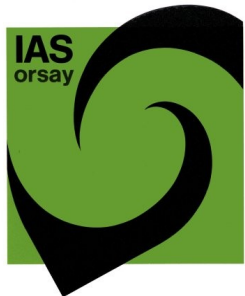


Conférence AMA09  
Orsay, 10 novembre 2009

# Au cœur des étoiles et des planètes avec la mission spatiale Corot



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



# La mission spatiale Corot

---

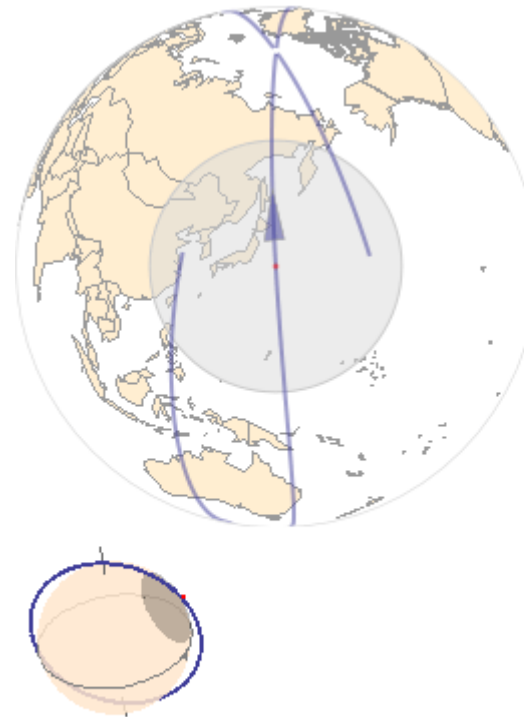


- Mission spatiale du CNES + partenaires européens + Brésil (165 M€)
- Objectifs : sismologie stellaire & détection d'exoplanètes
- Lancée le 27 déc. 2006 pour 3 ans, prolongée jusqu'au 31 mars 2013
- Masse totale : 626 kg
- Orbite polaire basse : 900 km
- Télescope de 27 cm, champ de  $3,5^{\circ} \times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

# Lancement et orbite du satellite



Orbite polaire : 900 km ; 1h 43 min

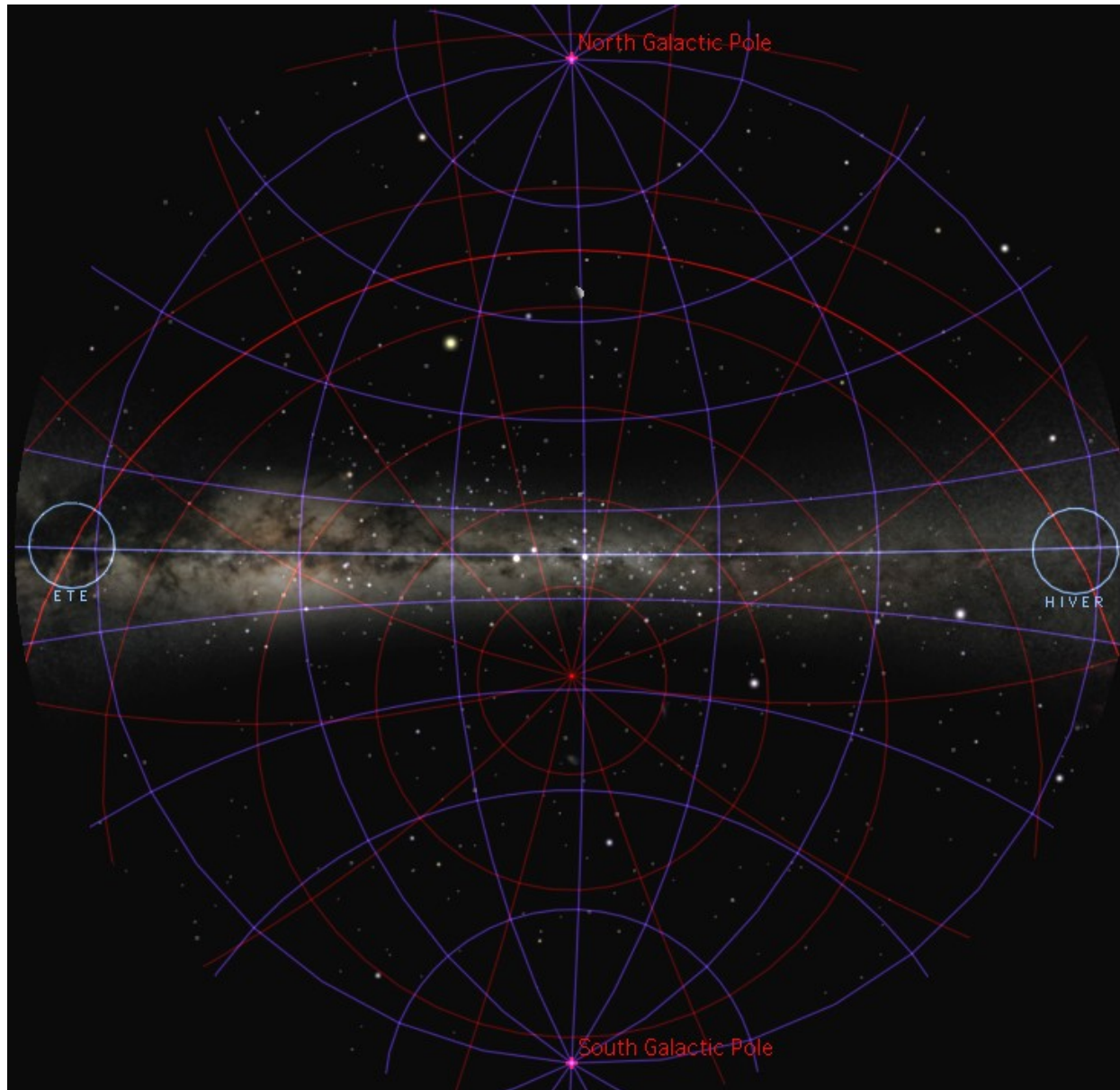


 **WolframAlpha** computational...  
knowledge engine

Lancement depuis Baïkonour par une fusée Soyouz le 27 décembre 2006

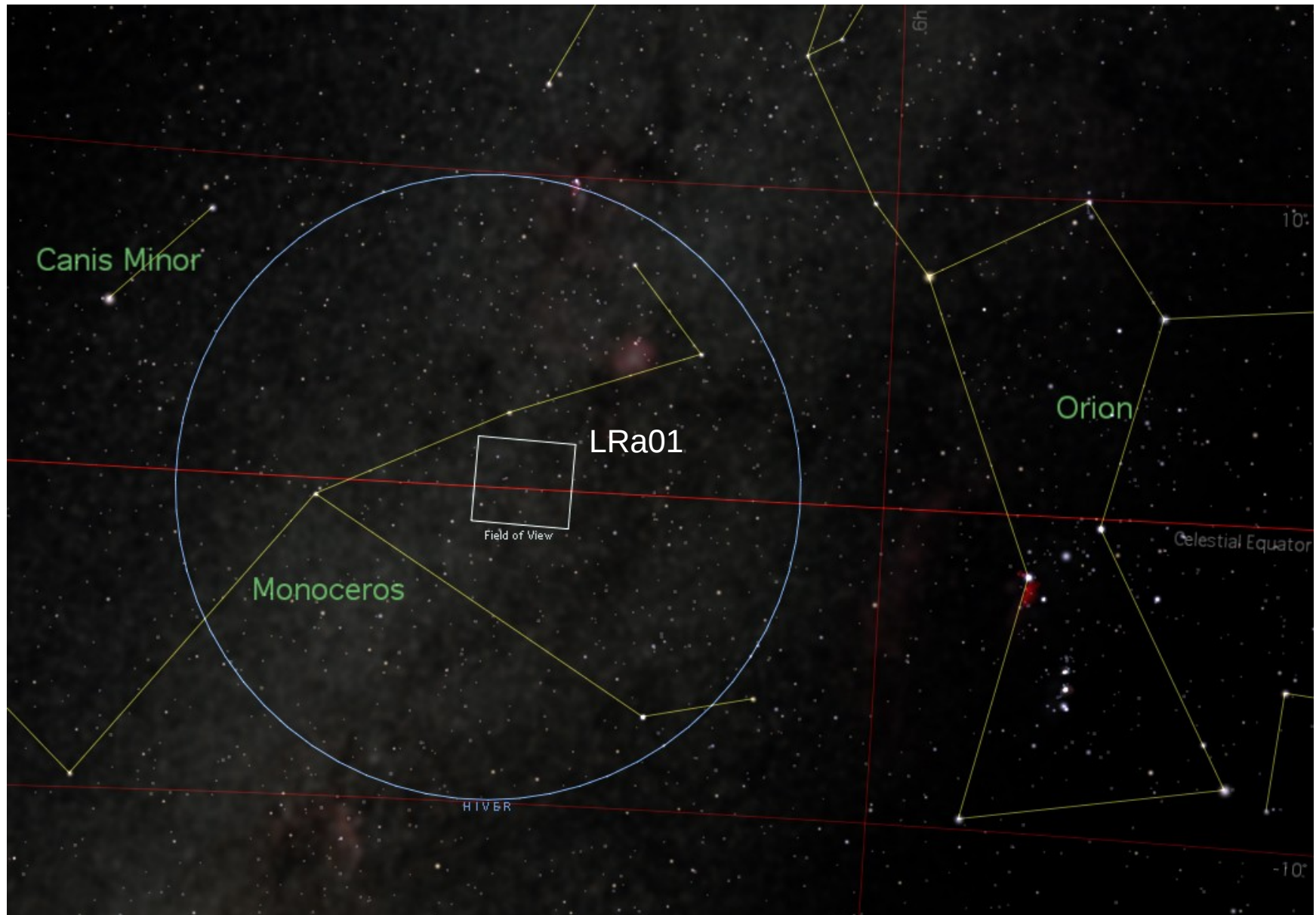
# Les « yeux » de Corot

Aigle

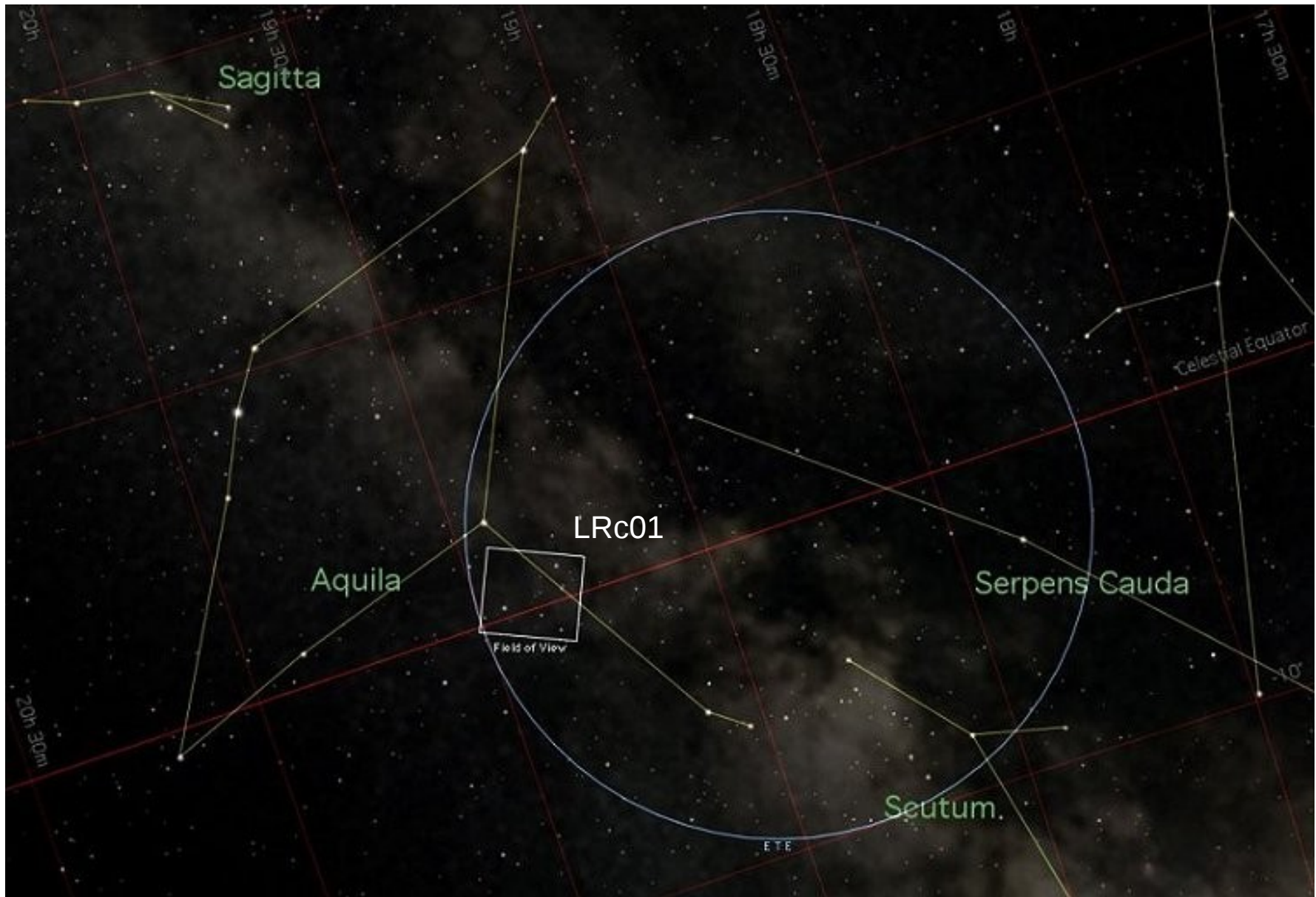


Licorne

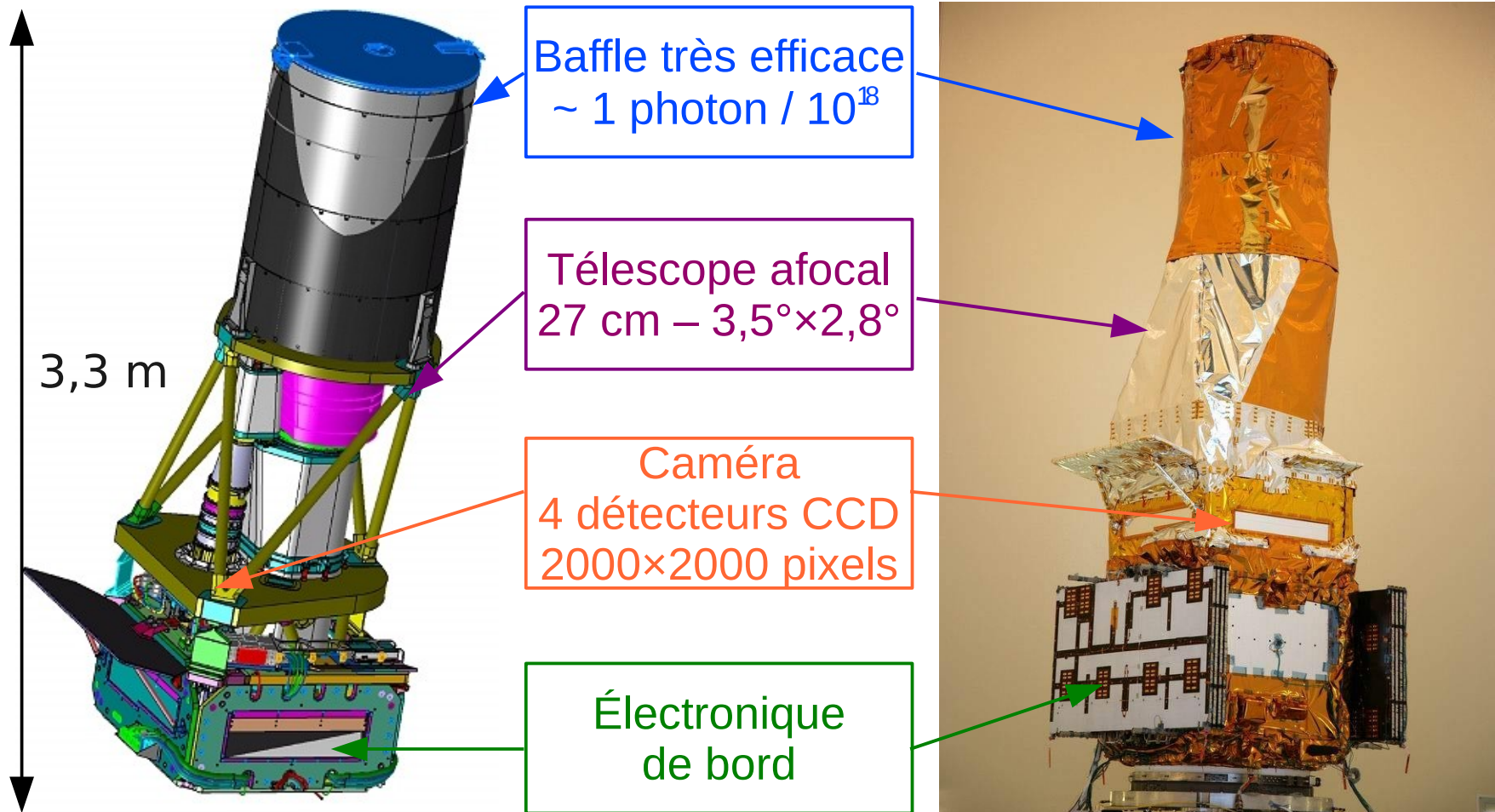
# En hiver, la Licorne...



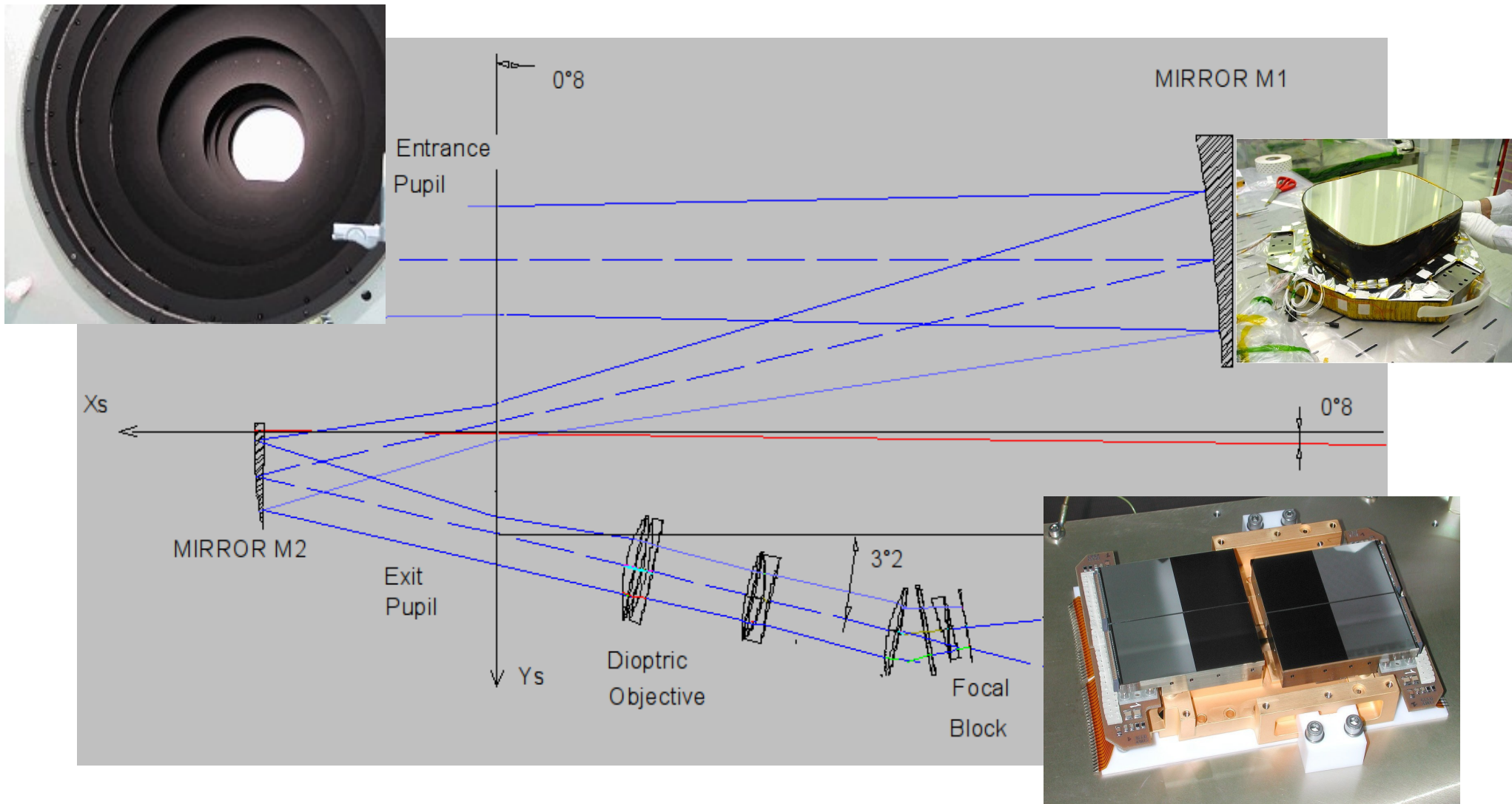
# ... et l'Aigle en été.



# L'instrument Corot

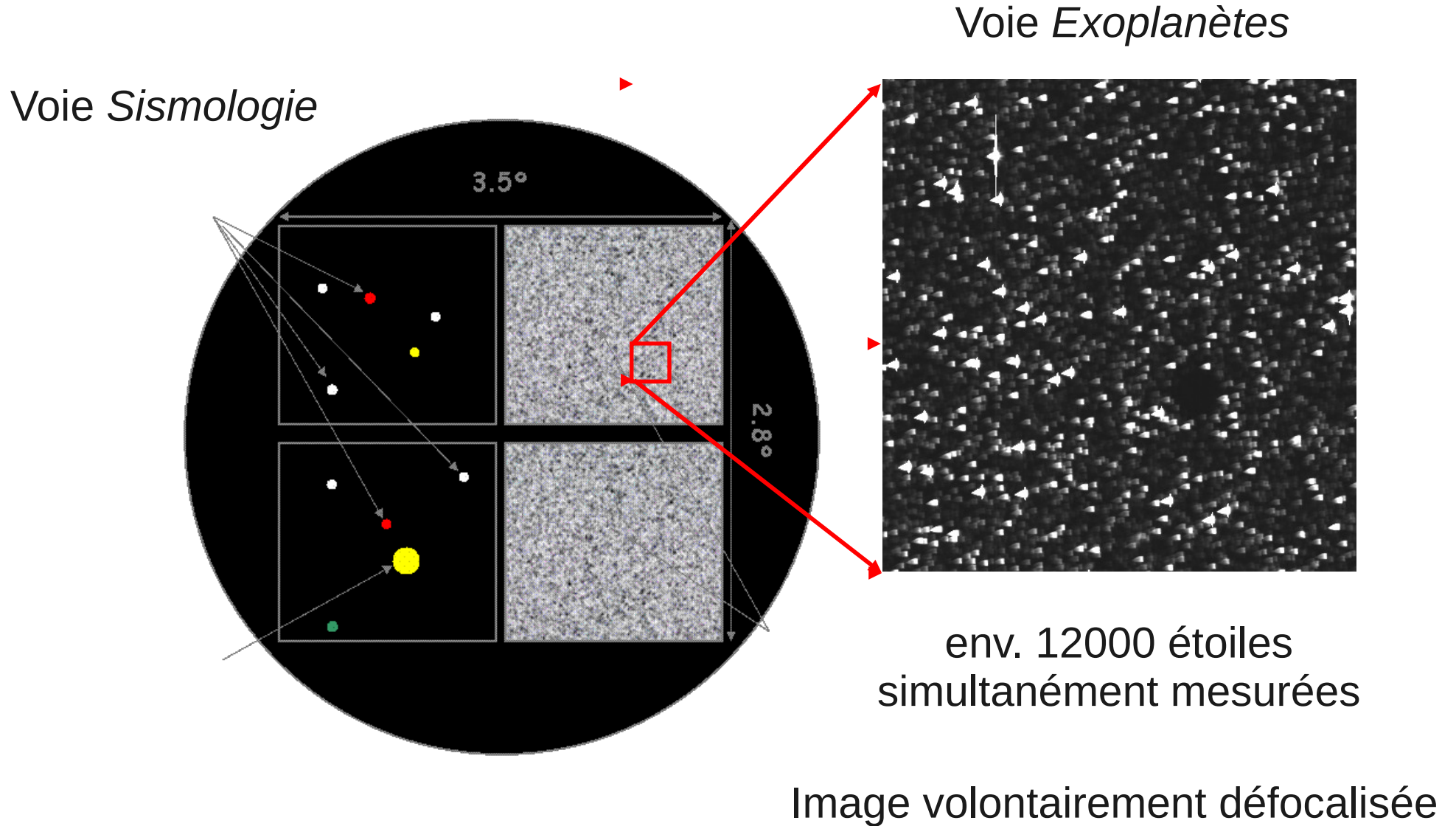


# Trajet de la lumière dans Corot



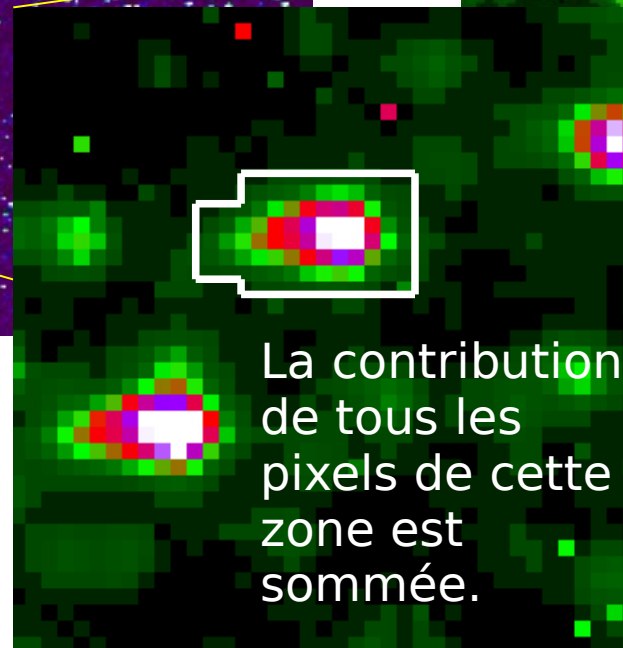
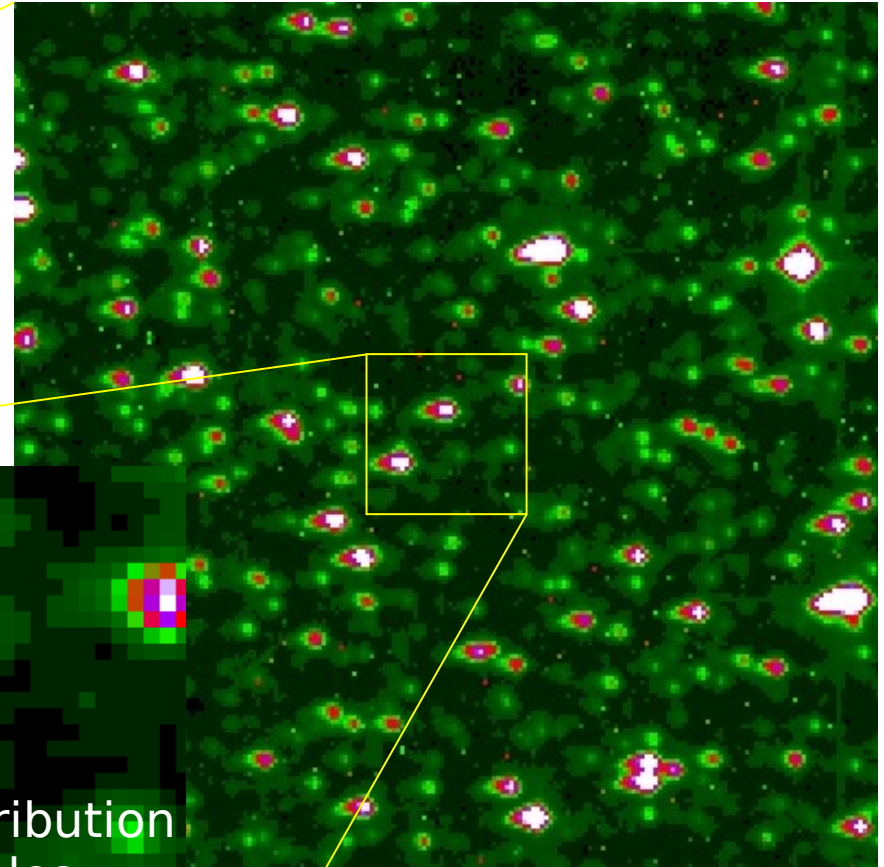
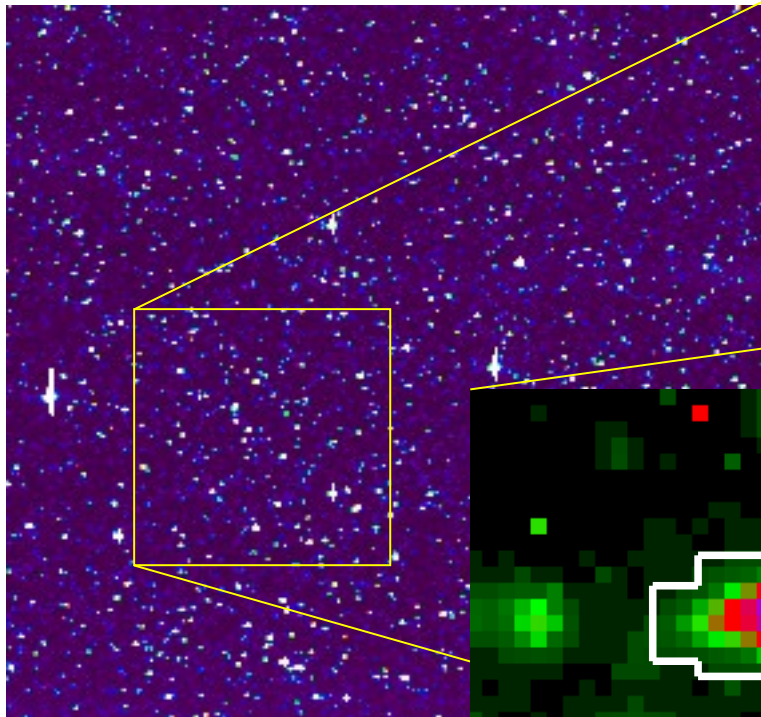


# Le ciel vu par Corot

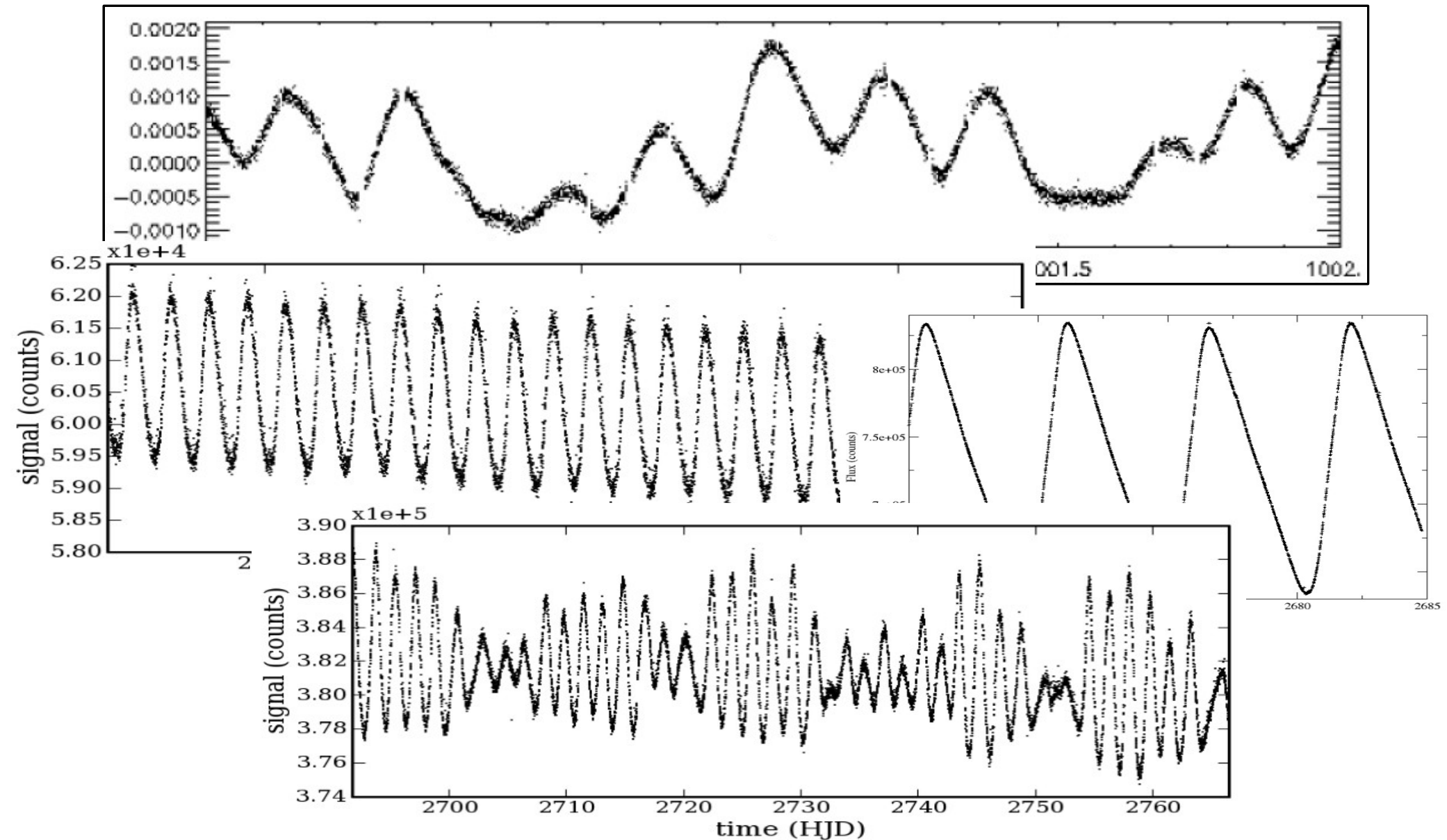


# La photométrie : de l'image...

Une image toutes les 32 s

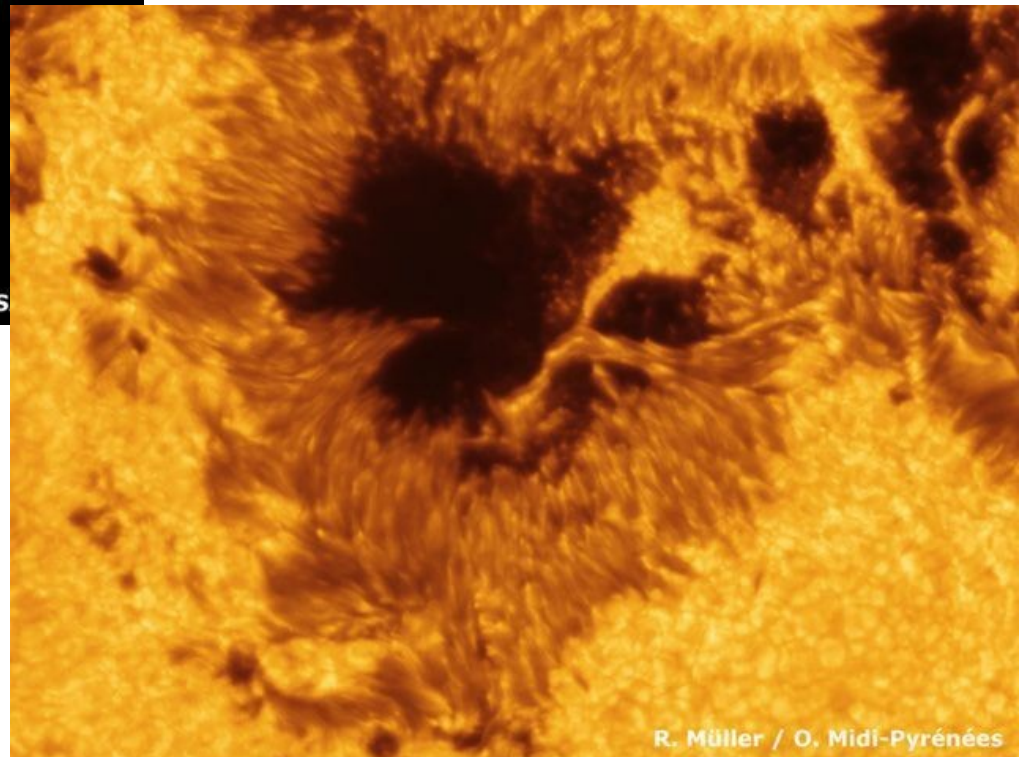


# ... à la « courbe de lumière »

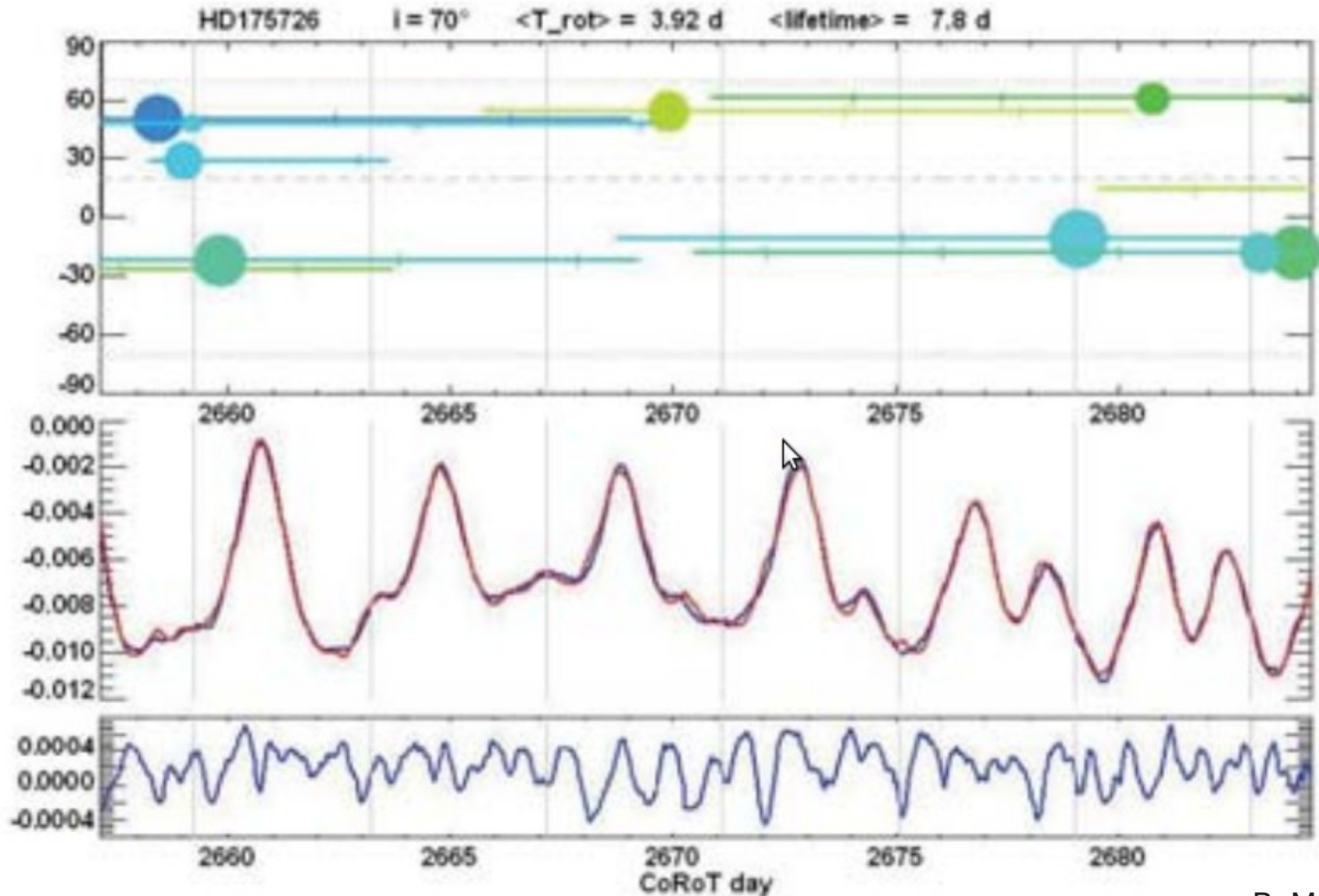


# Taches solaires

---



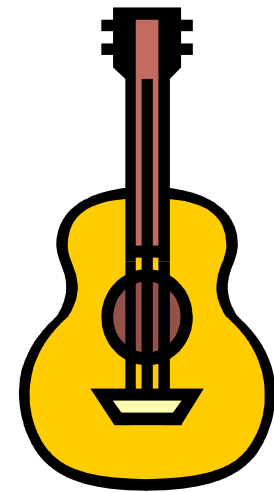
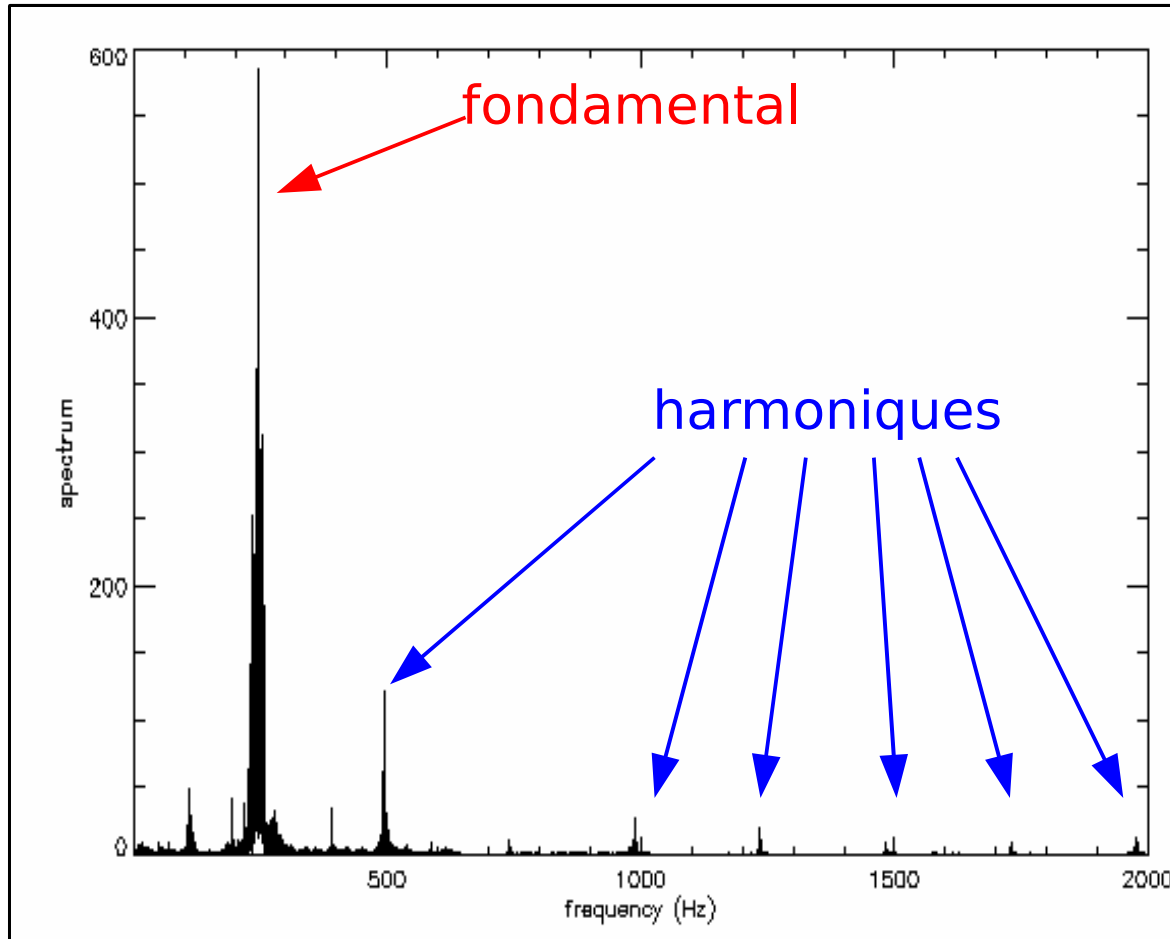
# Taches stellaires



source : B. Mosser

# L'analyse harmonique

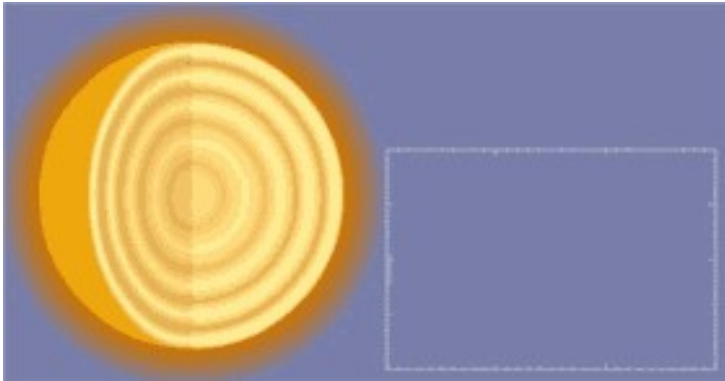
---



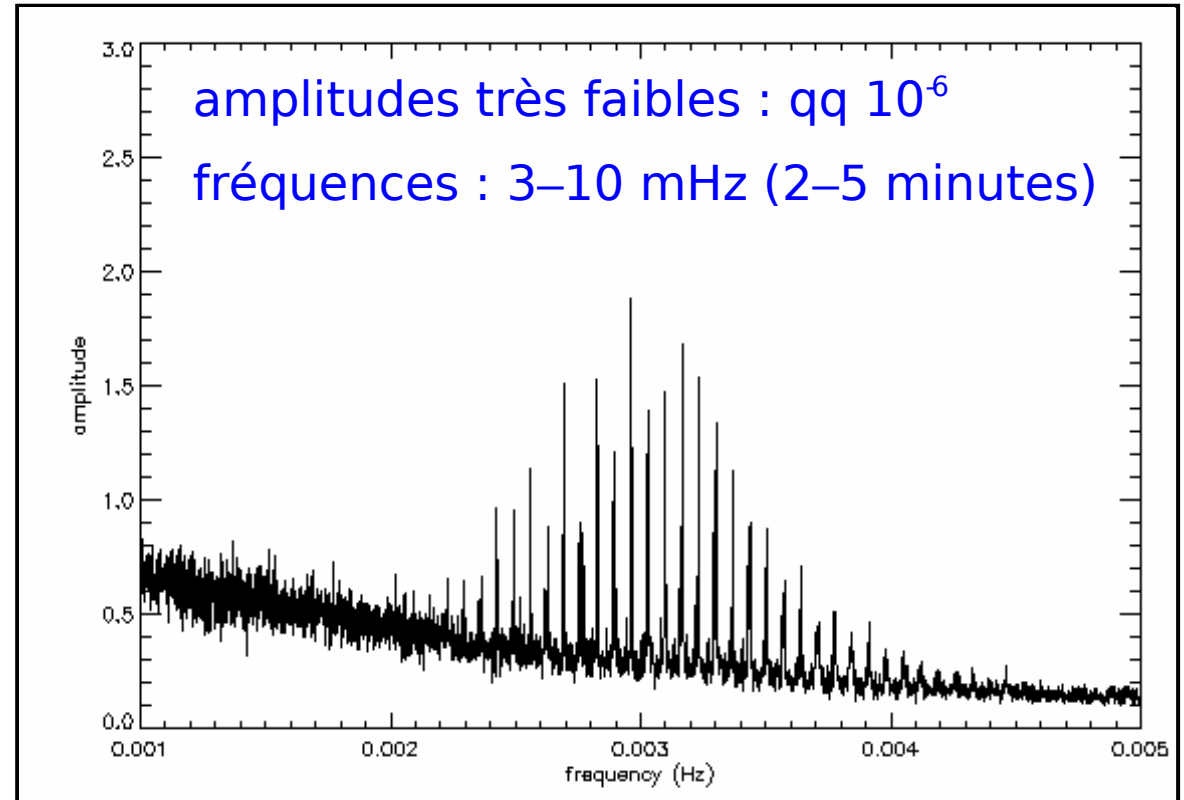
source : A. Baglin

Le son produit par un instrument est caractéristique de cet instrument.

# Sismologie solaire

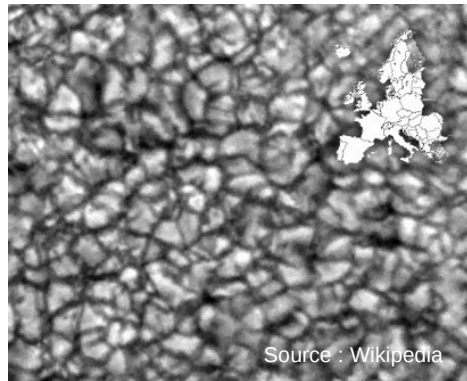


Source : Obs. de Paris

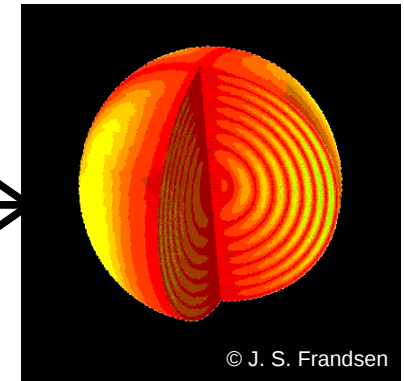
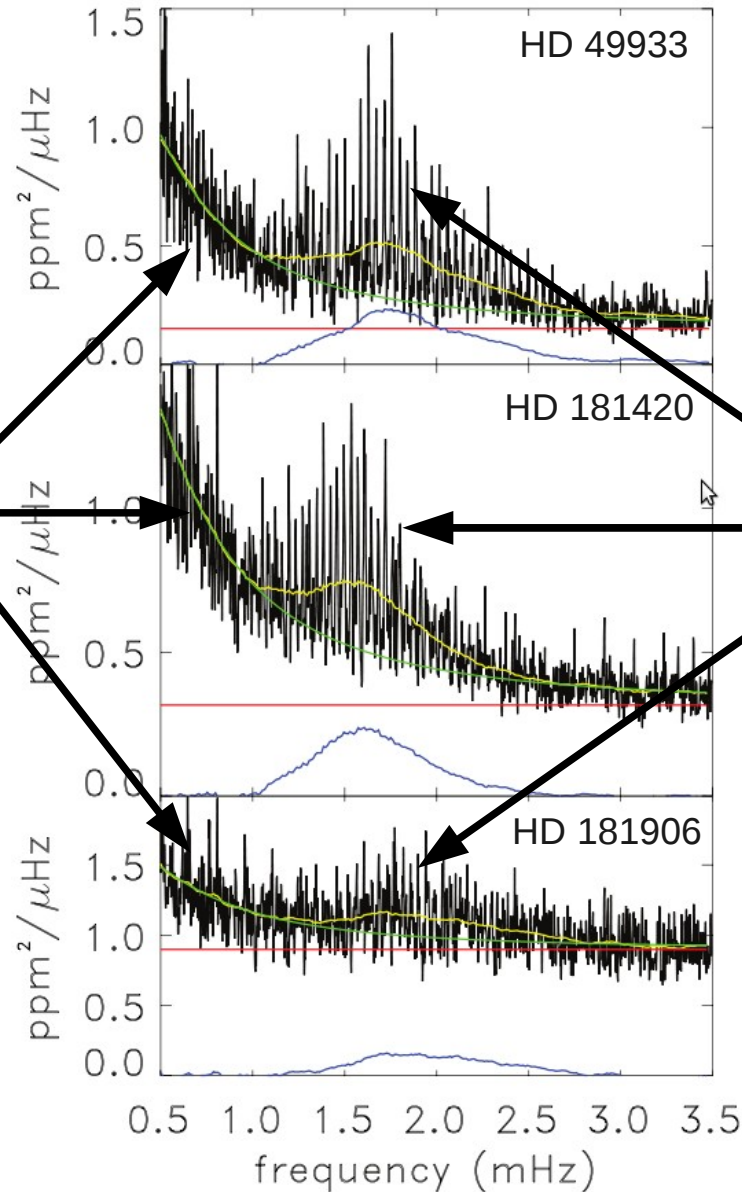


Les fréquences propres sont caractéristiques de l'objet qui les émet.  
Leur mesure permet de reconstituer sa structure, de « voir » l'intérieur.

# Sismologie stellaire avec Corot



granulation

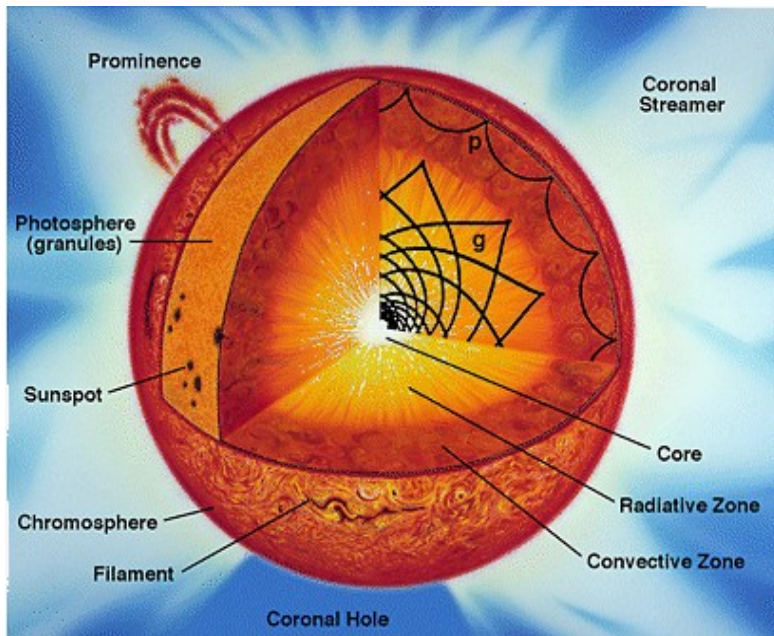


oscillations

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



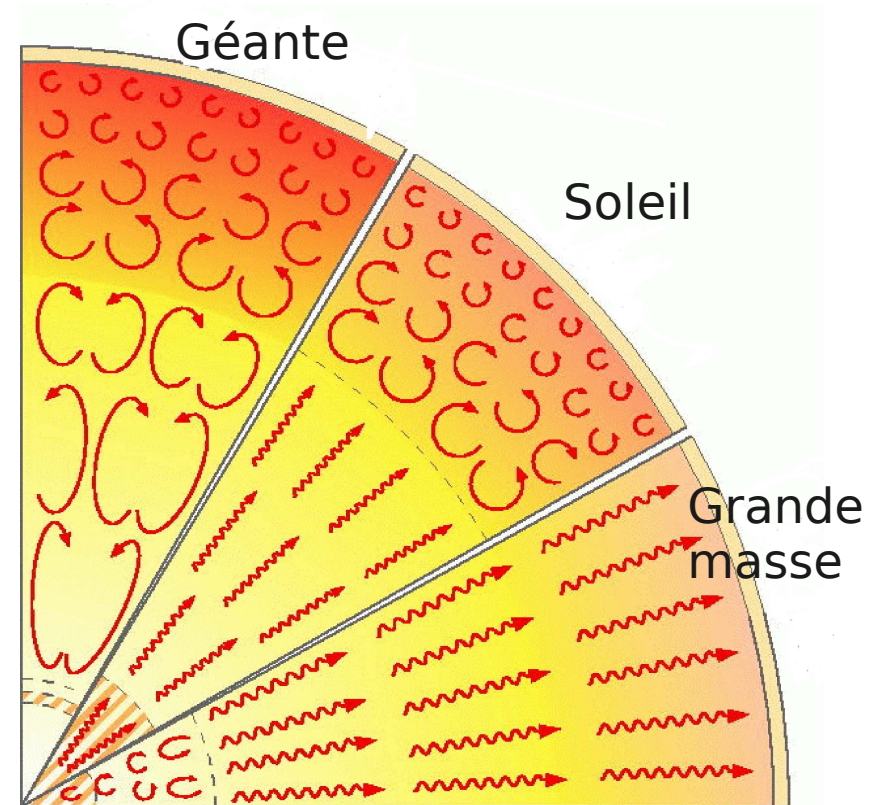
# Étudier le cœur des étoiles



Le Soleil

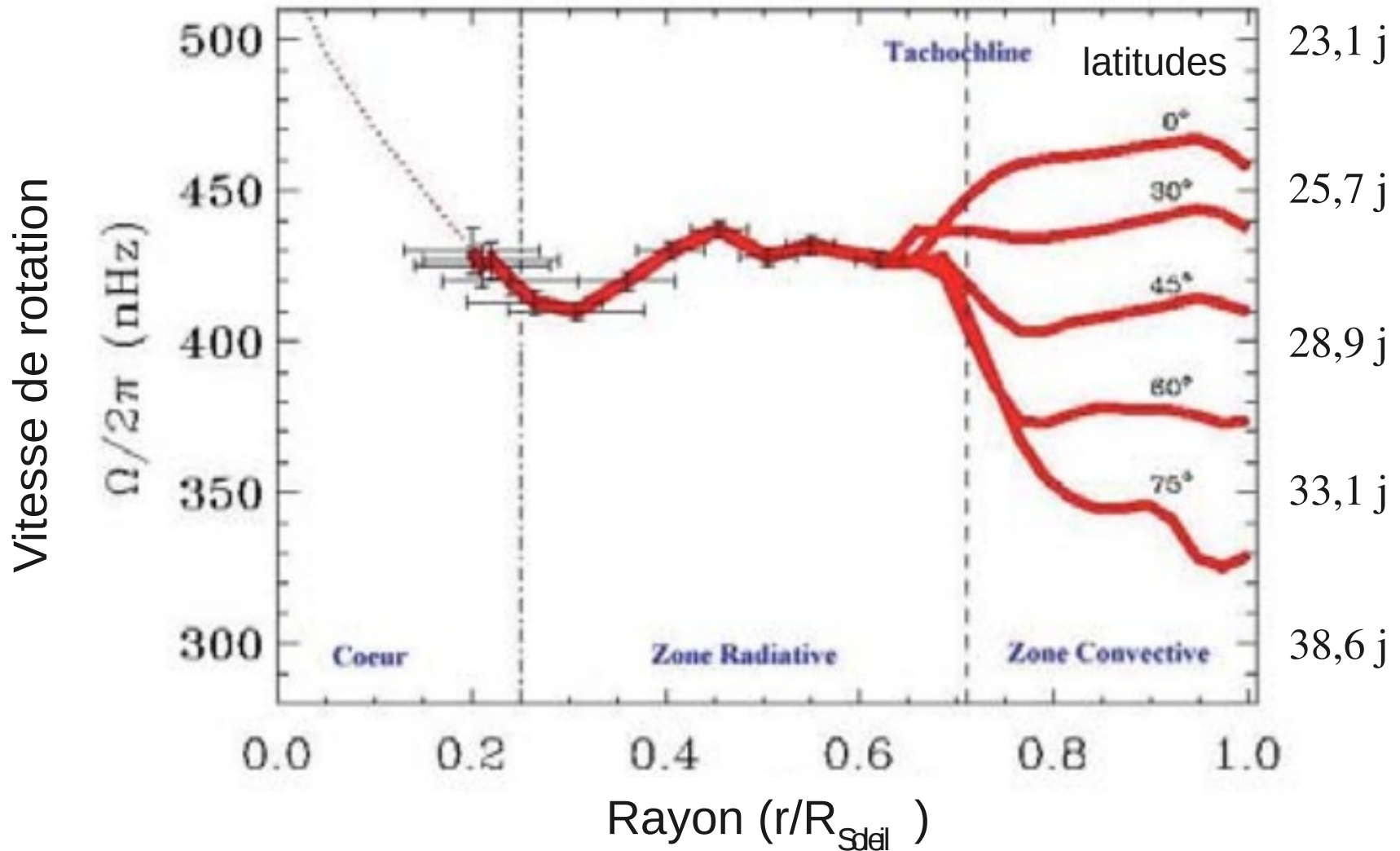
ondes de pression (p)

ondes de gravité (g)



La structure interne des étoiles dépend de leur masse.

# Rotation et champ magnétique



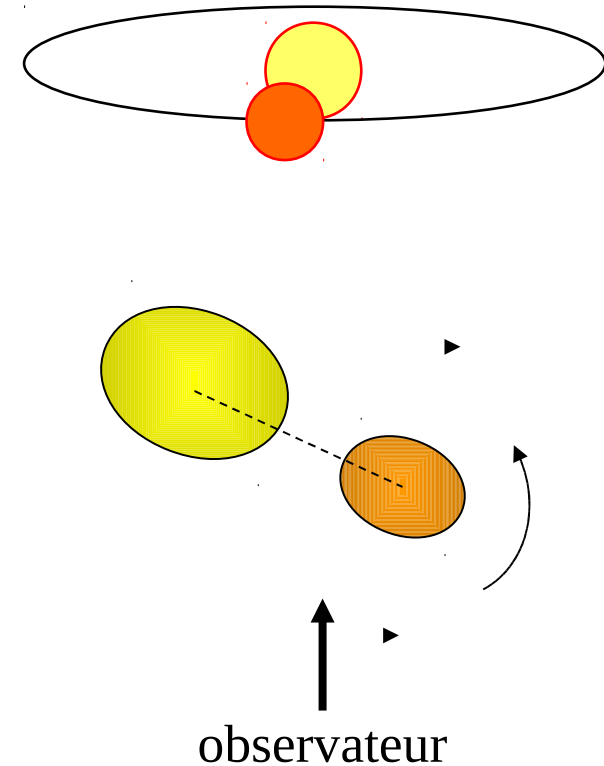
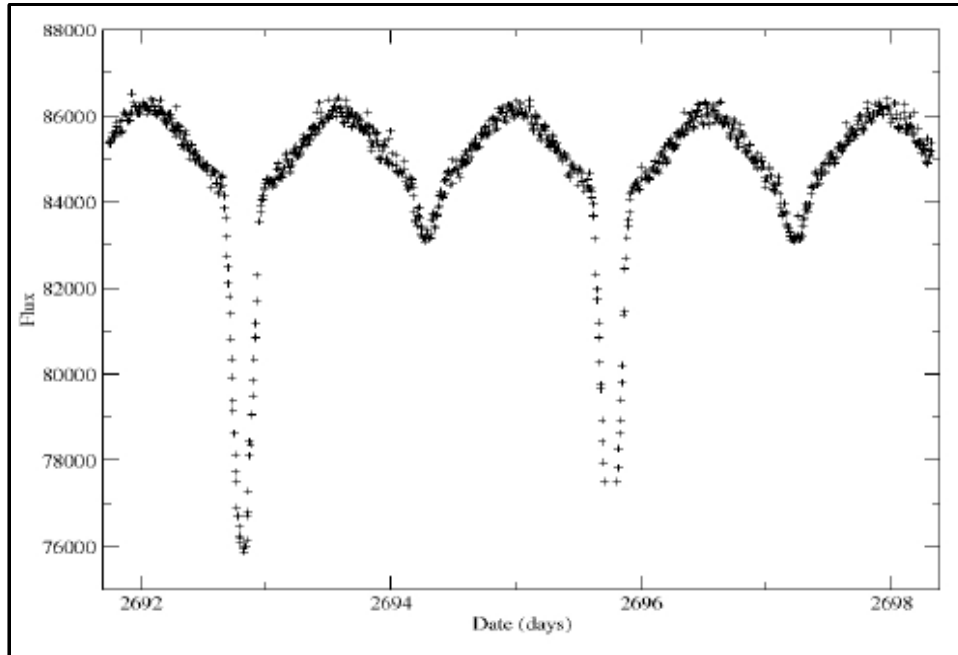
*E. Michel, L'Astronomie (Oct. 2009)*

# 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  $\beta$  Céphéide (modes excités stochastiquement) ;
- étude des taches à la surface des étoiles ;
- étude d'un grand nombre d'étoiles pulsantes différentes (Céphéides,  $\delta$  Scuti, RR Lyrae, etc.).

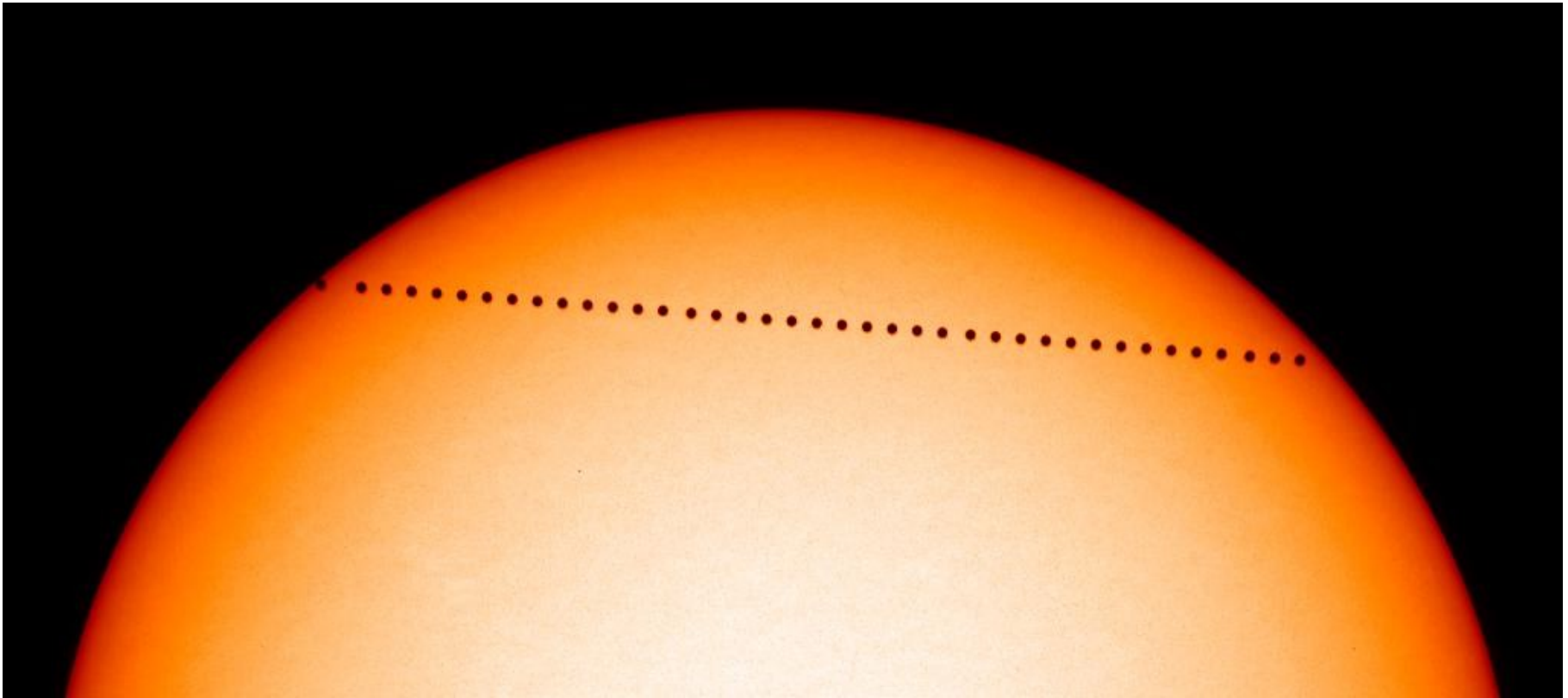
# Étoiles binaires à éclipses



**Détecter des exoplanètes ?**

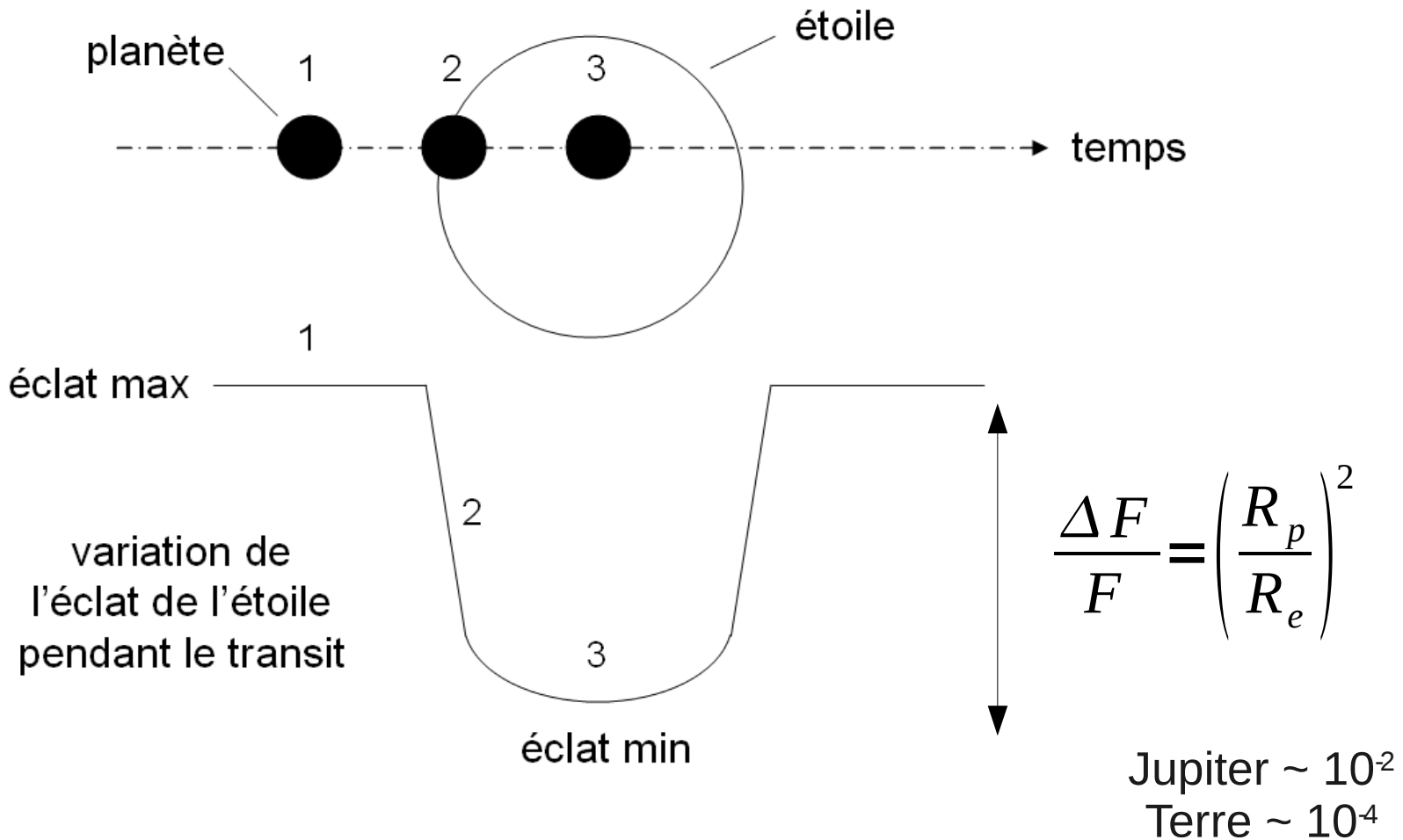
# Transit planétaire

---



Transit de Mercure vu par SOHO le 7 mai 2003

# Transit exoplanétaire

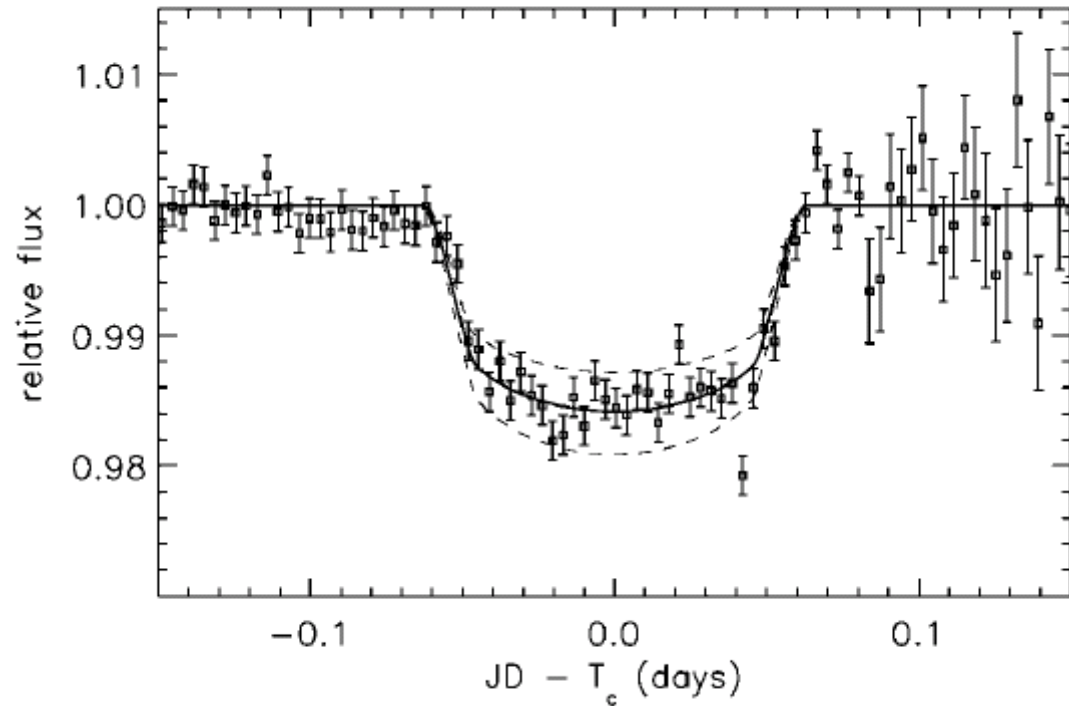


# HD 209458 b (1999)

---



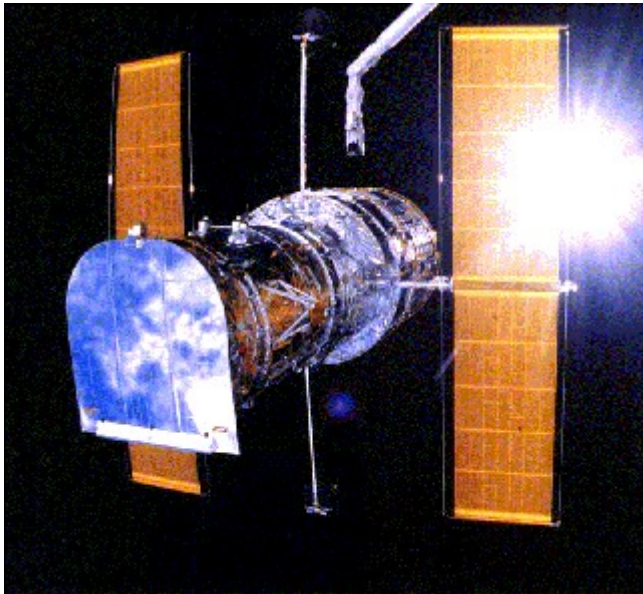
Télescope STARE (10 cm)



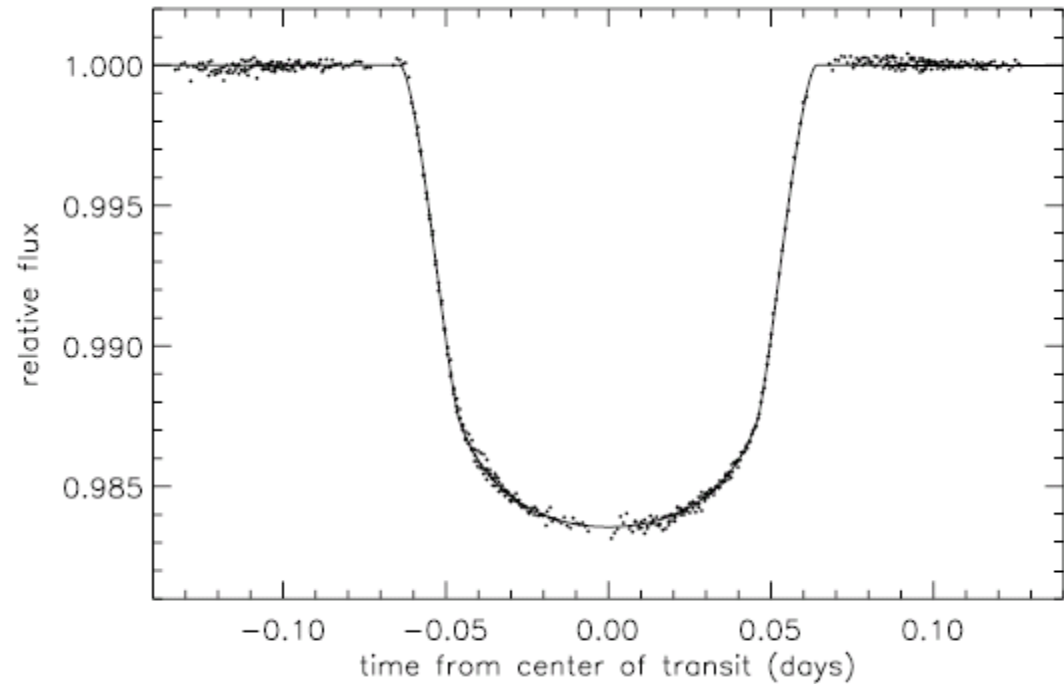
*Charbonneau et al., ApJ 529, L45 (2000)*

# HD 209458b (2000)

---



Télescope Hubble (2,4 m)



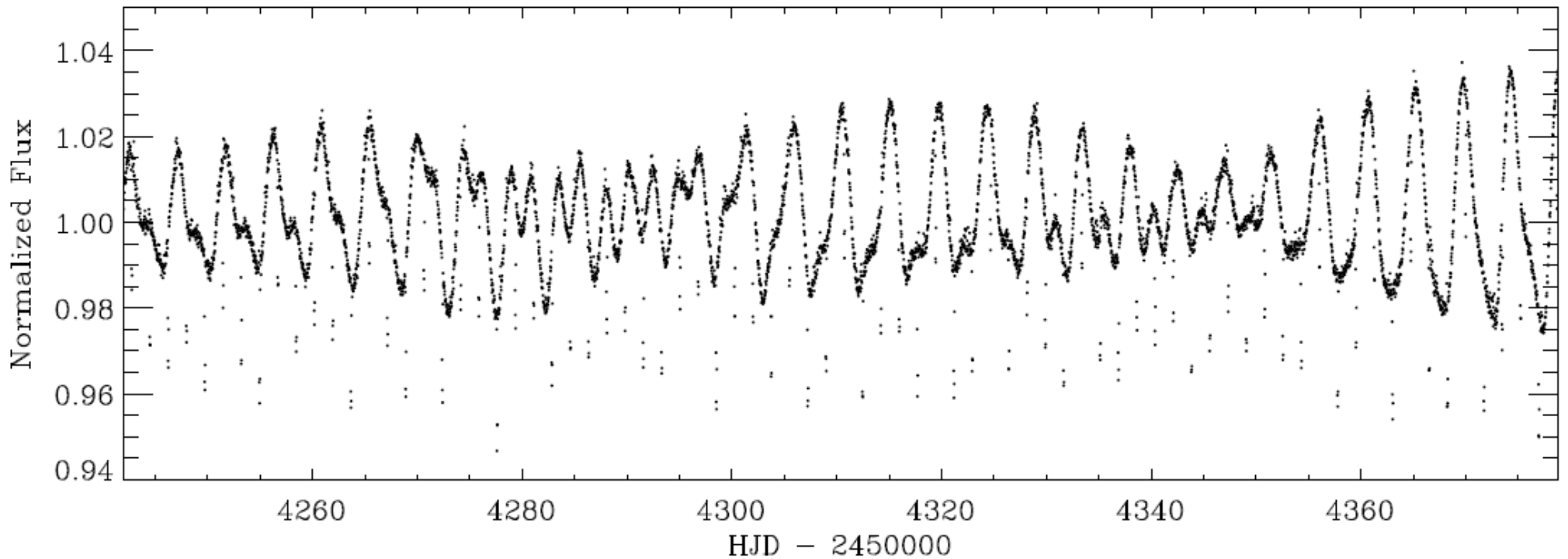
*Brown et al., ApJ 552, 699 (2001)*



# Corot-2b (2008)

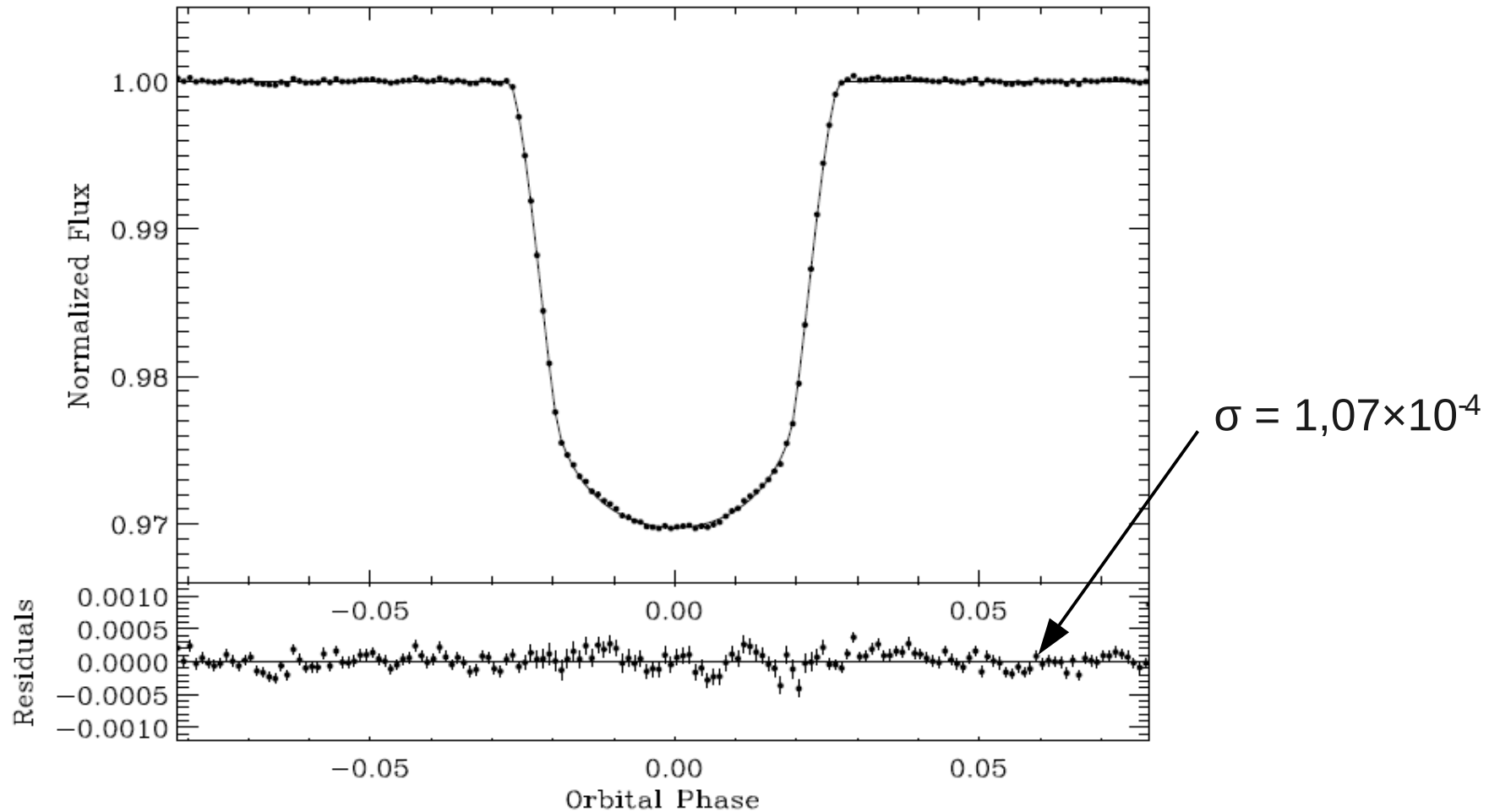
---

78 transits en 152 j !



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

# Corot-2b (2008)

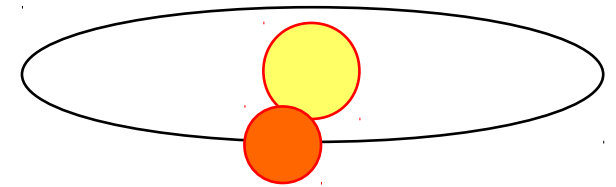


*Alonso et al., A&A 482, L21 (2008)*

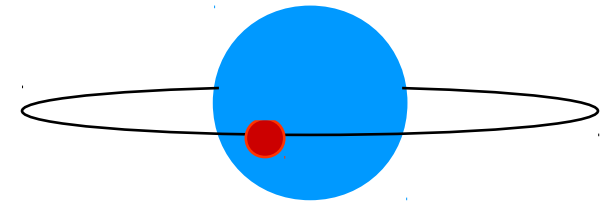
# S'agit-il vraiment d'une planète ?

---

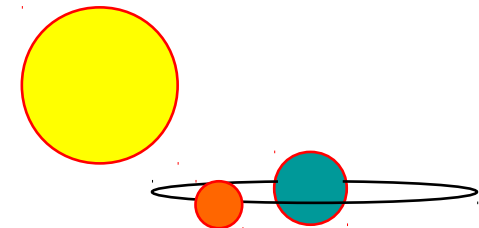
- Binaires à éclipses rasantes



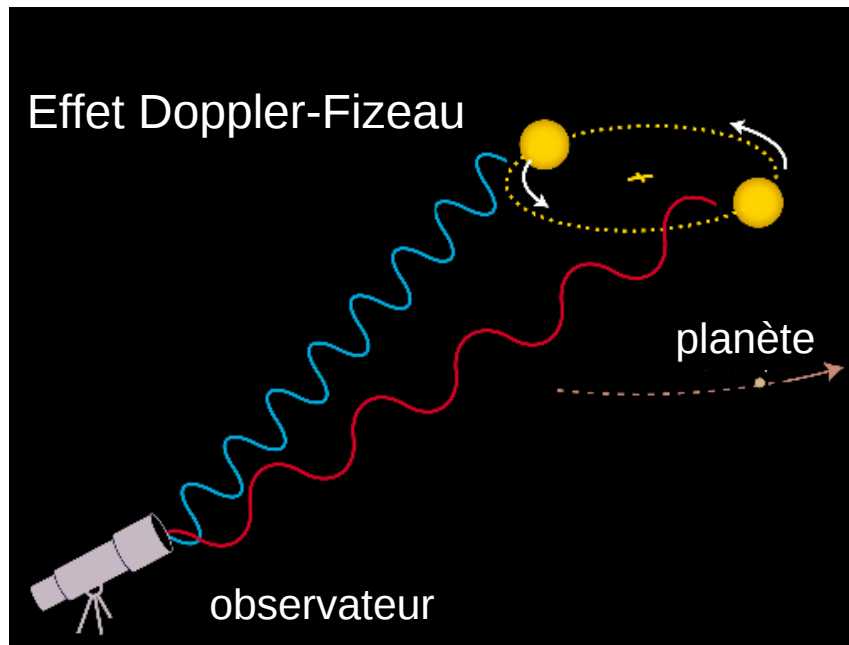
- Binaire naine-géante



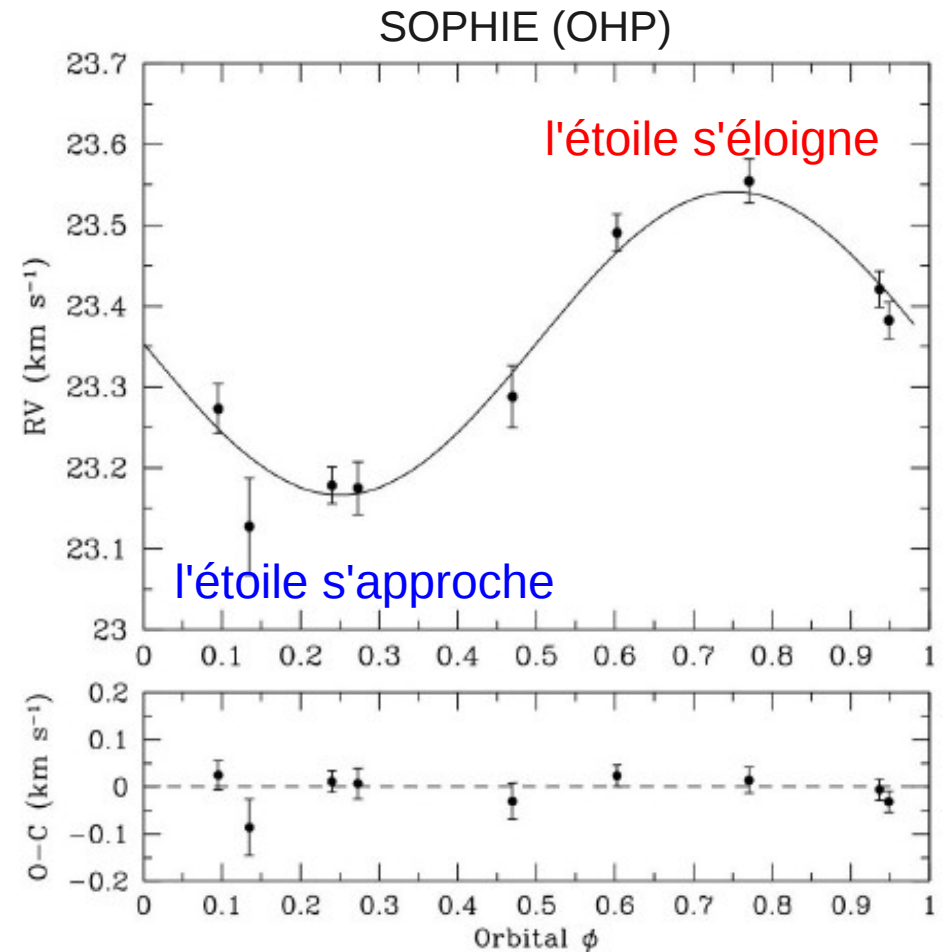
- Binaire de fond



# Mesure de la masse

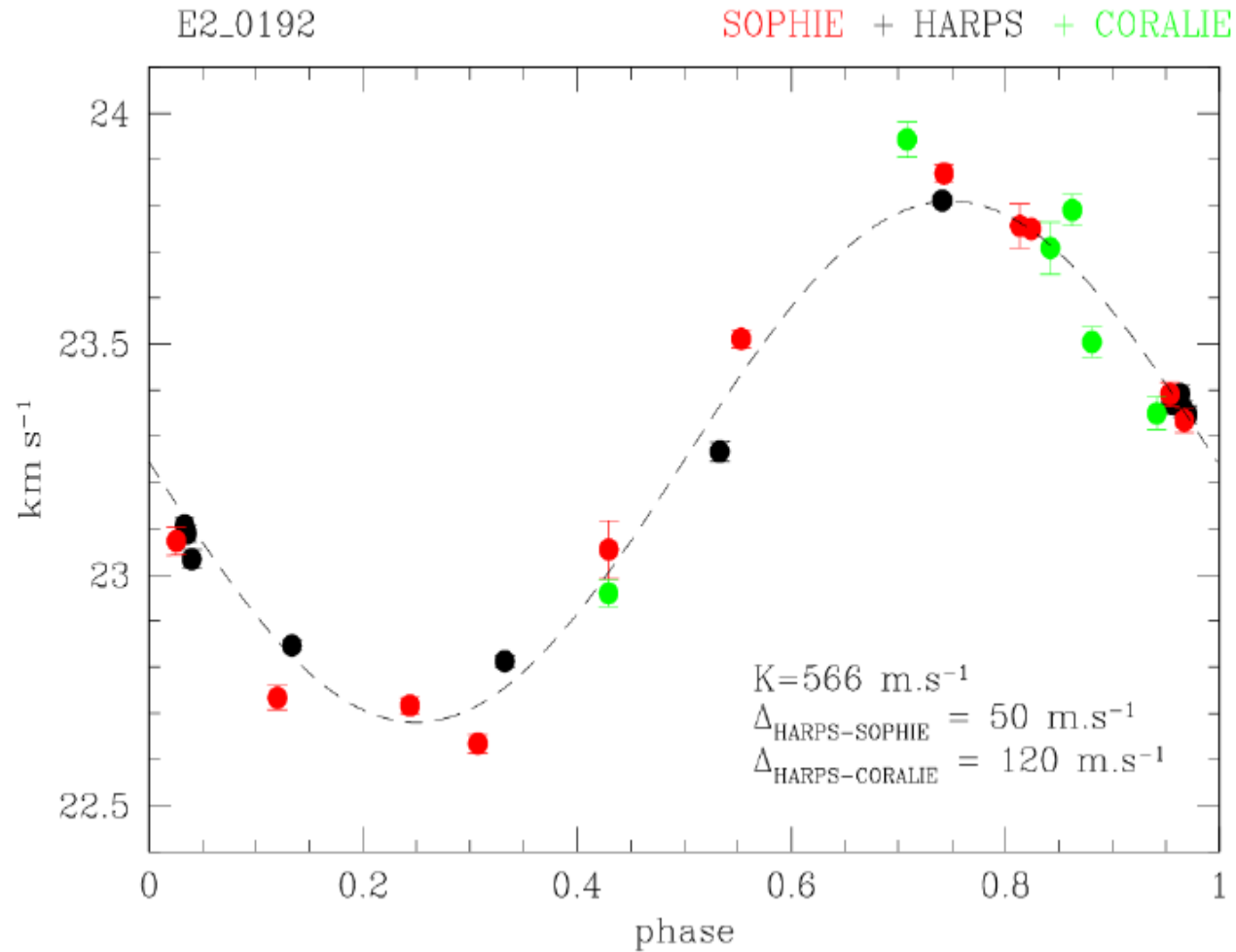


➡ Masse de la planète



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

# Masse de Corot-2b



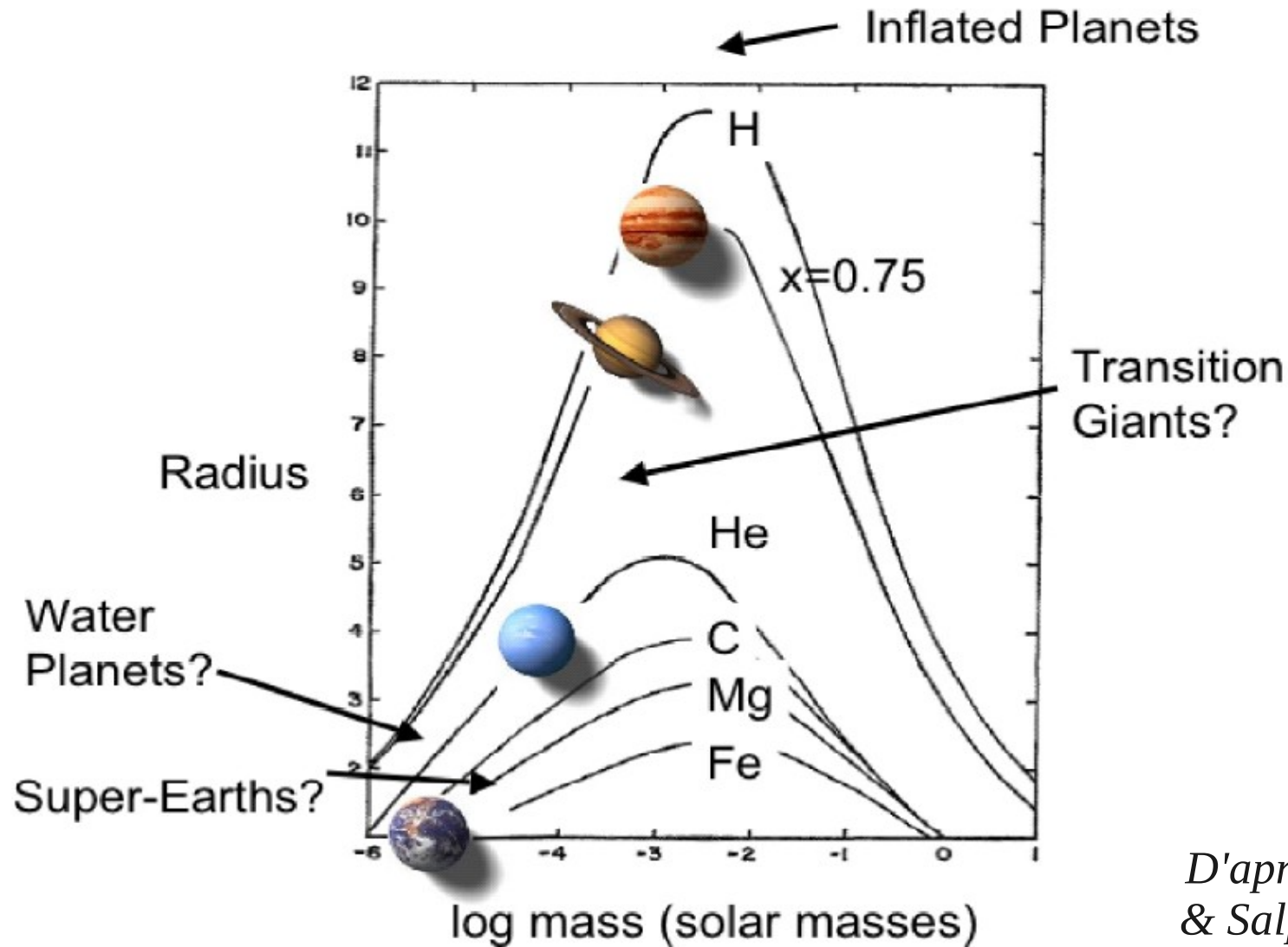
*Alonso et al., A&A 482, L21 (2008)*

# Corot-2b et son étoile

---

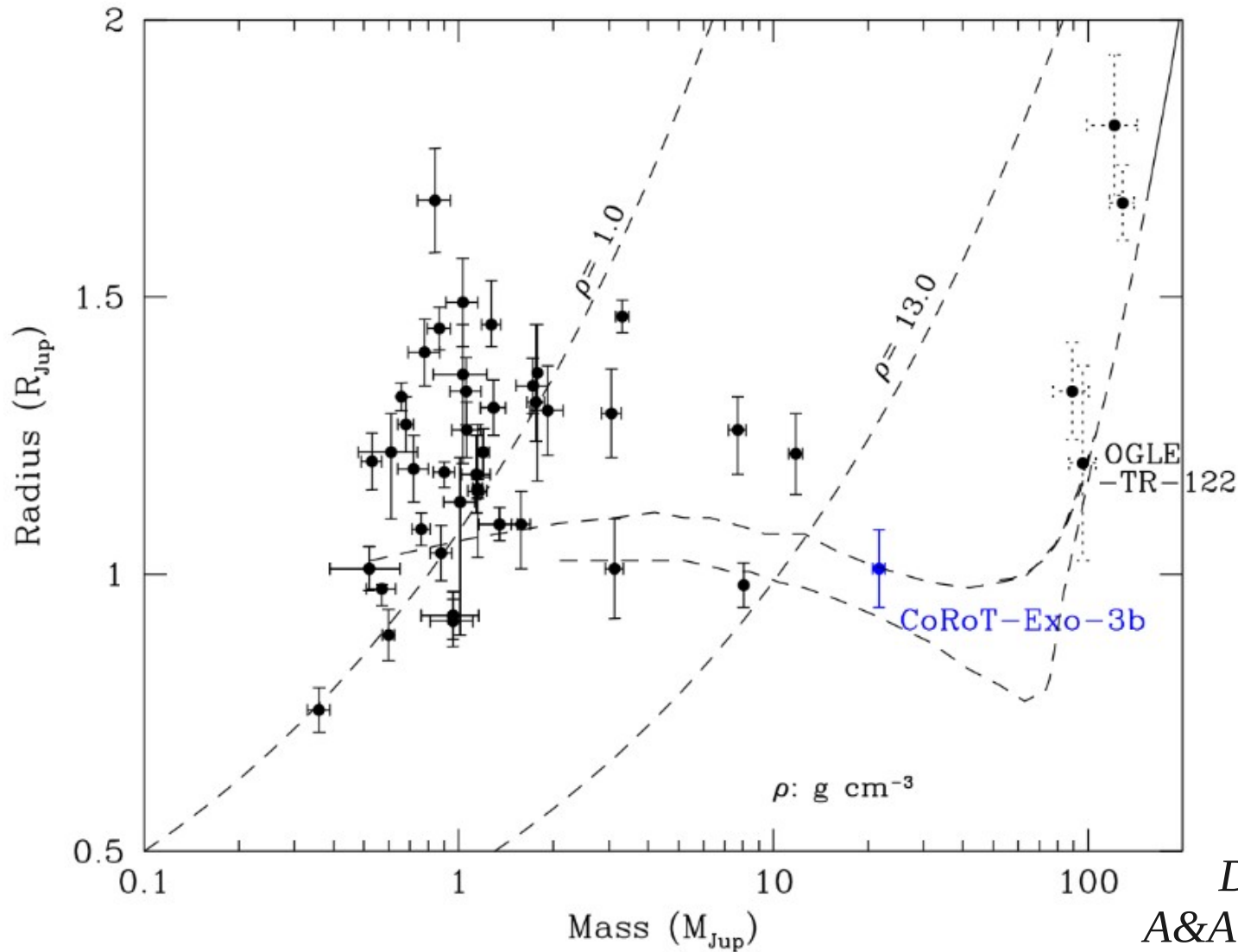
- étoile-hôte : G7 V ( $v=12,6$ )
- rayon :  $1,429 \pm 0,047 R_{\text{Jp}}$
- masse :  $3,53 \pm 0,24 M_{\text{Jp}}$
- densité :  $1,50 \pm 0,18$
- période :  $1,7429964 \pm 0,0000017 \text{ j}$
- demi-grand axe :  $0,030 \text{ UA}$

# Nature des exoplanètes



*D'après Zapolsky  
& Salpeter (1969)*

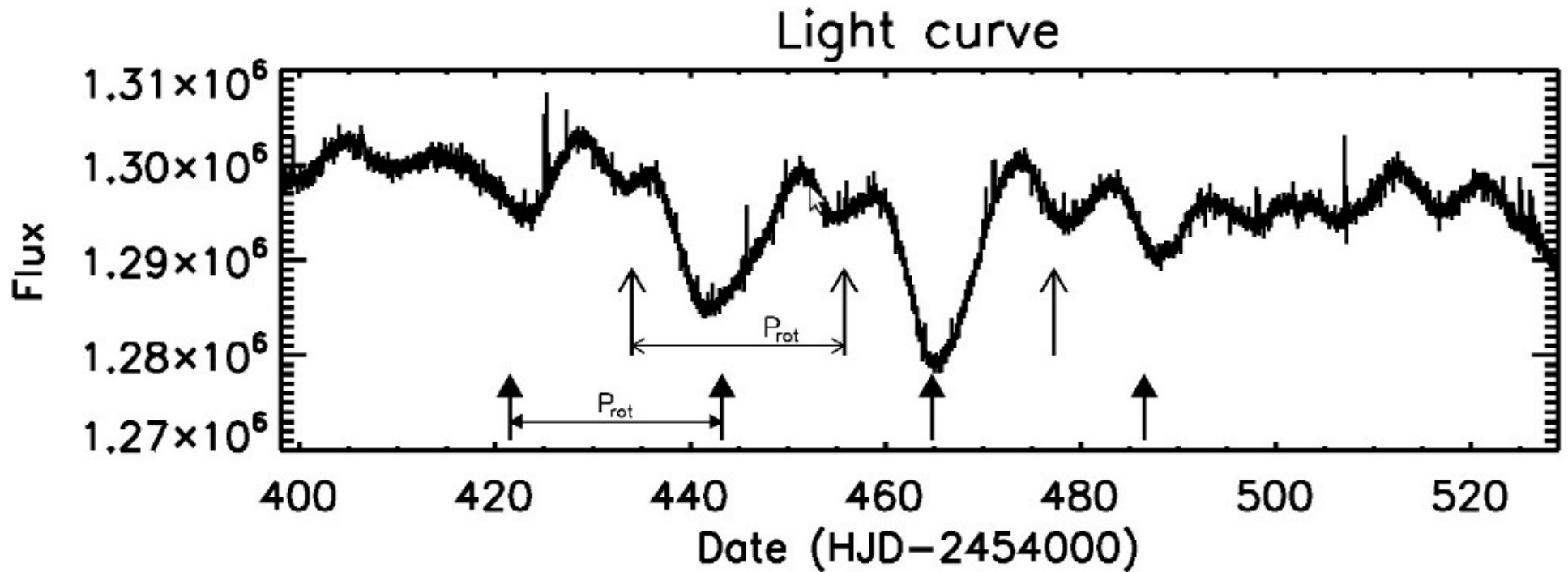
# Planètes, naines brunes & étoiles



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

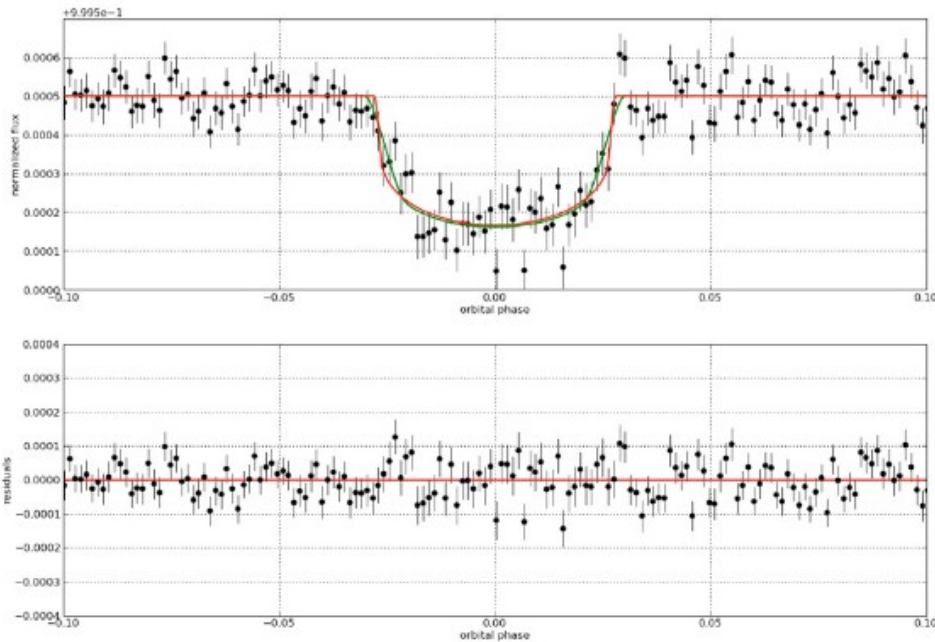


# Corot-7b



*Léger et al., A&A 506, 287 (2009)*

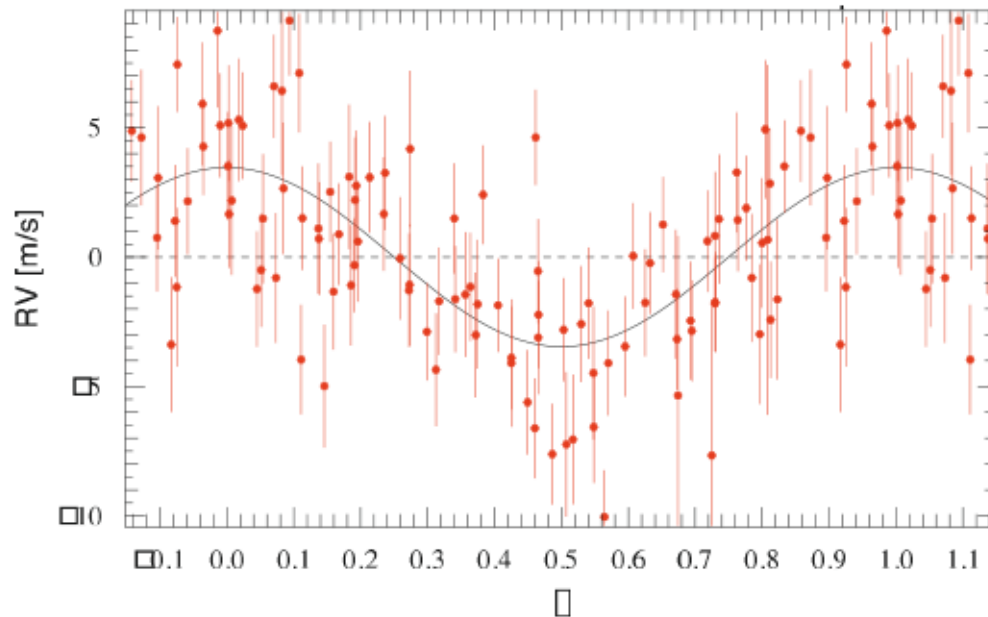
# Corot-7b : transit



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	$\pm 0.20$
$T_{14}$ (h)	1.125	$\pm 0.05$
impact parameter $z$	0.61	$\pm 0.06$
$k = R_{\text{pl}} / R_{\star}$	0.0187	$\pm 3 \times 10^{-4}$
$R_{\text{pl}} / R_{\text{Earth}}$	1.68	$\pm 0.09$
$M_{\text{pl}} / M_{\text{Earth}}$	<21	
$i$ (deg)	80.1	$\pm 0.3$

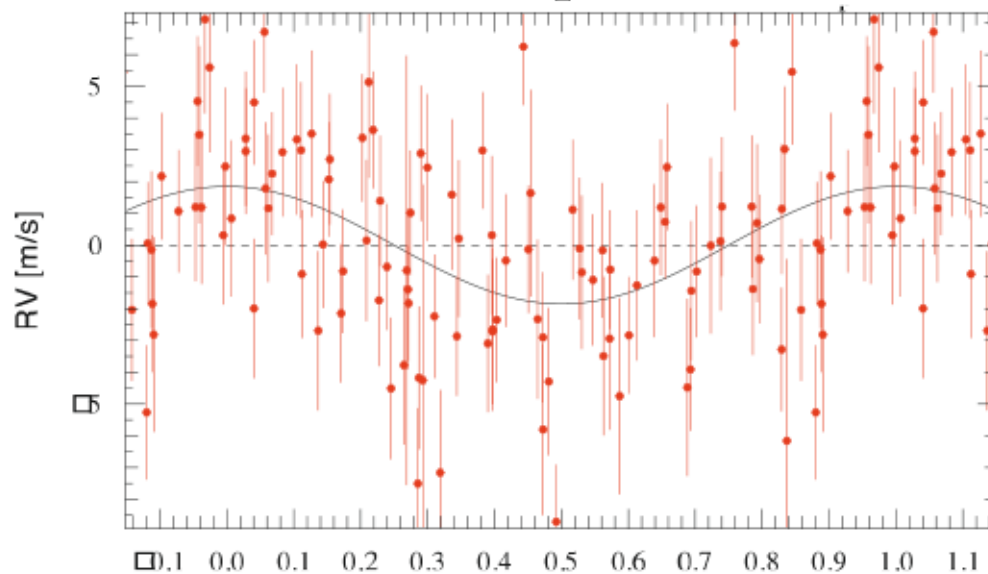
*Léger et al., A&A 506, 287 (2009)*

# Le système de Corot-7 : 2 planètes !



## Corot-7c

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



## Corot-7b

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

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

# Corot et les exoplanètes

---

- La première *naine brune* avec un rayon et une masse mesurés
- La première *planète rocheuse* avec un rayon et une masse mesurés
- 7 planètes publiées, 5 en analyse et des dizaines de candidats...