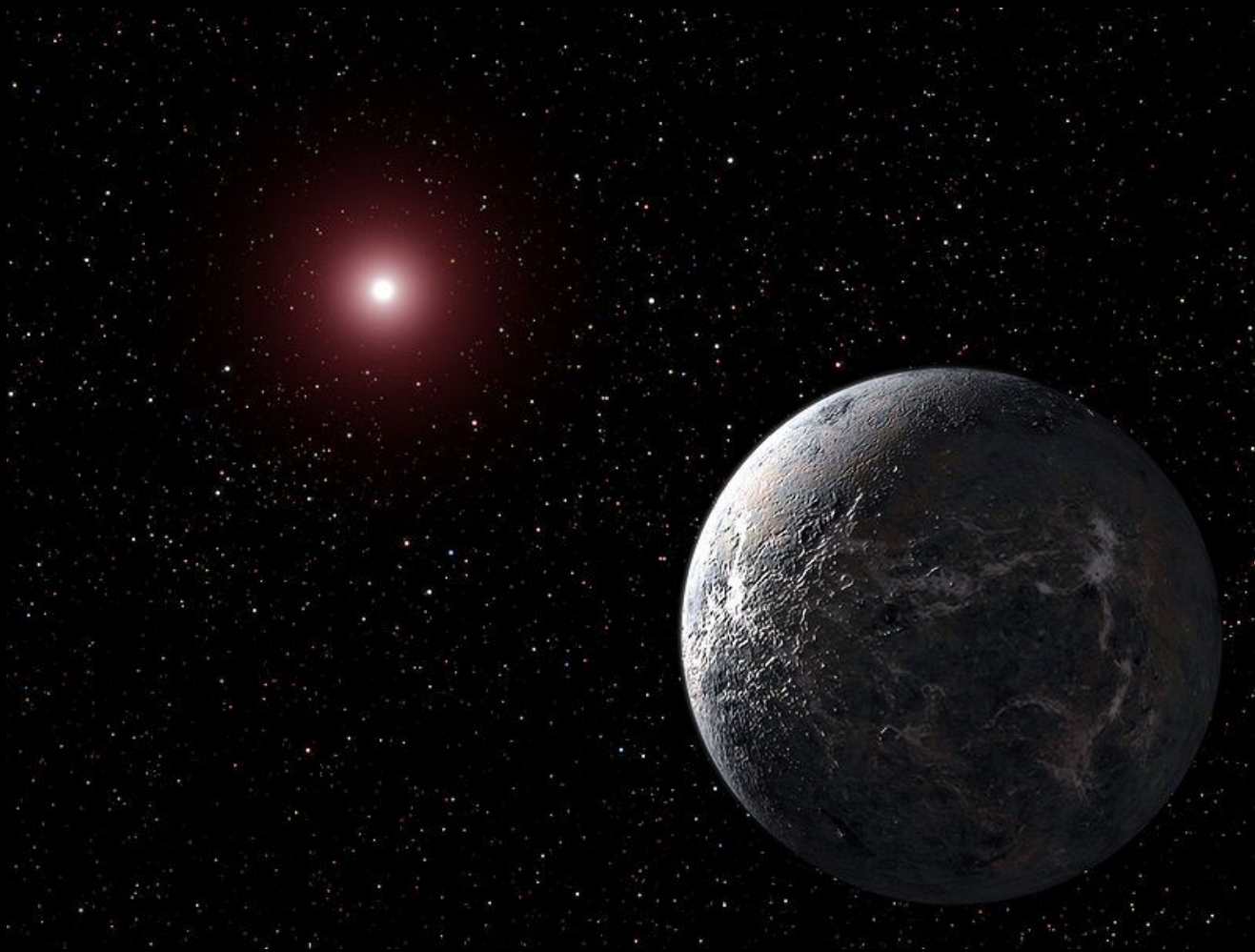


Pienet planeetat

Vieraiden planeettakuntien tutkimuksen tulevaisuudennäkym



Samuli Kotiranta
Raisio kirjasto
14.9.2009

Mitä planeetat ovat?

Planeettakunnalla tarkoitetaan fysikaalista systeemiä, jossa tähteä kiertää yksi tai useampia kappaleita, joiden oma massa ei ole riittävän suuri ydinfuusion käynnistämiseen.

Omassa **Aurinkokunnassamme** on tähti (Aurinko) ja kahdeksan planeettaa (Merkurius, Venus, Maa, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus).

Muiden tähtien ympärillä kiertäviä planeettoja kutsutaan **eksoplaneetoiksi**. Niiden muodostamat planeettajärjestelmät ovat eksoplaneettakuntia.

Miksi planeettoja on vaikea nähdä?

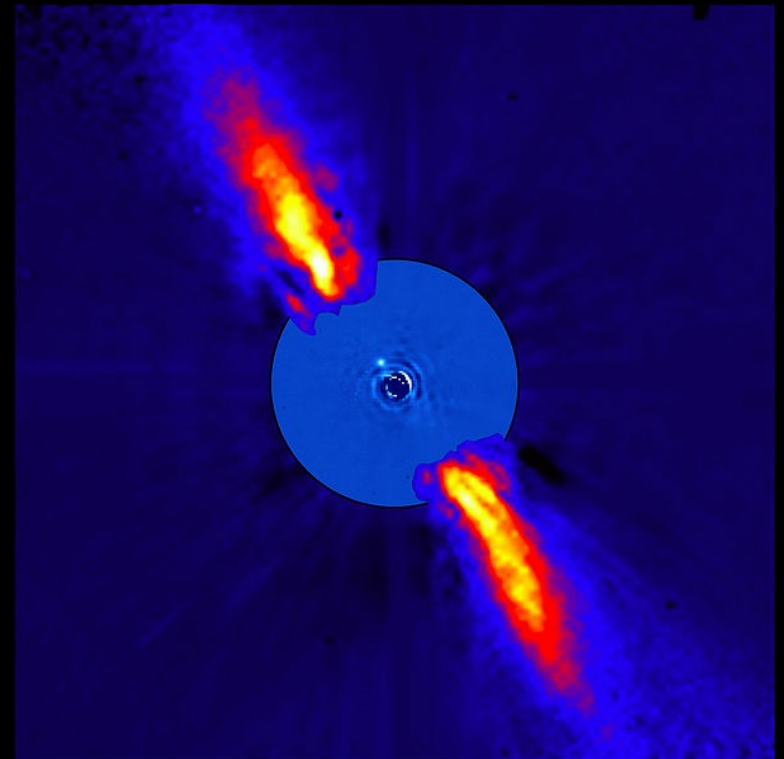
Vieraiden planeettojen havaitseminen on erittäin vaikeaa, koska:

- planeetat ovat pieniä (oikeasti tämä ei ole olennaista...)
- planeetat eivät tuota omaa valoa
- kaukaa katsottuna planeetta on *todella* lähellä keskustähteä

Planeetta kuitenkin **vuorovaikuttaa** ympäristönsä kanssa. Se voi

- huojuttaa keskustähteä
 - säteisnopeusmittaukset
 - astrometria
 - pulsarien ajoitus
- kulkea tähden editse
 - ylikulkumenetelmä
 - ylikulkujen ajoitus
- toimia gravitaatiolinssinä

Esiplanetaarinen kiekko voi viestiä planeetan läsnäolosta



Tähänastinen menestys

Säteisnopeusmittauksilla havaittu 347 planeettaa

Ylikulkumenetelmällä havaittu 63 planeettaa

Gravitaatiolinssi-ilmiöllä havaittu 9 planeettaa

Pulsareita ajoittamalla havaittu 7 planeettaa

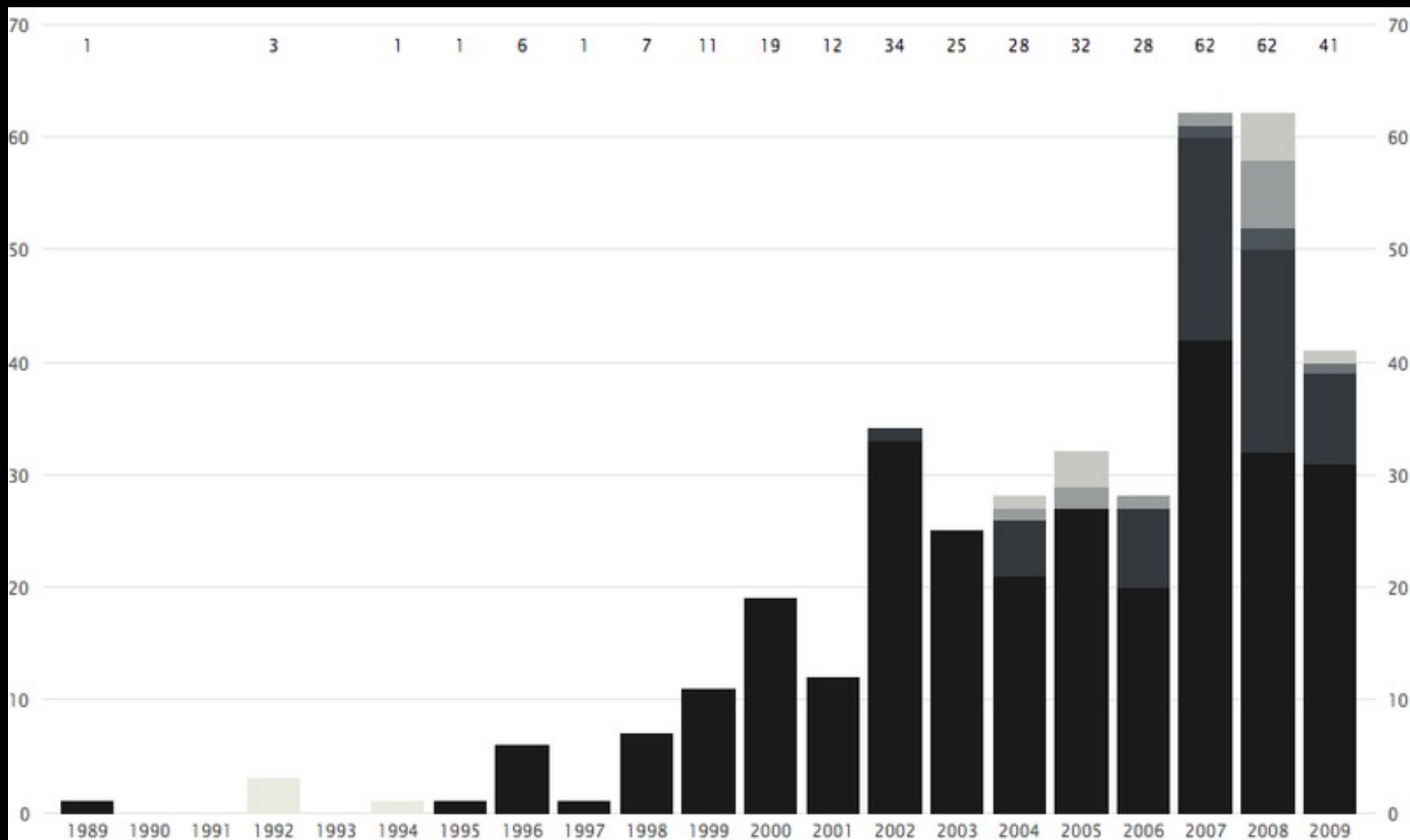
Astrometrialla löydetty ehkä yksi planeetta

- Teleskooppien tarkkuus ei riitä vielä

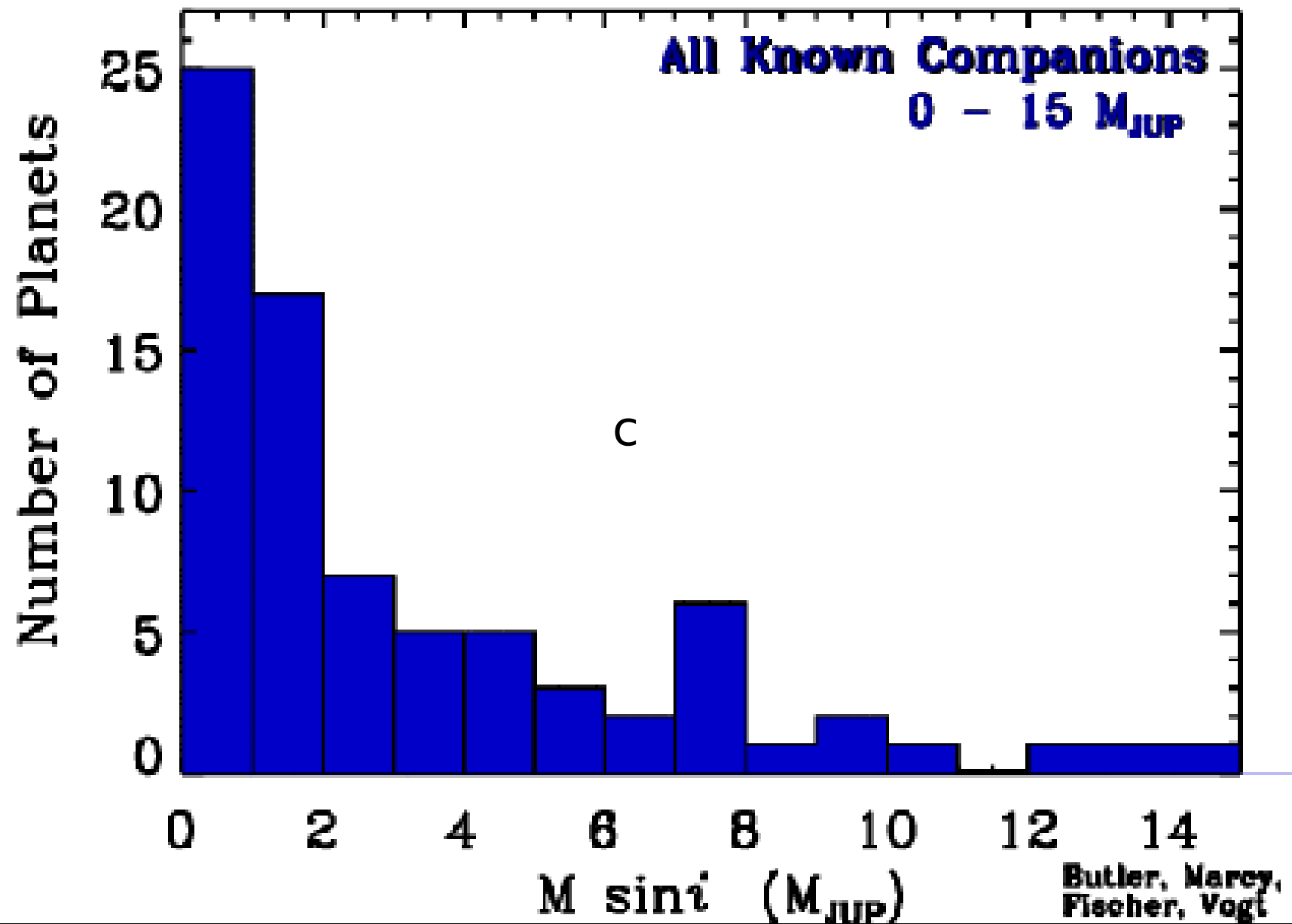
Ylikulkuja ajoittamalla löydetty 0 planeettaa

- Havaintoja tehty vielä liian vähän aikaa

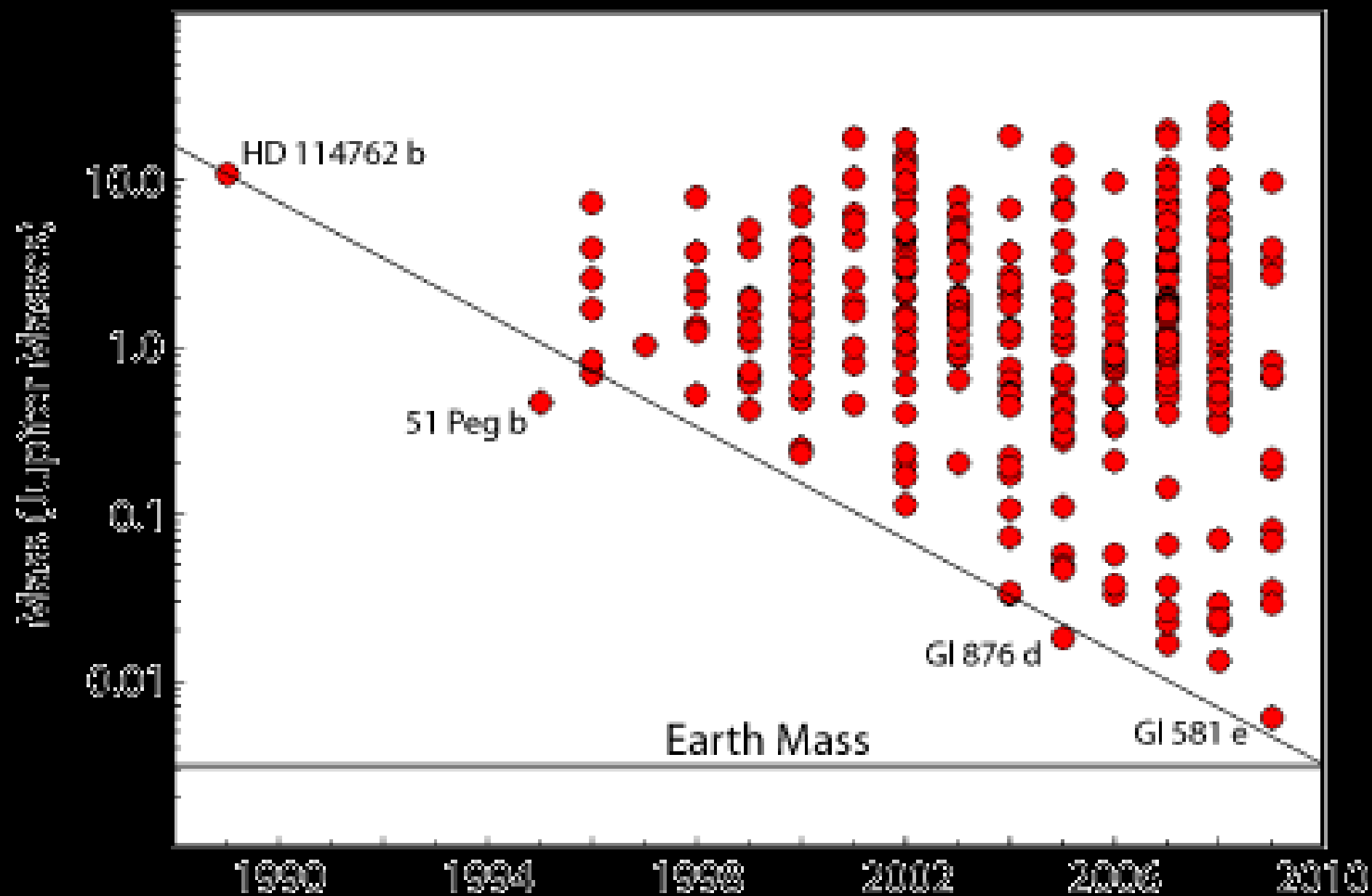
... ja itse asiassa 9 planeetasta on saatu suora kuva!



Extrasolar Planet Mass Distribution

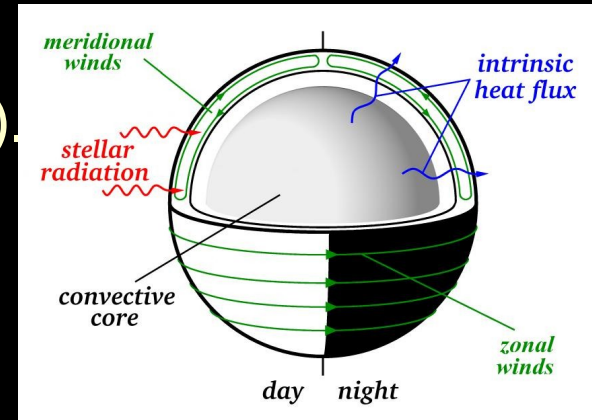


Year of Discovery vs. Planetary Mass



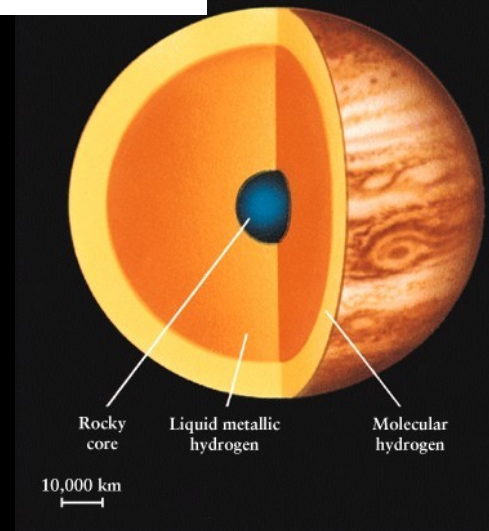
Planeettojen luokittelua I

Kuumat jupiterit: Hyvin massiiviisia planeettoja (massat ei-ihan-tähtiin asti). Kaasujättiläisiä. Useimmat tunnetut planeetat nykyään kuuluvat näihin.

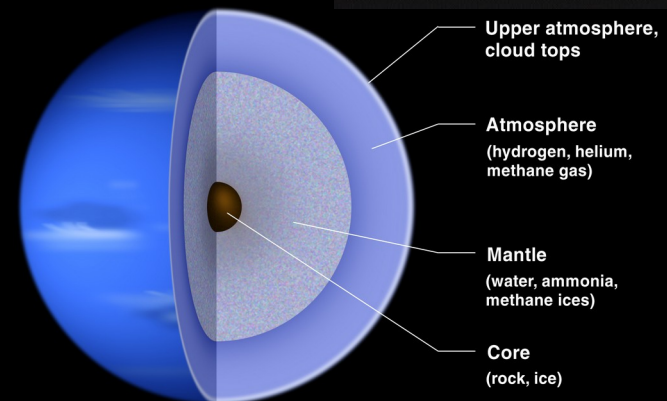


Kuumat neptunukset: noin 15 Maan massaisia kaasuplaneettoja. Havaintojen karttuessa voimakkaasti kasvava ryhmä.

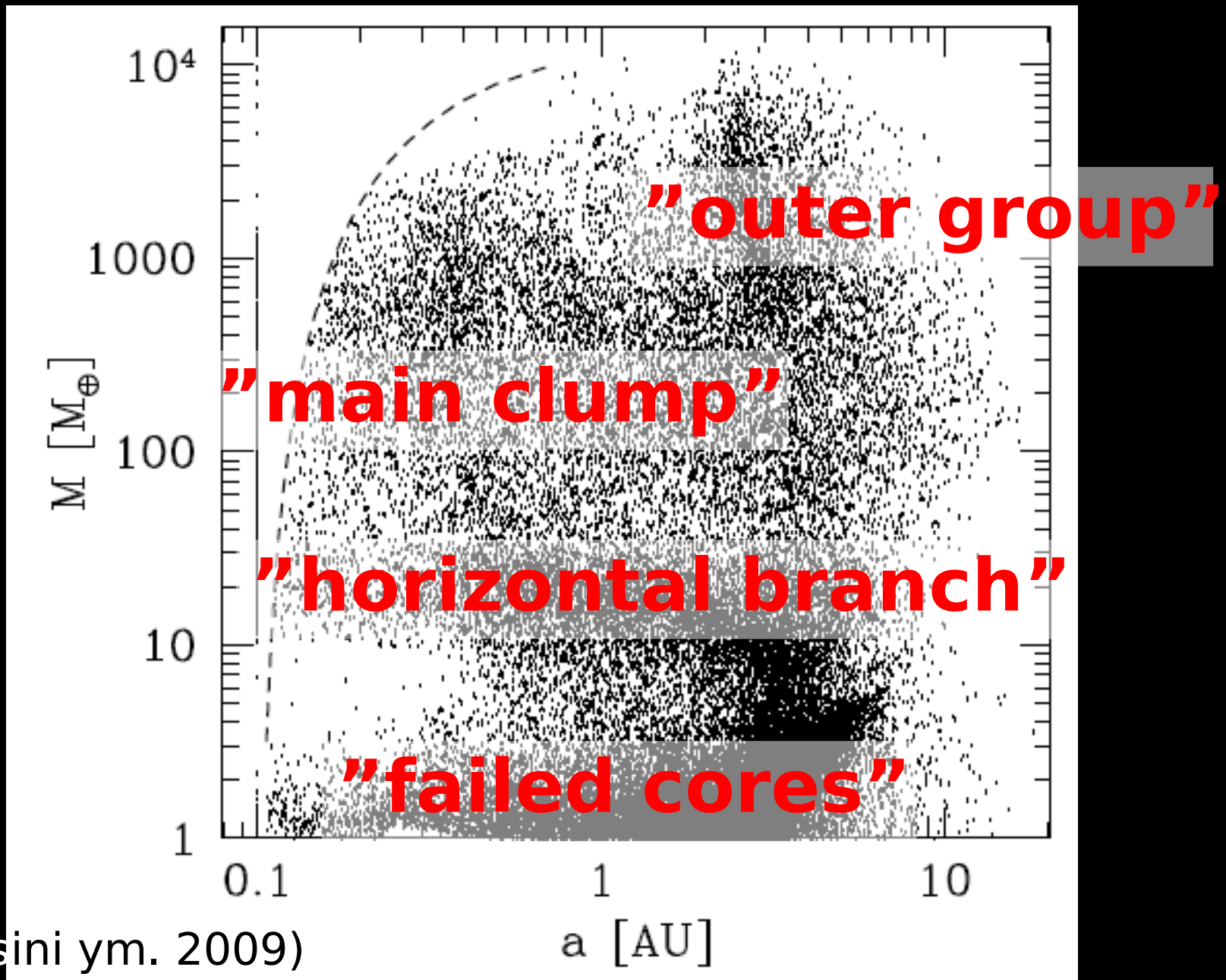
Supermaat: Massan ylärajana *de facto* 10 Maan massaa (päätös Tübingenissä maaliskuussa 2009). Voivat olla myös kaasua, vaikkakin epätodennäköistä.



Maankaltaiset planeetat: pieniä, pääsääntöisesti kivistä muodostuvia planeettoja. Huom: termi **El** sisällä viittausta elinkelpoisuuteen!



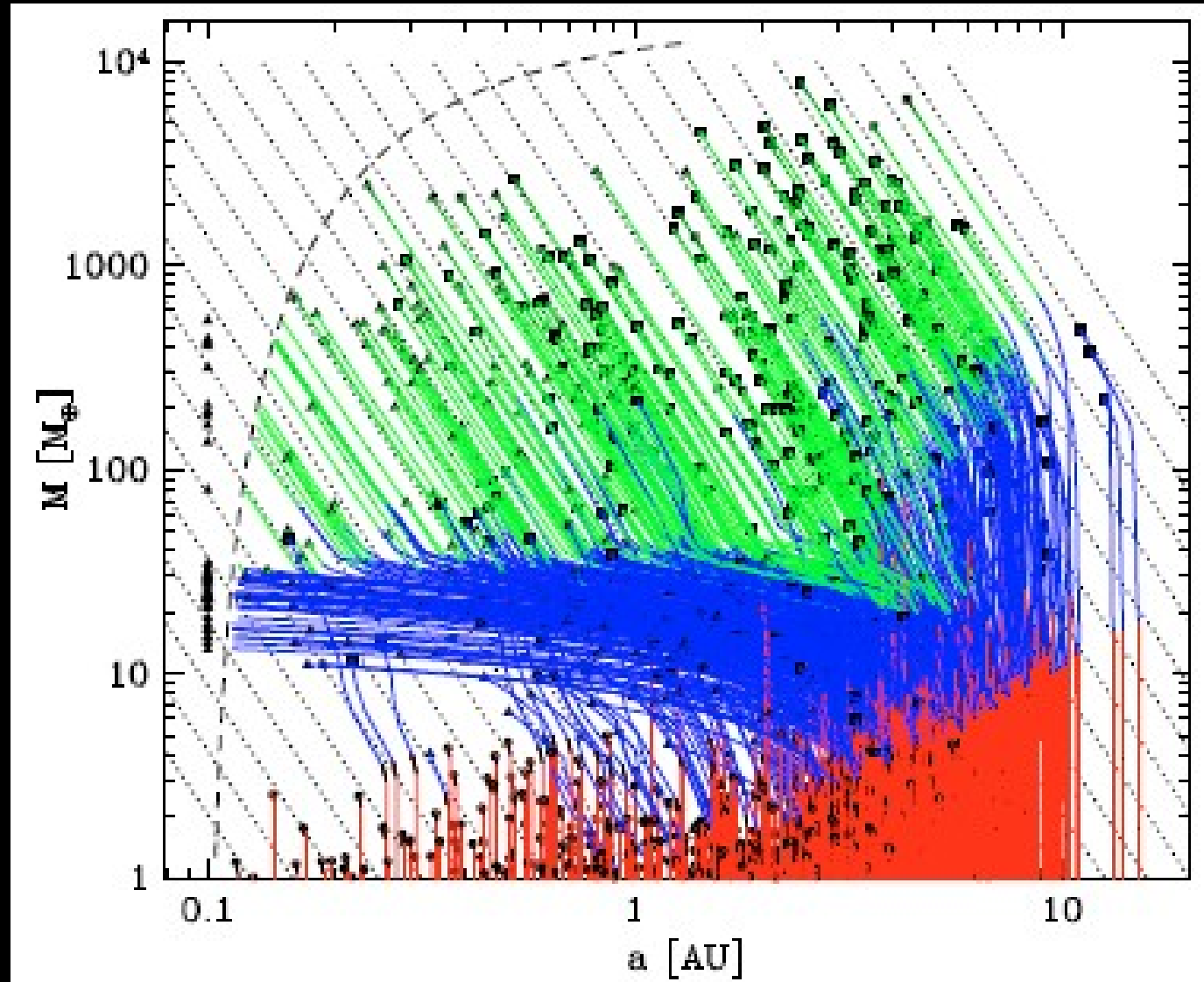
"Synthetic planet population"



"Synthetic planet population"

Erilaiset populaatiot
syntyvät kun eri
kohdissa
esiplanetaarista
kiekkoa
muodostuvat,
erikokoiset planeetat
käyvät läpi erilaisia
dynaamisia
kehityksiä

(eli erityyppisiä
migraatioita)



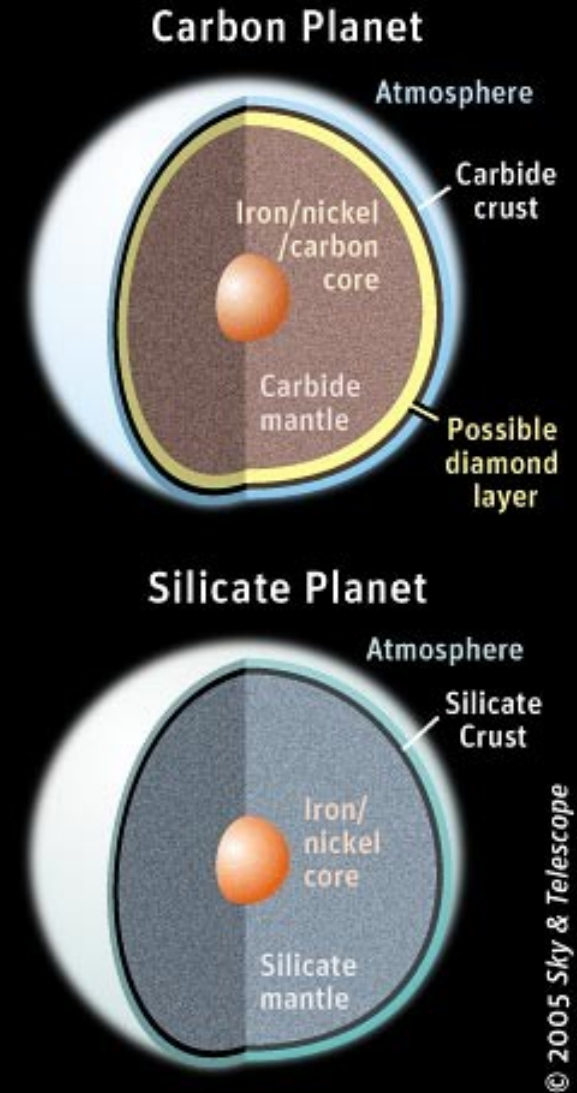
(Mordasini ym. 2009)

Planeettojen luokittelua II

Kiviplaneetat: Maankaltaisten planeettojen ”perustyyppi”. Enimmäkseen kivistä mutta myös vaikkapa jäästä muodostuvia kohteita. Esimerkiksi Maa ja Mars.

Valtameriplaneetat: Pieniä planeettoja, joiden pinnalla rannaton valtameri. Olisivat helpoimpia havaita mutta erittäin vaikeita tunnistaa. Mantereiden puuttuessa ilmasto erittäin epävakaa.

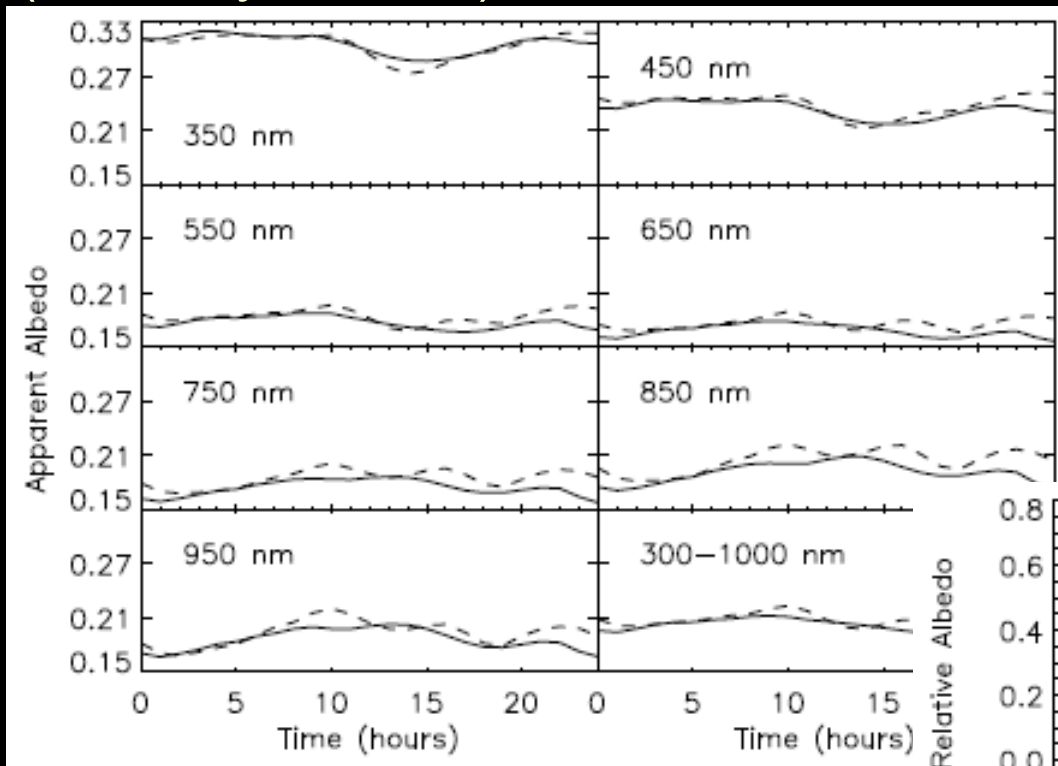
Hiiliplaneetat: Hypoteettisia, hiiliyhdisteistä rakentuvia planeettoja. Mielenkiintoisia elämän edellytyksiä pohdittaessa.



Eri alatyypien erottaminen toisistaan erittäin haastavaa!

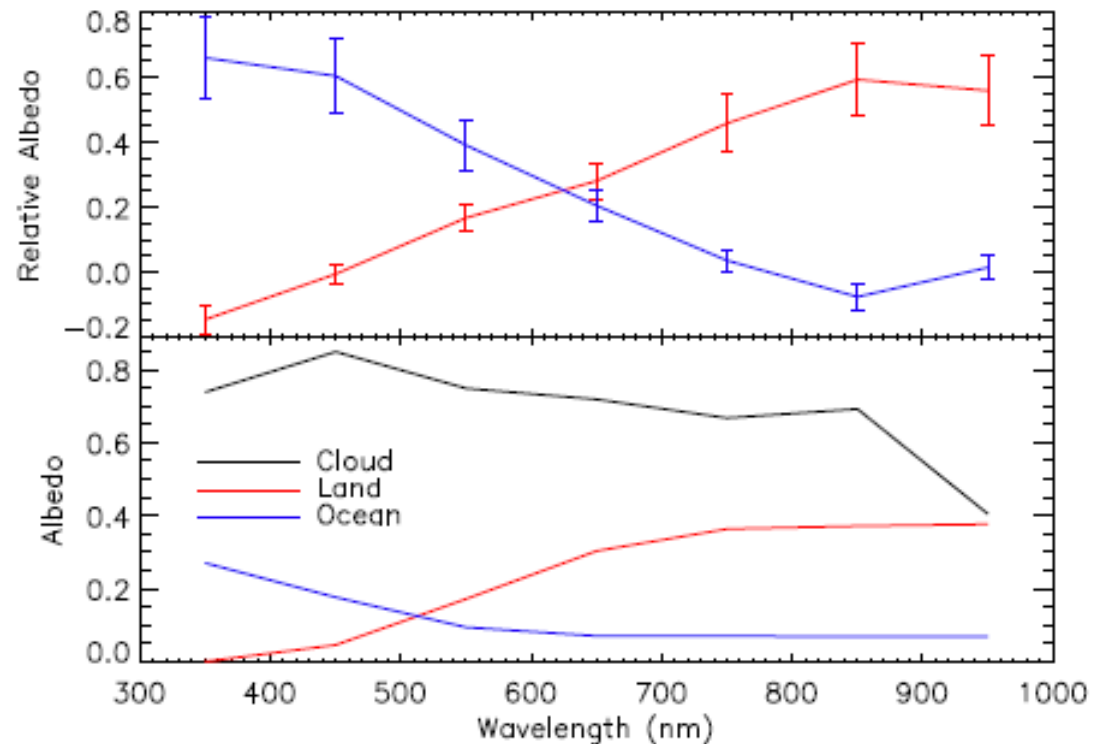
Olosuhteiden määrittäminen

(Cowan ym. 2009)

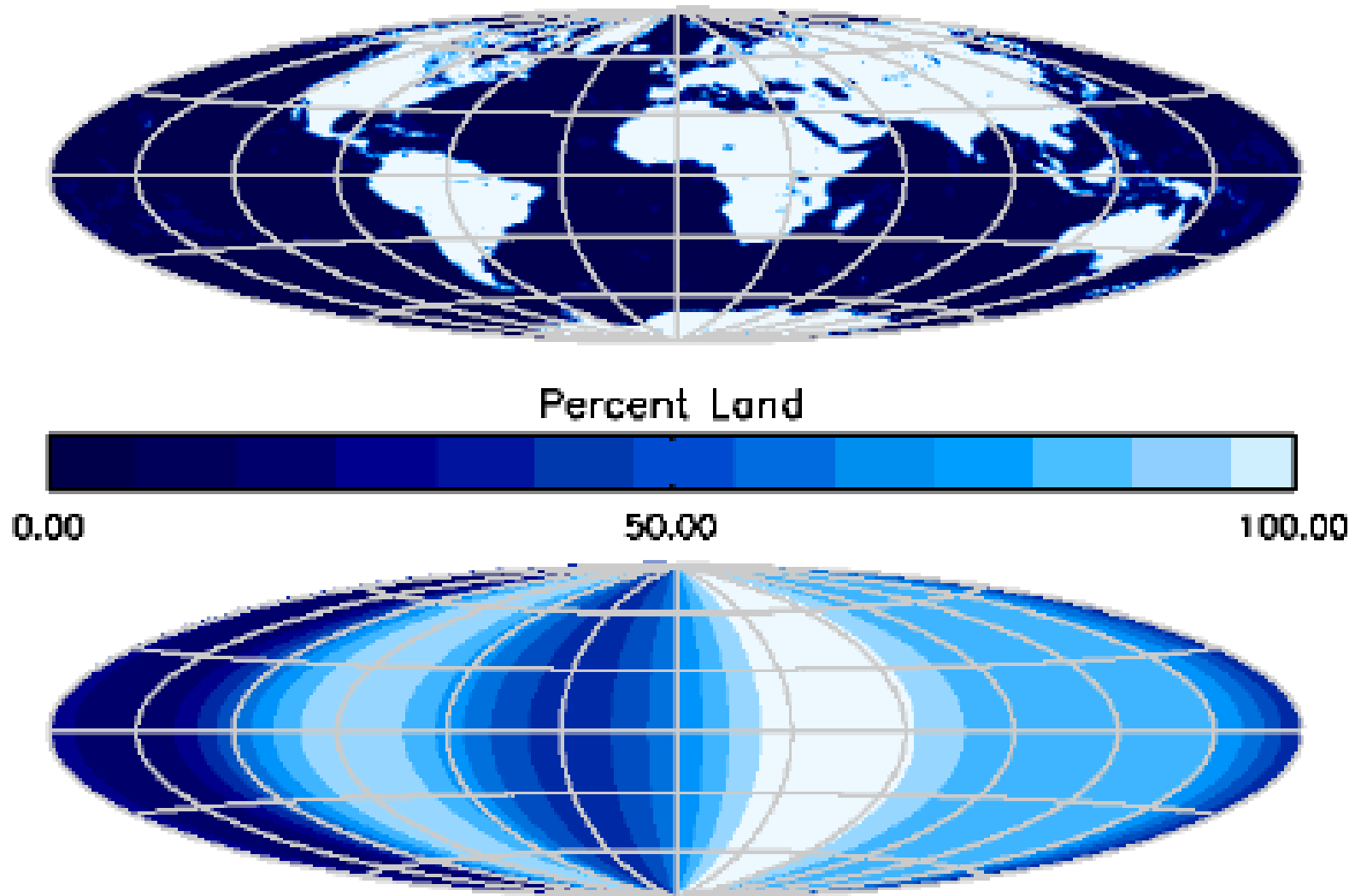


Esimerkki todellisista mittauksista Maapallon heijastavuudesta Deep Impact / EPOXI -luotaimen tekeminä (maalis- ja kesäkuu 2004).

Niiden perusteella tehty malli ominaisväreille (ylhäällä) ja todellisia heijastavuuden arvoja pilville (musta) mantereille (punainen) sekä merelle (sininen).



Olosuhteiden määrittäminen



(Cowan ym. 2009)

Ensimmäinen eksoplaneettakartta

Eksometeorologiaa!

Planeetta **HD 189733 b**

- Etäisyys 63 valovuotta
- Aikasarja 33,1 tuntia
- 278 528 mittausta

Planeetta on lukkiutunut vuorovesivoimien takia, mutta kuumin kohta ei silti ole tähteä kohti. Ilmakehässä on siis suihkuvirtaus. (Knutson ym. 2007)

Taivas on sininen ja ilmanpaine noin 410 mbar 104 000 km korkeudella (Swain ym. 2008).

↑
Sun-Facing Longitude
(Grid Spacing: 30°)

Global Temperature Map for Exoplanet HD189733b
NASA / JPL-Caltech / H. Knutson (Harvard-Smithsonian CfA)

Spitzer Space Telescope • IRAC
ssc2007-09a

Kepler

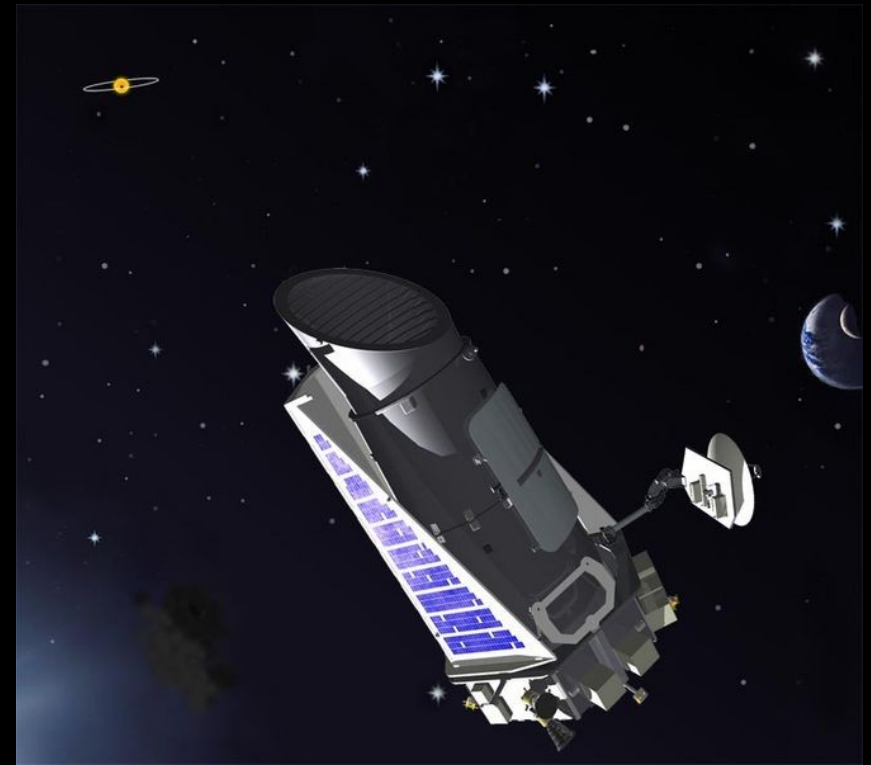
NASAn avaruusteleskooppi

Kiertää Aurinkoa pysytellen
lähellä Maata

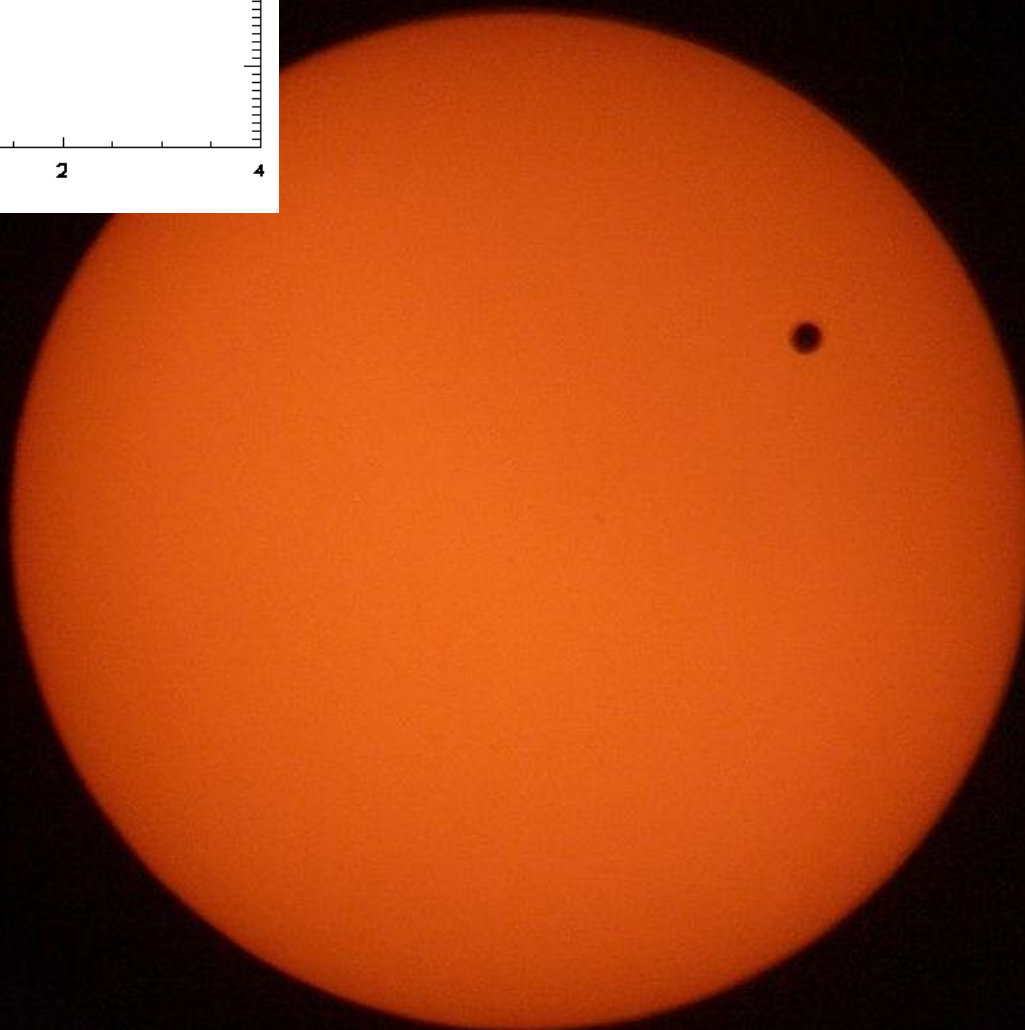
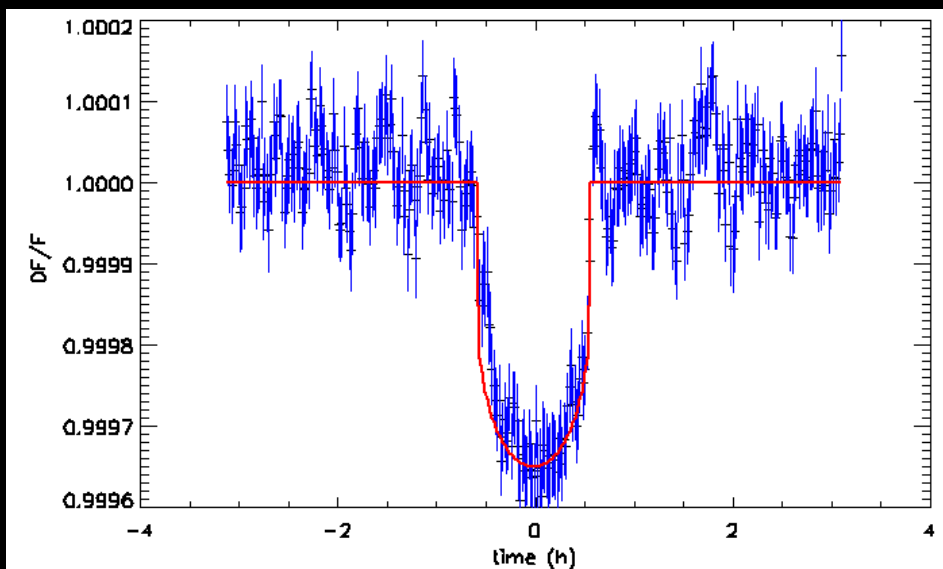
Seuraa 100 000 tähden
kirkkaudenmuutoksia jatkuvasti

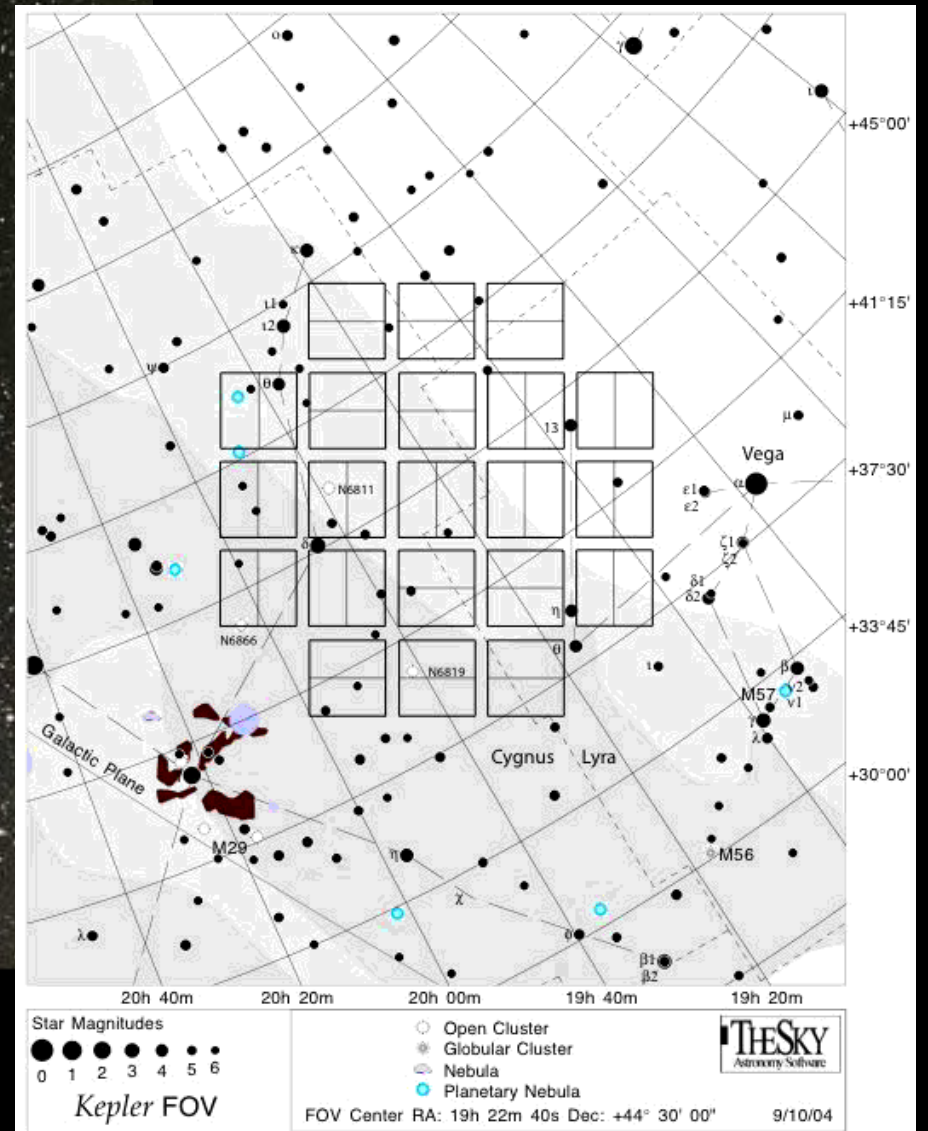
Laukaistiin 7.3.2009. Suunniteltu
toiminta-aika 3,5 vuotta

Aloittaa varsinaiset tieteelliset
havainnot lähiaikoina. Kuitenkin
jo kalibrointivaiheen tulokset ovat
mielenkiintoisia!

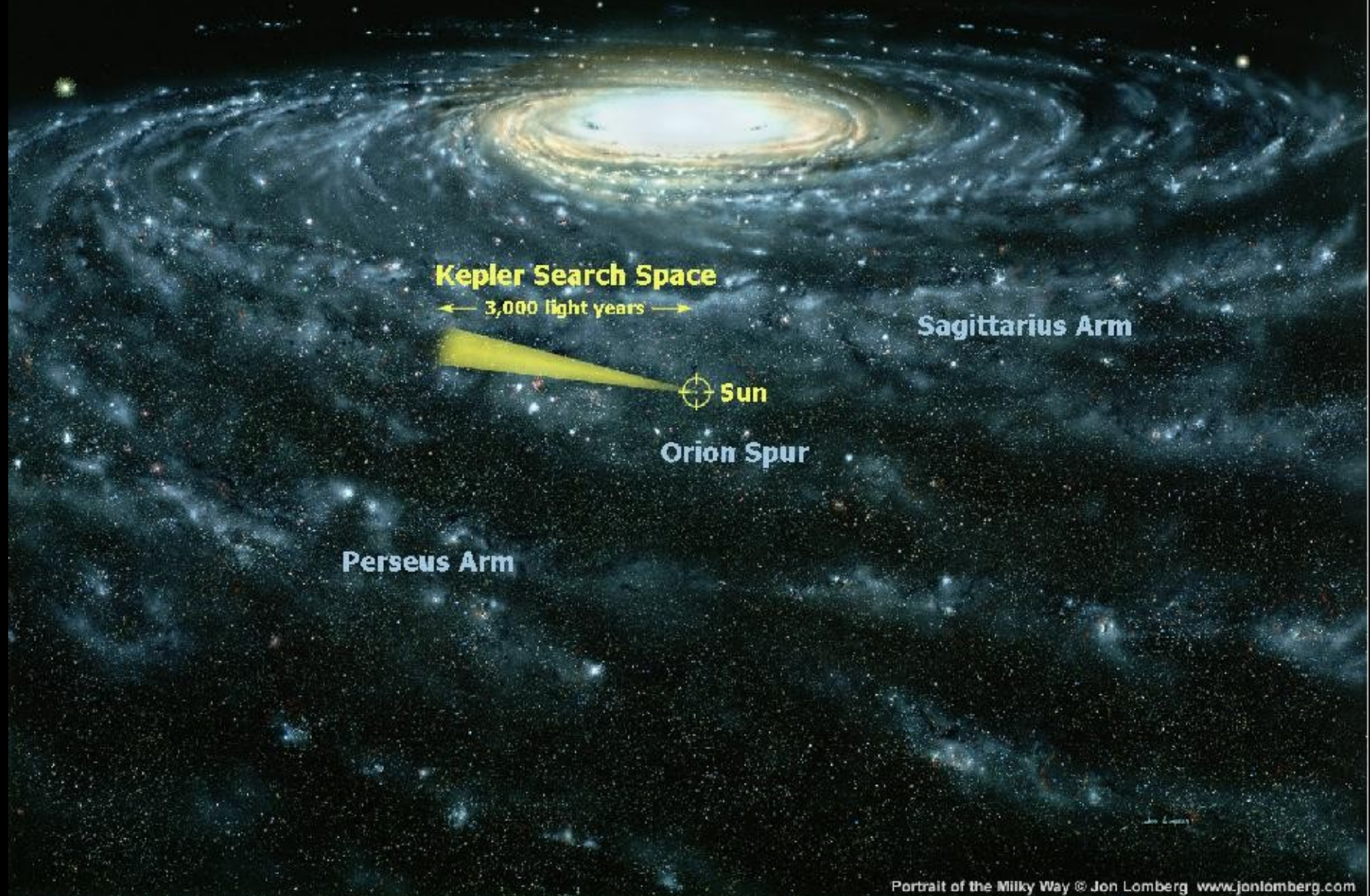


**Odotetaan löytävän satoja
maankaltaisia planeettoja!**

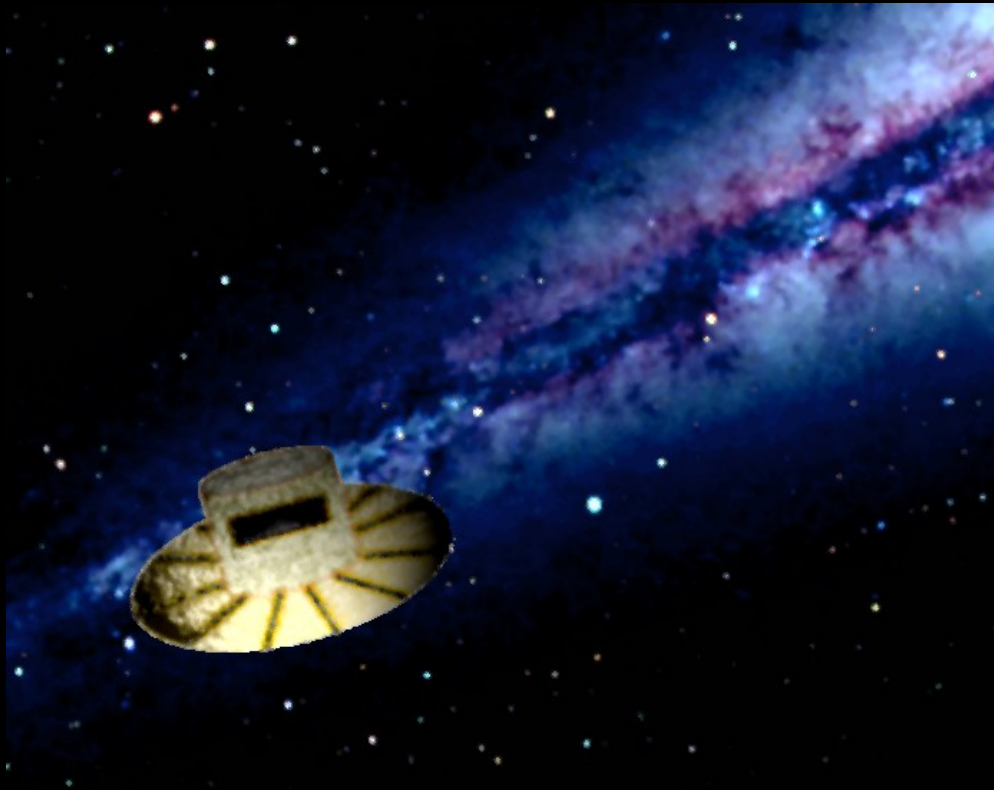




Milky Way Galaxy



GAIA



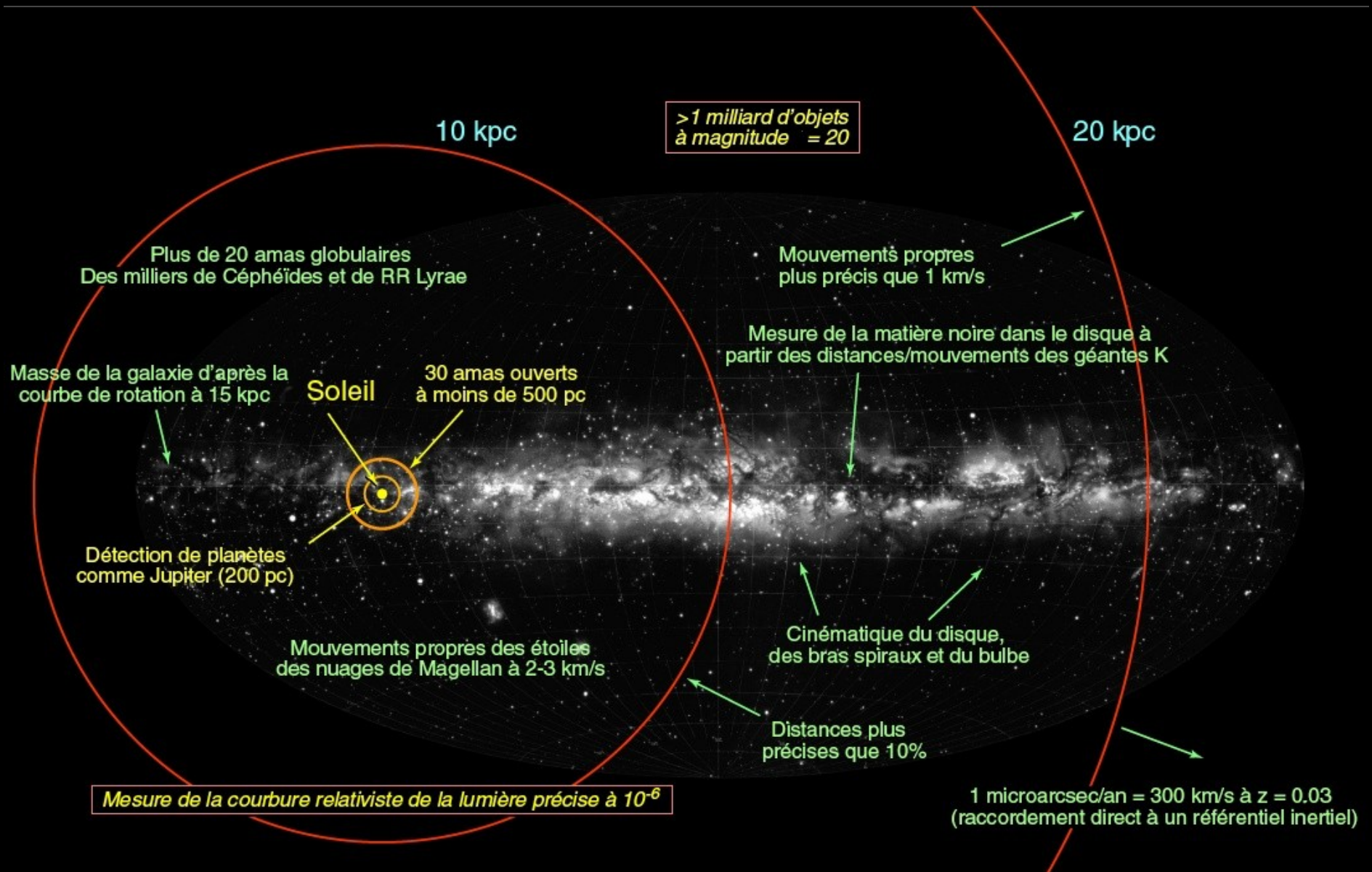
ESAn avaruusteleskooppi

Asettuu Lagrangen pisteeseen L2. Seuraa noin miljardia tähteä.

Menetelmä: astrometria ja säteisnopeus. Tarkkuus jopa 7 μ s ja vähintään 1 km/s

Laukaistaneen vuonna 2011. Toiminta-aika noin 5 vuotta.

Odotetaan löytävän noin 10 000 vierasta planeettaa



SIM Lite

NASAn suunnitelma GAIAn vastineeksi.

Tarkempi astrometria (jopa 1 μ s), ei kuitenkaan säteisnopeuksia.

Odotetaan löytävän noin 60 potentiaalisesti elinkelpoista planeettaa...

ESPRESSO

Suunnitelman asteella oleva säteisnopeusinstrumentti.

“Legendaarisen” HARPSin seuraaja.

Sijoitettaisiin 8,2 metrin teleskoopin Chilessä.

Darwin/TPF

NASAn ja ESAn yhteisprojekti.

Avaruusinterferometri: muodostuisi kolmesta, noin 3 metrin teleskoopista erillisissä satelliiteissa.

Lähtö aikaisintaan 2016.

**Toteutuessaan
Darwin/TPF kykenisi
kuvaamaan (ja jossain
määrin kartoittamaan!)
maankaltaisia planeettoja.**

Kiitoksia!

You are here

