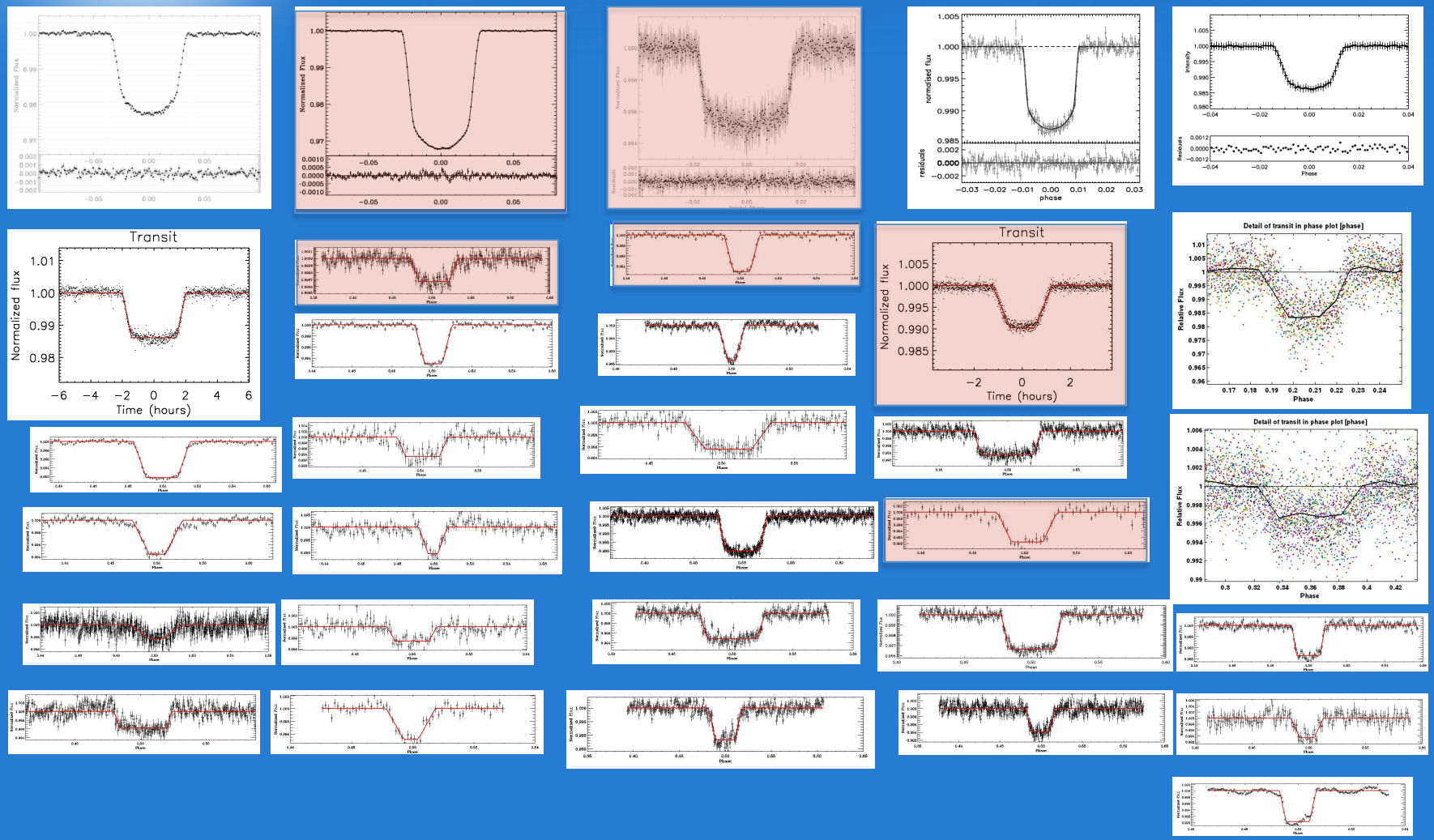
Les planètes de CoRoT…
…du télescope à la loupe

Marc Ollivier

Institut d'Astrophysique Spatiale d'Orsay

Les planètes de CoRoT



Chaque planète est unique…
…chaque monde est une histoire à raconter

Le choix des scientifiques : ne publier que des systèmes planétaires confirmés et caractérisés

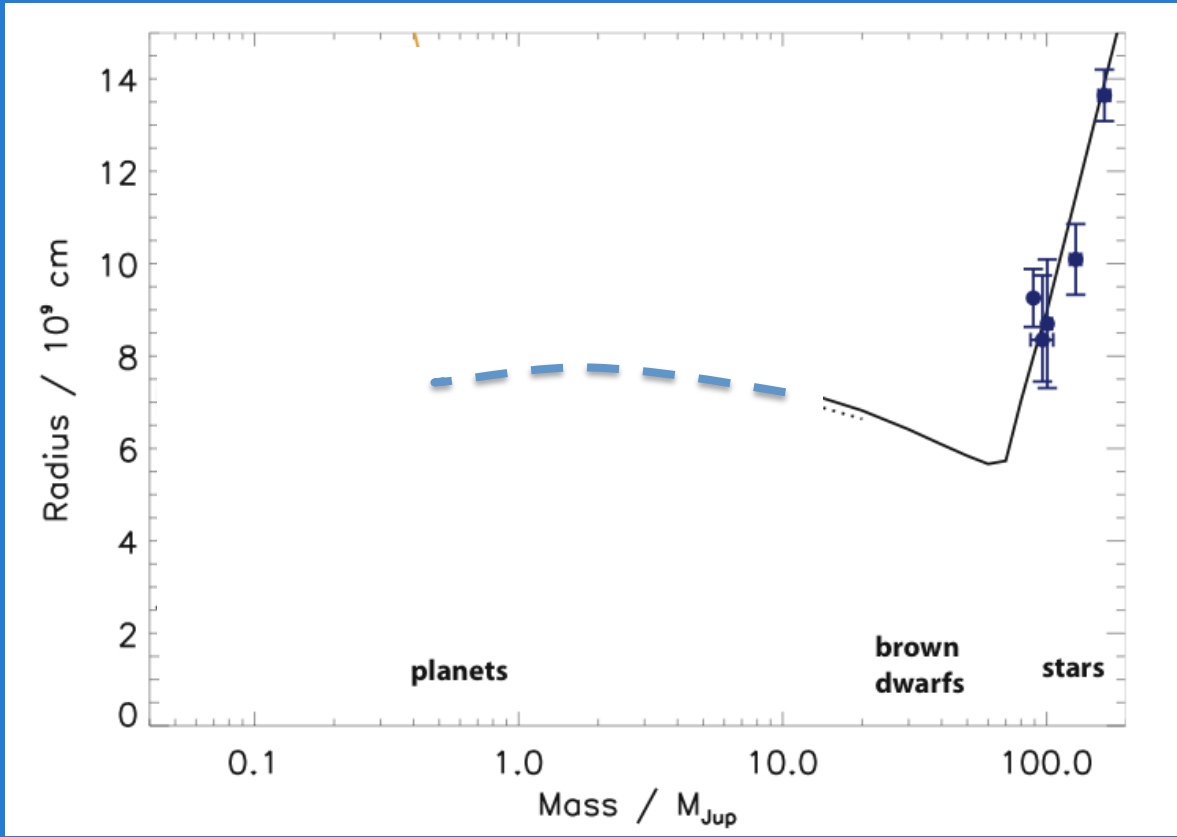
La boite à outils

- Courbe photométrique : période orbitale, diamètre planétaire, multiplicité du système planétaire
- Vitesse radiale : période orbitale, masse de l'objet, excentricité de l'orbite, inclinaison du plan de révolution
- Spectroscopie stellaire : sismologie de l'étoile : paramètres stellaires
- Imagerie haute résolution : environnement stellaire

Les objets géants

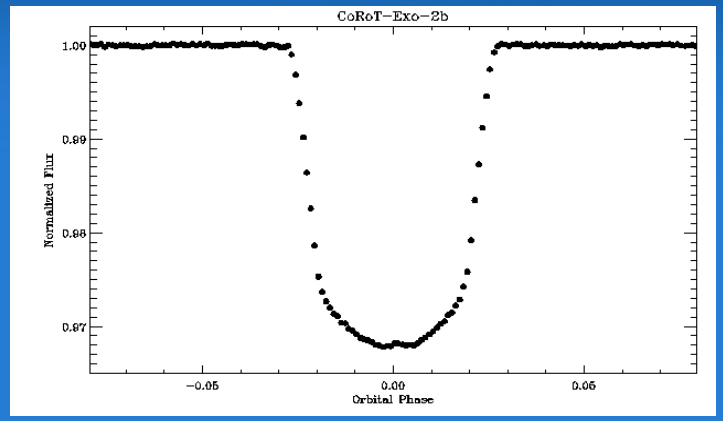
Explorer la relation masse / rayon

- La transition étoile - planète

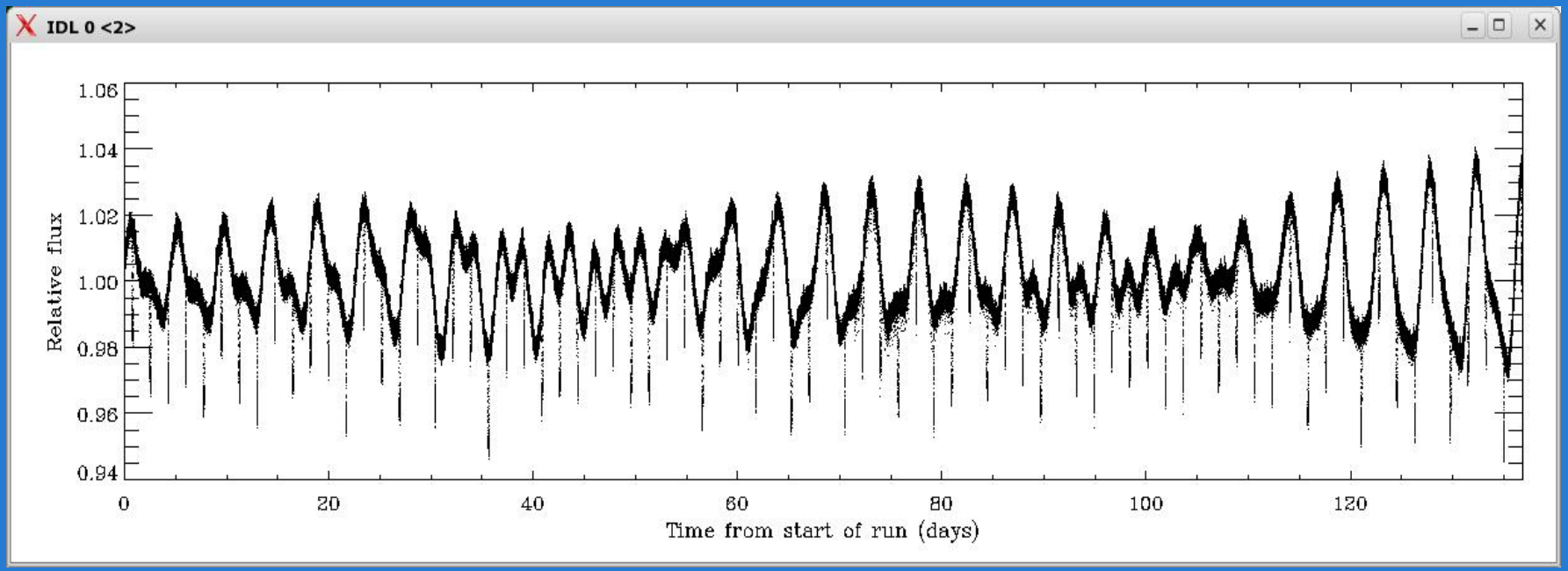


CoRoT-2b : un (trop) gros jupiter

81 transits successifs



- **Une étoile très active !**
  - ⇨ **Des taches à différentes latitudes produisent les pulsations multi-périodes observées**

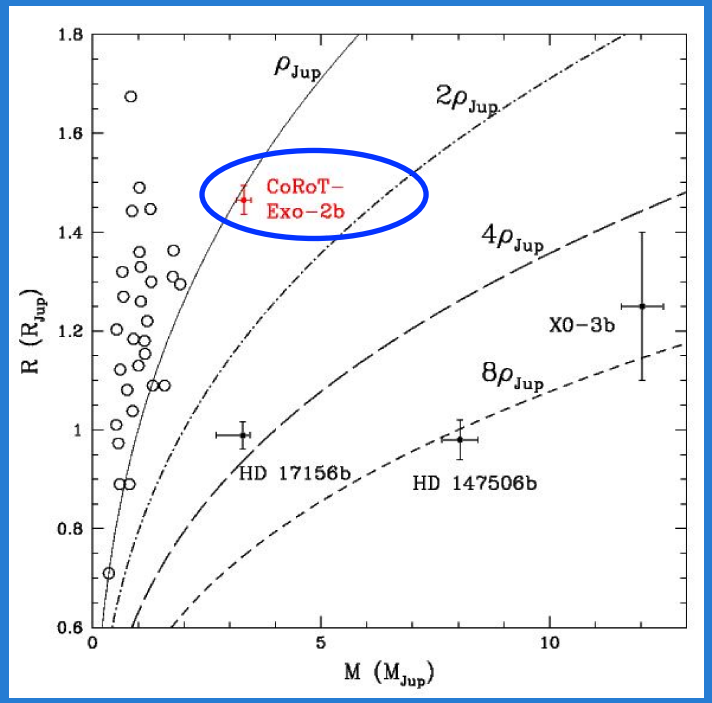


Alonso et al, 2008

CoRoT-2b

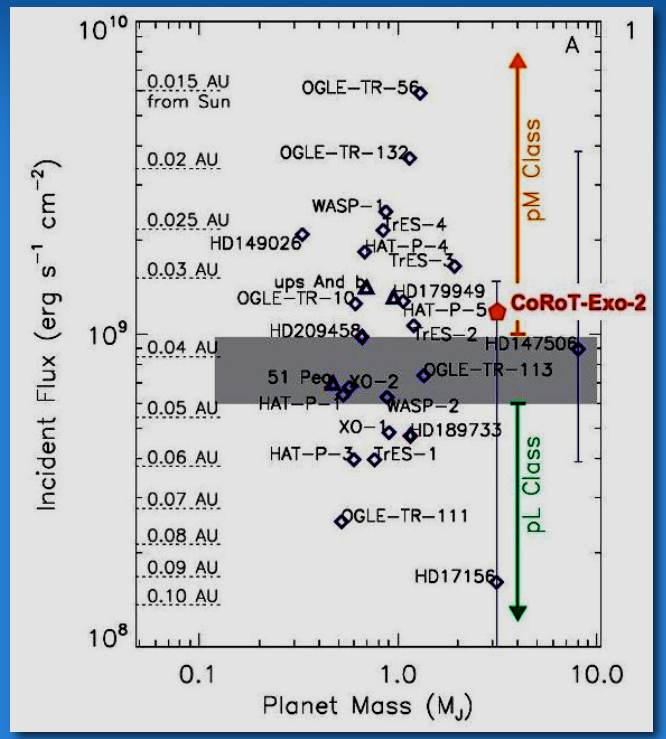
- **Paramètres étoile :**
  - ⇨ G7V : $M^* = 0.97\ M_\odot$ - $R = 0.91\ R_\odot$ - T_{eff} : 5625 K
  - ⇨ très jeune : 0.05 Gyrs
    - raies LiI en abs et H,K du CaII en émission
    - rotation rapide, taches
  - ⇨ Métallicité solaire

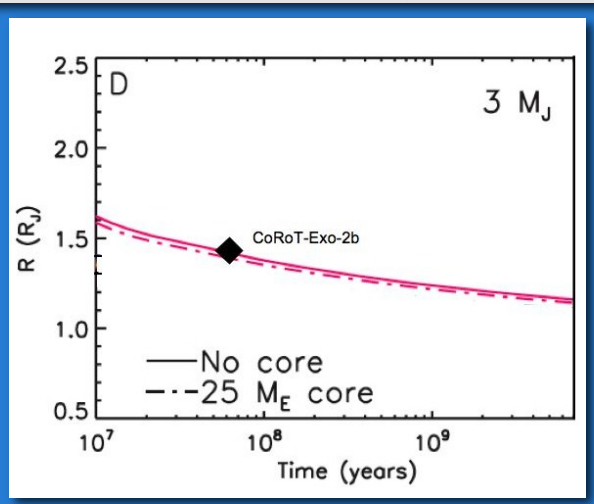
- **Paramètres planète :**
  - ⇨ P= 1.74 j
  - ⇨ a = 4.92 R* = .027 AU
  - ⇨ i = 87°
  - ⇨ $M_p = 3.31\ M_{Jup}$
  - ⇨ $R_p = 1.465\ R_{jup}$
  - ⇨ $\rho = 1.31\ g\ cm^{-3}$ = Jupiter
  - ⇨ Tp = 1537 K



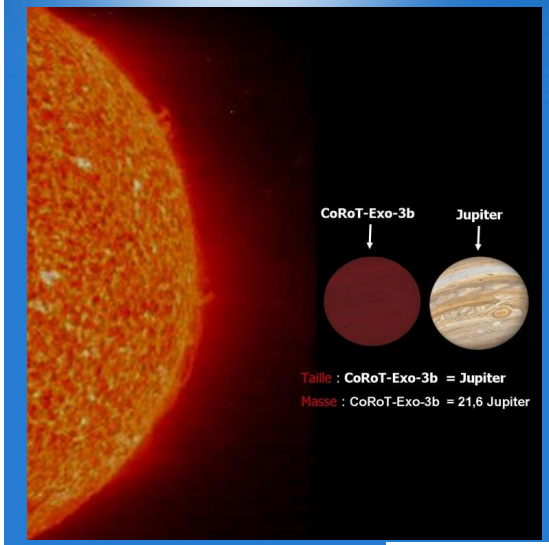
CoRoT-2b : grand rayon ?

- Densité ~ celle de Jupiter alors que $M = 3\ M_{jup}$
- Rayon grand comparé aux modèle (Guillot) : 30% de plus qu'une planète H-He irradiée
- Objet avec inversion de T forte due à la non-condensation de Ti ➡ absorption gazeuse dans la haute atmosphère
  - ⇨ Grand contraste jour/nuit prédit
- Pourrait être très jeune, encore en train de se refroidir !



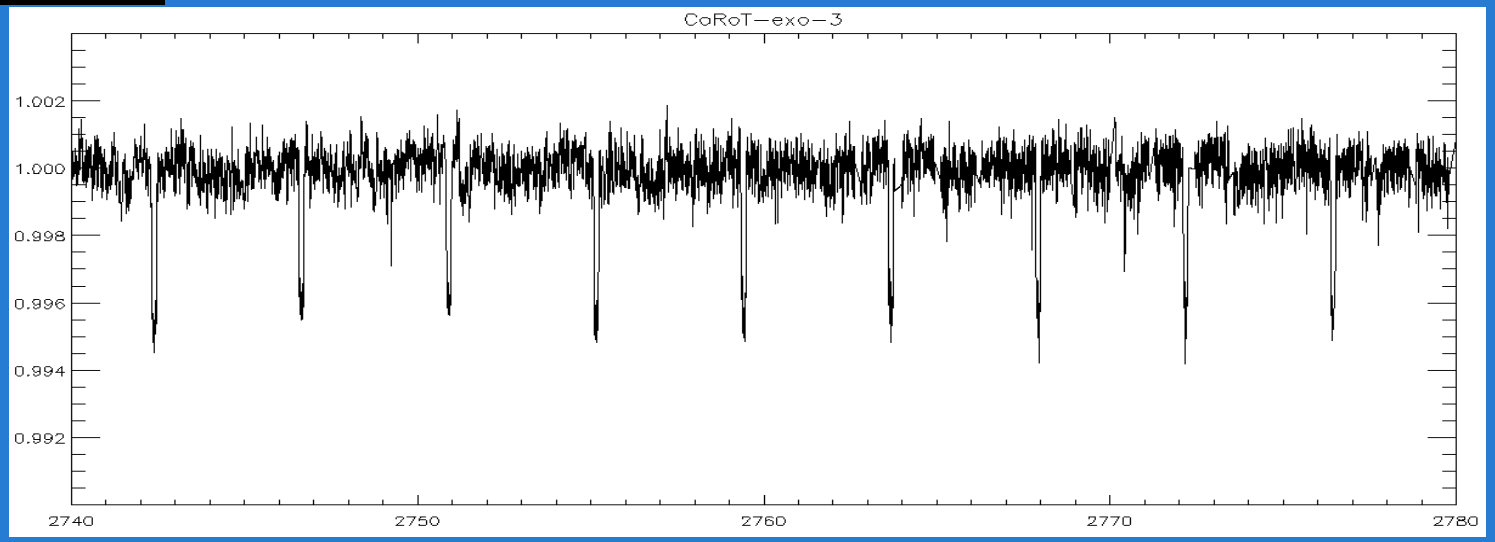


CoRoT-3b : objet de transition



34 transits
Prot ~ 4 jours
période planète : 4.26 j
excentricité petite
M = 22 M_{Jup}

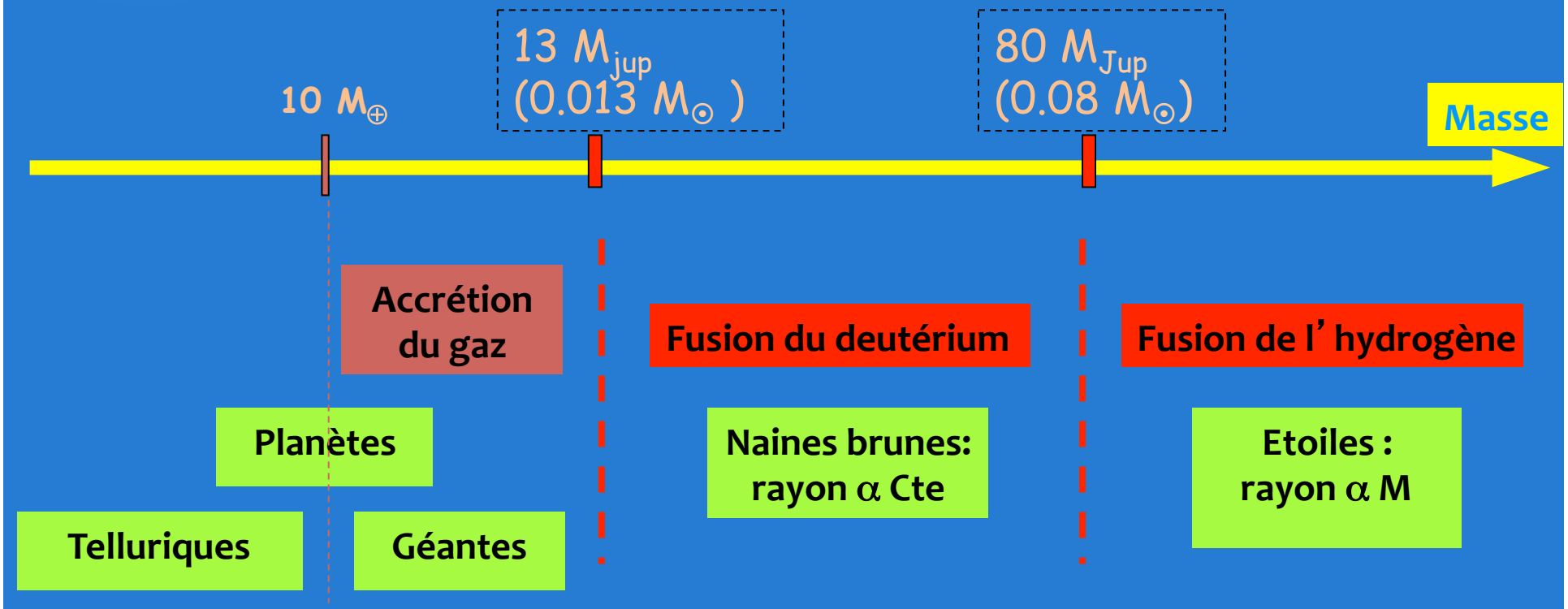
Le premier habitant du désert des naines brunes !



Deleuil et al, 2008

Etoile, naine brune, ou planète ?

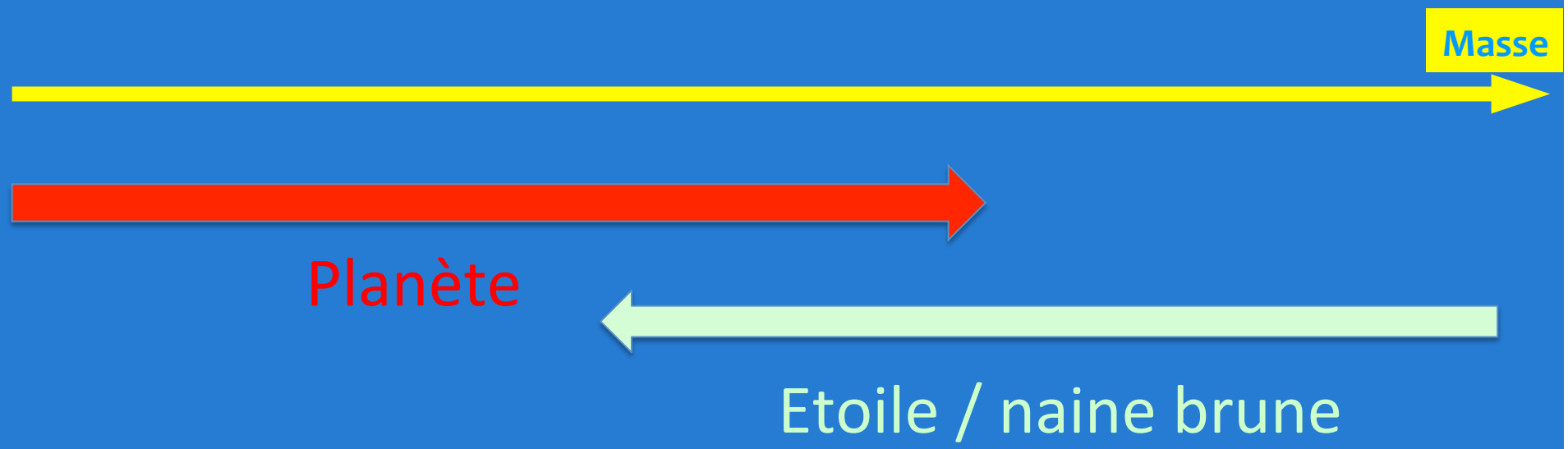
Physique gouvernée principalement par la masse des objets
- Gravitation
- Processus nucléaires



Etoile, naine brune, ou planète ?

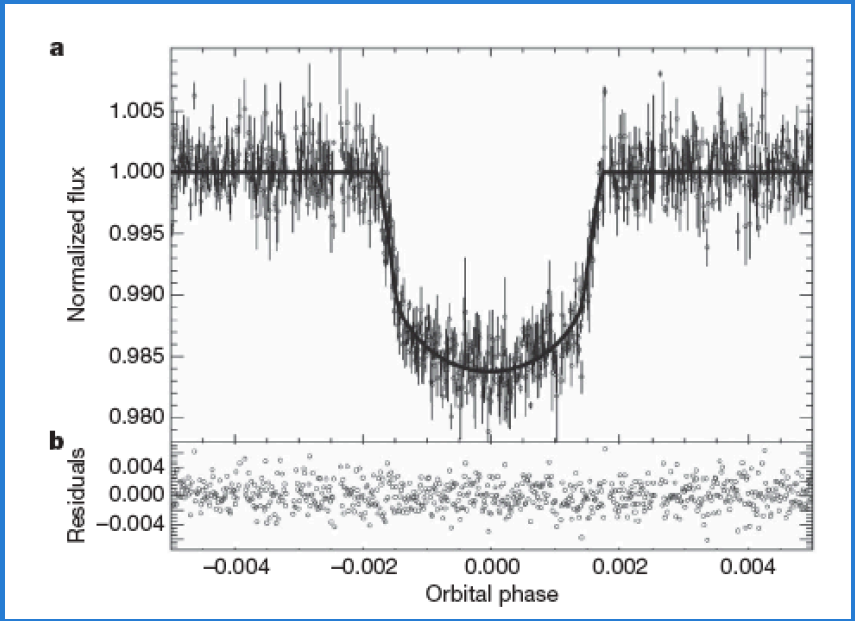
Description par le processus de formation

- Fragmentation d'un nuage de gaz -> Etoile / naine brune
- Accrétion à partir d'un noyau rocheux -> Planète



CoRoT-9b : géante tempérée

Période : 95.2738 ± 0.0014 jours
Masse : 0.84 ± 0.07 M_{jup}
Rayon : 1.05±0.04 R_{jup}
Densité : 0.90±0.13 g/cm^3
Teff : 250 à 430 K

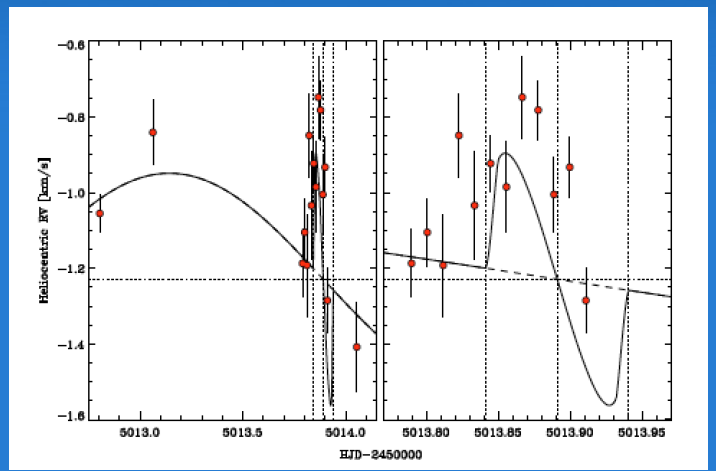


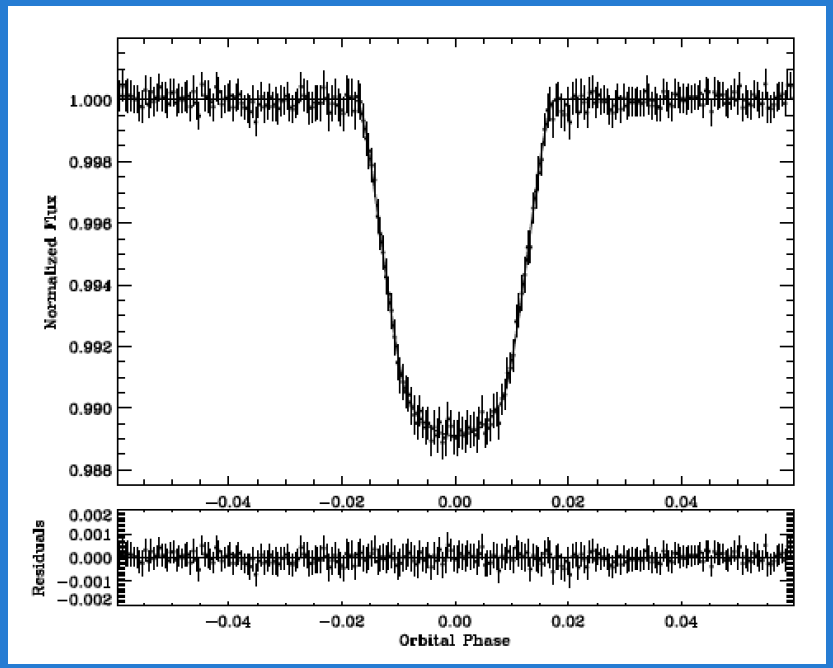
Deeg et al., 2010

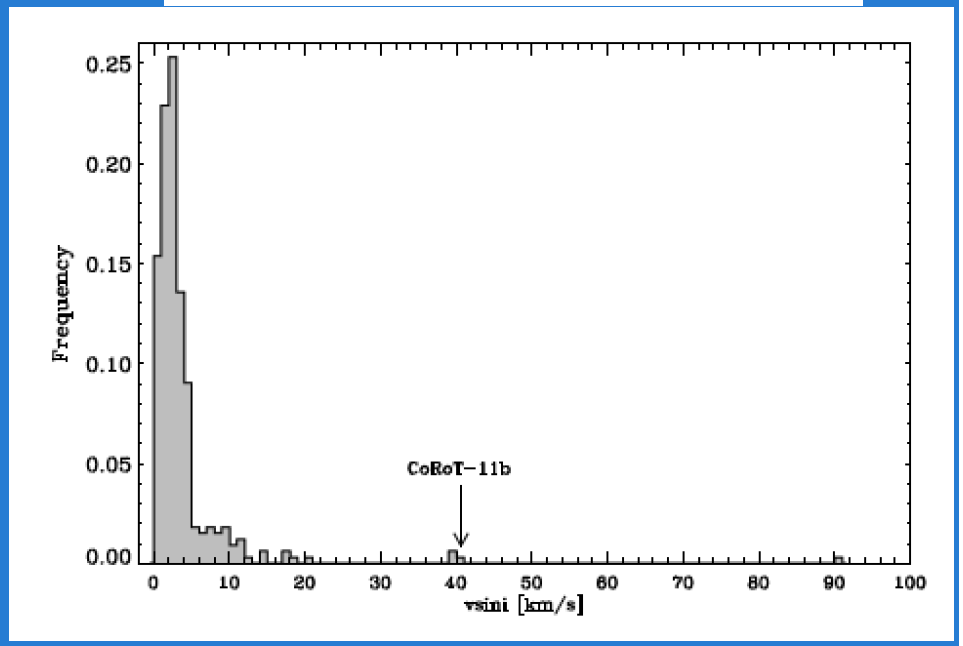
CoRoT-11b : une géante autour d'un rotateur rapide

Période : 2.994330 ± 0.000011 jours
Masse : 2.33 ± 0.34 M_{jup}
Rayon : 1.43 ± 0.03 R_{jup}

Gandolfi et al, 2010

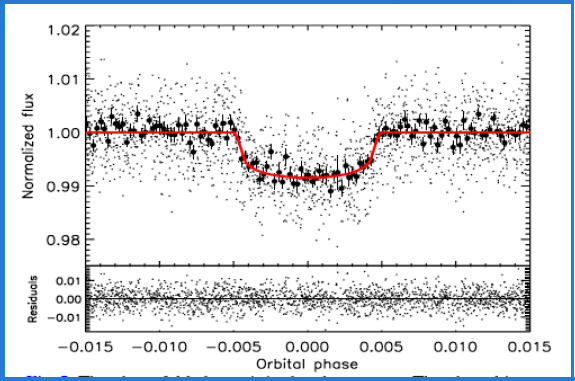


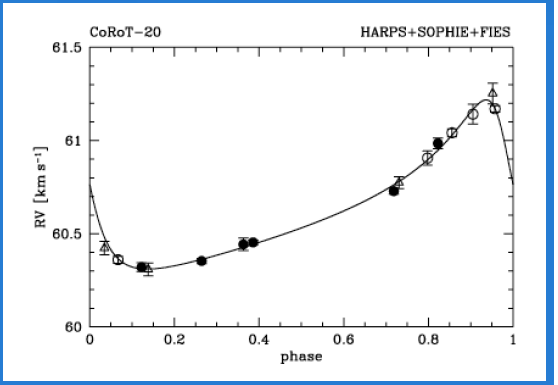


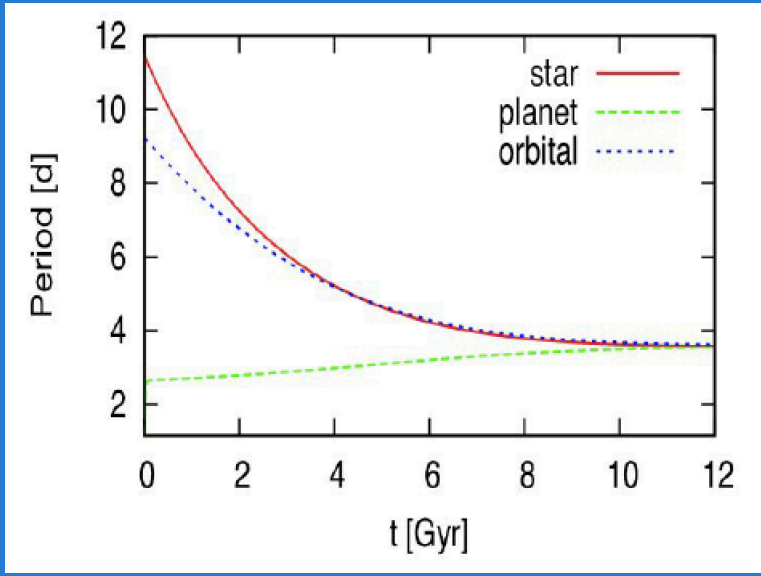


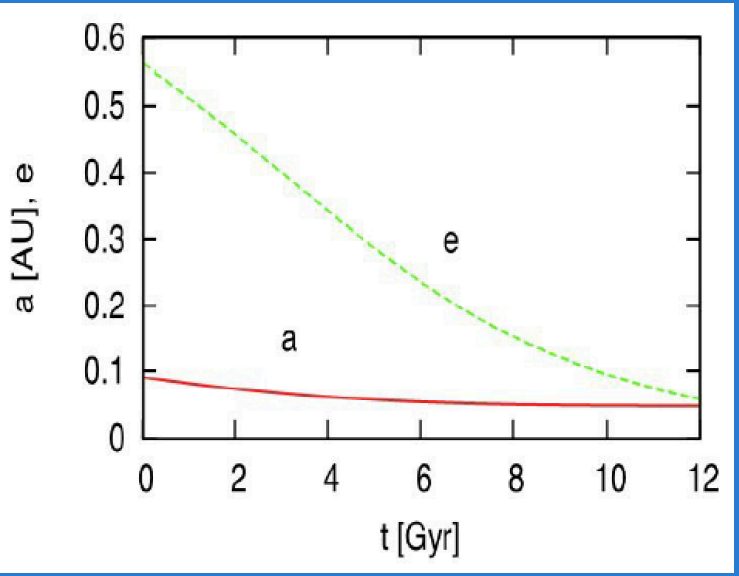
CoRoT-20 b : une géante très dense et très excentrique

Période 9.24285 ± 0.00030 jours
Masse : 4.24 ± 0.23 M_{jup}
Rayon : 0.84 ± 0.04 R_{jup}
densité 8.87 ± 1.10 g/cm^3
Excentricité : 0.562 ± 0.013
Age de l'étoile : 100 Mans





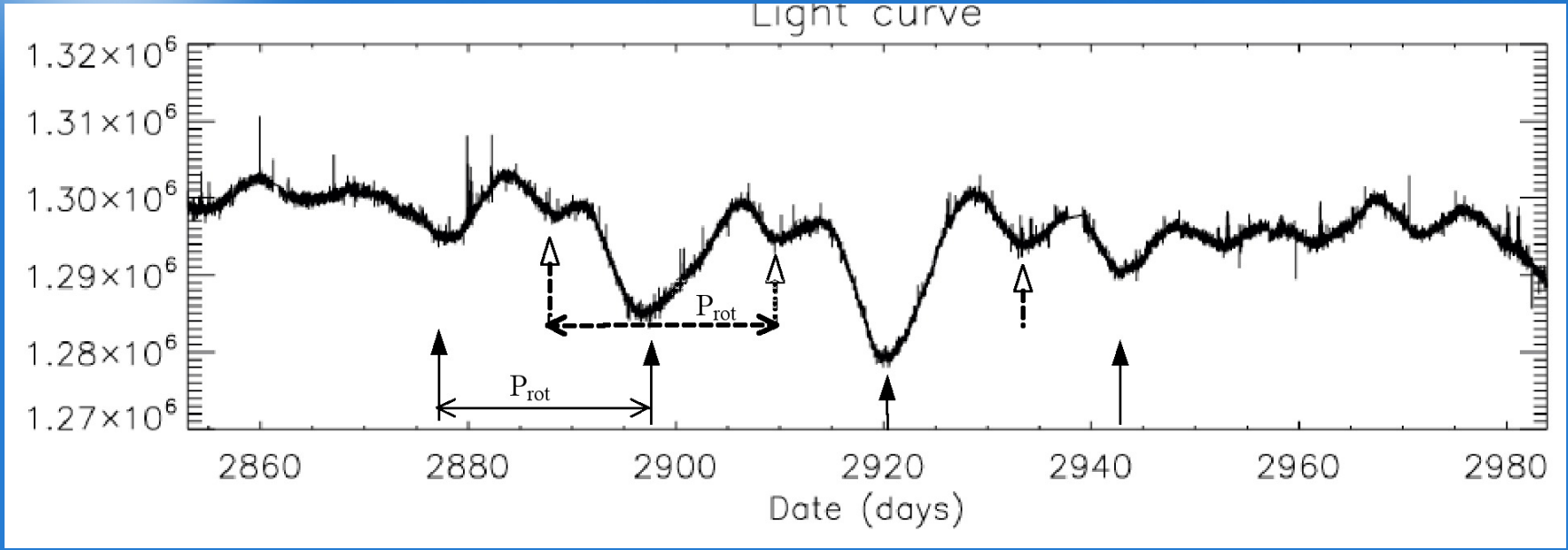




Deleuil et al, 2012

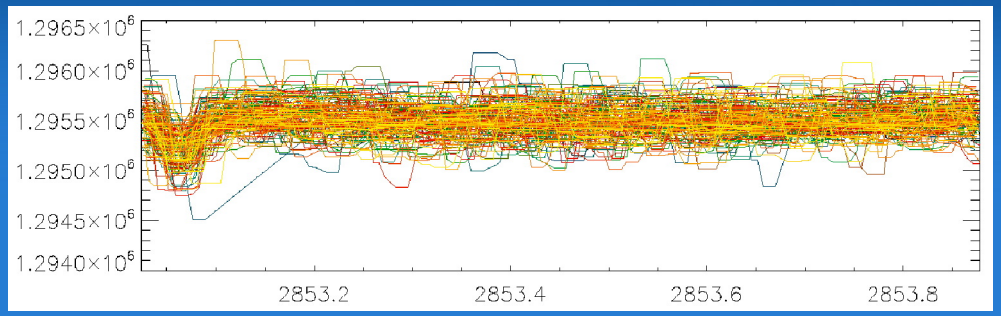
Vers les objets de petite masse

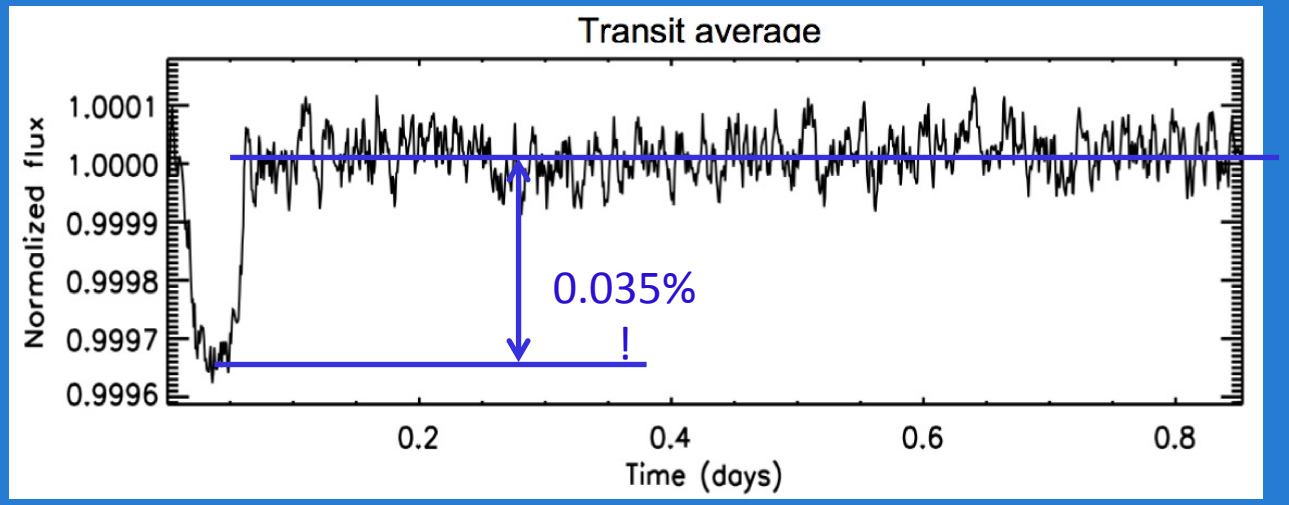
CoRoT-7b : 1er round (LRa01)



- étoile très active (modulation : 2 %)
- le passage de taches dû à la rotation de l'étoile est visible
  ➜ période de rotation = 23 jours

CoRoT-7b : courbe repliée



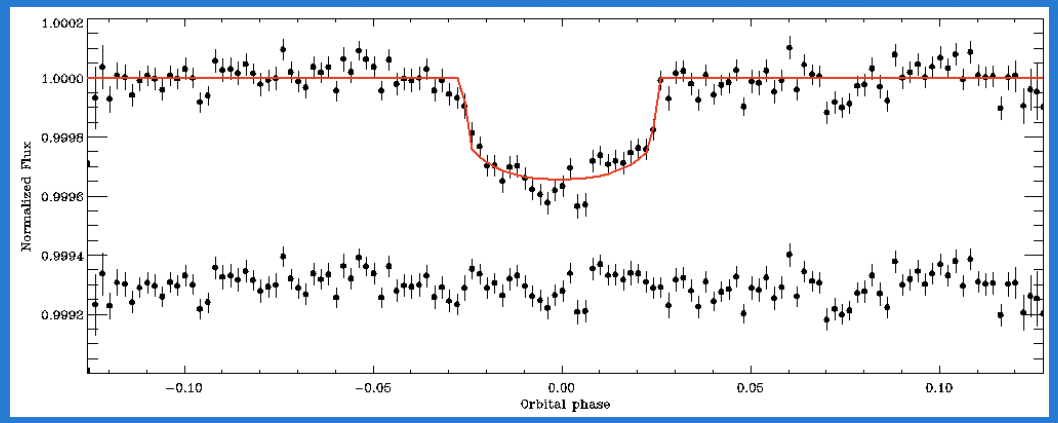


- 153 transits, tous ~ vus après superposition
- période courte: P= 0.8536 jours
  - ➜ profondeur du transit : $\Delta F/F = 0.035\%$

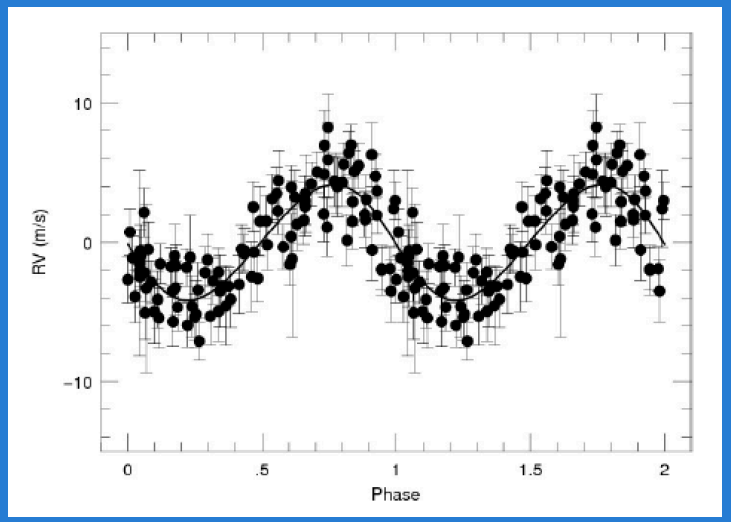
Léger et al, 2009

CoRoT-7b : caractéristiques

- Periode: P = 0.8536 j (une année= 20.5 h) ➜ a = 0.017 AU
- Rayon : $R_{pl} = 1.74\ R_{\oplus}\ \pm .13$

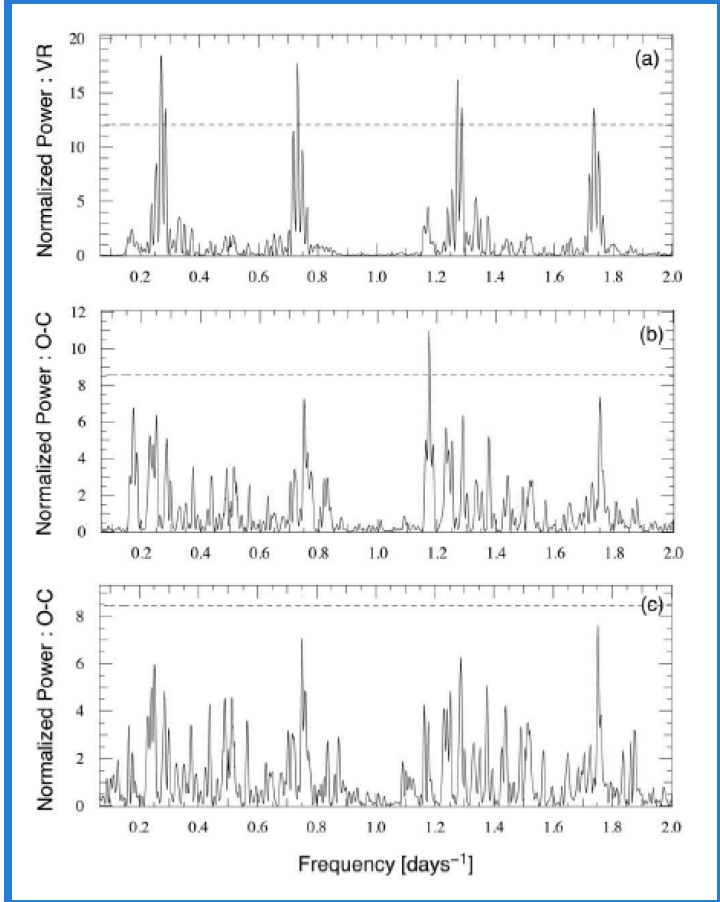


- Masse : $M_{pl} = 4.8\ M_{\oplus}\ \pm 0.8$

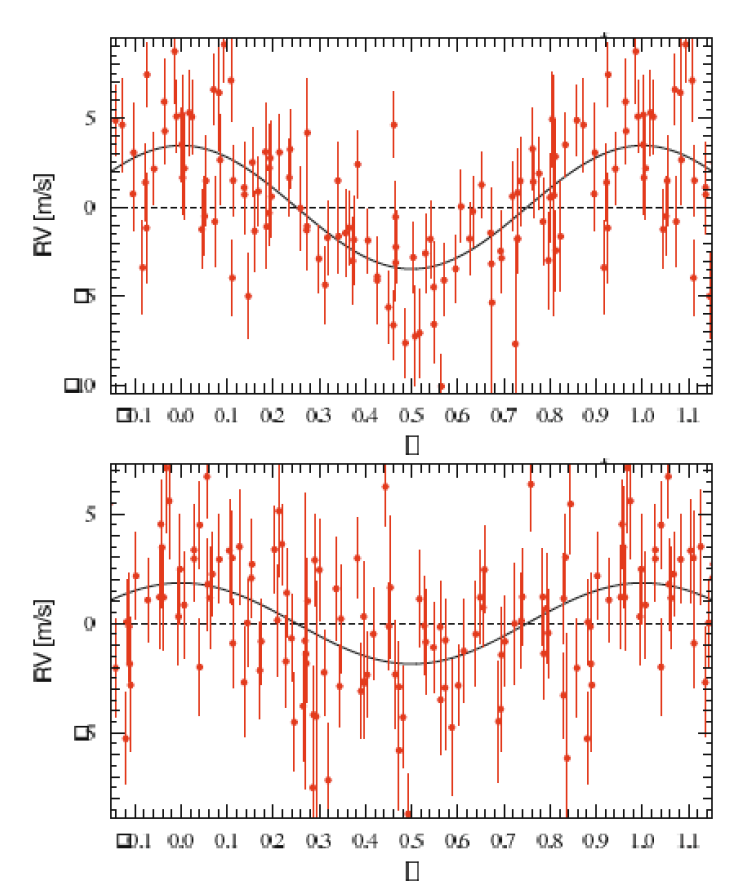


CoRoT-7b : un système multiple

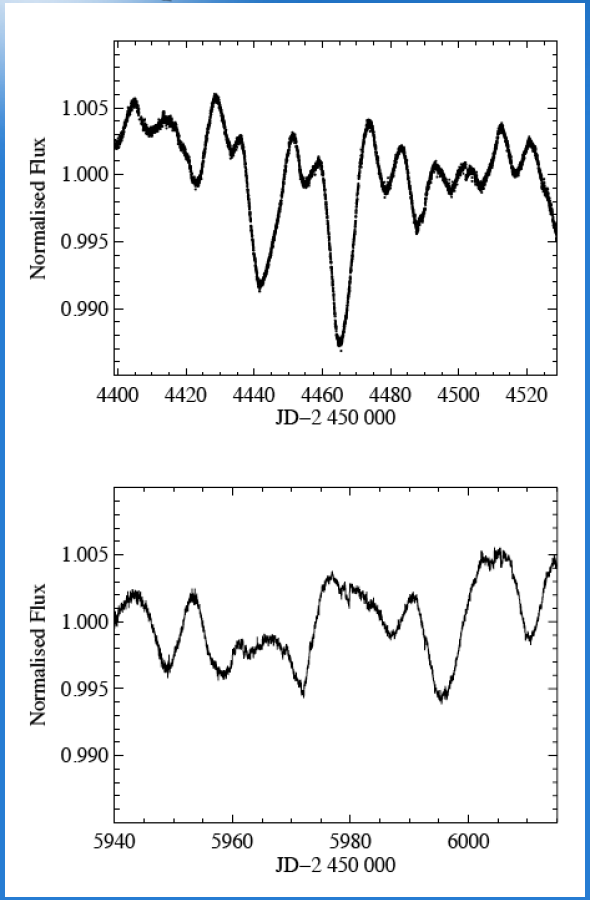
- Periode: P = 0.8536 j (b) et P= 3.69 j (c)
- Masse : $M_{pl} = 4.8\ M_{\oplus}\ \pm 0.8$ (b) et $M_{pl} = 8.4\ M_{\oplus}\ \pm 0.9$ (c)

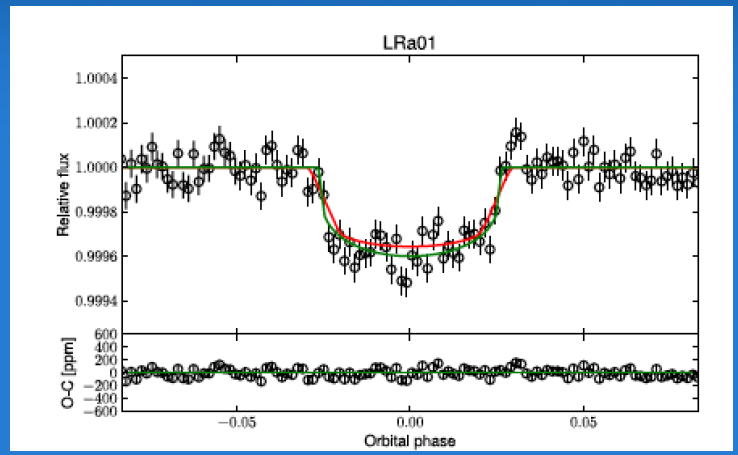


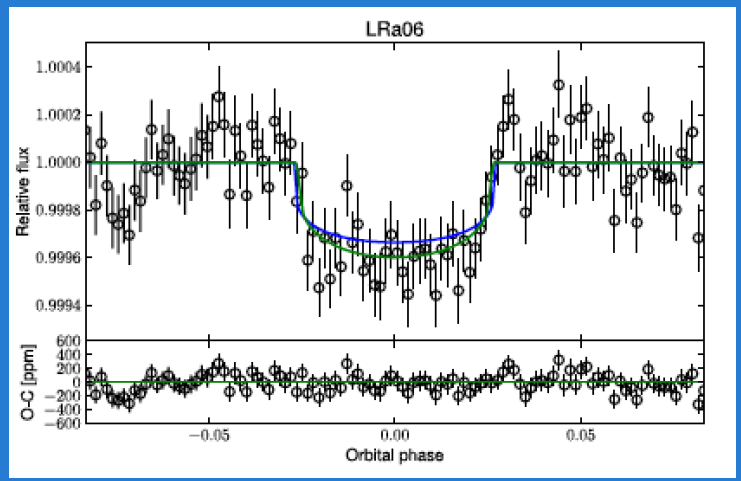
Queloz et al, 2009



CoRoT-7b : Round 2 (LRa06)





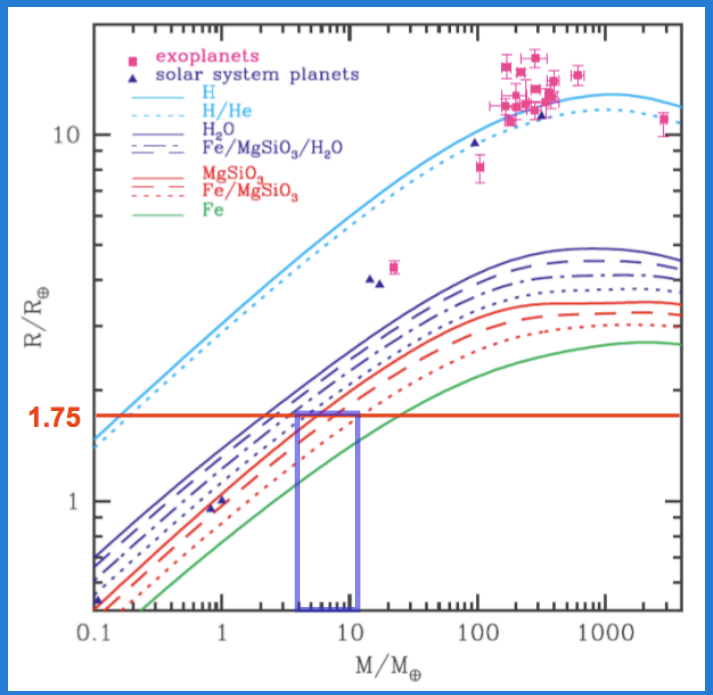


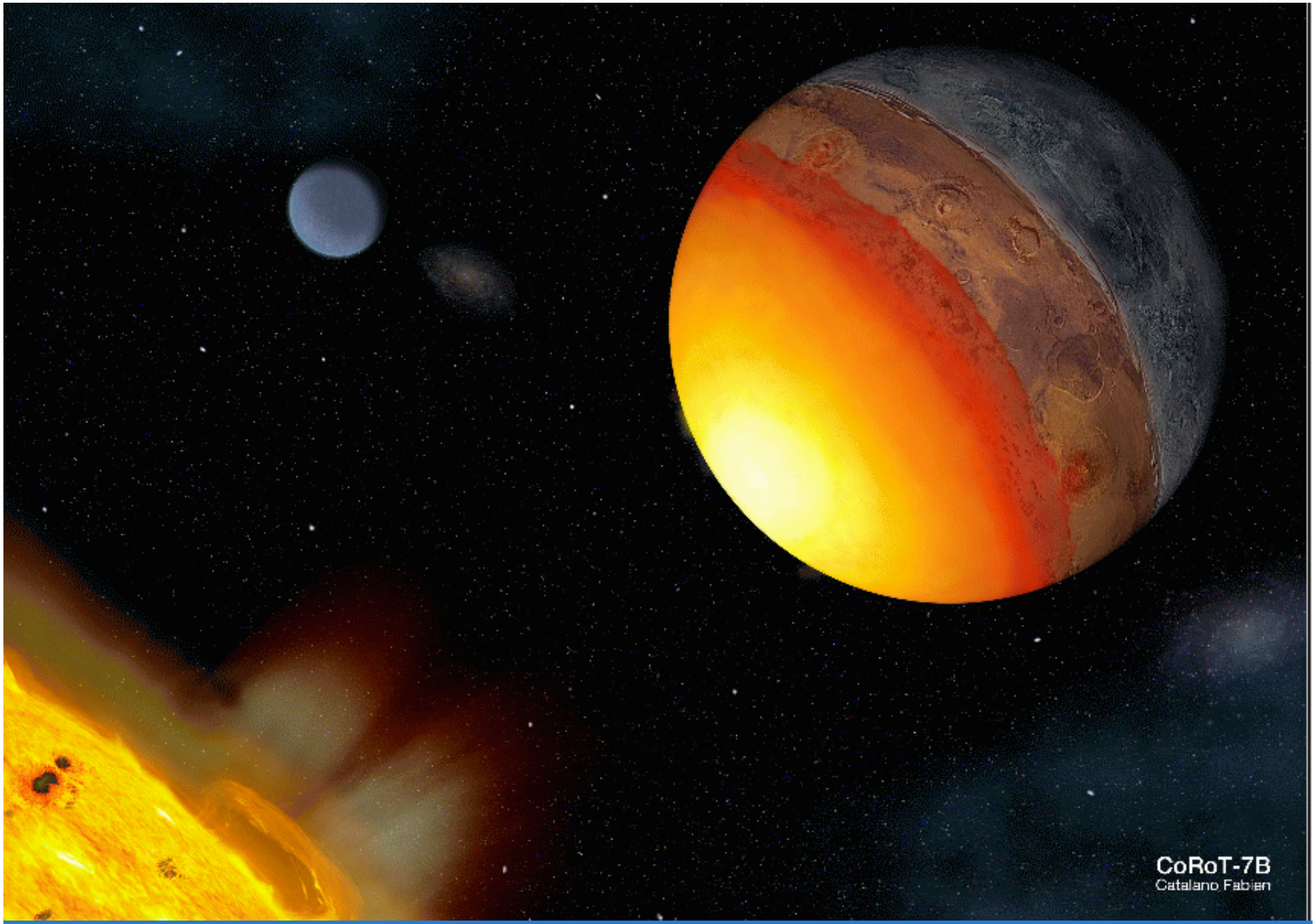
- R_{pl} = 1.65 à 1.75 $R_{\oplus}$, Masse : M_{pl} = 5.4 à 5.7 $M_{\oplus}$ (selon hyp excentricité : 0 à 0.18) : densité : 5.8 à 6.7 g/cm^3

Barros et al, prep

A quoi ressemble CoRoT-7b ?

- Température
  - ⇨ entre 1100 et 2000 K selon l'albedo : c'est chaud !
  - ⇨ Dépend fortement de la valeur de l'excentricité orbitale
- Structure ?
  - ⇨ Valeur réelle de la densité
  - ⇨ Planète rocheuse / eau + glace ?
  - ⇨ Planète de lave
- Atmosphère ?
  - ⇨ L'échappement des volatiles nécessite 0.1 à 1 Gyr
  - ⇨ Silicates évaporés ?
  - ⇨ Nuages de Na_2O ?




CoRoT-7B
Catalano Fabien

…Pleurant, je voyais de
l’or et ne pus boire …
A. Raimbaud (Une Saison en Enfer)

Remerciements

- Toute l'équipe CoRoT (CNES + Laboratoires + collaborations étrangères) pour la qualité de l'instrument et des données