



Mesures astrométriques d'étoiles doubles orbitales à l'Observatoire de la Sorbonne

Patrick Wullaert ⁽¹⁾, Martin Grandidier ⁽²⁾, Maxence Baylet ⁽²⁾, Augustin Laouisset⁽²⁾, Anica Lekic ^{(1) (2)}

(1) SAF - Commission des étoiles doubles, (2) IPSA École d'ingénieurs de l'air, de l'espace et de la mobilité durable

La SAF et l'IPSA

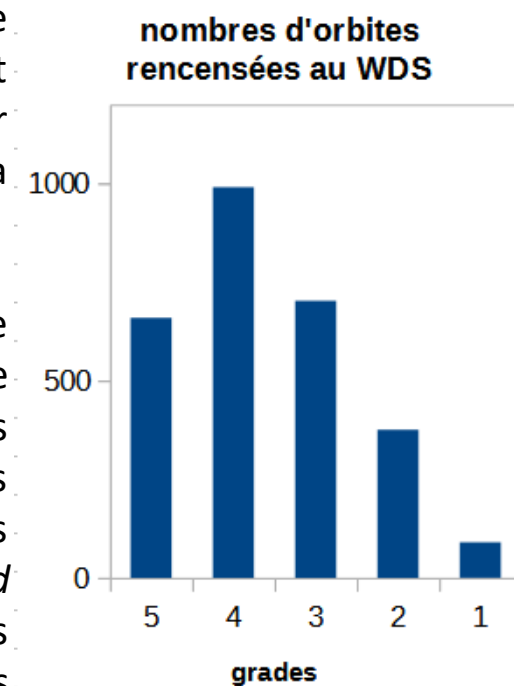
La Commission des étoiles doubles de la SAF et l'Association IPSA Véga ont débuté une campagne d'observations et de mesures astrométriques d'étoiles doubles visuelles en utilisant les lunettes des observatoires franciliens de la SAF : La Sorbonne et Juvisy. L'objectif scientifique est de mesurer la position des étoiles et ainsi contribuer, dans une démarche PRO/AM, aux suivis des trajectoires d'étoiles en interaction physique avec une étoile voisine. Les objectifs pédagogiques sont d'accompagner des étudiants à effectuer des mesures à partir des images qu'ils ont eux mêmes réalisées, à analyser les résultats obtenus en les situant dans leur contexte et finalement à publier un article scientifique.

Les étoiles doubles en orbite

De nombreuses étoiles sont doubles ou multiples, c'est à dire qu'elles apparaissent proches lors de l'observation aux instruments. Dans certains cas, la proximité n'est qu'apparente et ne provient que d'un alignement presque parfait des étoiles observées avec le Système solaire (on les appelle doubles optiques). Les plus intéressantes sont les étoiles physiquement proches l'une de l'autre, qui peuvent alors interagir gravitationnellement jusqu'à orbiter autour de leur centre de masse commun. La détermination des orbites permet de connaître la masse des étoiles en utilisant la 3^{ème} loi de Kepler appliquée aux étoiles doubles :

$$M_1 + M_2 = a^3 / (\pi^3 \cdot P^2)$$

où M_1 et M_2 désignent les masses des composantes exprimées en masses solaires, a désigne le demi-grand axe de l'orbite, π est la parallaxe du couple en secondes de degré et P la période en années. Les mesures récentes effectuées par le satellite Gaïa ont apporté des progrès considérables sur la connaissance des étoiles doubles, en particulier sur les distances et les vitesses relatives entre les composantes. Cependant, l'observation sur la durée des positions des composantes reste incontournable pour affiner les paramètres orbitaux. L'USNO (*United States Naval Observatory*) recense les mesures de position et les calculs d'orbites des étoiles doubles au sein du catalogue WDS (*Washington Double Stars catalog*). Les calculs d'orbites sont classés par grades, indices de leur niveau estimé de fiabilité, le grade 5 étant le moins fiable et le grade 1 le meilleur. L'histogramme ci-contre montre que très peu d'orbites sont connues avec précision. Les amateurs peuvent contribuer à enrichir les bases de données en mesurant la position de l'étoile secondaire par rapport à la primaire en utilisant les coordonnées polaires (θ étant l'angle entre le nord céleste et l'axe passant par les deux étoiles, ρ étant la séparation angulaire entre les deux étoiles).



Contacts

Patrick Wullaert : patrick.wullaert@saf-astronomie.fr

Anica Lekic : anica.lekic@ipsa.fr

Martin Grandidier : martin.grandidier@ipsa.fr

Maxence Baylet : maxence.baylet@ipsa.fr

Augustin Laouisset : augustin.laouisset@ipsa.fr

L'Observatoire de la Sorbonne

Situé à Paris au cœur du Quartier latin, l'Observatoire de la Sorbonne bien que soumis à une très forte pollution lumineuse, bénéficie d'un emplacement idéal pour effectuer un projet d'observations avec des étudiants. Les bâtiments actuels de la Sorbonne, y compris la tour astronomique et la coupole, ont été édifiés entre 1885 et 1900 ; la coupole principale surplombe la rue Saint-Jacques de 39 mètres et offre une vision du ciel à 360°. Elle abrite depuis 1980 une lunette de 153 mm de diamètre et 2 300 mm de longueur focale, qui appartient à la SAF. La lunette date de 1935 et est munie d'un doublet achromatique, la monture est de type équatorial, le pointage aux coordonnées s'effectue à l'aide de cercles gradués. Une seconde coupole de la tour abritait une lunette méridienne. Elle abrite maintenant l'atelier de polissage des miroirs, organisé par la Commission des instruments de la SAF.

Pour les observations d'étoiles doubles à la Sorbonne, nous avons utilisé une caméra CMOS, de type ZWO ASI 178MM avec des pixel de 2,4 μ m avec laquelle nous avons pu observer des étoiles jusqu'à la magnitude 14.



Exemple de résultat : γ Leo

La nature double de γ Leo (Al Gieba, HIP50583, HD 89484, HR 4057) a été découverte par William Herschel en 1792. Bien que cette étoile double soit suivie régulièrement depuis 1820, la détermination des paramètres orbitaux est délicate. Les raisons : l'orbite est très allongée et la secondaire est proche de l'apoastre, nous disposons de mesures sur un quart de l'orbite seulement et les valeurs mesurées montrent de fortes dispersions surtout pour les plus anciennes (voir les points sur le graphique ci contre). Plusieurs calculs prévisionnels ont été effectués, représentés par des ellipses sur le graphique. Le catalogue WDS, au 14 mai 2022, retient deux calculs de grade 4 considérés comme les deux meilleurs à ce jour et publiés par Romanenko en 2014. Dans son article, Romanenko a publié deux résultats possibles en raison d'une indétermination sur le signe de l'angle β (angle entre le vecteur reliant les deux étoiles A et B et le plan tangent à la sphère céleste). Il souligne que les observations dans les dix ans qui viennent permettront de lever cette indétermination.

Notre mesure pour l'époque 2022,22 : $\theta = 126,7^\circ \pm 0,1^\circ$ $\rho = 4,74'' \pm 0,20''$ montre une bonne corrélation avec l'hypothèse $\beta = -38^\circ$; pour l'autre hypothèse, $\beta = +38^\circ$, la prévision pour l'angle de position θ est en dehors de l'intervalle d'incertitude de notre mesure (voir tableau O-C ci dessous).

Ce travail a utilisé :

- les données Gaïa EDR3 et les images Aladin mises à disposition par le Centre de Données astronomiques de Strasbourg pour calibrer les images,
- le logiciel REDUC de Florent Losse pour réduire les données.

hypothèse	notre observation		calcul		O-C	
	θ	ρ	θ	ρ	θ	ρ
$\beta = -38^\circ$	126,7	4,74	126,8	4,74	-0,1	0,00
$\beta = +38^\circ$	126,7	4,74	127,6	4,76	-0,9	-0,02

