

Séminaire SPP/IRFU, CEA Saclay

29 novembre 2010

Les exoplanètes découvertes par Corot



Pascal Bordé
Institut d'astrophysique spatiale
Université Paris-Sud 11



La mission spatiale Corot

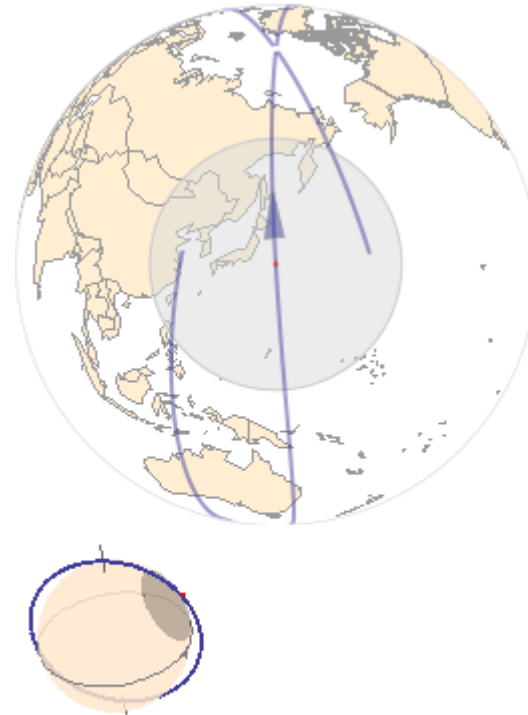


- Mission spatiale du Cnes + partenaires européens + Brésil (165 M€)
- Objectifs : sismologie stellaire & détection d'exoplanètes
- Lancée le 27 déc. 2006 pour 3 ans, prolongée jusqu'au 31 mars 2013
- Masse totale : 626 kg
- Orbite polaire basse : 900 km
- Télescope de 27 cm, champ de $3,5^{\circ} \times 2,8^{\circ}$, 4 détecteurs CCD

Lancement et orbite du satellite



Orbite polaire : 900 km ; 1h 43 min

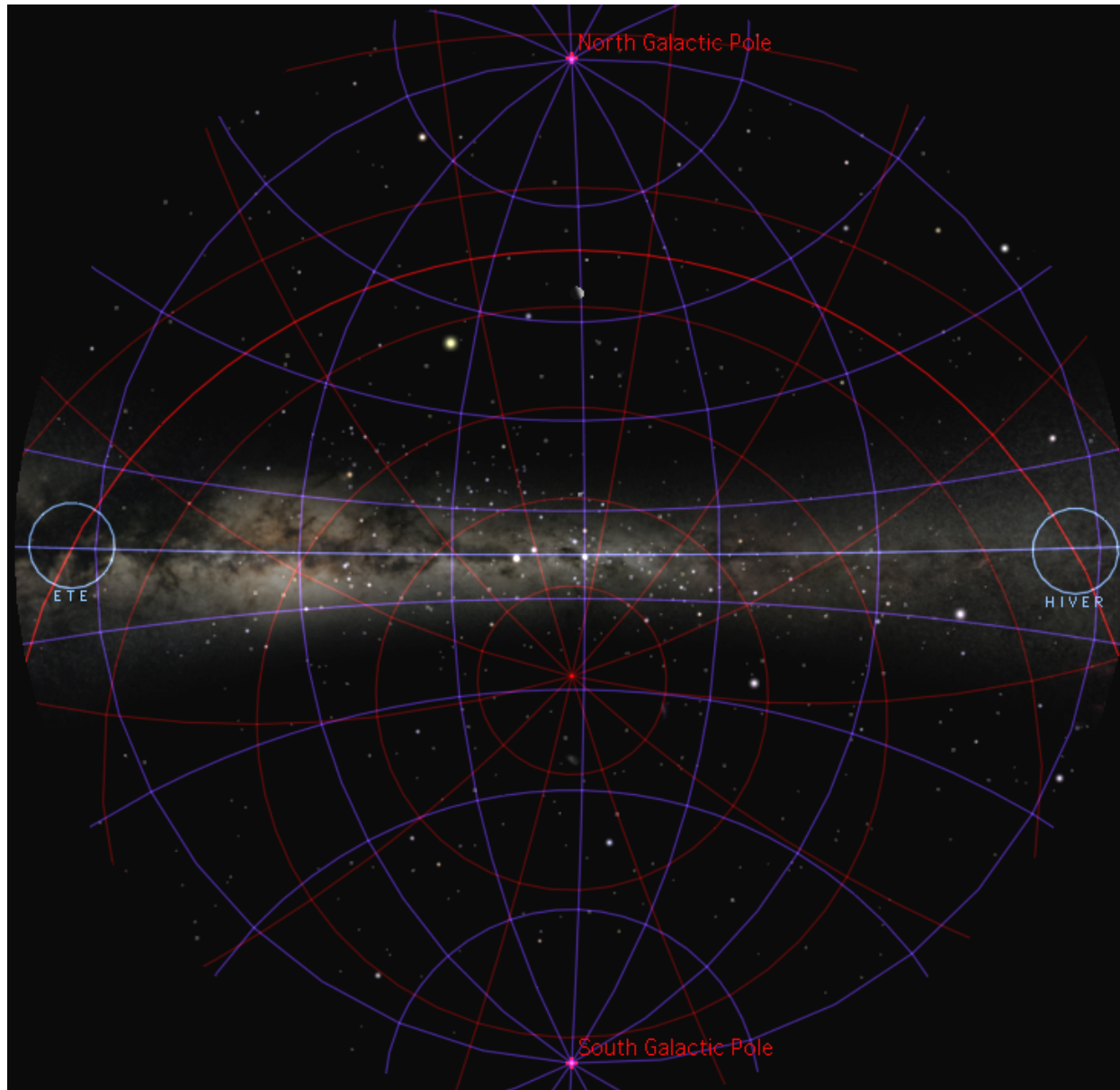


 **WolframAlpha**™ computational...
knowledge engine

Lancement depuis Baïkonour par une fusée Soyouz le 27 décembre 2006

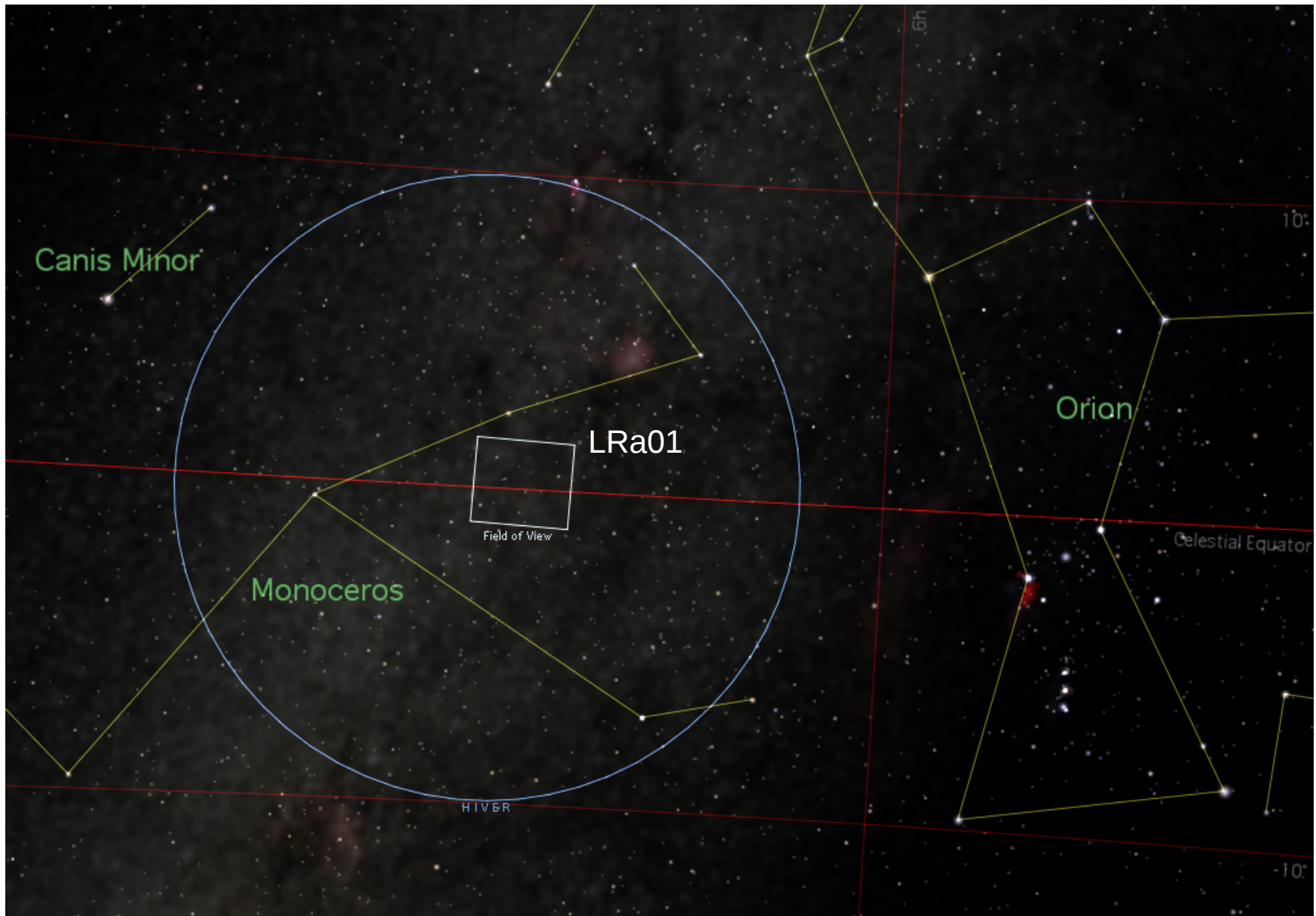
Les « yeux » de Corot

Aigle

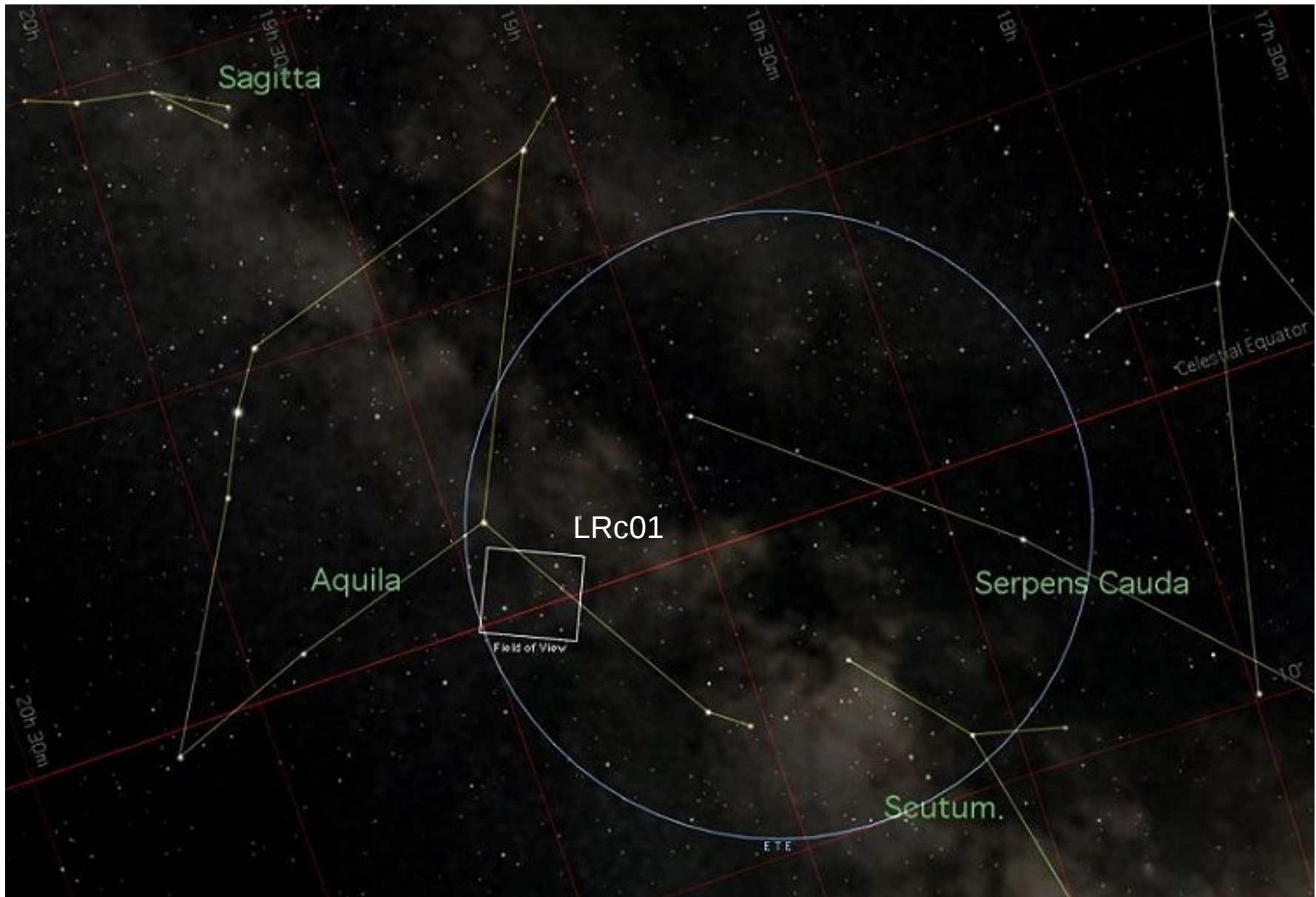


Licorne

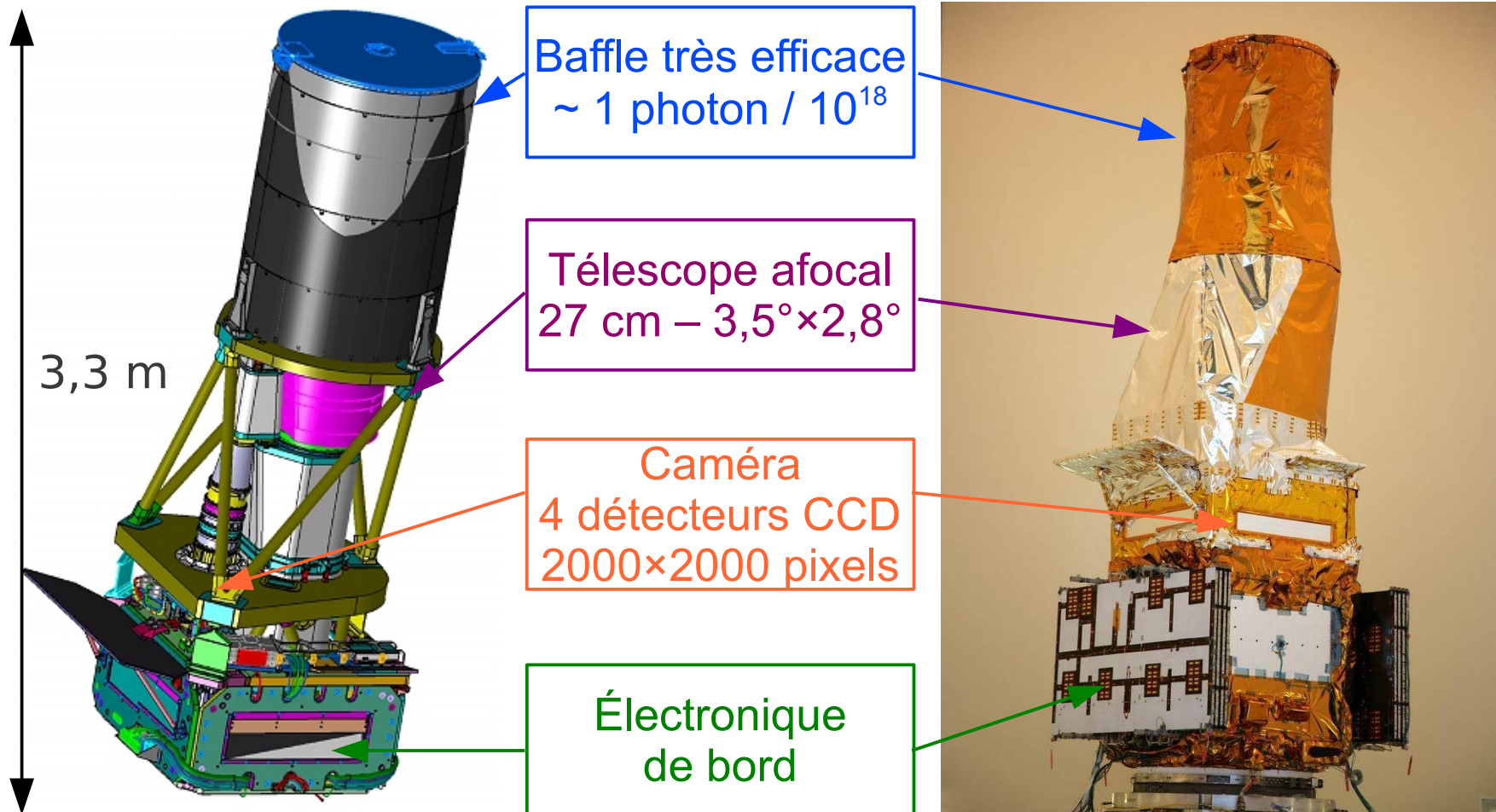
En hiver, la Licorne...



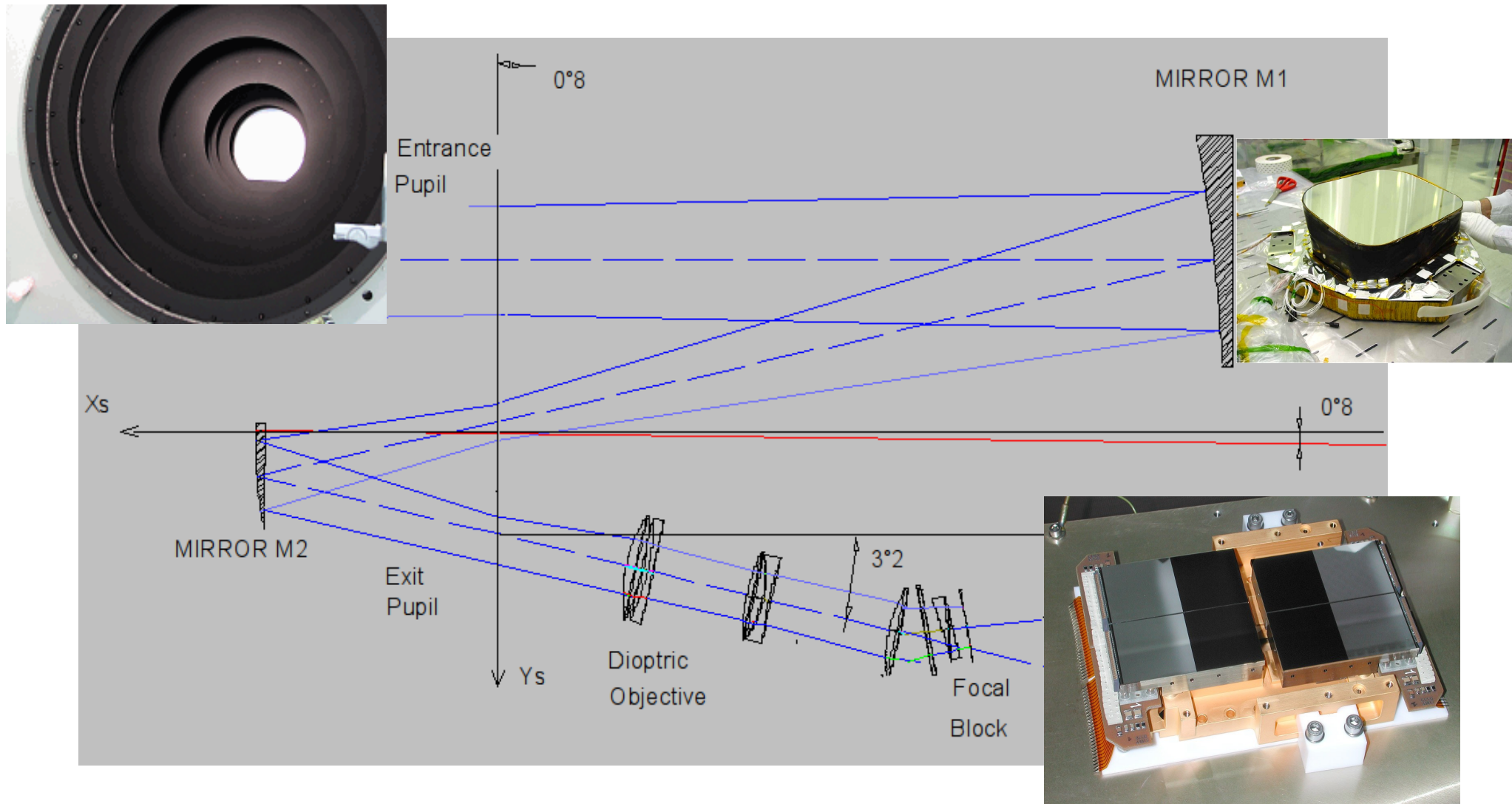
... et l'Aigle en été.



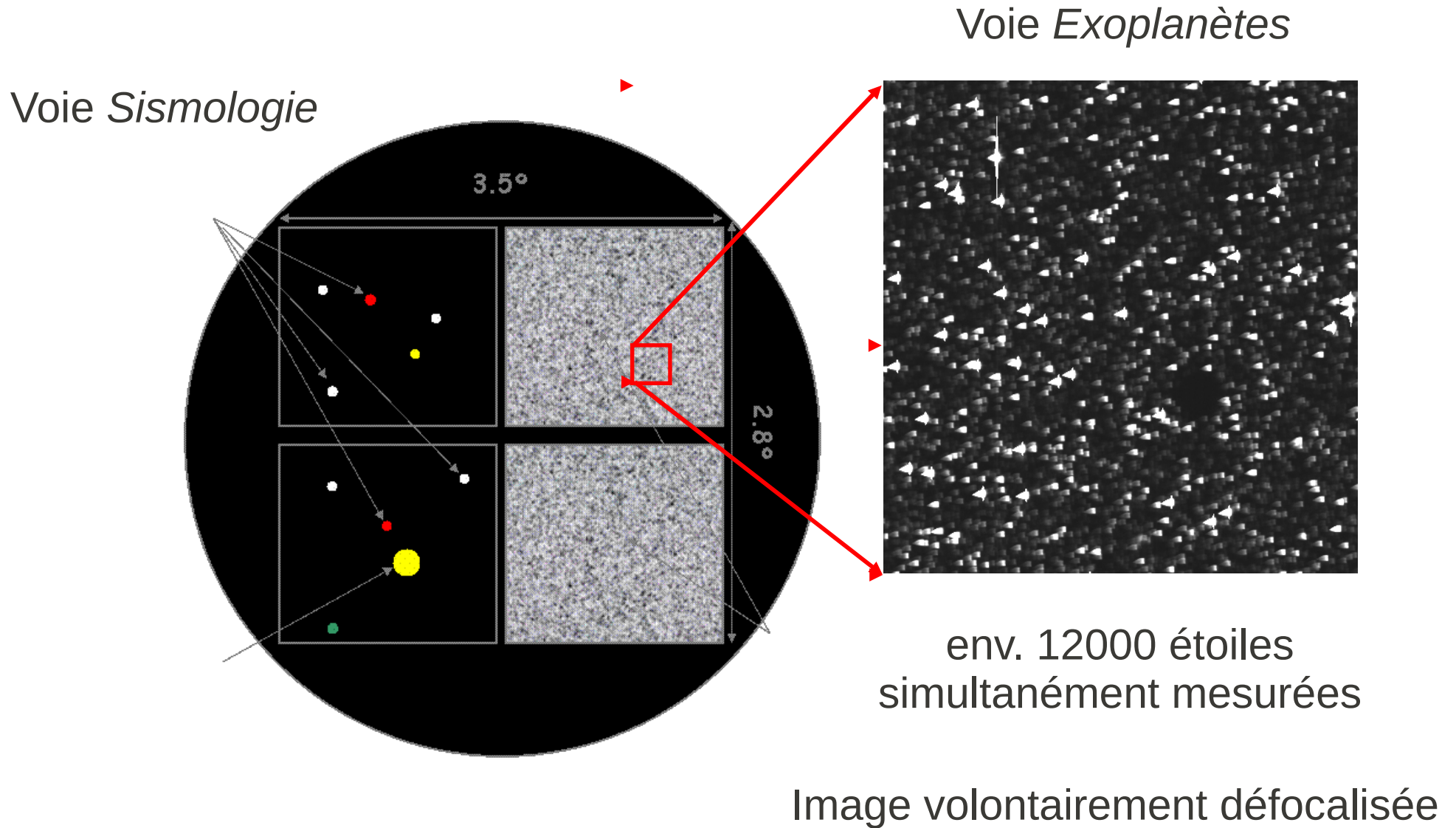
L'instrument Corot



Trajet de la lumière dans Corot

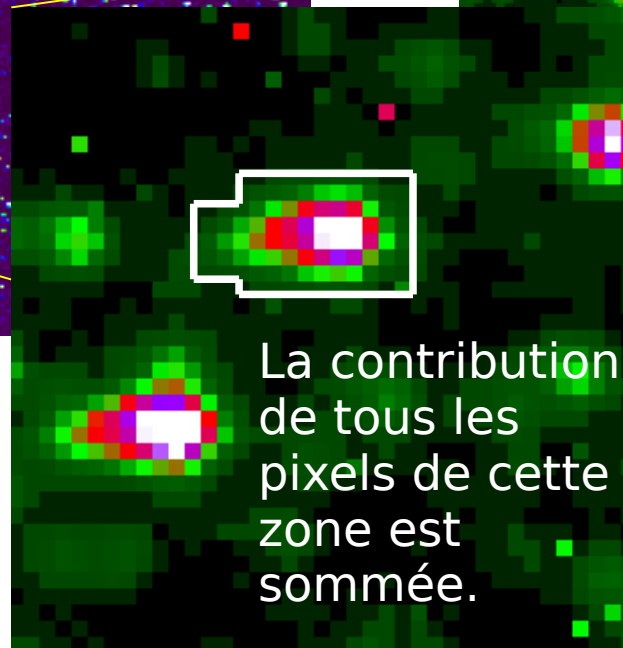
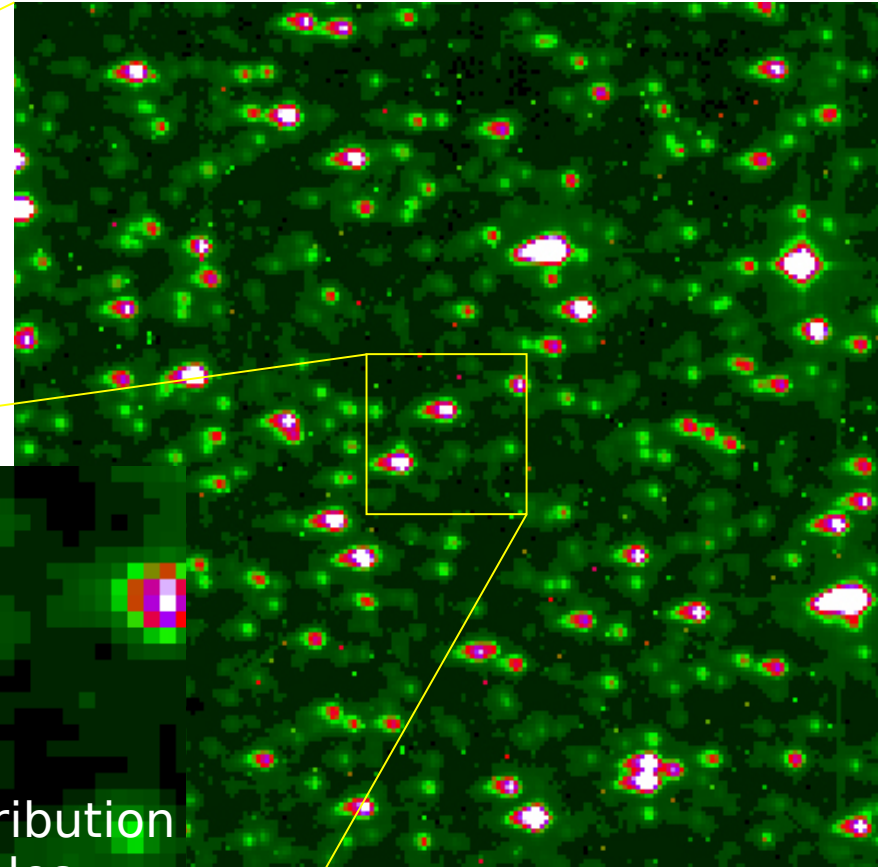
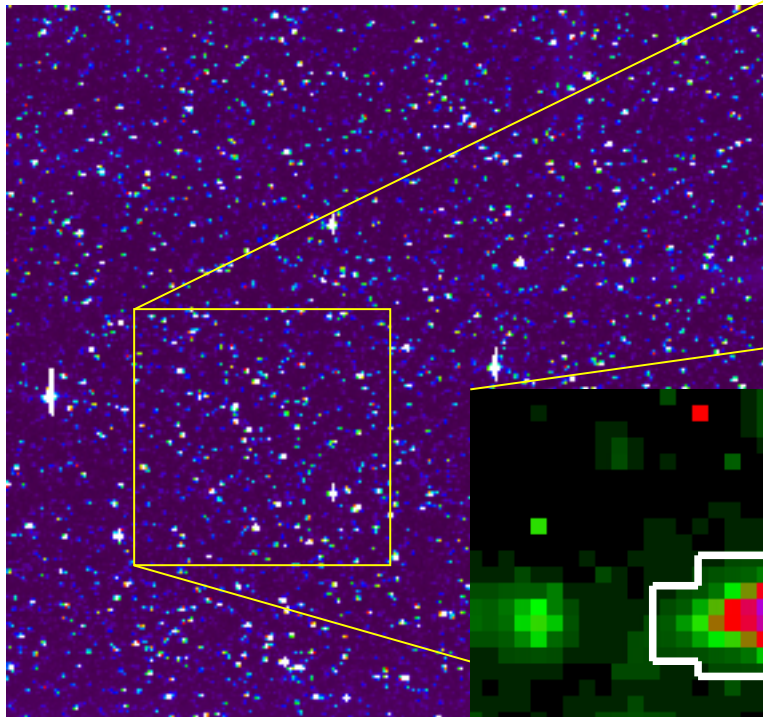


Le ciel vu par Corot

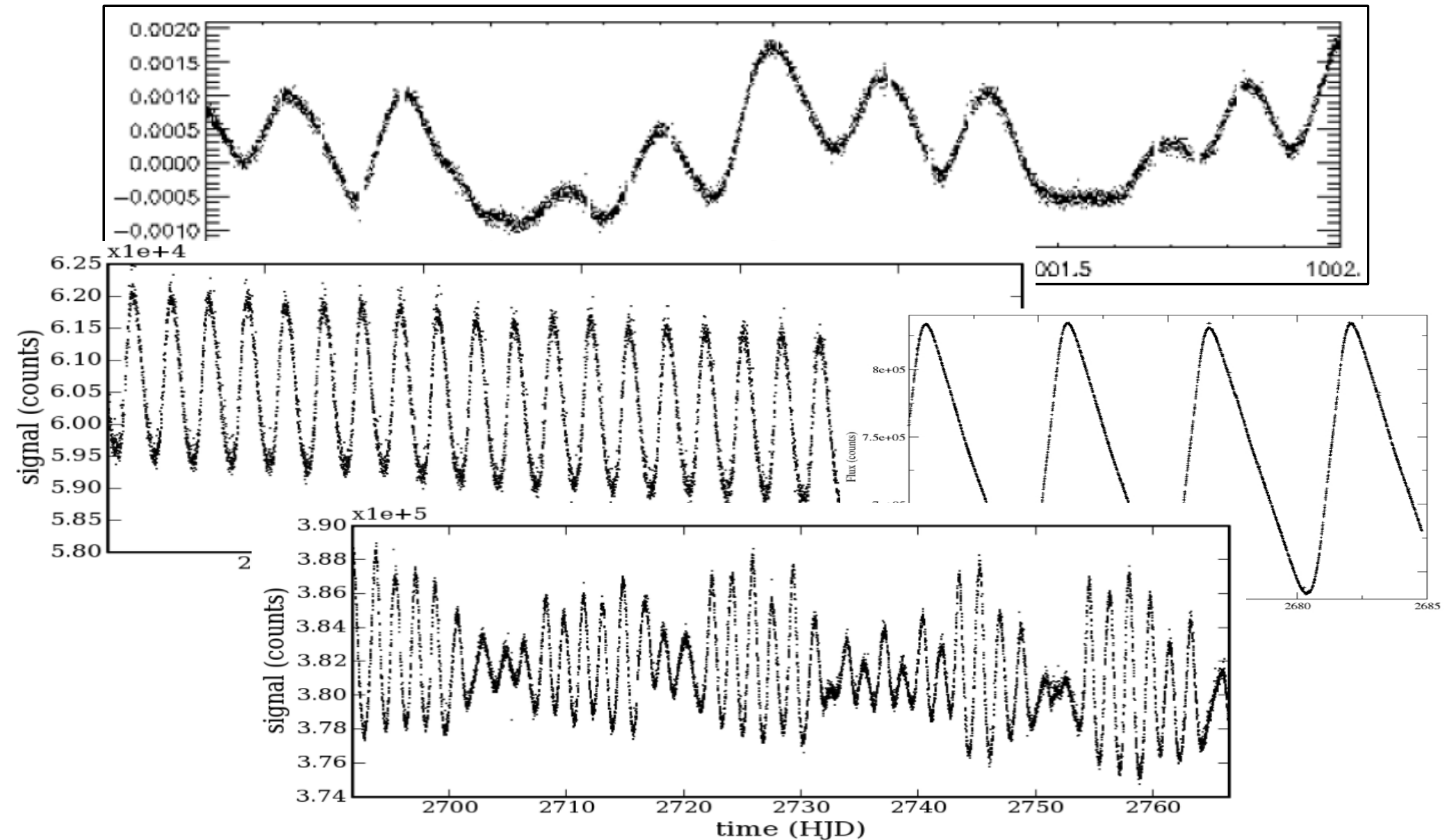


La photométrie : de l'image...

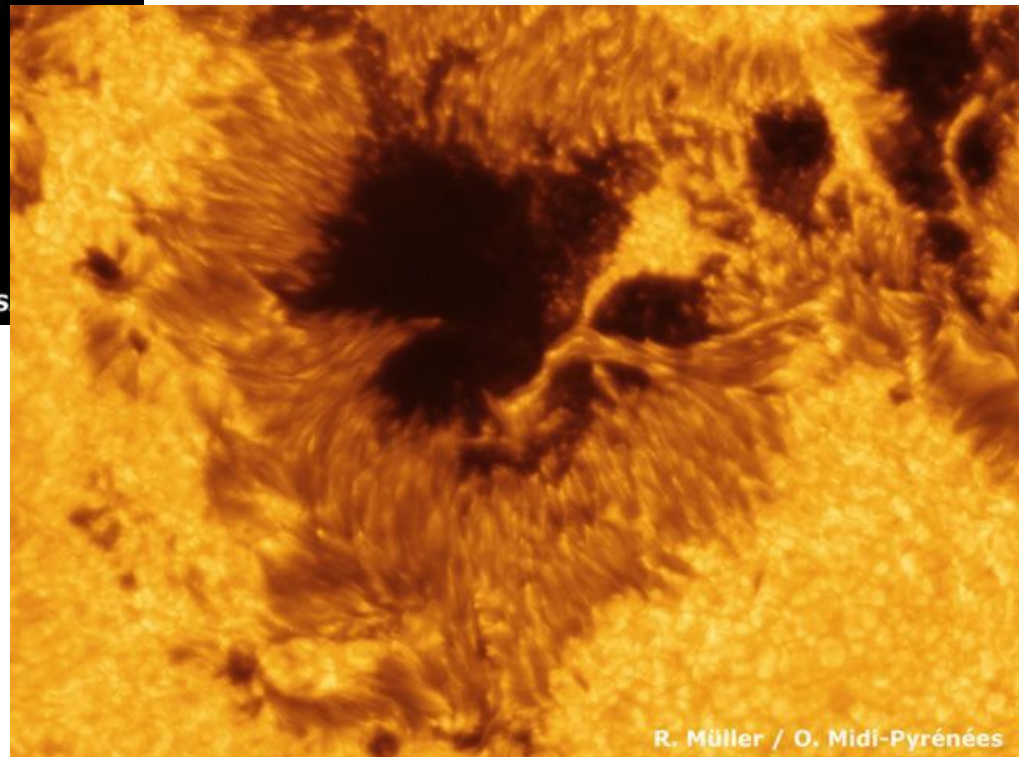
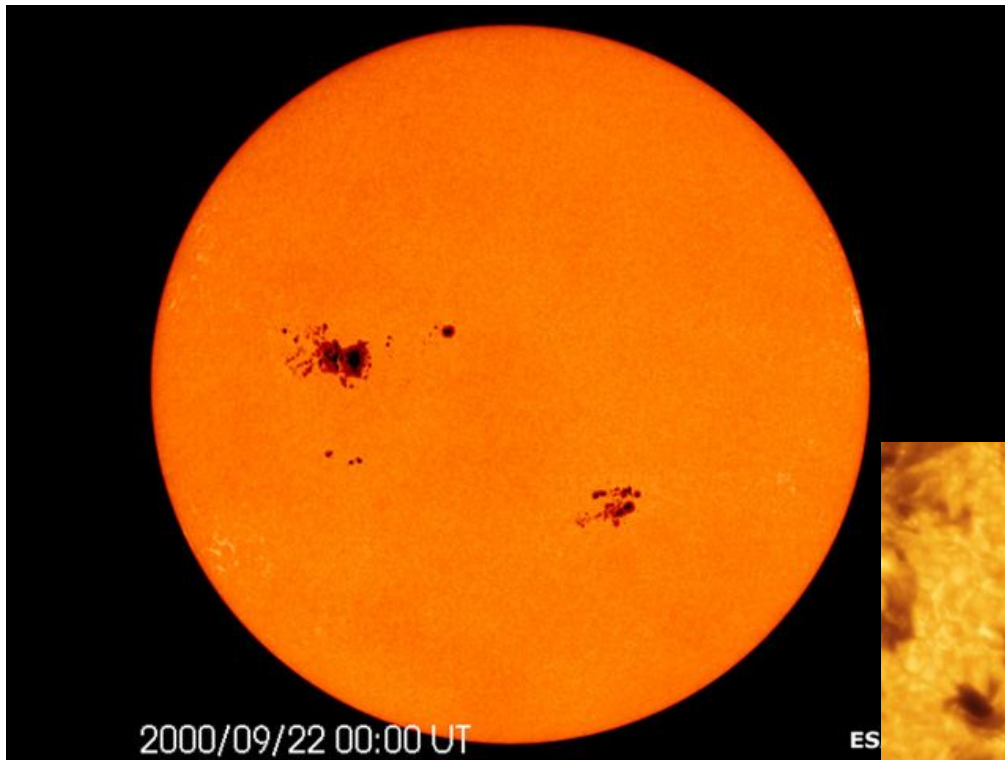
Une image toutes les 32 s



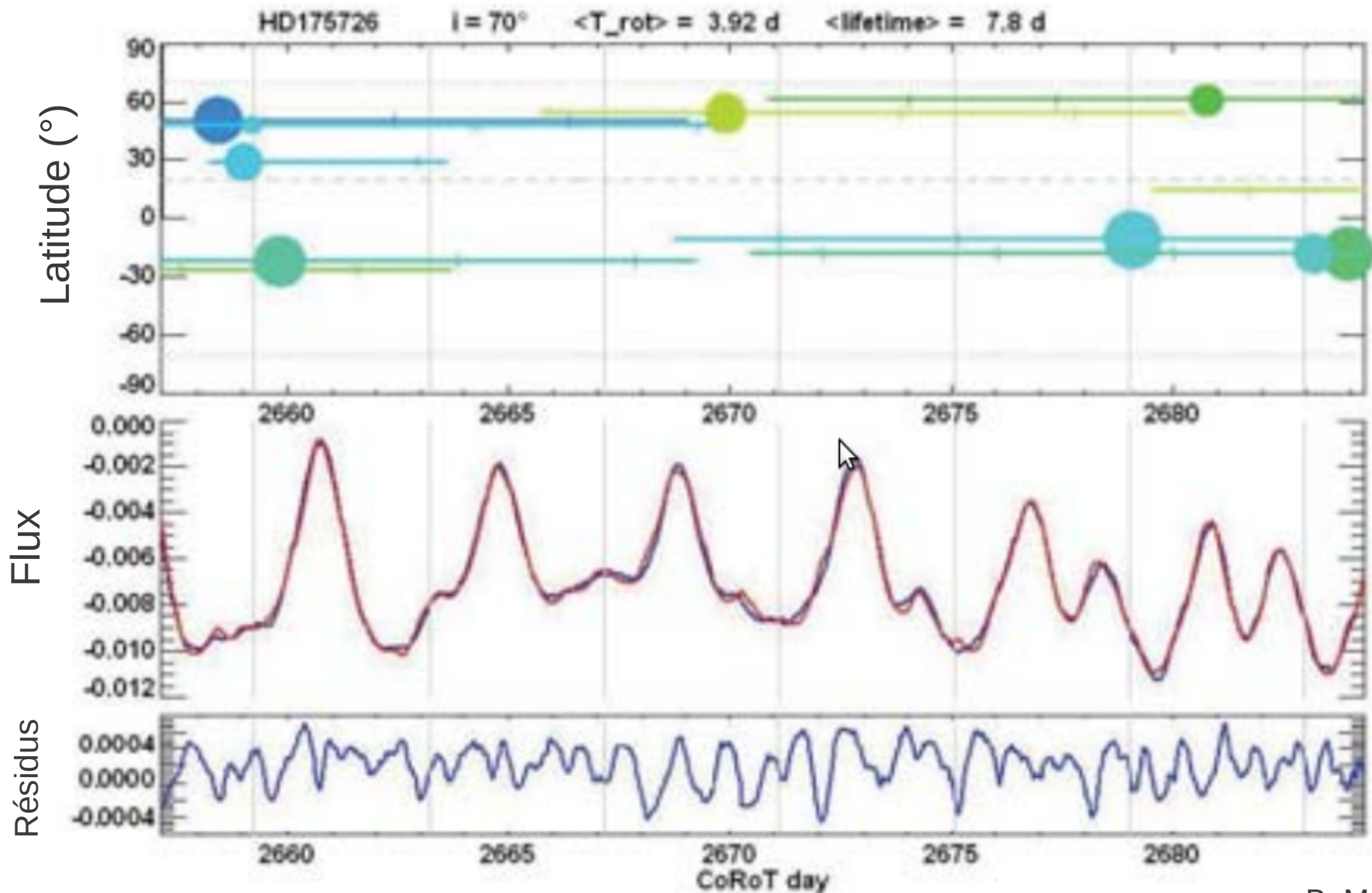
... à la « courbe de lumière »



Taches solaires

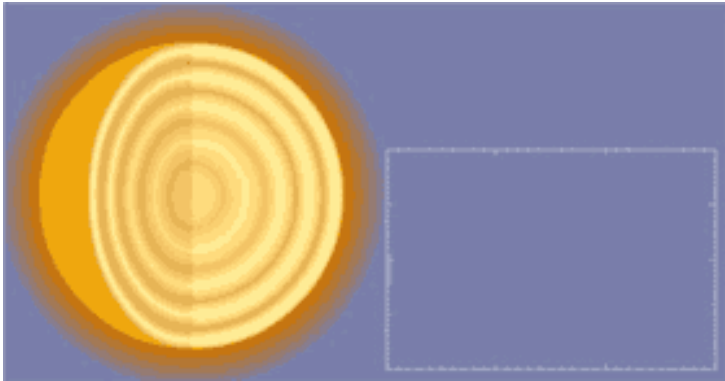


Taches stellaires

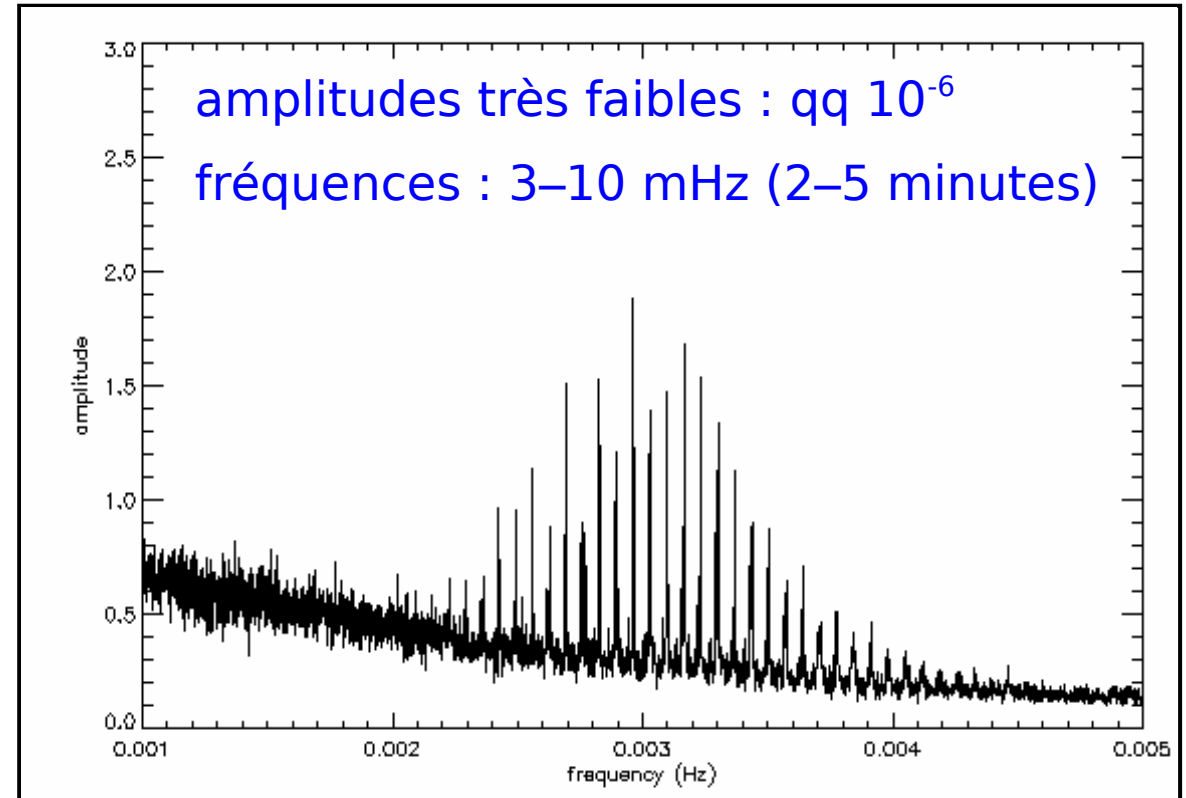


source : B. Mosser

Sismologie solaire

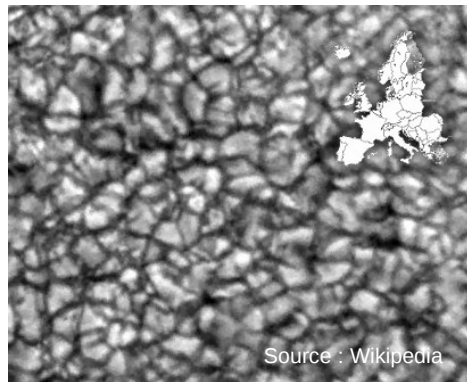


Source : Obs. de Paris

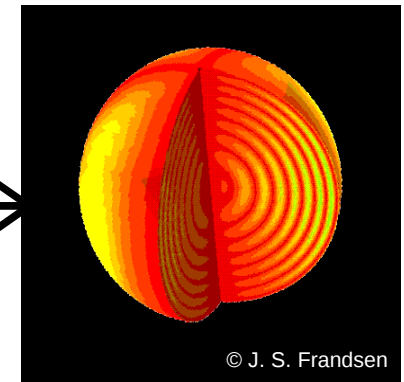
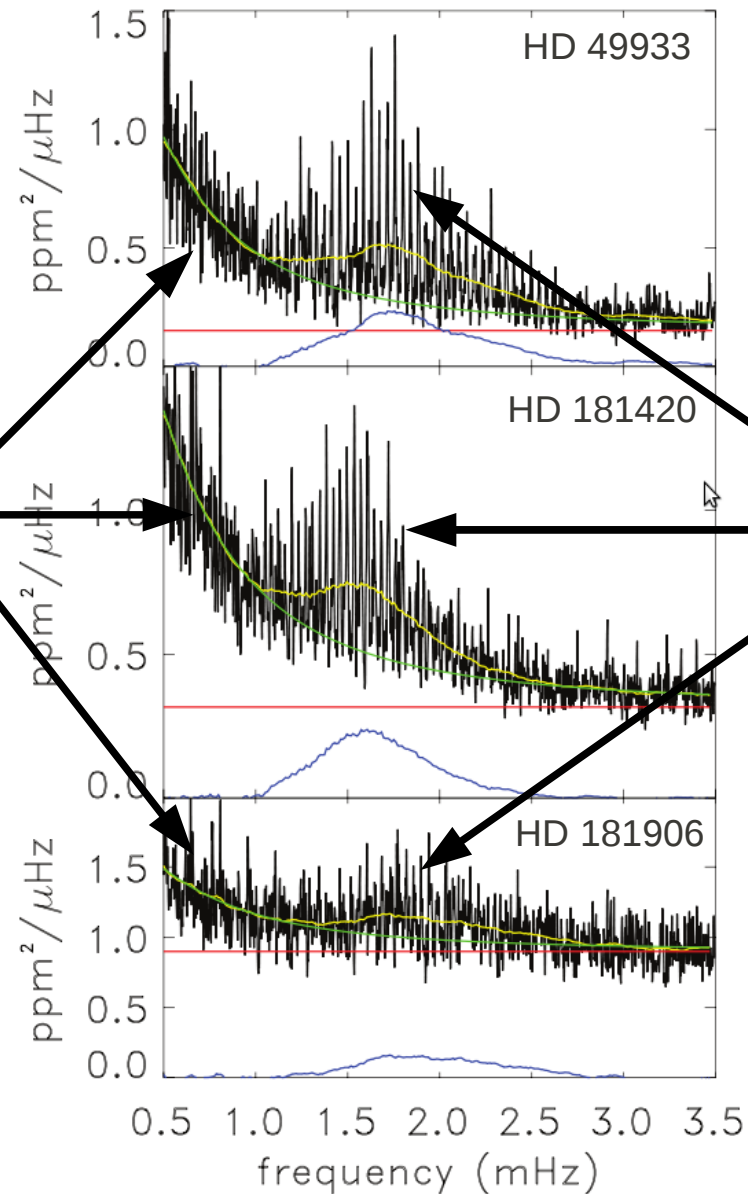


Les modes acoustiques sont caractéristiques du Soleil.
Leur mesure permet de reconstituer sa structure interne.

Sismologie stellaire avec Corot



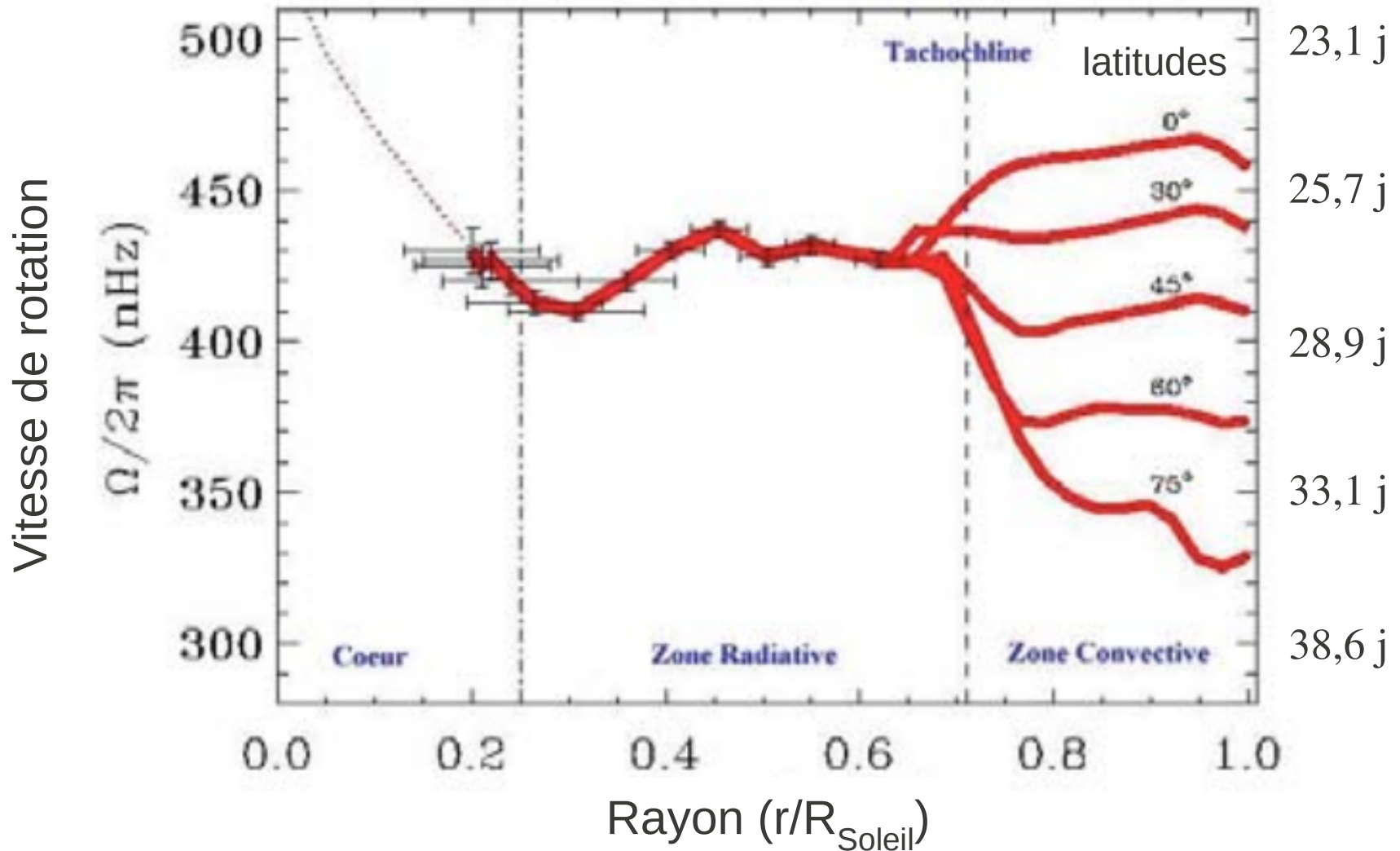
granulation



oscillations

Michel et al., Science 322, 558 (2008)

Rotation et champ magnétique

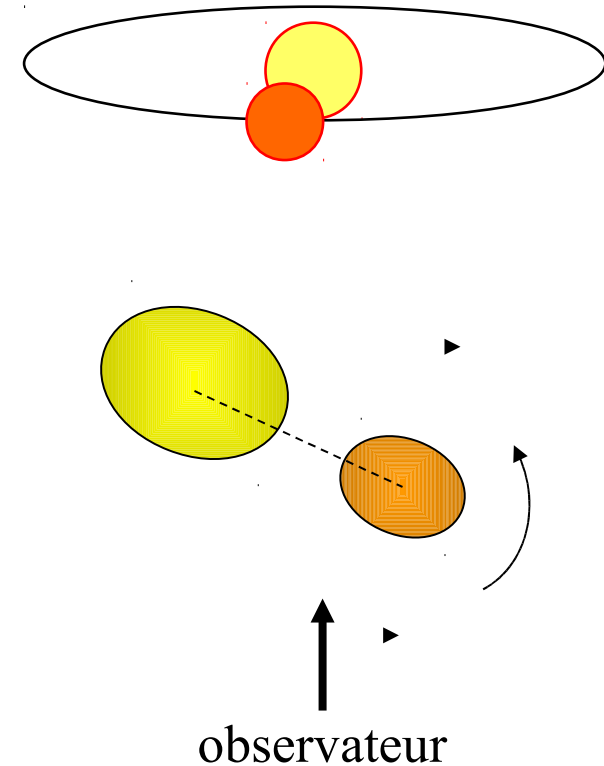
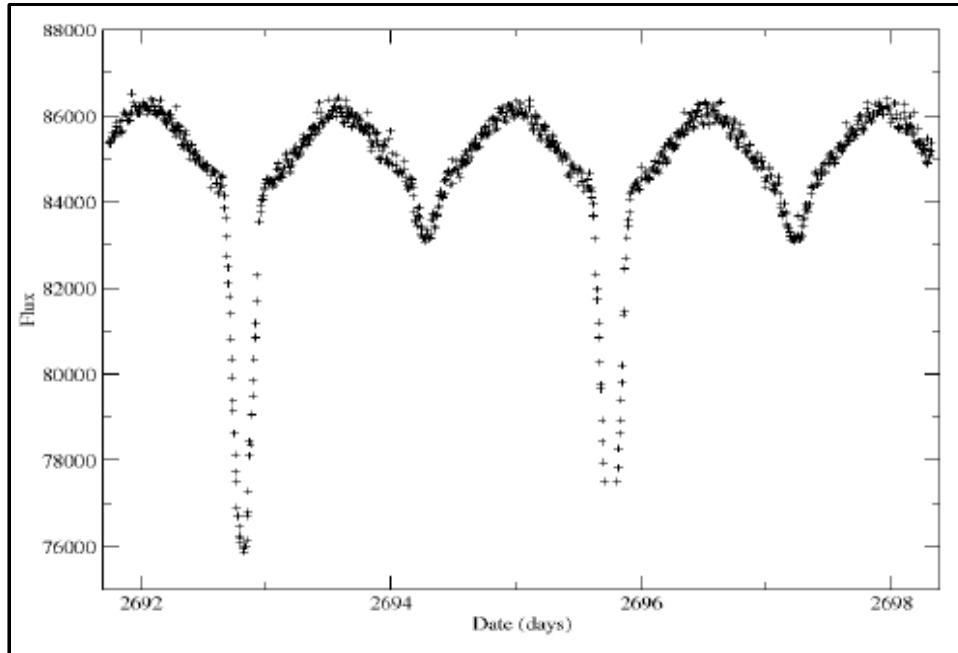


E. Michel, L'Astronomie (Oct. 2009)

Principaux résultats de Corot

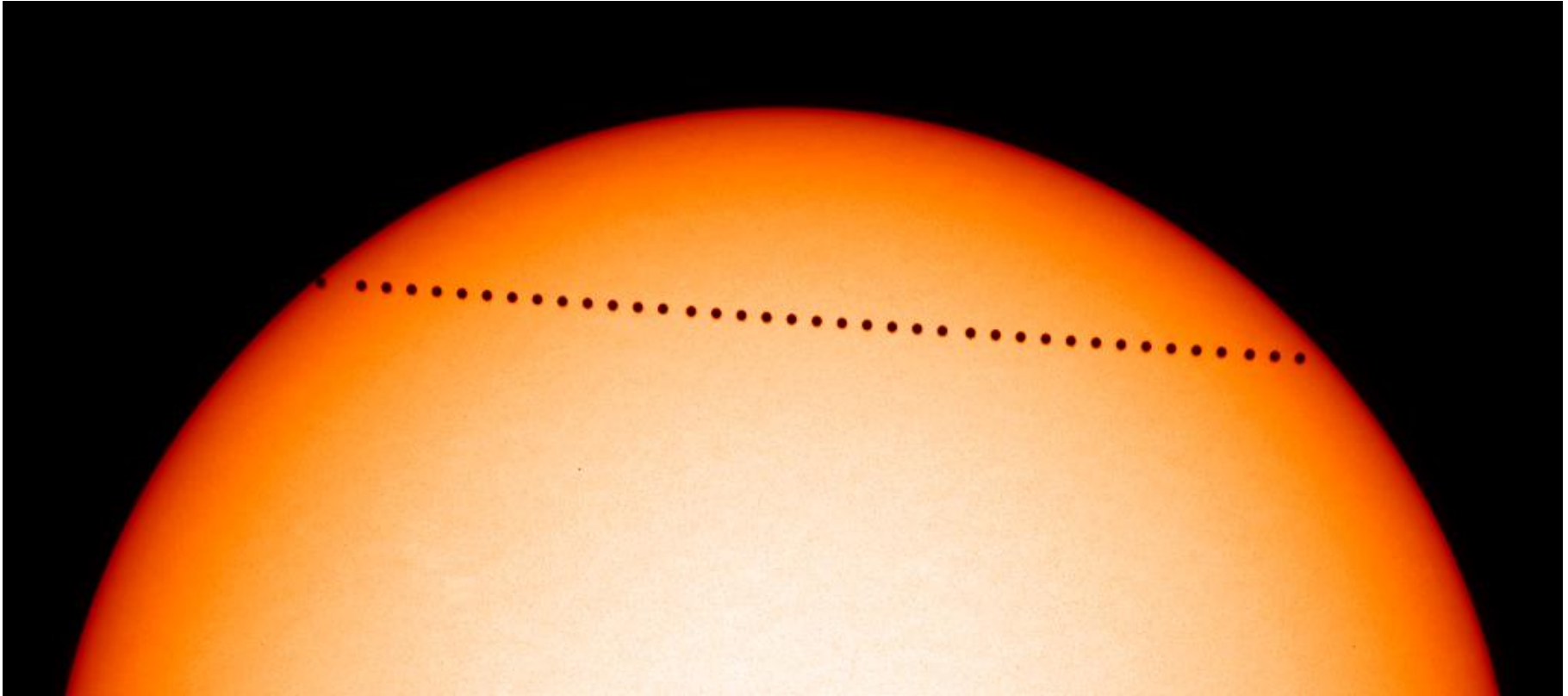
- détection d'oscillations acoustiques (ondes P) dans :
 - des étoiles cousines du Soleil (cœurs convectifs),
 - des étoiles géantes rouges (périodes de quelques heures),
 - dans les étoiles de type β Céphéide (modes excités stochastiquement) ;
- étude des taches à la surface des étoiles ;
- étude d'un grand nombre d'étoiles pulsantes différentes (Céphéides, δ Scuti, RR Lyrae, etc.).

Étoiles binaires à éclipses



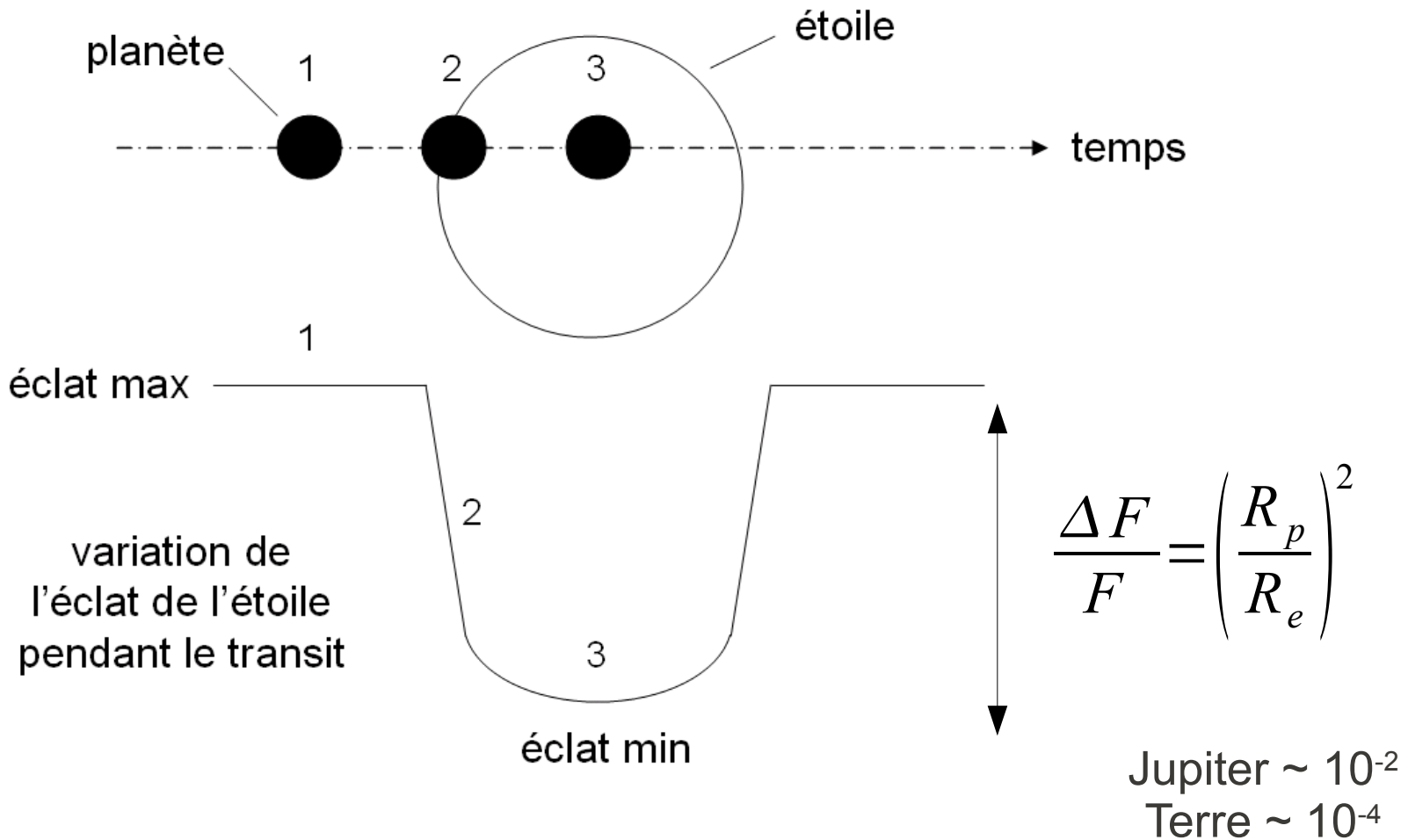
Détecter des exoplanètes ?

Transit planétaire



Transit de Mercure vu par SOHO le 7 mai 2003

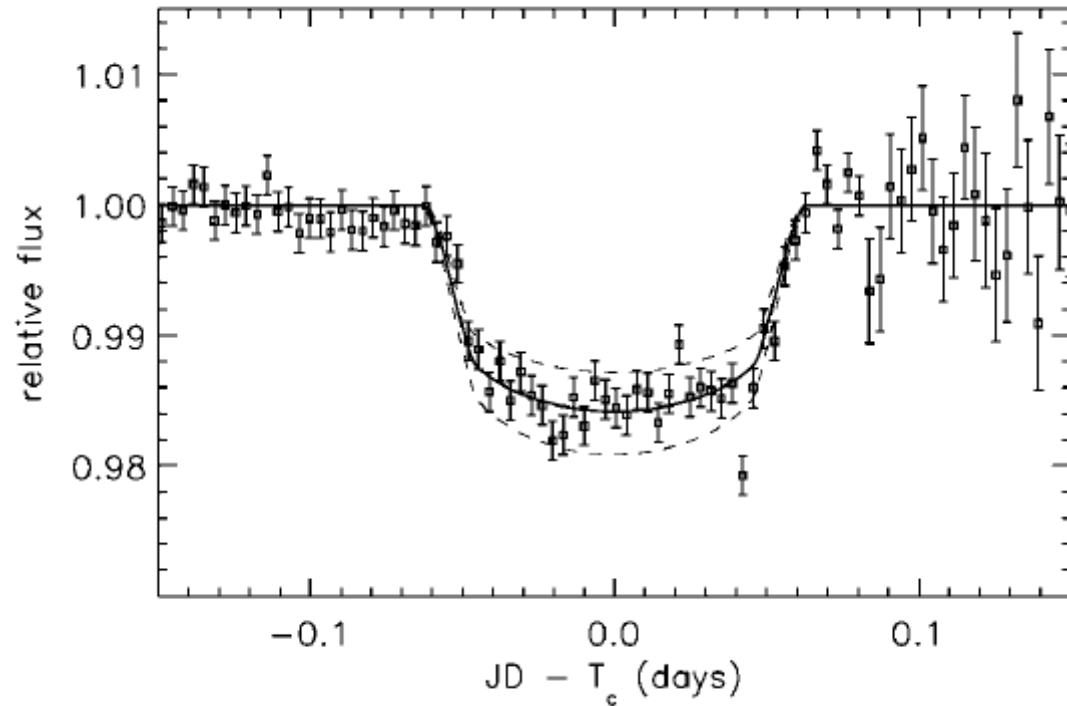
Transit exoplanétaire



HD 209458 b (1999)

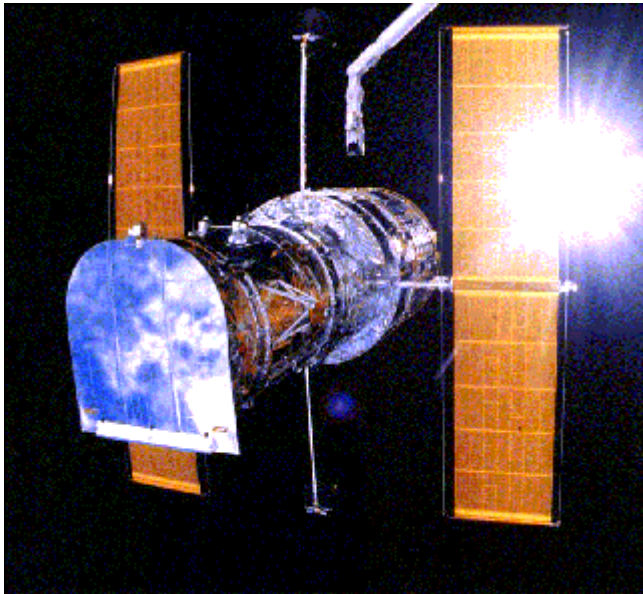


Télescope STARE (10 cm)

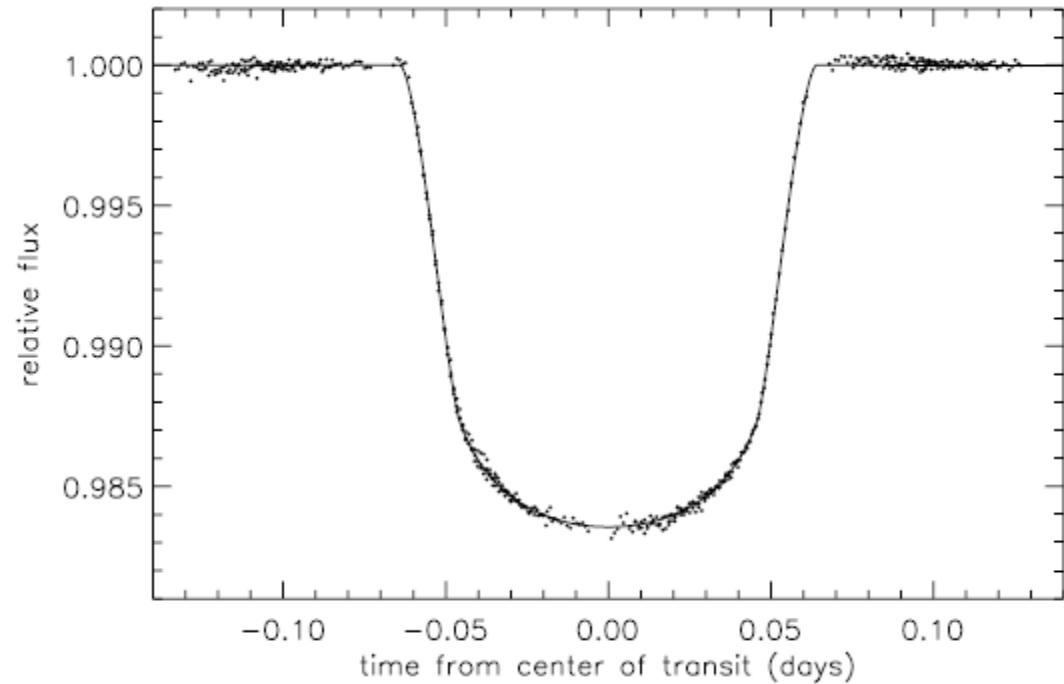


Charbonneau et al., ApJ 529, L45 (2000)

HD 209458b (2000)



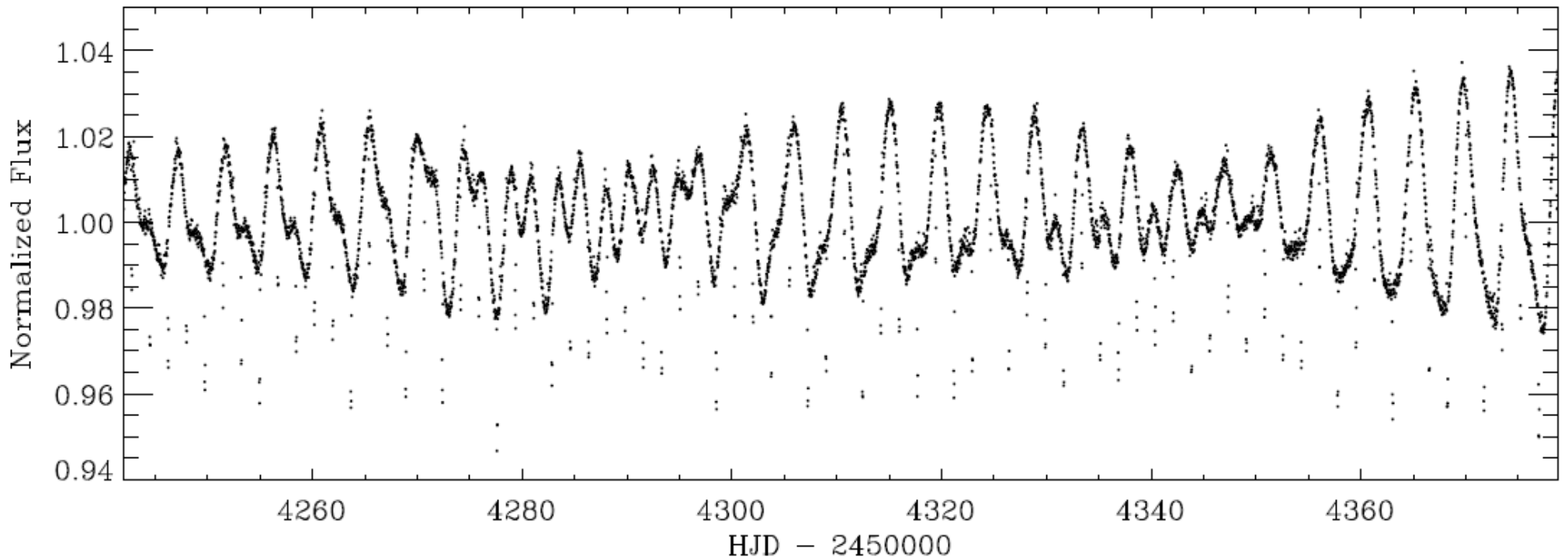
Télescope Hubble (2,4 m)



Brown et al., ApJ 552, 699 (2001)

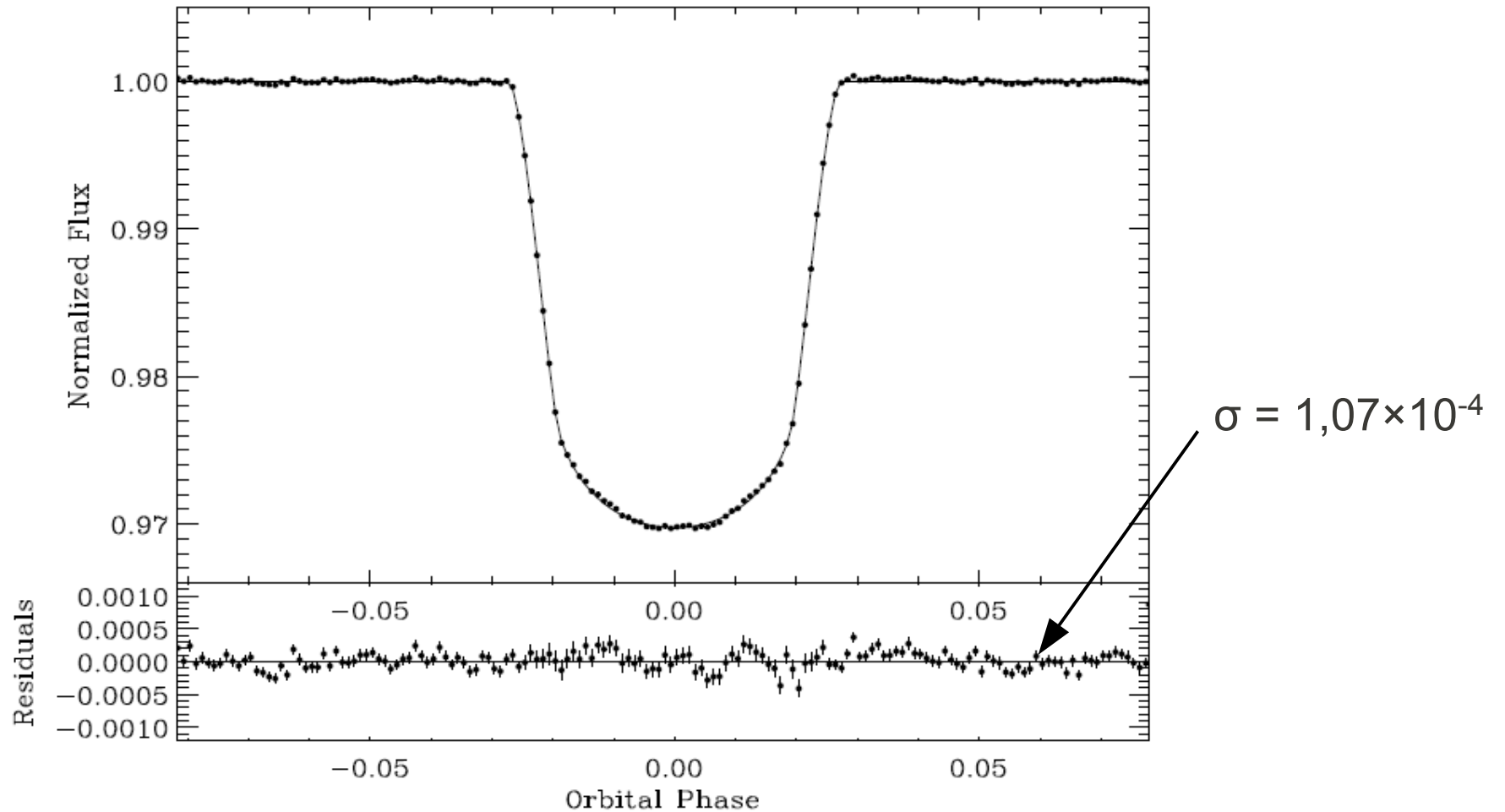
Corot-2b (2008)

78 transits en 152 j !



Alonso et al., A&A 482, L21 (2008)

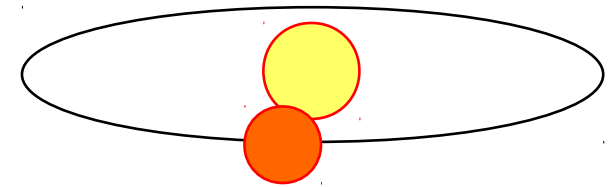
Corot-2b (2008)



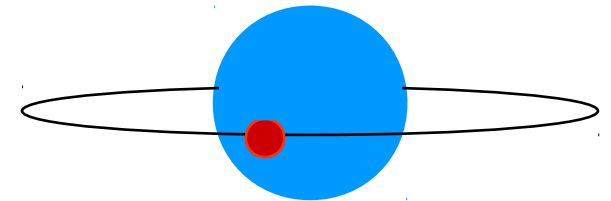
Alonso et al., A&A 482, L21 (2008)

S'agit-il vraiment d'une planète ?

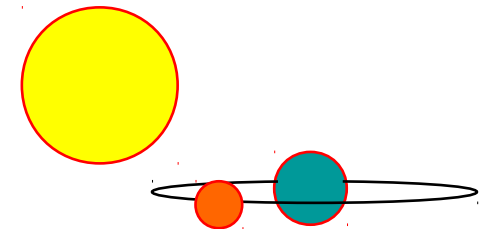
- Binaires à éclipses rasantes



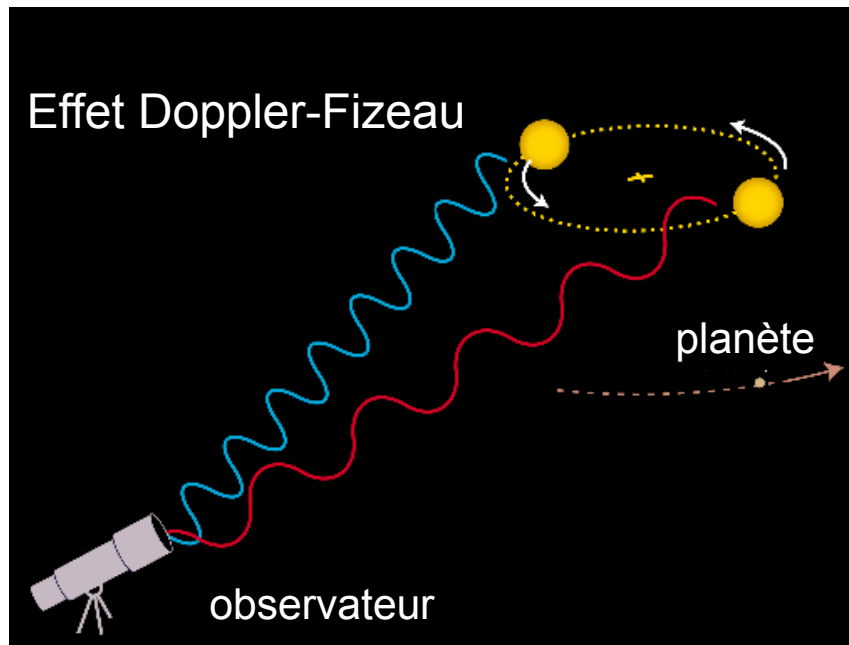
- Binaire naine-géante



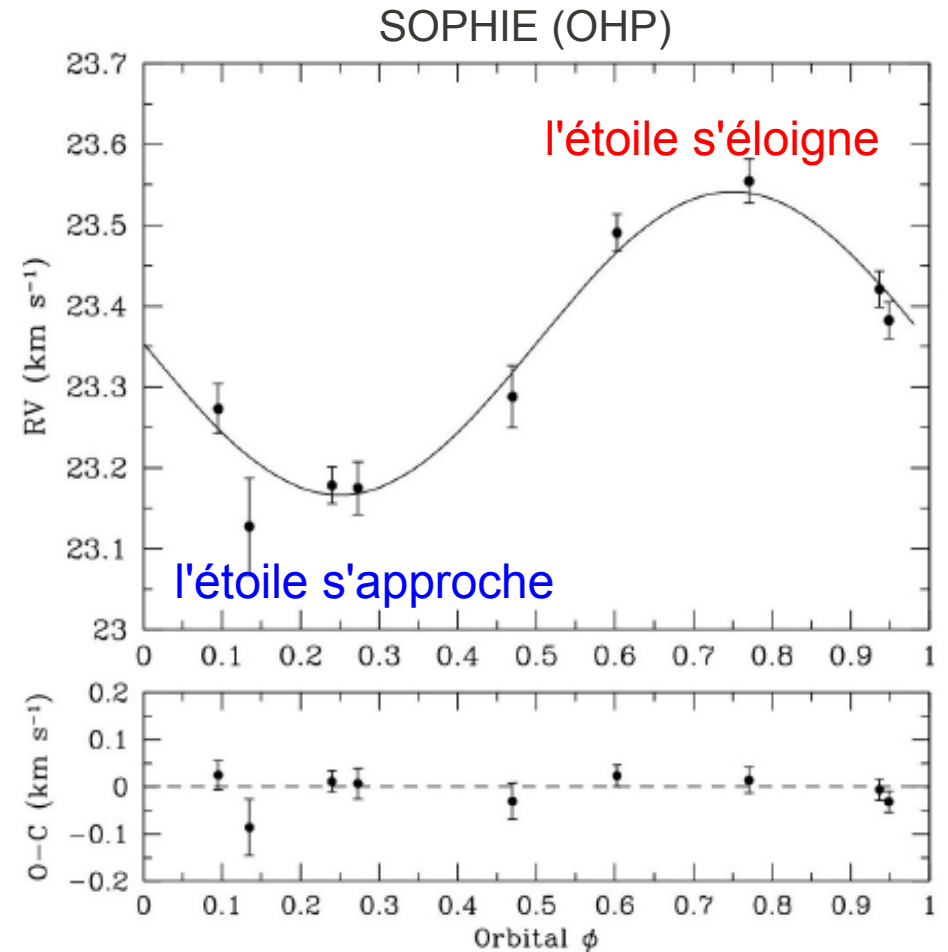
- Binaire de fond



Mesure de la masse

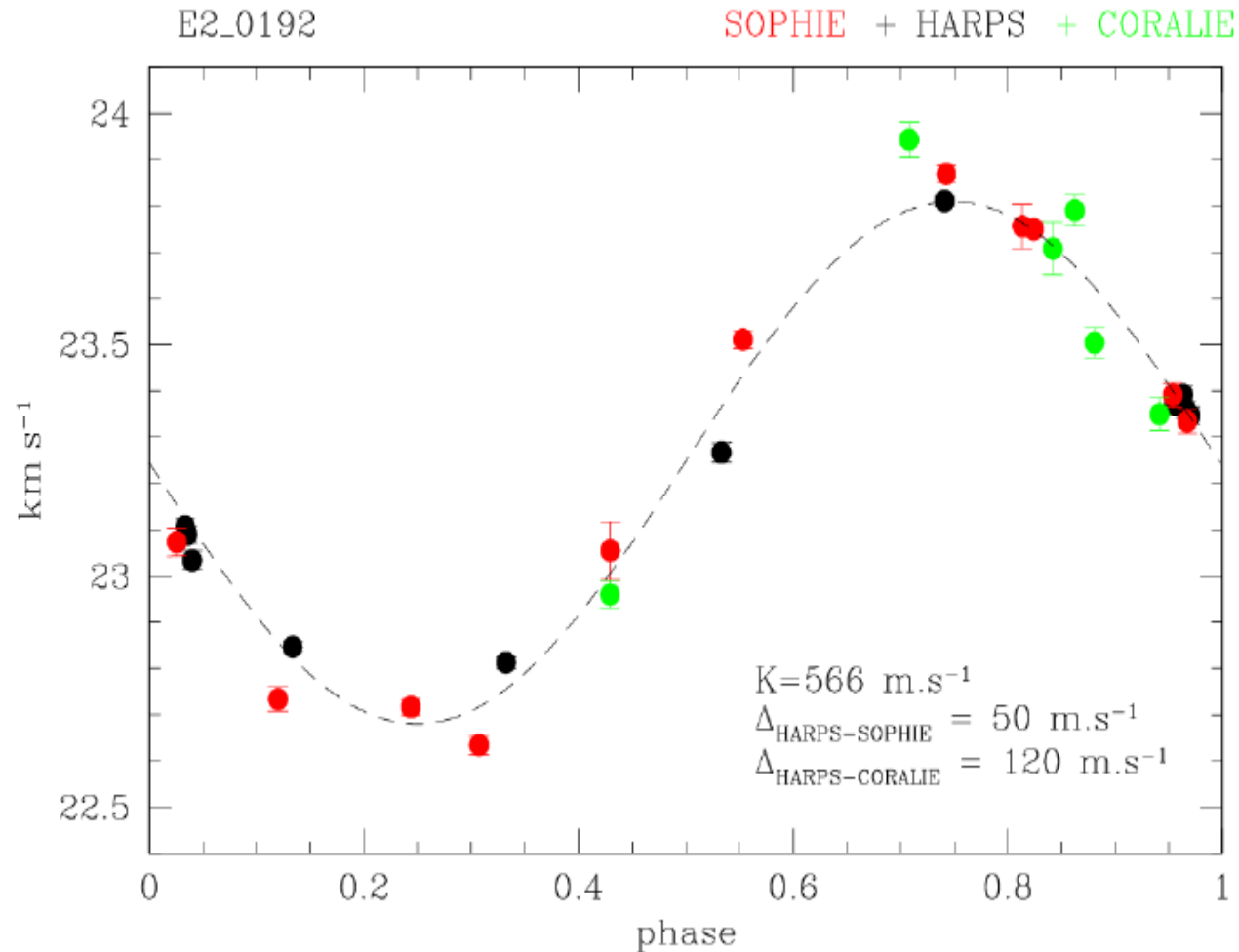


➡ Masse de la planète



Barge et al., A&A 482, L17 (2008)

Masse de Corot-2b

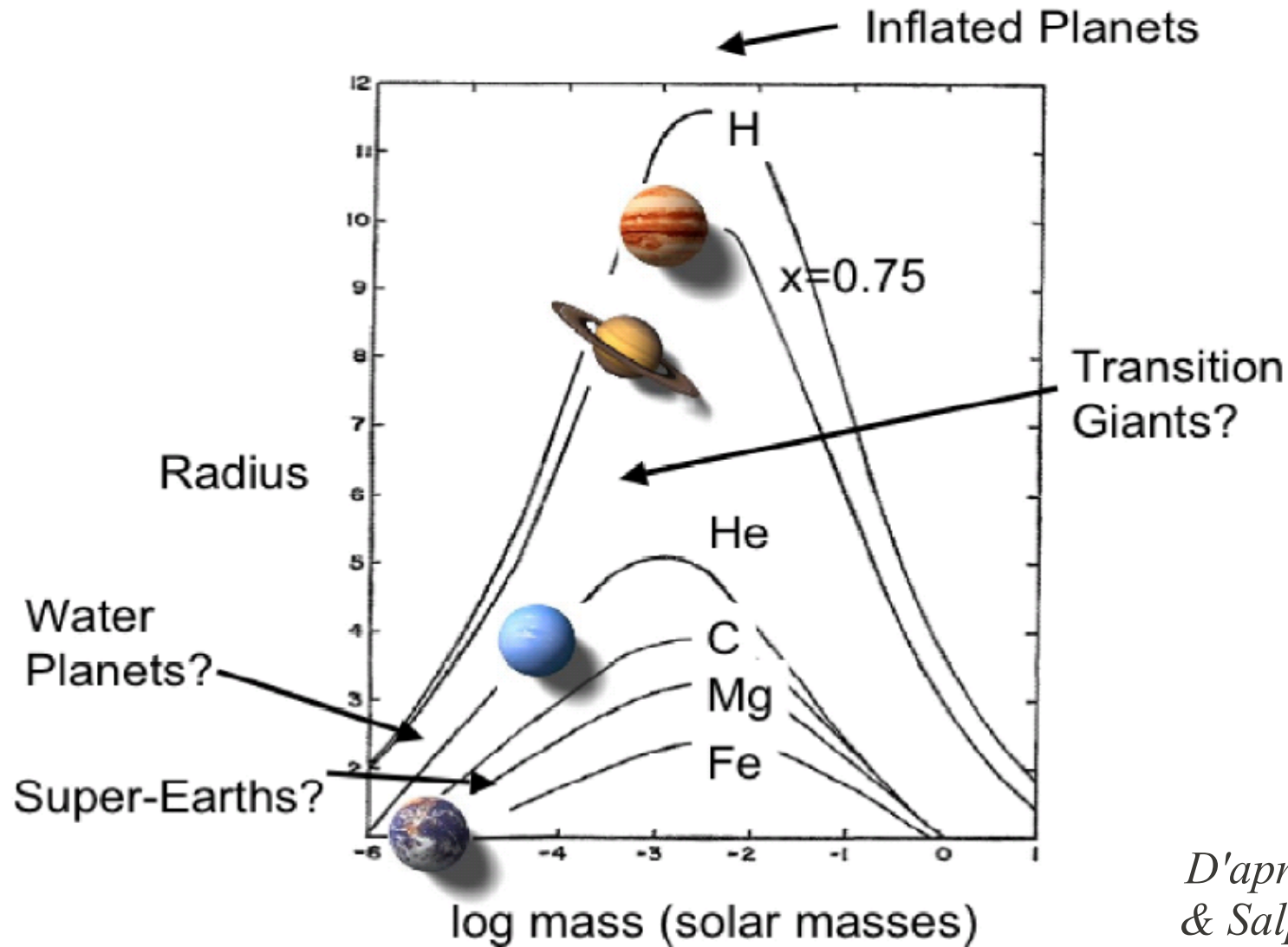


Alonso et al., A&A 482, L21 (2008)

Corot-2b et son étoile

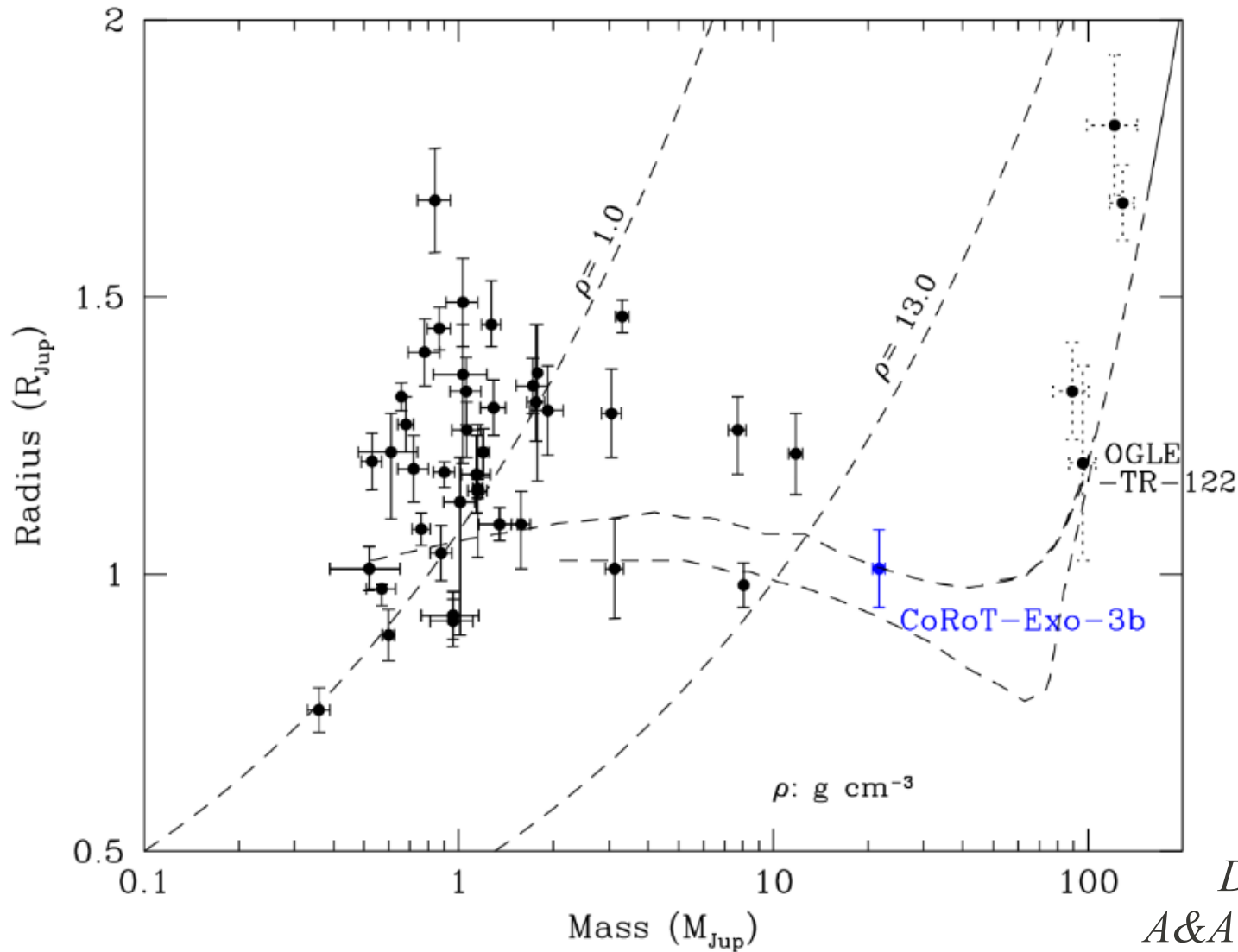
- étoile-hôte : G7 V ($V=12,6$)
- rayon : $1,429 \pm 0,047 R_{\text{Jup}}$
- masse : $3,53 \pm 0,24 M_{\text{Jup}}$
- densité : $1,50 \pm 0,18$
- période : $1,7429964 \pm 0,0000017 \text{ j}$
- demi-grand axe : $0,030 \text{ UA}$

Nature des exoplanètes



*D'après Zapolsky
& Salpeter (1969)*

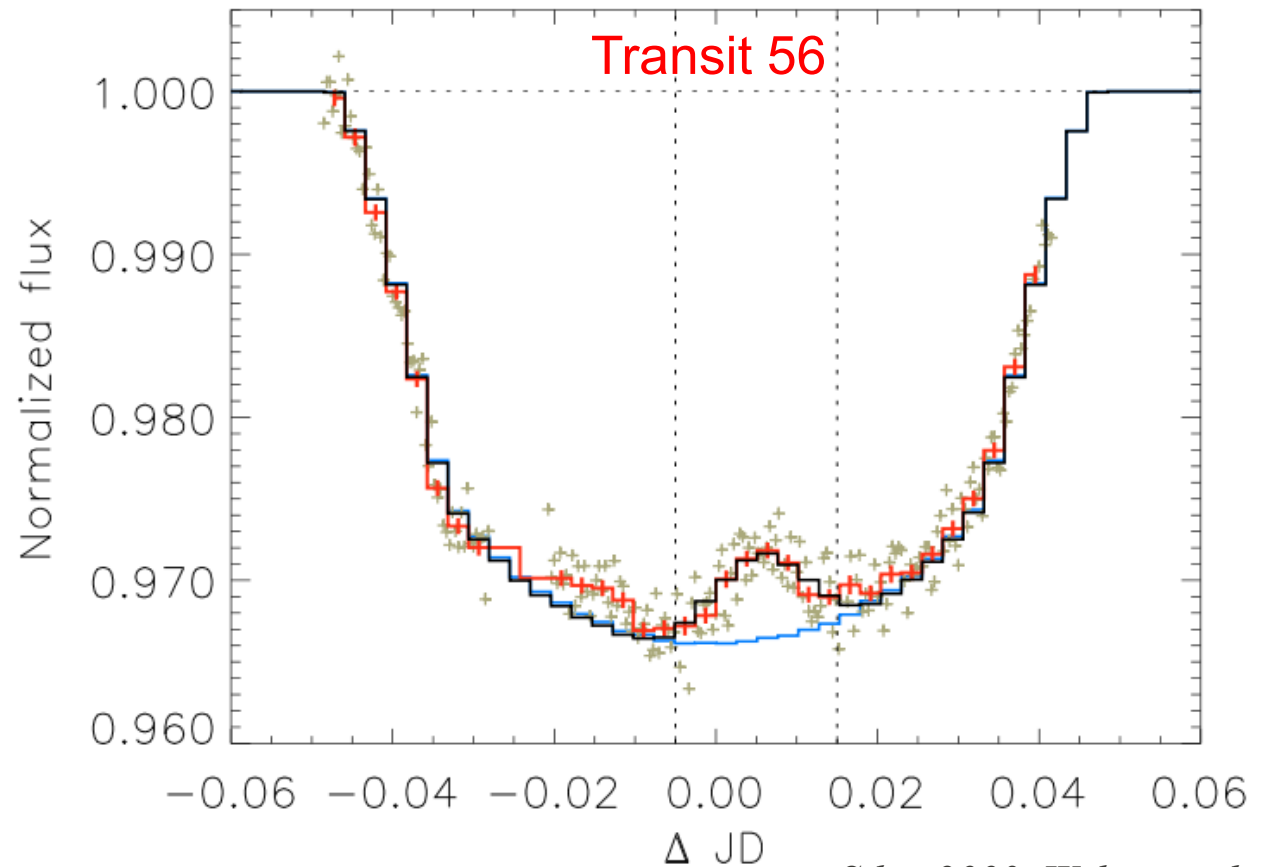
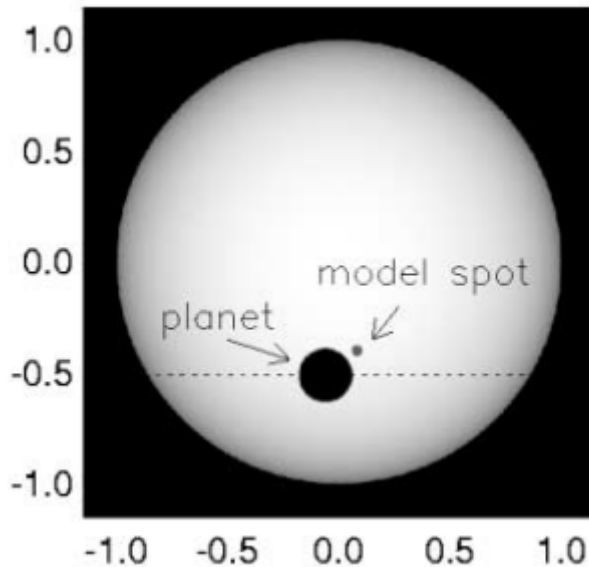
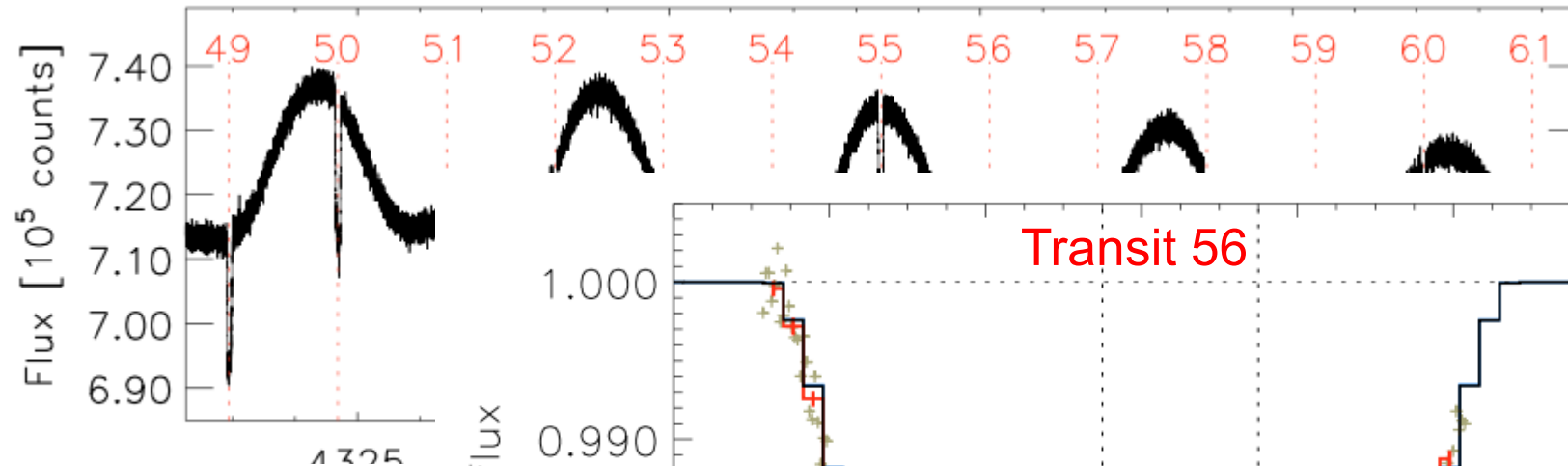
Planètes, naines brunes & étoiles



*Deleuil et al.,
A&A 491, 889 (2008)*

Effet des taches stellaires

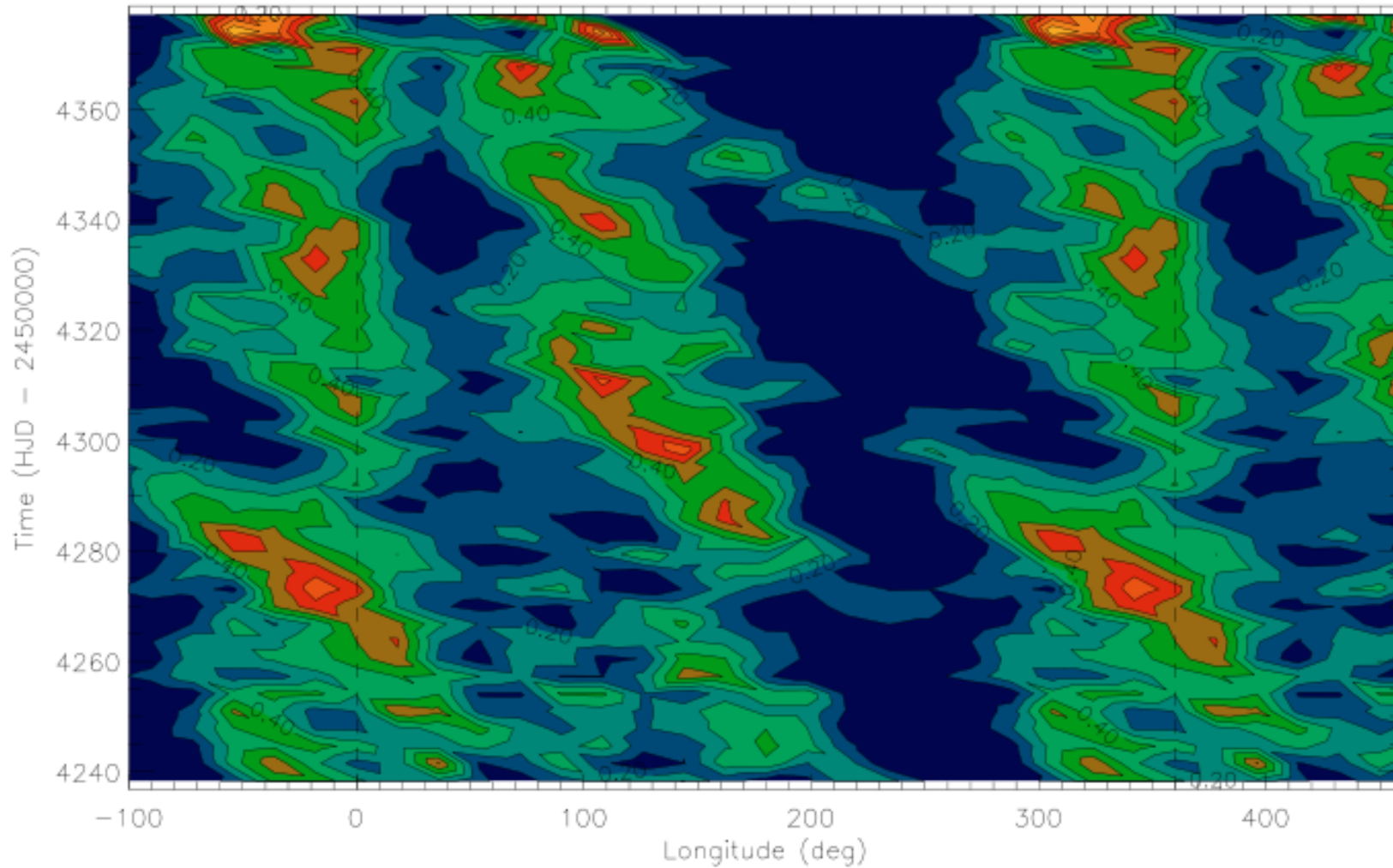
Corot-2



Silva 2003, Wolter et al. 2009

Cartographie des taches

Corot-2

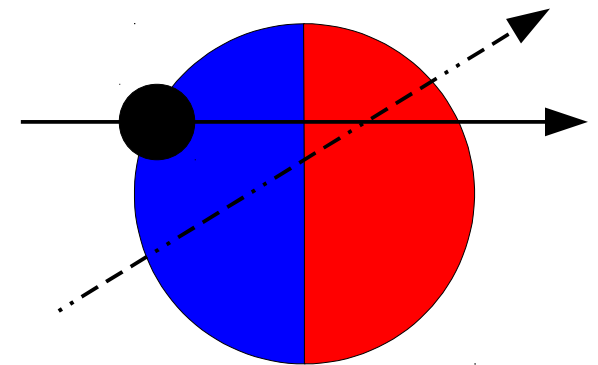
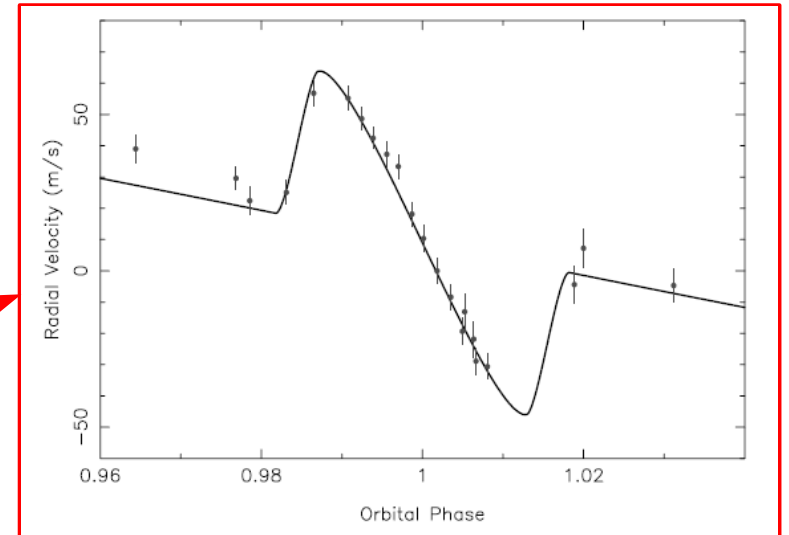
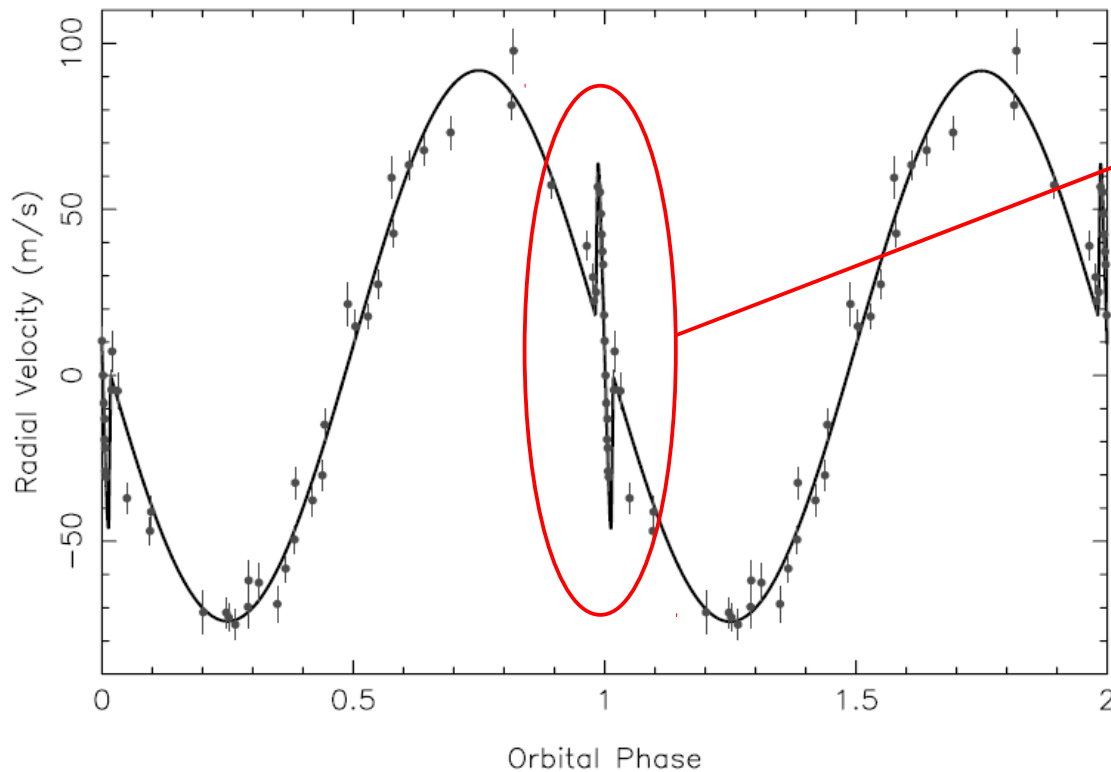


Lanza et al., A&A 493, 193 (2009)

Transit spectroscopique

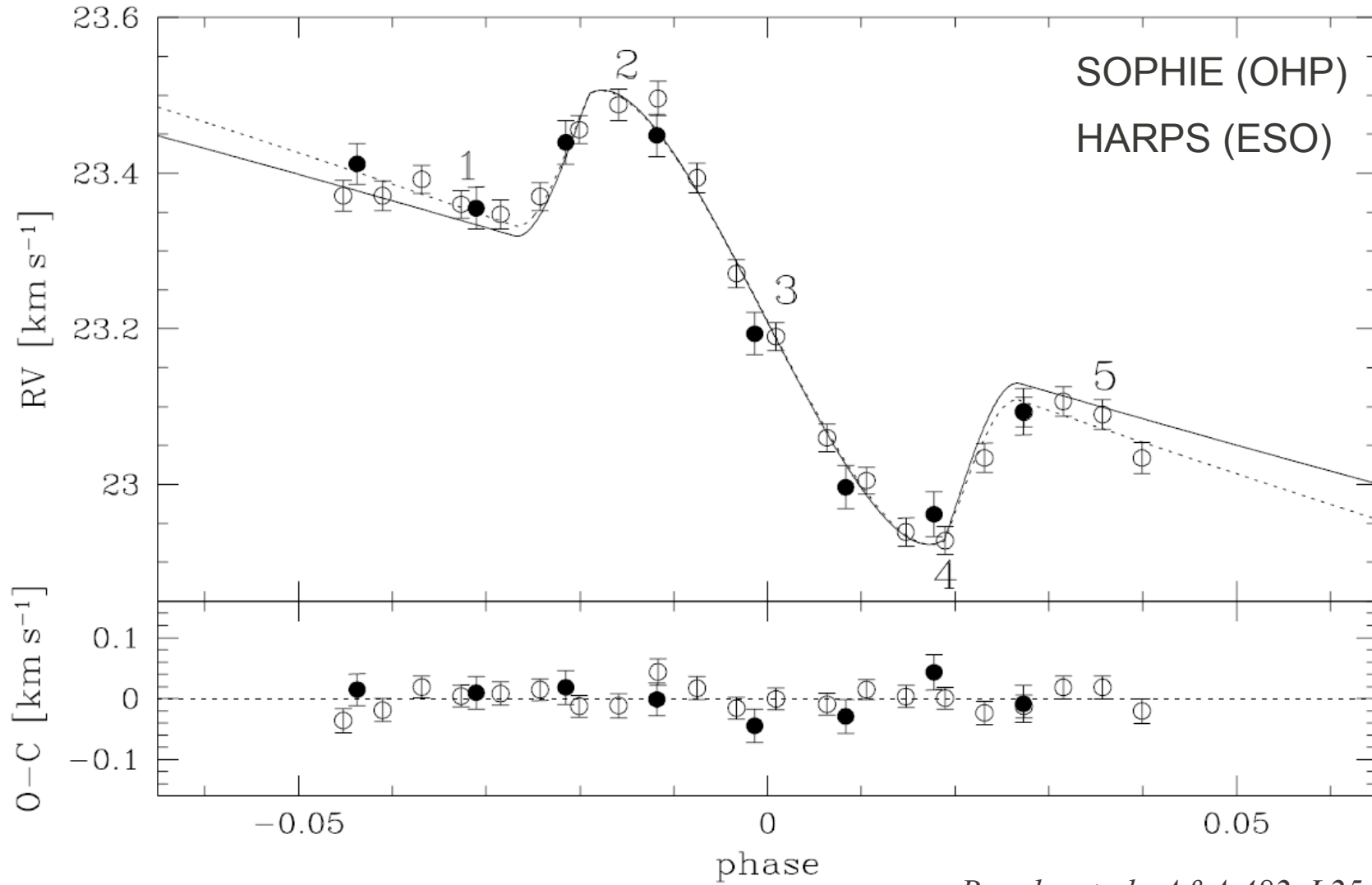
Effet Rossiter-McLaughlin

HD 209458 b



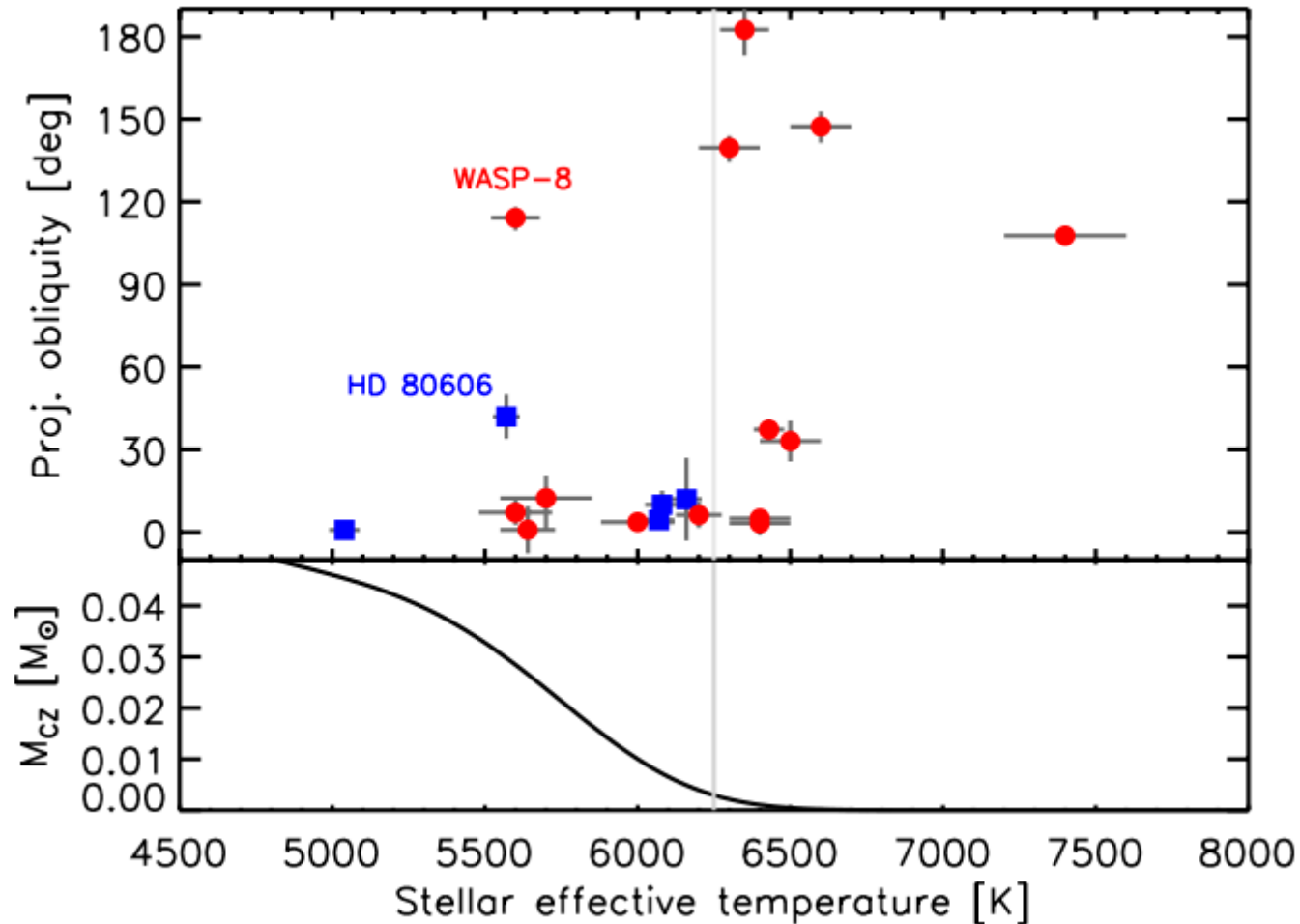
Wittenmyer et al., ApJ (2005)

Corot-2b (suite)



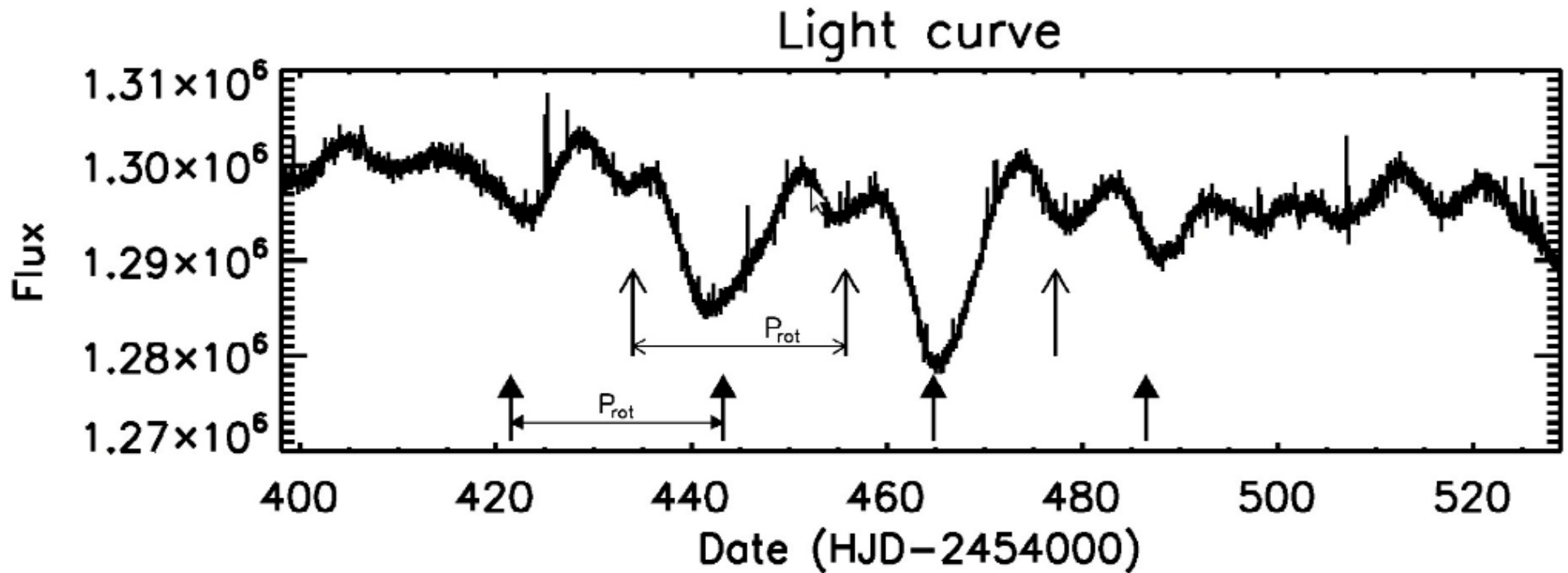
Bouchy et al., A&A 482, L25 (2008)

De l'obliquité des orbites



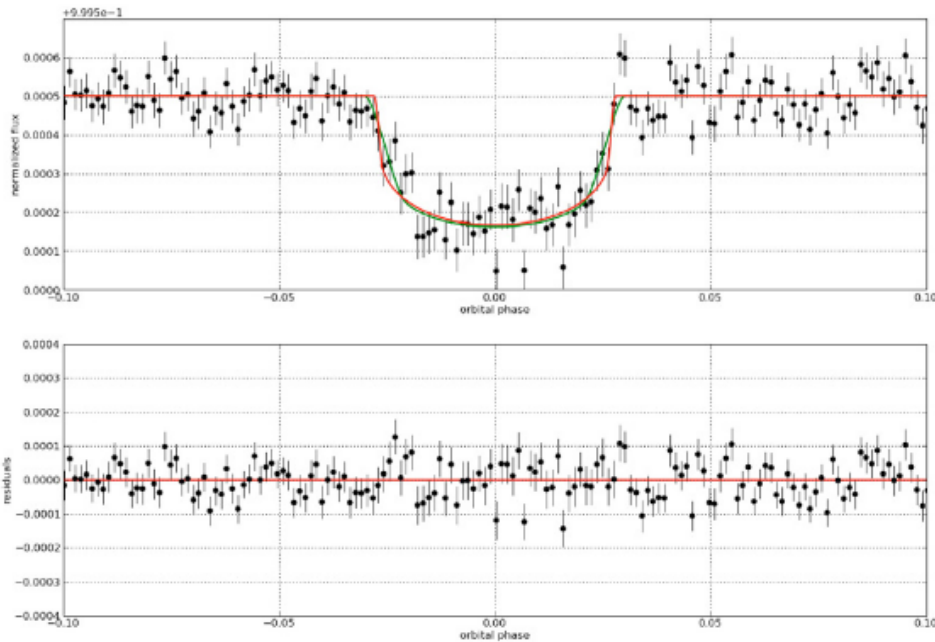
Winn et al., ApJ 718, L145 (2010)

Corot-7b



Léger et al., A&A 506, 287 (2009)

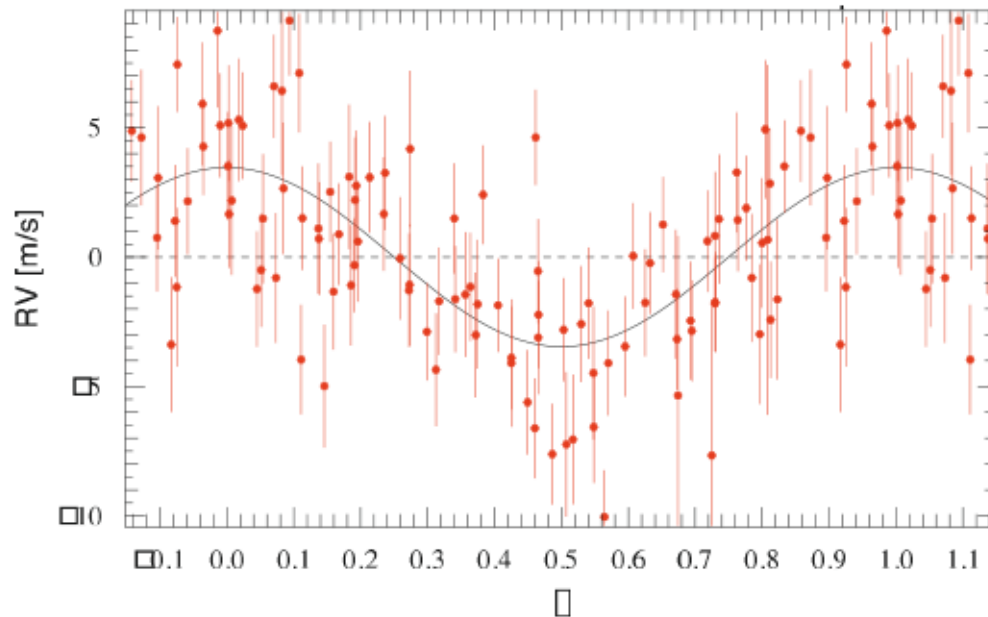
Corot-7b : transit



Parameter	Value	Uncertainty
Period (day)	0.853585	$\pm 2.4 \cdot 10^{-5}$
a (AU)	0.0172	$\pm 2.9 \times 10^{-4}$
a/R_{\star}	4.27	± 0.20
T_{14} (h)	1.125	± 0.05
impact parameter z	0.61	± 0.06
$k = R_{\text{pl}} / R_{\star}$	0.0187	$\pm 3 \times 10^{-4}$
$R_{\text{pl}} / R_{\text{Earth}}$	1.68	± 0.09
$M_{\text{pl}} / M_{\text{Earth}}$	<21	
i (deg)	80.1	± 0.3

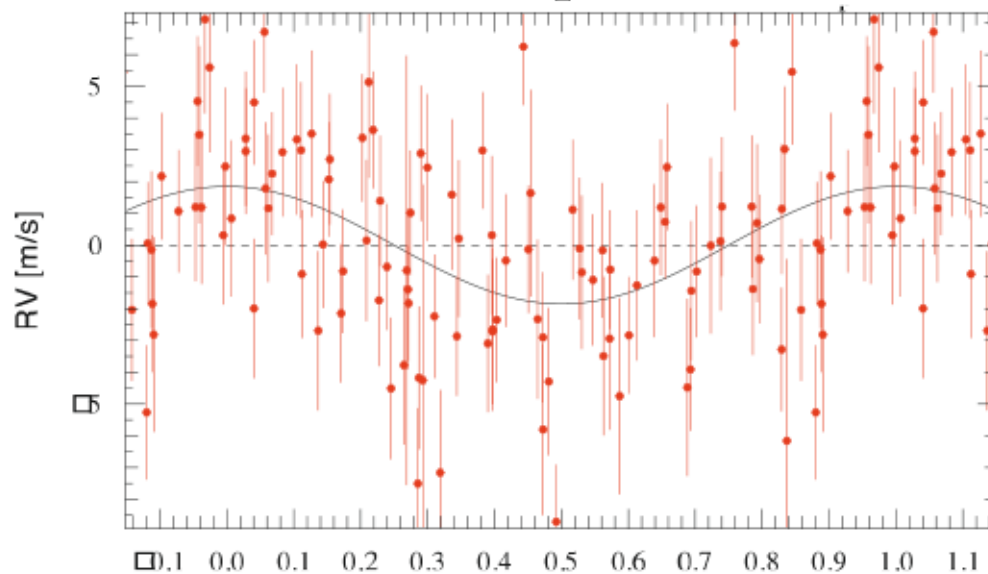
Léger et al., A&A 506, 287 (2009)

Le système de Corot-7 : 2 planètes !



Corot-7c

- 3,7 j
- 0,046 UA
- 8,4 M_{Terre}

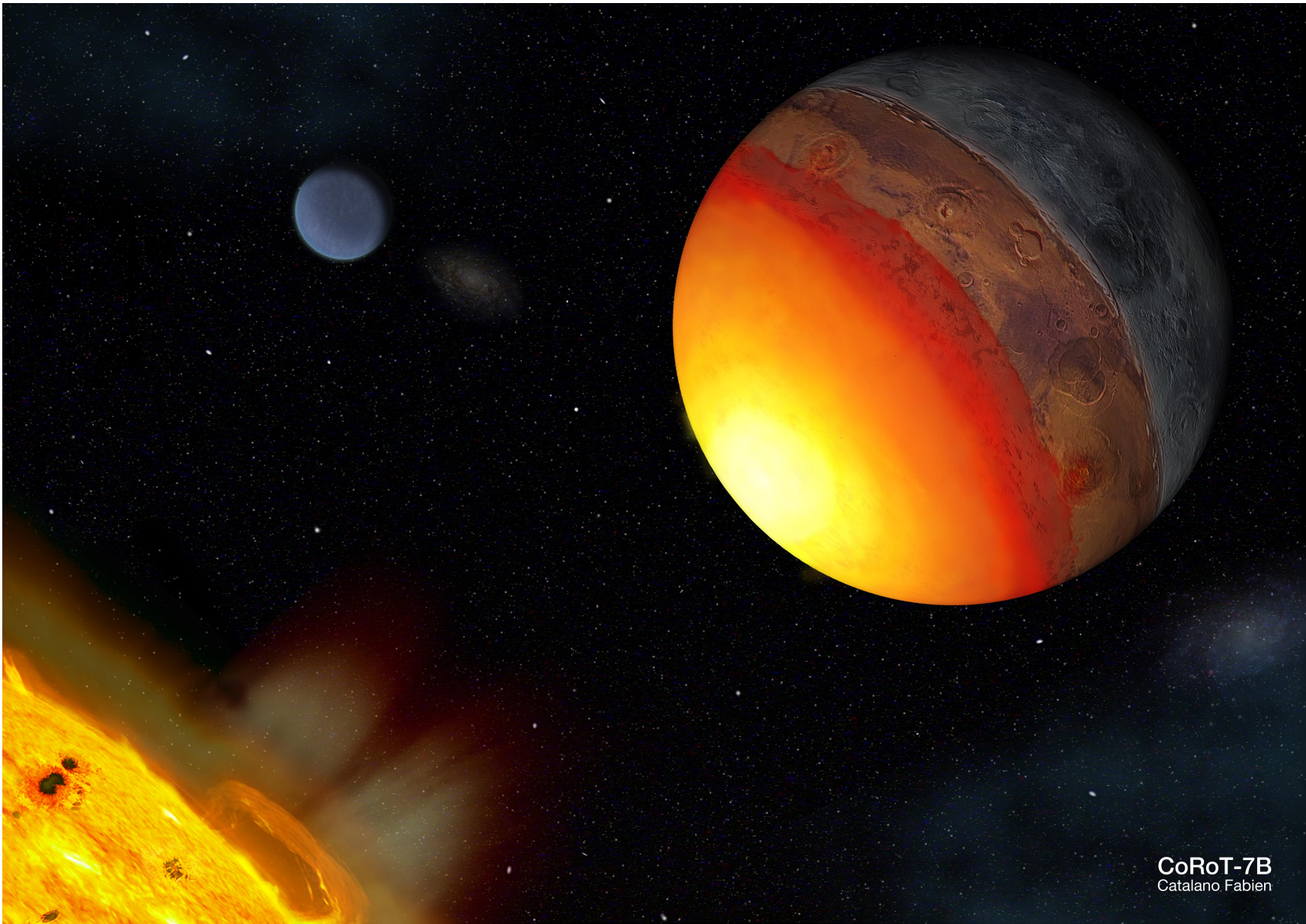


Corot-7b

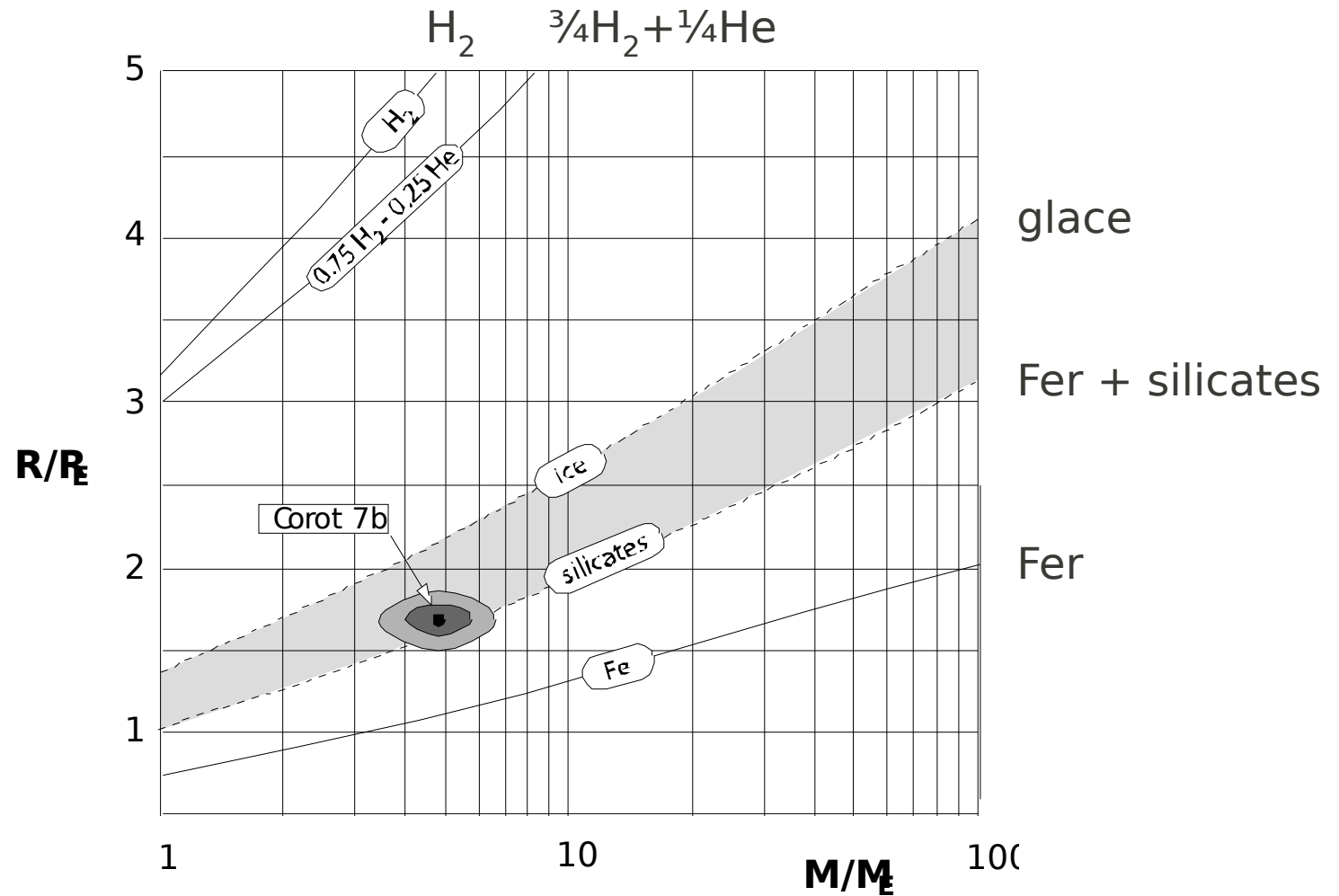
- 0,85 j
- 0,017 UA
- 1,7 R_{Terre}
- 4,8 M_{Terre}

Queloz et al., A&A 506, 303 (2009)

Corot-7b : « feu et glace »



Corot-7b : structure interne



Léger et al., soumis à Icarus (2010)

Corot-7b : structure interne

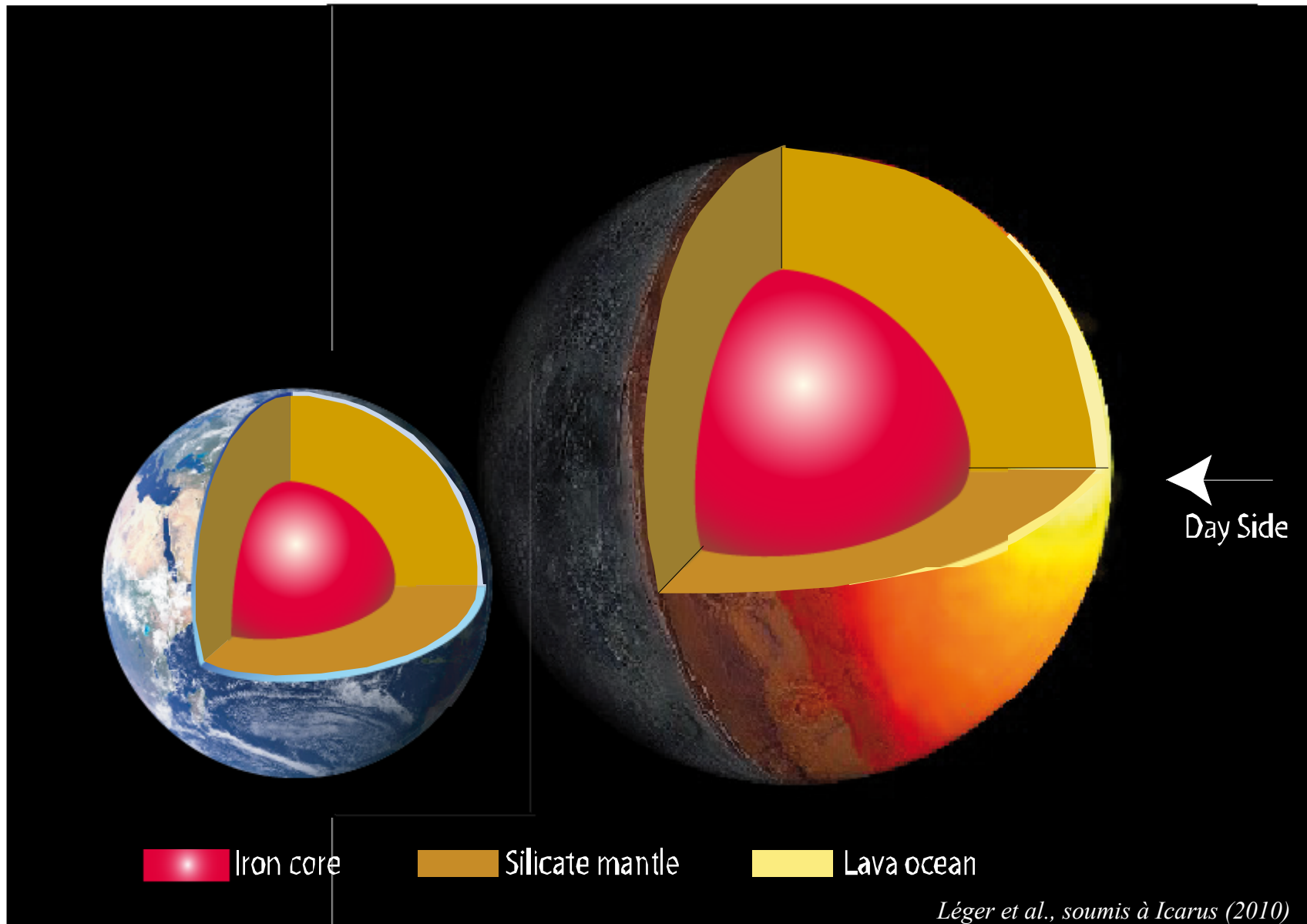
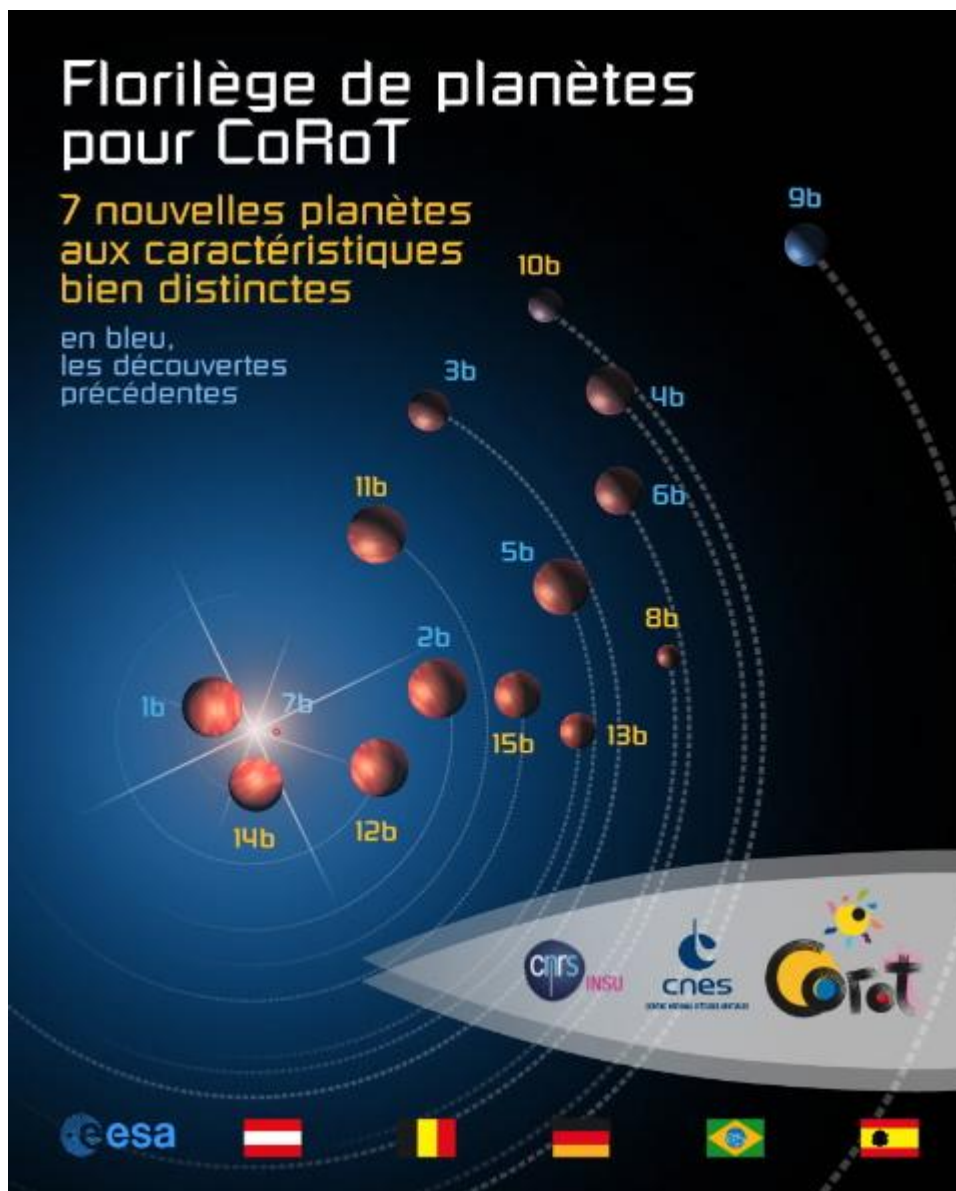


Tableau de chasse



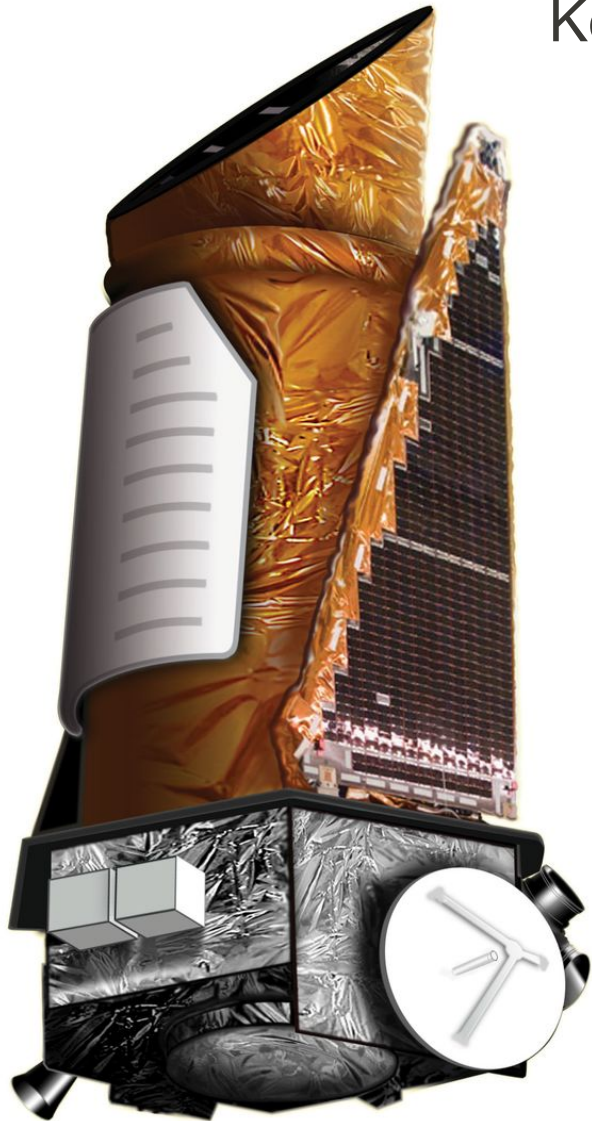
Planète ou NB	Période (j)	Masse (M_J)	Rayon (R_J)
1b	1,51	1,03	1,49
2b	1,74	3,31	1,47
3b	4,26	21,66	1,01
4b	9,20	0,72	1,19
5b	4,04	0,47	1,39
6b	8,89	2,96	1,17
7b	0,85	0,02	0,14
8b	6,21	0,22	0,57
9b	95,3	0,84	1,05
10b	13,2	2,75	0,97
11b	2,99	2,33	1,43
12b	2,83	0,92	1,44
13b	4,04	1,31	0,89
14b	1,51	7,6	1,09
15b	3,06	63,3	1,12

Corot et les exoplanètes

- Un tableau de chasse d'une grande variété
- La première *naine brune* avec un rayon et une masse mesurés
- La première *planète rocheuse* avec un rayon et une masse mesurés
- La planète géante qui transite avec *la plus longue période*
- Un total de 15 planètes et 2 naines brunes publiées, plusieurs autres en analyse et des dizaines de candidats suivis...

Kepler & Platon

Kepler (2009-2015)



Platon (2017-2025)

