



## Communiqué de presse

### Du 17 décembre 2013

Une équipe d'astronomes européens<sup>1</sup>, dont des chercheurs du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (CNRS/Aix-Marseille Université) et de l'Observatoire de Haute-Provence – Institut Pythéas (CNRS/Aix-Marseille Université) / IAP, a confirmé la présence d'une planète « invisible », grâce au spectrographe SOPHIE<sup>2</sup> installé sur le télescope de 1,93m de l'Observatoire de Haute-Provence. Cette planète, Kepler-88 c, avait été prédite grâce à la perturbation gravitationnelle qu'elle cause sur sa planète voisine, Kepler-88 b. Ce résultat est publié aujourd'hui dans la revue *Astronomy & Astrophysics* et sur le site web du CNRS.

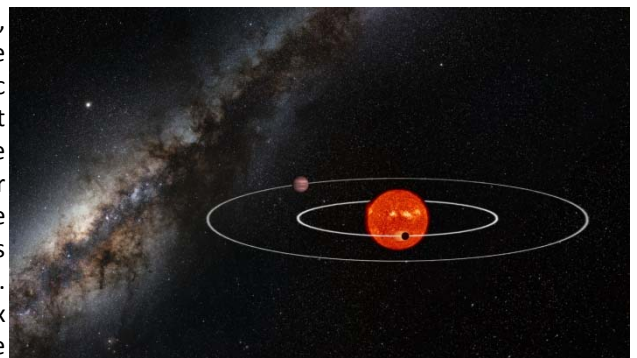
Pendant les quatre années de sa mission, le télescope spatial Kepler<sup>3</sup> a trouvé plus de 3500 transits planétaires sur des centaines de milliers d'étoiles étudiées. Cependant, toutes les planètes situées dans le champ de vue de Kepler ne passent pas devant leur étoile hôte. En effet, si le plan de leur orbite est légèrement incliné (quelques degrés suffisent) par rapport à la direction de la Terre, la planète n'occulte pas l'étoile. Elle est donc « invisible » pour Kepler.

Des planètes en orbite autour d'une même étoile interagissent gravitationnellement les unes avec les autres. Dans ces systèmes à plusieurs planètes, cette interaction cause des perturbations dans les temps auxquels se produisent les transits planétaires<sup>4</sup>. Ce phénomène est appelé variations des temps de transit ou TTV. La technique des TTV est sensible à des planètes aussi petites que la Terre et permet de mettre en évidence les perturbations gravitationnelles dans les systèmes planétaires.

C'est le cas du système Kepler-88 autour duquel le télescope spatial Kepler a détecté une planète en transit (Kepler-88 b). Cette planète est si fortement perturbée par une autre planète qui elle ne transite pas, que ce système a gagné le surnom de *Roi des variations de temps de transit*.

Une analyse précédente<sup>5</sup> a prédit que ce système devrait être composé d'une paire de deux planètes proches de la résonance deux:un (i.e. la période orbitale de la planète externe est exactement deux fois plus longue que celle de la planète interne). Cette configuration orbitale est la même que celle entre la Terre et Mars dans le système solaire, Mars orbitant autour du Soleil en près de 2 ans. En utilisant le spectrographe SOPHIE, une équipe européenne d'astronomes a réussi à mesurer directement, grâce à la méthode des vitesses radiales<sup>6</sup>, la masse de la planète invisible Kepler-88 c.

C'est la première fois que la masse d'une exoplanète invisible, déduite de la variation de temps de transit est confirmée indépendamment par une autre technique. Ce résultat valide donc la technique des TTV pour détecter des planètes invisibles et explorer les systèmes multiplanétaires. Cette technique a été utilisée pour déterminer la masse de plus de 120 exoplanètes détectées par Kepler dans 47 systèmes planétaires, jusqu'à des planètes à peine plus massives que la Terre. Il aide à mieux comprendre les interactions dynamiques et la formation de systèmes planétaires. Cela permet aussi d'anticiper l'exploration future de nouveaux systèmes exoplanétaires depuis l'espace comme pourra le faire le télescope PLATO<sup>7</sup>.



### **Pour aller plus loin :**

Neptune, la dernière planète du Système solaire, avait également été prédite grâce aux perturbations qu'elle provoque sur une autre planète du Système solaire (Uranus). Le mathématicien français Urbain Le Verrier avait alors calculé que cette anomalie sur l'orbite d'Uranus était due à une autre planète inconnue alors en résonance deux:un. Ces calculs ont permis à l'astronome allemand Johann Gottfried Galle de découvrir Neptune le 23 septembre 1846.

### **NOTES:**

1. L'équipe est composée de S. C. C. Barros (LAM), R. F. Díaz (LAM/Observatoire Genève), A. Santerne (CAUP/LAM), G. Bruno (LAM), M. Deleuil (LAM), J.-M. Almenara (LAM), A. S. Bonomo (INAF – Osservatorio Astronomico di Torino), F. Bouchy (LAM), C. Damiani (LAM), **G. Hébrard (IAP/OHP)**, **G. Montagnier (IAP/OHP)** et C. Moutou (CFHT/LAM). Les observations ont été financées grâce au Programme National de Planétologie du CNRS-INSU.
2. SOPHIE (Spectrographe pour l'Observation des Phénomènes des Intérieurs stellaires et des Exoplanètes, or *Spectrograph for Observation of phenomena of stellar interiors and Exoplanets*) est un spectrographe à haute résolution permettant de mesurer la vitesse radiale des étoiles avec une précision de 1m/s. Il est installé sur le télescope de 1,93 mètre de l'Observatoire de Haute-Provence, le même télescope avec lequel, en 1995, Michel Mayor et Didier Queloz ont détecté la première planète autour d'une autre étoile que le Soleil.
3. Le Télescope Spatial Kepler (NASA) a été lancé le 5 mars 2009 pour observer continuellement 150 000 étoiles dans la région de la constellation du Cygne. L'un des objectifs principaux de cette mission était de détecter des transits d'exoplanètes. À cause de problèmes techniques, cette mission a été interrompue prématurément le 15 août 2013.
4. La méthode des transits planétaires consiste à mesurer la diminution de luminosité des étoiles quand une planète passe devant le disque stellaire (comme une micro éclipse de Soleil). Avec cette méthode des transits, il est possible de mesurer le rayon des planètes, mais pas leur masse. Cette méthode est compliquée à utiliser, parce qu'elle nécessite que la planète et l'étoile soient parfaitement alignées avec l'observateur.
5. Nesvorny et al., *KOI-142, the King of Transit Variations, is a Pair of Planets near the 2:1 Resonance*, *The Astrophysical Journal*, Volume 777, (2013)
6. La méthode des vitesses radiales détecte des exoplanètes en mesurant les petites variations dans la vitesse (radiale) de l'étoile, à cause du mouvement reflex que l'exoplanète induit sur l'étoile. La variation de vitesse radiale de la Terre sur le Soleil est d'environ 10 cm/s, soit 0,36 km/h. Avec cette méthode, il est possible de déterminer la masse minimale des planètes.
7. PLATO est une mission candidate M3 du programme « Cosmic Vision » de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), dont le but est de rechercher d'autres Terres en transit devant des étoiles voisines du Soleil : <http://sci.esa.int/plato/>

### **Source :**

L'article SOPHIE velocimetry of Kepler transit candidates X KOI-142c: first radial velocity confirmation of a non-transiting exoplanet discovered by transit timing est publié aujourd'hui dans la revue scientifique [Astronomy & Astrophysics](#) (voir aussi <http://arxiv.org/abs/1311.4335>).

### **Illustrations :**

ANIMATION : Peut-être téléchargée ici : <http://www.astro.up.pt/press/kepler-88/planets.mp4>

Animation1: Animation d'un système planétaire avec deux planètes en résonance deux:un.

Crédit: Ricardo Cardoso Reis (CAUP)

Figure 1 : Vue d'artiste du système Kepler-88 b

Crédits: Alexandre Santerne (CAUP) / Image de fond : ESO / S. Brunier

Figure 2 : Photo de la coupole du télescope de 1,93m de l'Observatoire de Haute-Provence (France) qui utilise le spectrographe SOPHIE, avec le champ de vue de Kepler. Crédit : Alexandre Santerne (CAUP)

Communiqué de presse du CNRS du 17 décembre 2013 : <http://www.insu.cnrs.fr/node/4651>

**Contacts presse OHP :** 04 92 70 64 81 - [nathalie.desmons@osupytheas.fr](mailto:nathalie.desmons@osupytheas.fr)

OHP - 04870 St-Michel l'Observatoire - [www.obs-hp.fr](http://www.obs-hp.fr)

**Contacts science OHP :**

Guillaume Hébrard – [hebrard@iap.fr](mailto:hebrard@iap.fr)

