

NOUVELLES DÉTECTIONS D'ÉTOILES DOUBLES ET MULTIPLES GRÂCE AUX MISSIONS SPATIALES EXPLORANT LES SYSTÈMES PLANÉTAIRES

New detections of double and multiple stars thanks to space missions exploring planetary systems

Patricia Lampens

Astronome à l'Observatoire royal de Belgique - Av. Circulaire 3, BE-1180 Bruxelles - <https://www.astro.oma.be/fr/>

Email : patricia.lampens@oma.be



Résumé

L'avancée des techniques de mesure est essentielle, notamment dans le domaine de la recherche fondamentale en astronomie et astrophysique, mais ces avancées dépendent avant tout des objectifs scientifiques poursuivis. L'astronomie des étoiles doubles profite ainsi des nouveaux moyens d'investigation mis en œuvre pour la détection des exoplanètes.

Abstract

Progress in measurement techniques is essential, particularly in the field of fundamental research in astronomy and astrophysics, but these advances depend above all on the scientific objectives pursued. The astronomy of double stars thus benefits from the new means of investigation implemented for the detection of exoplanets.



Depuis la découverte de la toute première planète en dehors de notre système solaire en 1995 (51 Peg b par M. Mayor et D. Queloz, Nature 253), les astrophysiciens sont à la recherche d'autres systèmes planétaires. Afin d'augmenter sensiblement le nombre de ces détections, des missions spatiales ont été développées et conçues comme CoRoT (Baglin et al. 2006), Kepler (Borucki et al. 2010), K2 (Howell et al. 2014), TESS ('Transiting Exoplanet Survey Satellite', Ricker et al. 2015), CHEOPS (CHaracterising ExOPlanet Satellite, Rando et al. 2018) et dans un futur proche PLATO (Handbook of Exoplanets, Rauer et al. 2018). Ainsi, la mission Kepler explore la diversité des systèmes planétaires et des planètes.

Les résultats des missions spatiales capables d'acquérir des courbes de lumière avec une précision invraisemblable (jusqu'à une précision de quelques dizaines de "parties par million" ou ppm) pour plusieurs centaines de milliers d'étoiles à la recherche de nouvelles planètes ont non seulement apporté des nouveaux éclairages dans le domaine des étoiles variables, mais ont aussi réanimé l'intérêt et l'étude des étoiles binaires en général. Les détections de nouvelles étoiles variables représentent la grande majorité tandis que les détections de nouveaux systèmes planétaires vont bon train. En même temps, les détections de nouvelles étoiles binaires se font par plusieurs milliers à la fois. Par exemple, le catalogue des étoiles binaires à éclipses et ellipsoïdales de la mission Kepler contient 2878 détections, soit 1.3% des étoiles observées par le satellite (Kirk et al. 2016).

Des nouvelles techniques de détection de systèmes binaires et multiples ont été identifiées. Ainsi, les étoiles dont la courbe de lumière contient la forme d'un cardiogramme ("heartbeat star"- fig. 1) sont reconnues comme étant des étoiles binaires (non-éclipsantes) à orbite très excentrique, tandis que les étoiles pulsantes dont les fréquences de pulsation sont modulées par les écarts en temps-lumière causés par un mouvement

orbital sont de nouveaux systèmes détections par la méthode de modulation des fréquences (Shibahashi et al. 2012) ou des phases (Murphy et al. 2014).

De mon côté, je m'intéresse aux étoiles variables pulsantes du type "hybride" nouvellement détections par Kepler qui appartiennent à la séquence principale de type spectral A ou F. Ces étoiles pulsantes hybrides présentent des fréquences très disparates dans leur spectre de puissance (transformée de Fourier des courbes de lumière). Parmi elles, certaines peuvent appartenir à un système d'étoiles, et présenter des éclipses et/ou des déformations de surface (étoiles ellipsoïdales) qui donneront un signal autour de la fréquence orbitale. Ceci pourrait expliquer certaines fréquences courtes (périodes longues) dans les spectres de puissance de ces mystérieuses étoiles hybrides.

À partir de nos mesures spectroscopiques de 83 cas d'étoiles candidates hybrides réalisées au cours des 5 dernières années, nous avons obtenu un taux de multiplicité d'environ 30% (c'est la fraction qui appartient à un système spectroscopique binaire ou multiple). Nous avons calculé les orbites et les masses pour une dizaine de systèmes doubles et triples. De plus, nous avons identifié les systèmes intéressants pour lesquels une analyse combinée des écarts en temps-lumière des fréquences de pulsation avec les vitesses radiales (fig. 2) permet d'obtenir des éléments orbitaux plus précis ainsi qu'une identification de la composante pulsante (Lampens et al. 2018, 2020 (en révision)). En tenant compte des autres méthodes de détection, par exemple la méthode de la phase modulée, le taux de multiplicité dans notre échantillon d'étoiles hybrides excède les 30%. Ensuite, nous analysons les spectres de puissance Kepler dans le but de rechercher s'il y a interaction entre la présence d'un compagnon (ou les propriétés orbitales) et les oscillations des composantes.

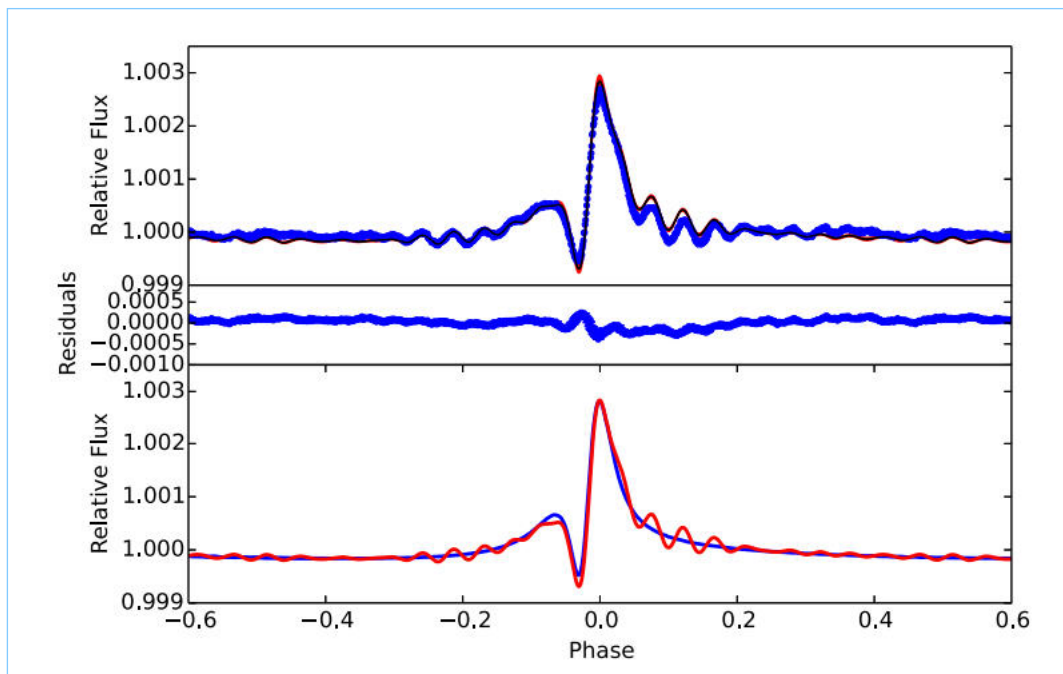


Figure 1 : Courbe de lumière en forme de cardiogramme de l'étoile binaire ellipsoïdale KIC3749404 (Hambleton et al. 2016, MNRAS 463). On peut y voir des oscillations superposées à la courbe de lumière de l'étoile binaire.

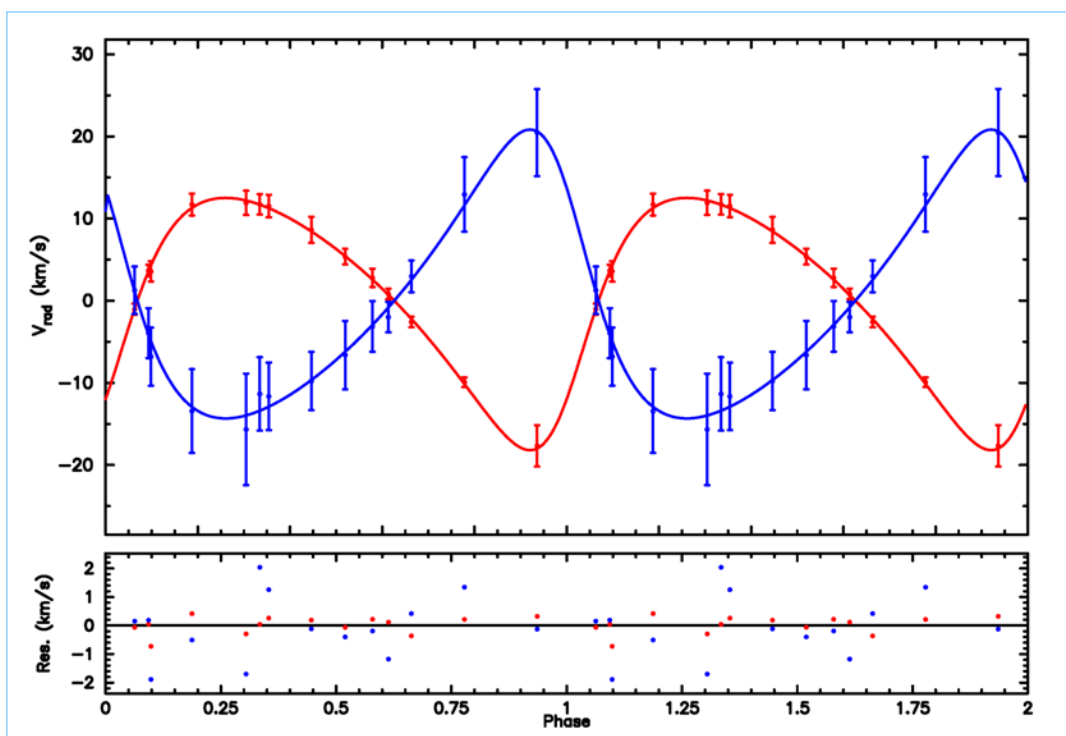


Figure 2 : Mesures des vitesses radiales et orbite calculée pour l'étoile binaire spectroscopique à double raies KIC7756853 (Période orbitale de 99 jrs, Lampens et al. 2018, A&A 610)



Patricia Lampens

Depuis 1988, je suis astronome à l'Observatoire royal de Belgique où j'ai travaillé sous la direction enthousiaste de Jean Dommangeat. C'est lui qui m'introduisit dans le domaine des étoiles doubles et qui m'a dirigée vers une étude systématique de mesures photométriques de ce type d'étoiles dans le cadre de la mission Hipparcos. Mon intérêt scientifique porte notamment sur l'acquisition des propriétés fondamentales des étoiles doubles et multiples en prêtant une attention particulière aux systèmes dont au moins une composante est une étoile pulsante (afin de pouvoir contraindre au mieux les modèles stellaires).