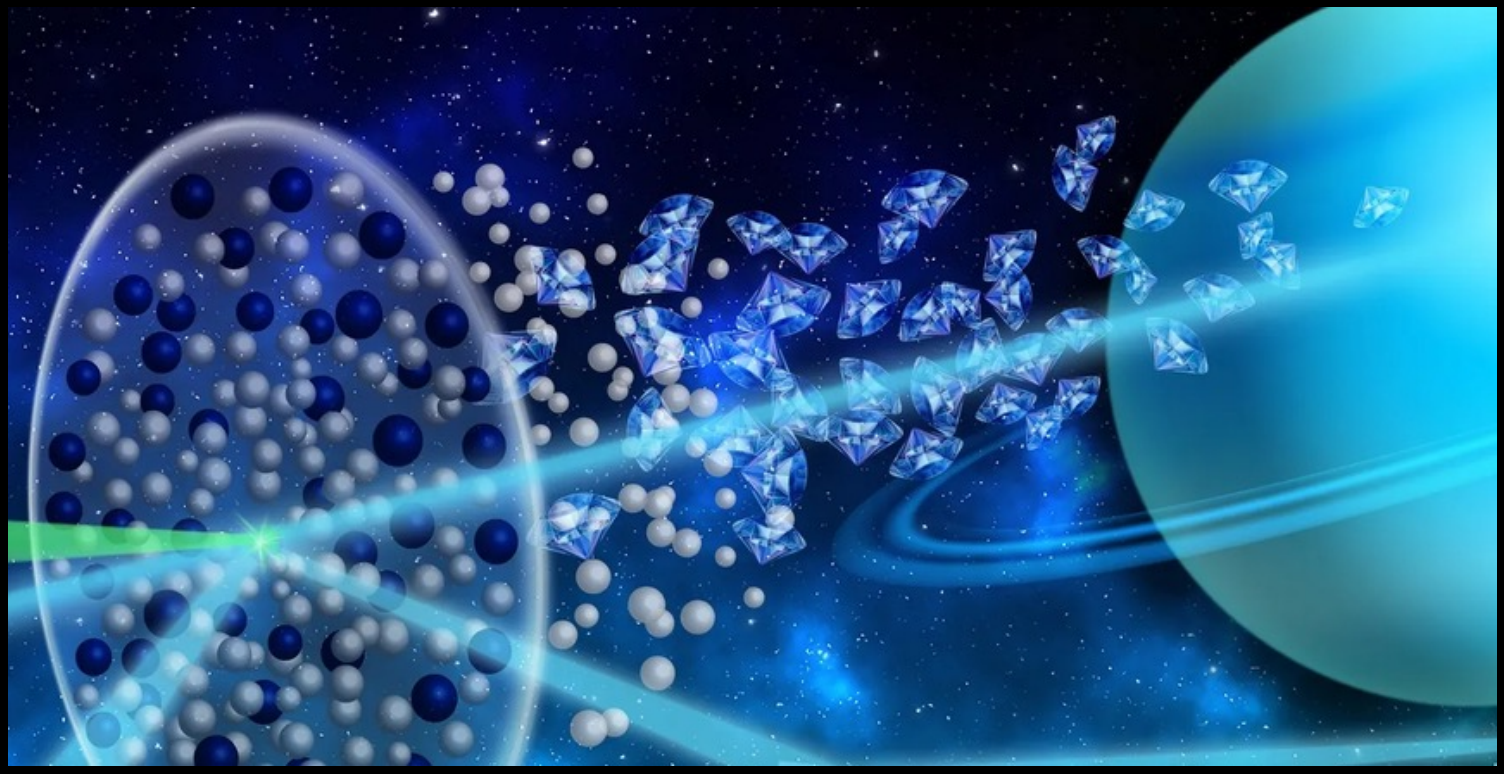
Existence vents 18 000 km/h
Jour: Fe vaporisé, passe côté nuit, se condense et coule en pluie de fer WASP76b



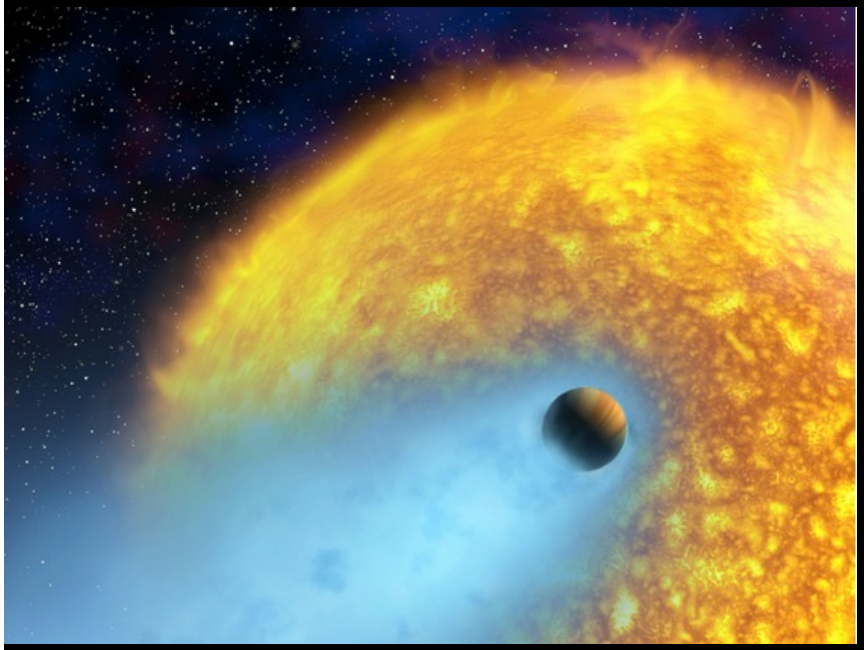


Planète géante HD 189733b

Température 1000°
Vents 7000 km/h
Atmosphère H_2O, CO_2, H_2S
La vapeur de silicates se condense en gouttes ➔ Pluie de verre



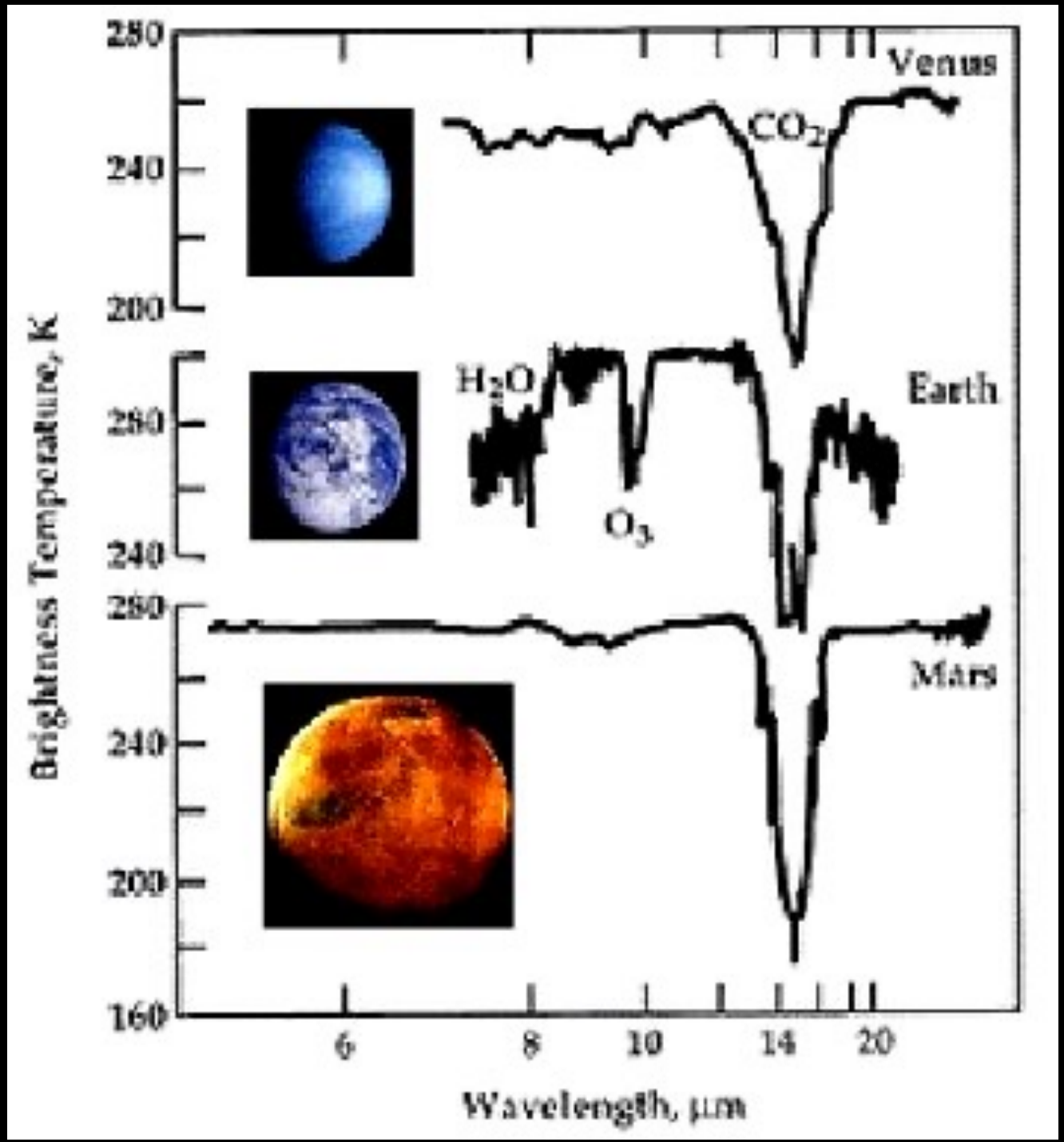
Mesure de l'atmosphère d'une planète par absorption devant son étoile



Osiris, première découverte par transit
Contient aussi C, O.. (HST)

Atmosphère d'hydrogène qui s'évapore
Jupier chaud, P= 3.5 jours

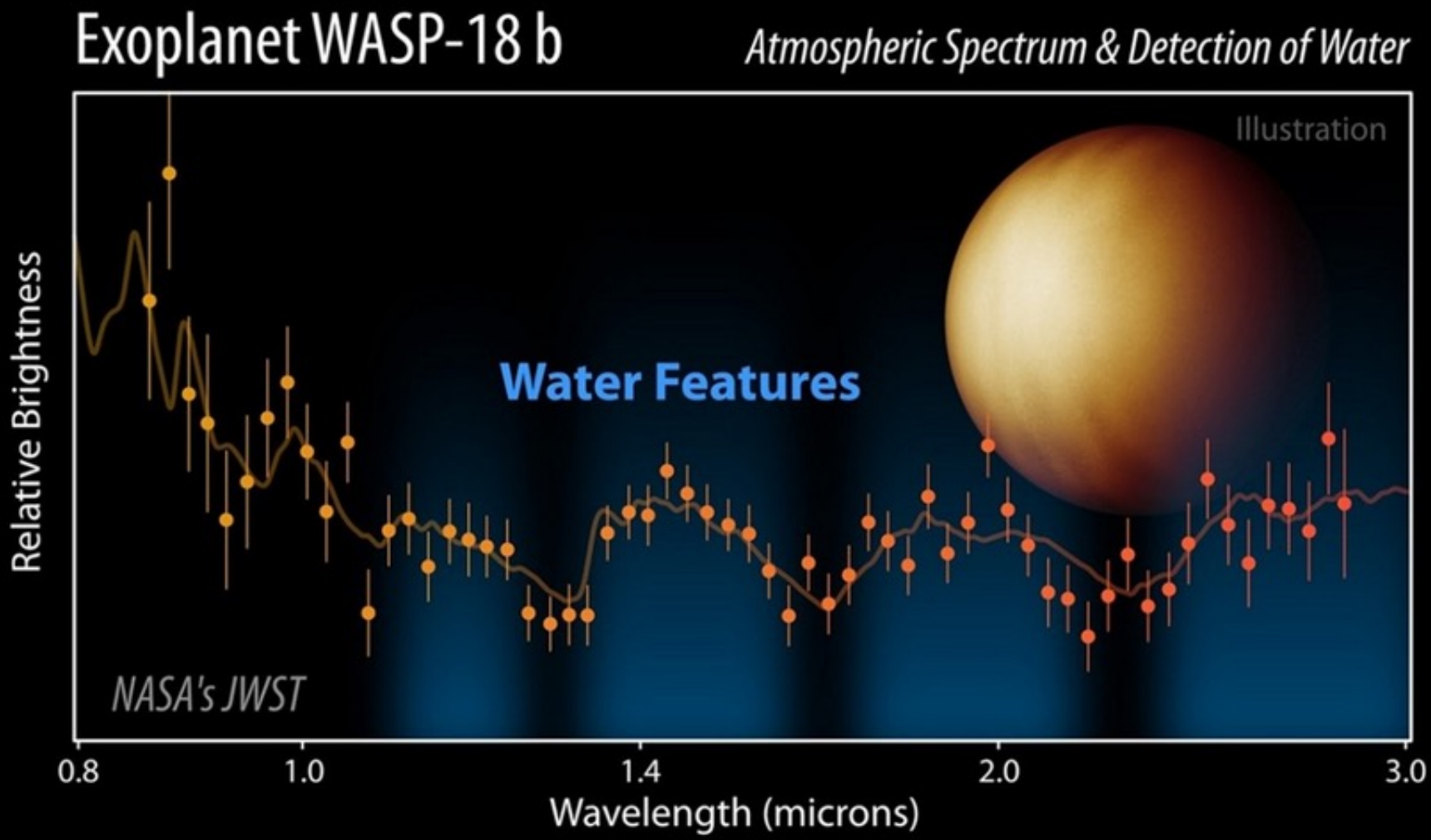




Eau H_2O
Ozone O_3
Dioxide de carbone
CO_2

Spectre caractéristique de planètes

Télescope James Webb: H_2O



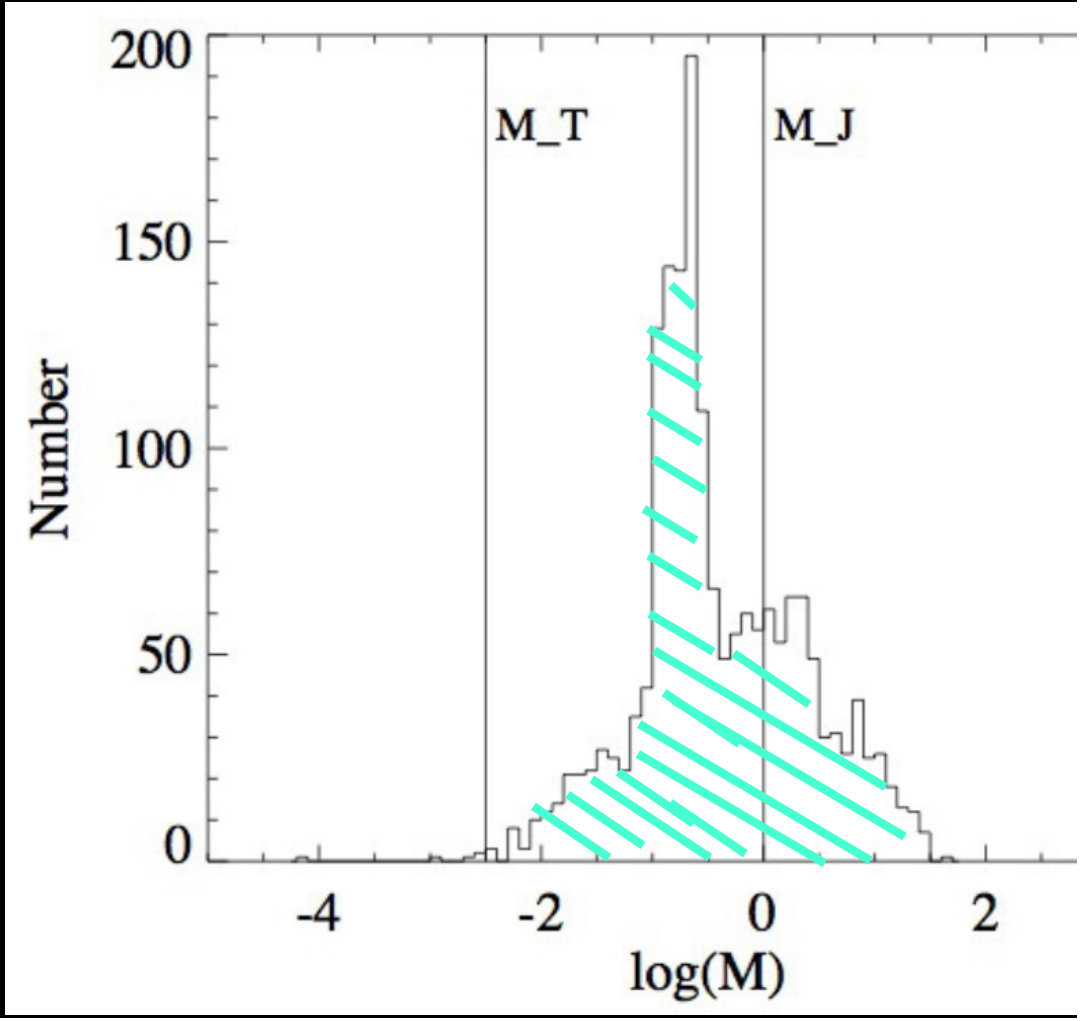
Combien de planètes ?

Il existe plus de planètes que d'étoiles dans la Galaxie
➔ Plus que 300 milliards

Statistiques biaisées envers les Jupiters chauds ➔ 30%

8% de masses < 8 x Terre

50% dans la zone habitable, soit 100 milliards



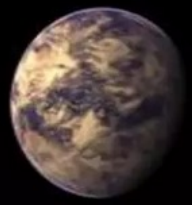
Exoplanètes Habitables



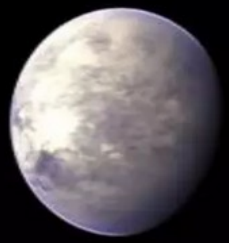
Earth



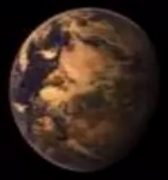
Gliese 667C c



Kepler-62 e



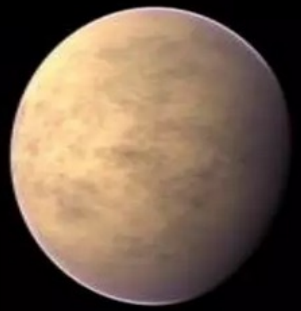
Tau Ceti e*



Gliese 581 g*



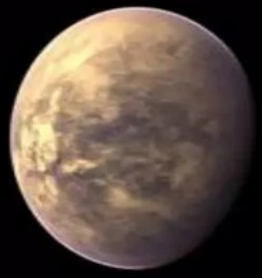
Gliese 667C f



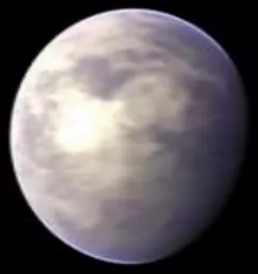
HD 40307 g



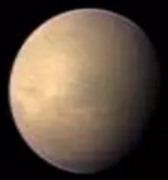
Gliese 163 c



Kepler-61 b



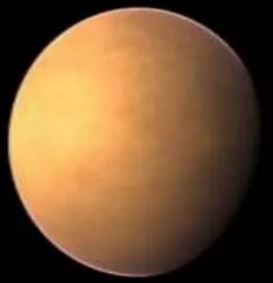
Kepler-22 b



Kepler-62 f



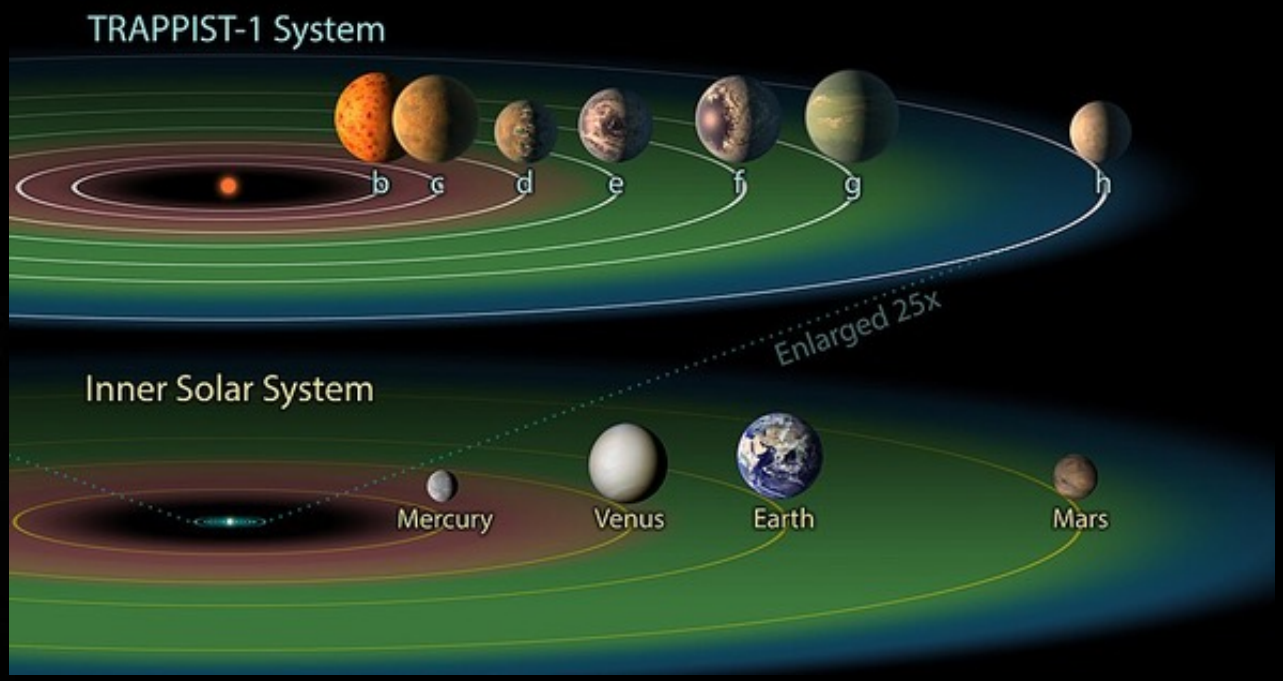
Gliese 667C e

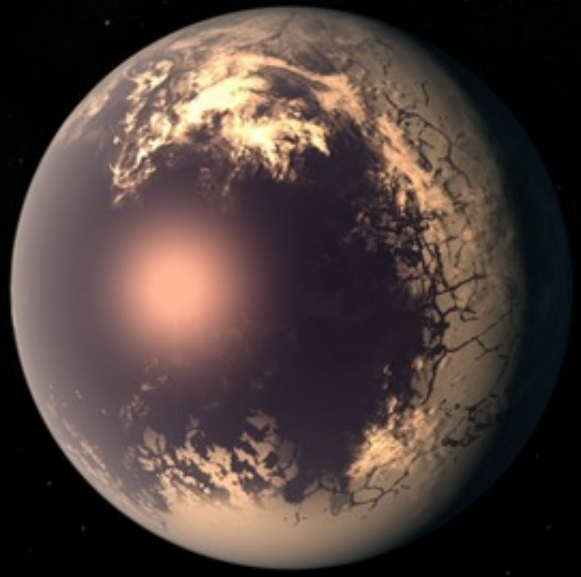


Gliese 581 d

Système Trappist-1

40 al de la Terre
Naine rouge
7 planètes rocheuses
3-6 habitables
Similaires à la Terre





Planète synchrone