

MESURES D'ÉTOILES DOUBLES VISUELLES À L'OBSERVATOIRE DE LILLE ⁽¹⁾

QUATRIÈME SÉRIE : FÉVRIER 2018 – DÉCEMBRE 2019

Double Stars Measurements at Lille Observatory ⁽¹⁾
Fourth Series : february 2018 - december 2020

André Amossé ^(2,3,5), Serge Vasseur ^(2,3), Stéphane Razemon ^(2,4)

1 Observatoire de l'université de Lille (IMCCE – UMR8028 du CNRS) - <http://astronomie.univ-lille1.fr/>

2 Association Jonckheere - <https://asso-jonckheere.wixsite.com/accueil>

3 Commission des Étoiles Doubles – Société Astronomique de France - <http://saf.etoiledoubles.free.fr/index.htm>

4 Club Astronomique de la Région Lilloise - <http://www.astro-carl.com>

5 aamosse@nordnet.fr



Résumé

Cet article présente la quatrième campagne de mesures d'étoiles doubles visuelles menée à l'observatoire de Lille depuis 2007. Ces mesures ont été réalisées dans le cadre des activités de l'association Jonckheere, avec une caméra Cmos ASI 290 MMC montée sur le réflecteur de 34 cm de l'observatoire. Dans cette nouvelle série de mesures, nous avons testé plusieurs configurations (rapport F/D, filtres) afin de profiter des possibilités offertes par cette caméra et de mettre en pratique la méthode d'interférométrie des tavelures.

Keywords : astrometry, stars, binaries: visual, Cmos

Abstract

This paper presents the fourth campaign of measurements of double visual stars conducted at the Lille Observatory since 2007. These measurements were carried out as part of the activities of the Jonckheere Association, with a Cmos ASI 290 MMC camera mounted on the 34 cm refractor of the Observatory. In this new series of measurements, we tried several configurations (F/D ratio, filters) to capitalize on the potential of this camera and to make use of the speckle interferometry method.



Introduction

Depuis plusieurs années, quelques membres de l'association Jonckheere mènent un programme de mesures d'étoiles doubles visuelles avec l'équatorial de l'observatoire de Lille. Les trois premières séries de mesures ont été publiées dans le bulletin Observations & Travaux [1], [2] et [3] de la société astronomique de France.

L'équatorial de l'observatoire a été conçu par la société Mailhat en 1909. Ses caractéristiques optiques ont été mesurées en 2011, lors du dernier démontage et nettoyage de l'objectif[1] :

- Diamètre utile : 326 mm
- Distance focale : 6034 mm +/- 8 mm

La chaîne de mesure

Le montage de la caméra sur la lunette est identique à ce qui a été décrit précédemment [1]. Il est réalisé par l'intermédiaire d'une glissière permettant le contrôle du champ sans perturber la mise au point et l'orientation de la caméra.

Pour cette quatrième série de mesures, nous poursuivons l'utilisation de la caméra ASI 290 MMC de marque ZWO équipée d'un capteur noir et blanc Sony IMX290. C'est un capteur CMOS de 1936 x 1096 pixels. Le côté de chaque pixel carré vaut 2,9 µm. L'encodage est en 12bits.

Cette caméra a été utilisée soit au foyer de la lunette, soit avec une lentille de barlow Antares x1,5 ou une lentille de barlow televue x2. L'échantillonnage moyen est :

- de 0,099" par pixel au foyer
- de 0,057" avec la barlow Antares
- de 0,048" avec la barlow Televue

tout ceci en sachant que la résolution angulaire théorique

définie par le rayon du premier anneau sombre de la tache d'Airy, pour le maximum de sensibilité de la caméra (λ proche de 600 nm), est de 0,46".

À noter qu'avec le recul volontaire que nous avons donné à la caméra derrière la barlow Antares le facteur de grandissement est en pratique de x1,75.

Le système à glissière et la caméra sont placés sur la lunette de telle manière que l'axe de déplacement de la glissière et le côté le plus large du capteur de la caméra soient à peu près alignés avec le mouvement diurne.

La mise au point de la caméra est réalisée à l'aide d'un masque de Bahtinov placé à l'avant de l'objectif de l'instrument. Nous contrôlons la stabilité mécanique de la caméra par des mesures de couples étalons [4], en début, en cours et en fin de séance d'observation. Cet étalonnage permet aussi de déterminer l'orientation sur le ciel et l'échantillonnage de la caméra.

Le pointage des étoiles se fait aux cercles de coordonnées. Nous nous aidons du logiciel « Cartes du ciel » [5] et du catalogue du WDS [6] pour identifier les étoiles doubles à mesurer. Nous utilisons un oculaire Nagler de 31 mm pour le repérage et le centrage des couples. Ceci permet d'avoir un champ de contrôle de 25 minutes de degré au grossissement de 200.

Pour chaque étoile mesurée, nous réalisons une série d'images dont le nombre varie de 600 à 2 200 en fonction de la séparation, des conditions d'observation et de la turbulence. Seules les meilleures images seront exploitées à l'aide du logiciel conçu par Florent Losse : « Reduc » [7].

Enfin, l'établissement de la liste des étoiles doubles mesurées a été réalisé à l'aide de l'outil internet, fort pratique, « wdstool » développé par David Chiron [8].

Les mesures

Cette quatrième série de mesures s'étale sur 12 nuits d'observation allant de février 2018 à décembre 2019. Nous avons réalisé 220 mesures se rapportant à 200 couples dont 72 couples orbitaux inscrits au catalogue Orb6 de l'USNO [9]. Plusieurs couples ont été mesurés plusieurs fois. Nous préférons publier chaque mesure plutôt que de faire des moyennes sur les différentes nuits d'observation.

Toutes nos acquisitions ont été traitées avec le logiciel « Reduc » [7]. Les couples les plus serrés ont été traités par AutoCorrelation. Pour ces couples, nous avons cherché la meilleure configuration entre filtrage, échantillonnage et perte de lumière.

En effet, cette technique est d'autant plus efficace que l'échantillonnage est faible. Cependant, cela entraîne une baisse de luminosité et augmente le temps de pose. Or, le temps de pose doit aussi être très court et de préférence inférieur à 60 ms.

Par ailleurs, le chromatisme de la lunette impose aussi un filtrage. Nous avons testé un filtre vert et un IR/UV cut de marque TTL, un filtre rouge absorbant trop de lumière.

L'utilisation de la barlow x2 amène la focale de l'instrument à 12m et à un sur-échantillonnage de 0,049" par pixel avec la caméra ASI290. La baisse de luminosité est conséquente et ne nous permet pas de mesurer convenablement des couples faibles.

La lentille de barlow x1,5 (x1,75 en pratique) donne de meilleurs résultats, mais pose toujours des problèmes pour certains couples faibles.

Nos différents tests nous amènent à faire les acquisitions au foyer de la lunette avec le filtre IR/UV cut et lorsque les conditions de turbulence le permettent, d'utiliser la barlow Antares.

Estimation de la précision

Sur cette période, nous avons repris 15 mesures de couples étalons afin d'estimer la précision de nos mesures. Sur ces 15 mesures, l'écart moyen O-C en séparation est de 0,08" et l'écart moyen O-C en orientation est de 0,50°.

AMS 10

Nous avons pris l'habitude de prospecter aux alentours des couples mesurés afin de trouver des couples optiques dont les composantes semblent avoir un mouvement propre commun. Lors de la tentative infructueuse de mesurer MLR 298, nous avons découvert et mesuré un nouveau couple dont les composantes sont identifiées dans le catalogue Gaïa DR2 :

Ce couple est à proximité de Tyc 4054-619-1, comme le montre la figure 1 tiré du DSS via le logiciel Aladin Sky Atlas du CDS de Strasbourg [10].

Composante A

- DR2 514478464354619392 de magnitude visuelle 12,27
- Mouvement propre en ascension droite: 24,962 mas/an
- Mouvement propre en déclinaison: -24,750 mas/an
- Parallaxe : 2,591 mas
- Coordonnées J2000 AD: 02h28m03,345s DE:+64°13'14,98"

Composante B

- DR2 514478464351788928 de magnitude visuelle 12,45
- Mouvement propre en ascension droite: 25,181 mas/an
- Mouvement propre en déclinaison: -24,413 mas/an
- Parallaxe : 2,635 mas
- Coordonnées J2000 AD: 02h28m04,094s DE:+64°13'17,98"

Le couple a été mesuré à 58,72° d'orientation et à 5,74" de séparation le 30 décembre 2019.



Figure 1 : champ de la candidate AMS10

Description des tables de mesures

Les tables I et II présentent les couples mesurés. Les couples orbitaux sont isolés dans la table II.

Index WDS : identification dans l'index du WDS

Nom : nom du couple

MgP/MgS : magnitudes indiquées dans l'index du WDS

Epoque J : date de la mesure en année julienne

θ : mesure de l'angle d'orientation du couple en degrés (moyenne de la série d'images mesurées)

$\sigma\theta$: écart à la moyenne sur θ donné par la série d'images exploitées pour la mesure de θ lorsque la fonction « autoreduction » est utilisée

ρ : mesure de la séparation du couple en secondes de degré (moyenne de la série d'images mesurées)

$\sigma\rho$: écart à la moyenne sur ρ donné par la série d'images exploitées pour la mesure de ρ lorsque la fonction « autoreduction » est utilisée

Δm : estimation de la différence de magnitude entre les deux composantes donnée par le logiciel Reduc

Mtd : méthode de traitement

- 230 : nombre d'images exploitées lorsque la fonction « autoreduction » est utilisée
- AC : traitement par autocorrélation
- Compo : indique que nous avons composité la série d'images et réalisé une seule mesure sur cette composition.
- S : indique que nous avons composité la série d'images et utilisé l'algorithme « Surface » de Guy Morlet et Pierre Bacchus [11] intégré dans Reduc

Tp : temps de pose en millisecondes

H : la hauteur en degrés du couple au dessus de l'horizon lors de la mesure

Gain : gain de la caméra ASI lors de l'acquisition des images

Filtre : type de filtre utilisé

Bw : type de lentille de barlow utilisé

Notes : remarques, questions, identifications, proposition de découverte.

La table II possède en complément les colonnes :

Gr : grade de l'orbite de référence

Orbite : orbite de référence

O-C° : o-c sur l'angle de position

O-C" : o-c sur la séparation

La figure 2 montre quelques exemples d'images de couples mesurés ainsi que quelques autocorrélogrammes.

Couples orbitaux

Les couples orbitaux mesurés lors de cette période figurent dans la table II où l'on peut comparer les écarts entre nos mesures et la position calculée. La figure 3 en fin d'article reporte les écarts O-C en coordonnées rectangulaires des couples orbitaux de grade 1 à 3. Sur les 45 mesures représentées, 42 sont contenues dans une zone de 0.1" de côté, soit la taille d'un pixel de la caméra au foyer.

À noter que les O-C des couples STF1338 AB, STF257 et STT 170 AB (grade 3) s'éloignent significativement du reste des O-C. Ces binaires sont peut être à surveiller davantage pour une éventuelle mise à jour de leurs éléments d'orbite.

Remerciements

Nous tenons à remercier Alain Vienne, directeur de l'observatoire de Lille, qui nous autorise à utiliser la «Lunette Jonckheere» pour réaliser nos mesures. Nous remercions aussi Daniel Bonneau, Florent Losse et Philippe Laurent pour leurs conseils et suggestions lors de la rédaction de cet article.

Références

[1] Amossé, A., Razemon, S., Grase, F., Caille, S., Rouselle, J.P. Berthe, M. 2012, O&T, n°81, pp.2-8

[2] Amossé, A., Razemon, S. Grase, F. 2017, O&T, n°85, pp.8-14

[3] Amossé, A., Razemon, S. Grase, F. 2018, O&T, n°86, pp.39-44

[4] Liste d'étoiles doubles étalons, Florence et Pascal Mauroy(†) et Guy Morlet, 2007, O & T, 67, 17. Cette liste de 32 couples écartés est donnée sur le site de la Commission des étoiles doubles dans une version mise à jour au moyen des données de Gaia DR2 : <http://saf.etoilesdoubles.free.fr/>, rubrique Outils fichier « Etalons GAIA DR2 ».

[5] Chevalley P., logiciel « Cartes du ciel » version 4.1 <http://www.ap-i.net/skychart/>

[6] Mason, D.B., Wycoff G.L., Hartkopf, W.I. Washington Double Stars Catalog, USNO, 2015 <http://www.astro.gsu.edu/wds/>

[7] Losse, F., logiciel Reduc version 5.36 <http://astrosurf.com/hfosaf/>

[8] <http://wdstool.com/>

[9] <http://www.astro.gsu.edu/wds/orb6.html>

[10] <http://aladin.ustrasbg.fr/>

[11] Salaman, M. & Morlet G., 2005, O&T, 61, 34

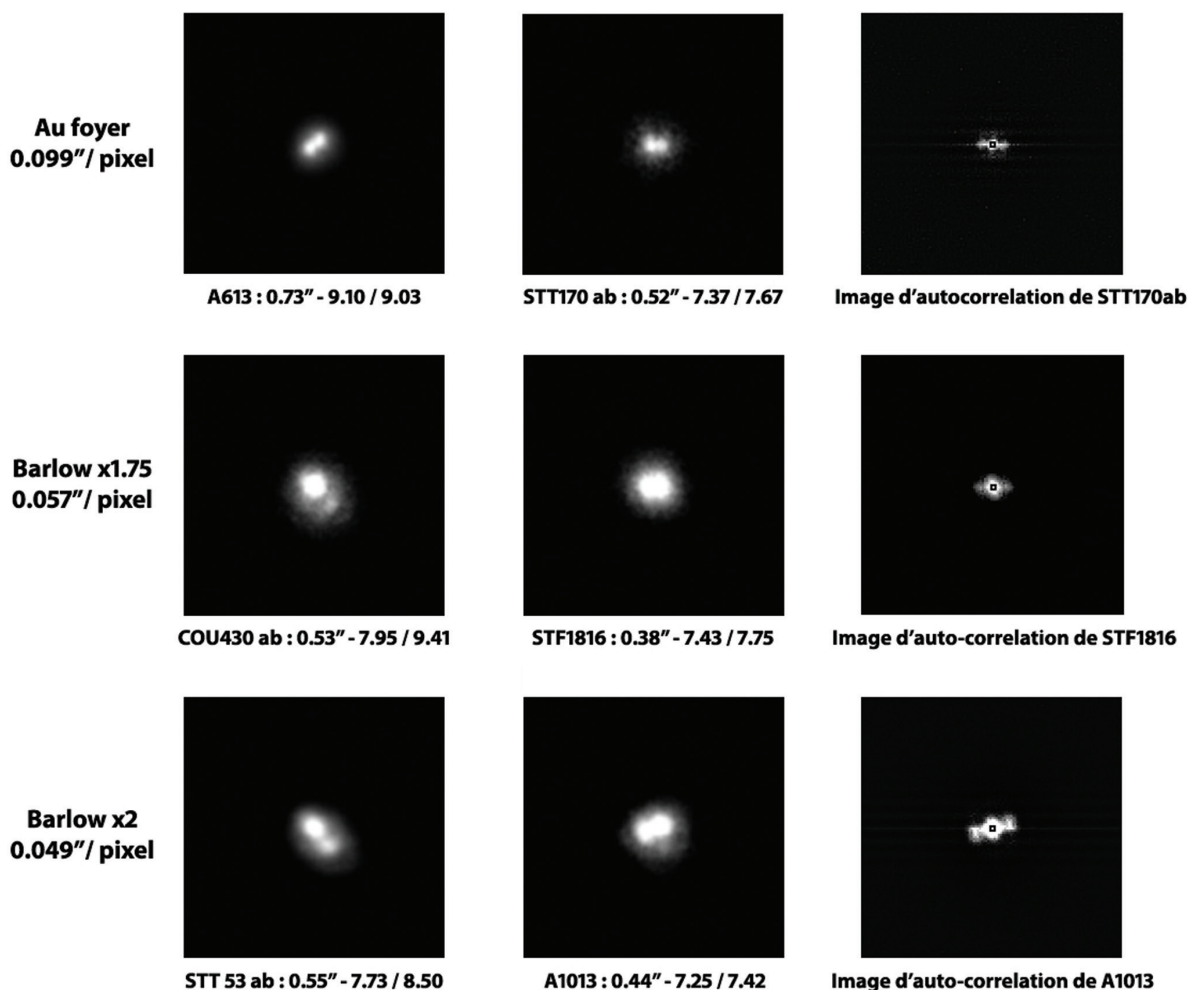


Figure 2 : sélection d'images et d'autocorrélogrammes

Table I : couples mesurés

Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	θ	$\sigma\theta$	ρ	$\sigma\rho$	Δm	Mtd	Tp	H	Gain	Filtre	Bw	Notes
00184+4056	COU 1202	9,80/11,00	2019,9932	104,05		1,48			AC	130	65	575	IR CUT	Foyer	
00214+2744	COU 347 Aa,Ab	8,72/10,22	2018,6653	47,72		0,44			AC	30	65	580	IR CUT	1,5x	
00344+1844	COU 250	10,04/10,59	2019,9932	38,04		1,13			AC	130	48	550	IR CUT	Foyer	
01414+3408	A 1916	10,13/10,40	2019,9932	224,47		0,76			AC	80	65	550	IR CUT	Foyer	
01448+5006	COU 2258	10,16/10,20	2019,9932	120,51		0,72			AC	80	74	550	IR CUT	Foyer	
02206+6321	HU 1037	9,79/9,82	2019,9932	357,76		0,66			AC	80	71	550	IR CUT	Foyer	
02389+6918	STF 278	8,98/8,68	2019,9932	16,64		0,45			AC	30	64	530	IR CUT	Foyer	
02590+1811	COU 680	9,80/10,90	2019,9192	101,98		0,43			AC	30	56	550	IR CUT	Foyer	
03013+6035	MLR 108	10,41/11,60	2019,9932	196,66		1,47			AC	175	69	550	IR CUT	Foyer	
03081+4327	COU 1679	9,78/10,15	2019,9192	3,28		0,48			AC	60	80	530	IR CUT	Foyer	
03090+7635	MLR 452	9,27/9,53	2019,9932	354,04		0,58			AC	40	61	550	IR CUT	Foyer	
03392+6640	MLR 391	10,00/10,32	2019,9192	228,93	3,3	1,87	0,13	0,2	113	100	72	550	IR CUT	Foyer	
03412+7524	MLR 392	10,07/10,51	2019,9192	188,59		0,95			AC	60	64	600	IR CUT	Foyer	
03455+0029	J235	9,50/9,50	2019,9192	263,70	2,9	2,45	0,1	0,2	88	1000	39	530	IR CUT	Foyer	
03481+2409	COU 80	9,6/10,50	2019,9192	80,36		0,51			AC	70	63	550	IR CUT	Foyer	
03565+3311	BU 263	9,03/9,24	2019,9192	289,84		0,62			AC	70	67	550	IR CUT	Foyer	
04038+6212	MLR 110	9,88/11,00	2019,9192	255,74		1,06			AC3	60	76	600	IR CUT	Foyer	
04141+0630	HEI 640	10,20/11,40	2019,9192	237,50		2,74			Compo	150	42	600	IR CUT	Foyer	
04268+5539	STF 531	7,69/8,76	2019,9932	325,35		0,96			AC	25	69	500	IR CUT	Foyer	
04575+5639	KR 25	10,15/10,53	2018,1424	121,41	1,9	2,69	0,16	0,5	89	1000	60	550	Vert	2x	
05063+3739	COU 1528	9,60/10,10	2019,9192	65,37		0,59			AC	100	71	600	IR CUT	Foyer	
05064+4146	COU 2036	9,80/11,20	2019,1253	190,11		1,36			AC	100	62	550	-	Foyer	
05121+0858	J 15	10,21/12,00	2019,1253	242,76		2,57		1,9	S	300	36	550	-	Foyer	
05130+0828	A 2701	9,58/9,51	2019,9192	13,74		0,46			AC	40	45	575	IR CUT	Foyer	
05133+4940	COU 2578	9,30/10,10	2019,9192	86,60		0,50			AC	60	77	550	IR CUT	Foyer	
05171+1837	COU 38	10,15/10,40	2019,9192	233,65		1,99		0,9	Compo	70	54	600	IR CUT	Foyer	1
05196+4469	COU 2469	9,80/10,10	2019,9192	257,31		1,02			AC	85	72	560	IR CUT	Foyer	
05290+0550	A 2645	9,91/10,34	2019,9932	149,21		1,19			AC	65	38	575	IR CUT	Foyer	
05343+3024	TDS 179	10,08/11,24	2019,9192	318,02		1,14			AC	100	63	575	IR CUT	Foyer	
05384+1808	COU 470	9,67/10,87	2019,9192	182,34		2,02			AC	70	52	575	IR CUT	Foyer	
05399+3757	STT 112	7,92/8,21	2019,9192	46,32		0,91			AC	15	67	530	IR CUT	Foyer	
05472+3039	GCB 9	9,61/10,18	2019,9932	105,31		0,43			AC	50	60	550	IR CUT	Foyer	
05479+0758	STT 119	8,08/8,93	2019,9192	354,01		0,68			AC	30	42	500	IR CUT	Foyer	
05505+2027	COU 372	8,90/8,90	2019,9192	30,09		1,09			AC	40	53	550	IR CUT	Foyer	
05507+2027	J 1047	11,10/11,90	2019,9192	286,05	2,6	2,24	0,14	0,7	204	270	53	550	IR CUT	Foyer	
05511+2008	HU 40	9,10/10,10	2019,9192	16,68	1,2	3,66	0,07	2,0	111	40	51	500	IR CUT	Foyer	
05529+2800	COU 899	9,67/10,80	2019,9192	242,93		0,89			AC	70	57	550	IR CUT	Foyer	
06014-0745	A 663	10,11/11,08	2019,9932	325,38		2,51		1,6	Compo	75	26	575	IR CUT	Foyer	
06035+3550	AG 104	9,56/10,18	2019,9192	80,53	1,2	2,52	0,06	0,6	210	85	63	530	IR CUT	Foyer	
06049+4938	HU 560	10,00/10,87	2019,9192	20,21		0,77			AC	85	69	550	IR CUT	Foyer	
06080+2214	J 1050	12,20/12,20	2019,1253	359,47		2,18		0,0	S	1000	49	550	-	Foyer	
06085+5013	TDS 221	10,50/11,23	2019,1253	99,29		0,96		0,9	S	190	65	550	-	Foyer	
06102+8131	HDS 841	9,78/9,67	2019,9192	196,39		0,54			AC	40	57	550	IR CUT	Foyer	
06108+1213	J 390	10,26/10,89	2019,1253	106,42		1,96		1,0	S	200	37	550	-	Foyer	
06135+1015	HO 22	8,50/8,64	2019,9932	208,05		0,93			AC	25	39	550	IR CUT	Foyer	
06124+2359	J 1102	10,00/10,00	2019,9192	347,38		2,75		1,6	Compo	550	49	575	IR CUT	Foyer	
06133+1555	J 18	10,19/10,70	2019,1253	192,62		1,62		0,9	S	150	40	550	-	Foyer	
06277+1822	COU 41	9,60/9,60	2018,1424	40,40		1,06		1,1	S	150	44	550	Vert	2x	2
06309+4005	COU 2058	9,70/10,60	2019,9932	116,47		1,65			AC	100	62	580	IR CUT	Foyer	
06365+2643	VDK 1	10,30/11,40	2019,1253	43,67		2,78		1,2	S	250	47	550	-	Foyer	
06435+3319	COU 1238	10,16/10,59	2018,1424	56,54	2,6	2,57	0,2	0,5	130	1000	63	550	Vert	2x	
07020+5758	MLR 544	10,43/10,85	2019,2704	100,25		1,19		0,4	S	70	52	550	IR CUT	Foyer	
07029+2223	J 997	9,60/9,60	2019,2704	158,44		2,22		0,1	S	230	43	550	IR CUT	Foyer	
07066+4010	A 2465 AB	10,21/11,04	2019,2704	128,66		1,85		1,1	S	100	48	550	IR CUT	Foyer	
07184+1305	HEI 222	10,01/10,22	2019,9932	255,41		1,04			AC	75	45	560	IR CUT	Foyer	

Table I : couples mesurés

Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	θ	$\sigma\theta$	ρ	$\sigma\rho$	Δm	Mtd	Tp	H	Gain	Filtre	Bw	Notes
07247+1753	J 1062	9,60/9,80	2019,2704	246,85		2,02		0,1	S	830	38	550	IR CUT	Foyer	
07292+1253	A 2868	8,59/8,98	2019,9932	16,03		0,69			AC	40	45	550	IR CUT	Foyer	
08109+1046	HEI 474	10,54/11,90	2019,2704	49,24		1,65		1,1	S	380	35	550	IR CUT	Foyer	3
08115+2209	COU 278	10,30/11,50	2019,2704	132,88		1,81		1,4	S	650	43	550	IR CUT	Foyer	
08177+4710	COU 2613	10,12/11,23	2019,2704	255,72		1,44		1,1	S	160	37	550	IR CUT	Foyer	4
08575+2720	COU 1120	10,10/10,27	2019,1253	316,56		0,98			AC	120	60	550	-	Foyer	
09326+3744	COU 1899	10,20/10,60	2019,1253	155,51		1,42		0,4	S	240	70	550	-	Foyer	
09354+4719	COU 2501	10,00/11,30	2019,1253	218,16		1,69		1,6	S	250	75	550	-	Foyer	
09509+2016	COU 49 AB	10,30/11,10	2019,1253	357,15		2,23		1,5	S	330	54	550	-	Foyer	
09524+2659	STF 1389	9,12/9,50	2019,2950	289,68		2,44		0,3	S	100	58	550	IR CUT	1,5x	
10057+7048	MLR 421	10,03/11,12	2018,3018	189,93		1,74		1,4	S	330	56	600	Vert	1,5x	
10131+2725	STT 213 AB	8,62/9,83	2019,2704	124,83		1,13			AC	30	57	550	IR CUT	Foyer	
10249+3849	COU 1745	10,00/10,80	2019,2704	82,19		1,65		1,6	S	210	66	550	IR CUT	Foyer	
10389+0721	J 79	9,02/10,12	2018,3395	134,57		1,42		1,5	S	60	35	580	Vert	1,5x	
10421+3715	COU 1902	9,40/10,80	2018,3395	34,52		0,86		0,9	S	100	56	580	Vert	1,5x	
11018+2952	COU 961 AB	7,20/9,36	2018,1424	326,20		1,25			AC	33	69	550	Vert	2x	
11054-0626	A 69	9,33/10,34	2019,1253	52,69		1,38		1,2	S	130	32	550	-	Foyer	
11068+2513	TDS 7670	11,42/11,55	2018,3395	358,87		2,28		0,8	S	500	42	580	Vert	1,5x	
11125+3205	COU 963	9,90/10,50	2018,3395	186,69		1,13		0,8	S	300	55	580	Vert	1,5x	
11152+6731	MLR 145	10,34/10,46	2019,2704	237,94		0,99			AC	40	69	550	IR CUT	Foyer	
11158+4227	COU 1904	8,33/9,46	2018,1424	211,60		0,55			AC	50	80	550	Vert	2x	
11221+3705	COU 1260 BC	9,20/9,60	2019,1253	18,92		0,41			AC	60	75	550	-	Foyer	
11267+6654	HU 1133	8,65/9,64	2019,2950	346,37		0,95		1,3	S	70	67	550	IR CUT	1,5x	
11319+4555	COU 1750	10,00/11,30	2018,1424	235,40		1,97			AC	700	71	550	Vert	2x	
11510+3653	HU 889	9,39/10,14	2018,3395	296,19		0,92		0,8	S	90	65	580	Vert	1,5x	
11527+6324	MLB 409	10,31/11,47	2019,2704	170,91		1,87		1,4	S	130	75	550	IR CUT	Foyer	
11574+1823	A 2486	9,90/11,12	2019,1253	238,85		1,05		0,8	S	345	57	550	-	Foyer	
12039+5003	TDS 8202	11,30/11,86	2018,3395	94,14		1,37		0,2	S	400	58	580	Vert	1,5x	
12280+2158	COU 53	12,10/12,70	2018,3395	216,21		2,47		0,4	S	1000	55	580	Vert	1,5x	
12452+3106	COU 968	10,40/11,10	2019,1253	263,39		1,65		0,6	S	350	70	550	-	Foyer	
12483+7714	MLR 428	10,46/11,83	2019,2704	71,34		2,20		1,7	S	100	63	550	IR CUT	Foyer	
13054+7507	MLR 329	10,03/10,42	2019,2950	54,75		0,95		1,1	S	130	64	550	IR CUT	1,5x	
13065+2109	COU 11 AB	6,10/8,75	2018,1424	316,10		1,92			AC	20	59	550	Vert	2x	
13081+2325	COU 2708	9,60/10,50	2018,3018	78,07		3,99		0,7	S	400	52	600	Vert	1,5x	
13165+3432	POP 72	9,70/10,80	2018,3018	316,11		1,65		1,3	S	500	70	600	Vert	1,5x	
13244+1514	A 1788	9,78/11,35	2019,2950	143,81		2,15		1,8	S	270	50	550	IR CUT	1,5x	
13244+1514	A 1788	9,78/11,35	2019,2704	142,92		2,18		1,6	S	100	54	550	IR CUT	Foyer	
13341+6746	STF 1767	9,26/9,56	2019,2950	344,41		4,16		0,2	S	100	72	550	IR CUT	1,5x	
13453+4559	COU 1915	10,53/10,66	2018,3018	75,93		1,63		0,2	S	400	77	590	Vert	1,5x	
13553+3328	ES 2474	9,70/10,70	2018,3018	332,01		2,89		1,0	S	500	69	600	Vert	1,5x	
14092+1811	COU 2507	10,47/11,50	2018,2957	135,60		1,41		0,9	S	700	56	550	Vert	1,5x	
14122+2722	J 1125	10,37/10,68	2018,2957	98,50		0,69		0,5	S	650	66	550	Vert	1,5x	
14415+4953	TDS 9271	11,06/11,86	2018,3395	21,51		2,15		1,0	S	450	88	580	Vert	1,5x	
14441+3138	COU 607	10,19/10,86	2018,2957	318,60		0,81		0,9	S	500	69	550	Vert	1,5x	
17145+1956	HU 488	9,71/11,16	2018,6653	105,67		2,87		1,6	S	400	50	550	IR CUT	1,5x	
17387+0613	A 1157	8,96/10,14	2018,6653	265,03		1,28			AC	180	39	550	IR CUT	1,5x	
17469+0630	A 1162 AB	8,98/10,32	2018,6653	162,15		1,73		1,5	S	160	39	550	IR CUT	1,5x	
17512+0741	A 1163	9,45/10,71	2018,6653	102,50		1,08		1,2	S	100	38	575	IR CUT	1,5x	
17556+2508	COU 503	8,50/9,53	2018,7556	117,74		0,43			AC	20	46	550	IR CUT	Foyer	
17560+0827	J 457	9,50/11,00	2018,6653	219,41		2,62		1,5	S	3500	38	550	IR CUT	1,5x	
18031+3805	J 757	11,90/12,50	2018,6653	323,20		3,45		0,7	S	2000	54	590	IR CUT	1,5x	
18054+1624	A 2093	9,09/9,85	2018,7556	227,21		0,64			AC	30	43	550	IR CUT	Foyer	
19136+2012	HU 335	8,72/9,21	2018,6653	246,72		0,48		1,4	S	39	45	550	IR CUT	1,5x	
19136+2012	HU 335	8,72/9,21	2018,7556	246,91		0,56			AC	20	48	550	IR CUT	Foyer	
19257+3557	COU 17	9,50/10,80	2018,6653	51,55		3,70		1,2	S	475	56	580	IR CUT	1,5x	

Table I : couples mesurés

Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	θ	$\sigma\theta$	ρ	$\sigma\rho$	Δm	Mtd	Tp	H	Gain	Filtre	Bw	Notes
19260+3555	BU 1286 AB	9,45/10,49	2018,6653	44,59	0,33	23,65	0,16	0,8	530	100	56	550	IR CUT	1,5x	
19260+3555	BU 1286 AC	9,45/12,00	2018,6653	106,33		6,03		2,8	S	100	56	550	IR CUT	1,5x	
19309+5402	A 1398	9,16/10,57	2018,7556	47,44		1,52			AC	40	69	550	IR CUT	Foyer	
19319+3323	COU 1621	8,90/9,90	2018,6653	293,82		2,10		2,2	S	100	54	550	IR CUT	1,5x	5
19417+3103	A 371	9,17/10,36	2018,7556	18,74		1,83			AC	40	59	550	IR CUT	Foyer	
19551+3611	COU 1946	8,80/10,00	2018,7556	168,48		0,66			AC	15	64	550	IR CUT	Foyer	
20042+1952	J 819	9,70/10,50	2018,7556	134,01		2,09		1,2	S	1000	48	550	IR CUT	Foyer	
20104+3356	COU 1629	9,60/9,90	2018,6653	154,64		1,48		0,4	S	500	58	560	IR CUT	1,5x	
20177+1755	J 1340	9,40/9,40	2018,6653	311,73		1,83		0,1	S	1000	45	580	IR CUT	1,5x	
20526+3655	A 1435	9,47/9,06	2018,7556	5,89		0,46			AC	22	61	550	IR CUT	Foyer	
20565+2712	COU 832	9,58/10,56	2018,6653	261,64		1,24		0,9	S	100	54	580	IR CUT	1,5x	6
20565+2712	COU 832	9,58/10,56	2018,7556	261,02		1,25			AC	49	54	550	IR CUT	Foyer	
21252+1828	COU 430 AB	7,95/9,41	2018,7556	229,29		0,79			AC	12	49	550	IR CUT	Foyer	
21252+1828	COU 430 AB	7,95/9,41	2018,6653	228,21		0,73			AC	25	50	580	IR CUT	1,5x	
21474+2834	A 300 AB	9,09/10,50	2018,7556	252,46		2,19		1,4	S	47	46	550	IR CUT	Foyer	
21506-0747	A 301	9,46/9,65	2018,6653	132,47		0,90		0,4	S	130	25	580	IR CUT	1,5x	
21550+3843	KU 62	9,39/10,45	2018,7556	53,61		1,59			AC	80	61	550	IR CUT	Foyer	
22075+5631	HDS 3141	9,27/9,67	2018,7556	334,12		0,53			AC	23	73	550	IR CUT	Foyer	
22574+1958	COU 334	8,90/9,84	2018,7556	250,39		1,15			AC	12	56	550	IR CUT	Foyer	
23212+4219	COU 1647	9,30/10,30	2018,7556	186,41		1,15			AC	63	74	550	IR CUT	Foyer	
23307+3930	ES 267	9,60/11,00	2018,6653	177,89		2,80		1,2	S	760	75	580	IR CUT	1,5x	
	AMS 10	12,27/12,45	2019,9932	58,72	2,5	5,74	0,26	0,1	216	560	68	575	IR CUT	Foyer	7

Notes relatives aux couples mesurés

1 - Mal identifiée – trouvée à 40" de la position indiquée

identifiée à Gaia DR2 3395613827257809408 alors qu'elle est confondue avec Gaia DR2 3395422924551234048

2 - Delta Mg mesuré très différent !

3 - 2 mesures, la dernière en 1995 : 59,4° - 2,09"

4 - 2 mesures, la dernière en 1992 : 256,30° - 1,34"

5 - 3 mesures, la dernière en 2000 : 295,10 - 2,16"

6 - Notée I dans le WDS – nous l'avons identifiée à UCAC4-540-128956

7 - Nouveau couple, identifiée comme DR2 514478464354619392 et DR2 514478464351788928

Table II : couples orbitaux

Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	θ	$\sigma\theta$	ρ	$\sigma\rho$	Δm	Mtd	Tp	H	Gain	Filtre	Bw	Gr	Orbite	O-C °	O-C "
09179+2834	STF 3121 AB	7,90/8,00	2018,1424	28,90		0,49			AC	35	64	550	Vert	2x	G1	Sod1999	2,490	-0,026
09179+2834	STF 3121 AB	7,90/8,00	2019,1253	29,86		0,51			AC	10	62	550	-	Foyer	G1	Sod1999	-0,657	-0,001
11182+3132	STF 1523 AB	4,33/4,80	2019,1253	156,05		2,04		0,3	S	?	68	550	-	Foyer	G1	Msn1995	0,014	-0,070
11182+3132	STF 1523 AB	4,33/4,80	2018,3395	158,05	0,6	2,03	0,04	0,3	141	1,5	63	580	Vert	1,5x	G1	Sod1999	-1,450	-0,009
13100+1732	STF 1728 AB	4,85/5,53	2018,1424	194,53		0,50			AC	10	56	550	Vert	2x	G1	Mut2015	2,323	-0,013
15360+3948	STT 298 AB	7,16/8,44	2018,3018	186,72	2,4	1,19	0,07	0,1	98	2,5	77	590	Vert	1,5x	G1	Sod1999	-0,566	-0,021
00550+2338	STF 73 AB	6,12/6,54	2018,6653	333,00		1,15			AC	12	52	500	IR CUT	1,5x	G2	Mut2010b	-0,164	-0,011
05079+0830	STT 98	5,76/6,67	2018,1424	286,41		0,95			AC	16	38	550	Vert	2x	G2	Sca2008d	0,626	-0,016
05079+0830	STT 98	5,76/6,67	2019,1253	282,83		0,95			AC	3	45	550	-	Foyer	G2	Sca2008d	-1,461	-0,026
06364+2717	STT 149	7,14/8,97	2019,1253	274,70		0,77			AC	5	49	550	-	Foyer	G2	Hei1993d	-3,722	0,037
07128+2713	STF 1037 AB	7,24/7,27	2019,2704	303,73		0,78			AC	7	41	550	IR CUT	Foyer	G2	Sca2015b	0,737	-0,071
07128+2713	STF 1037 AB	7,24/7,27	2019,1253	303,55		0,84			AC	7	50	550	-	Foyer	G2	Sca2015b	0,441	-0,024
07128+2713	STF 1037 AB	7,24/7,27	2018,1424	303,91		0,79			AC	40	61	550	Vert	2x	G2	Sca2015b	0,067	-0,086
08531+5457	A 1584	8,99/7,72	2018,1424	95,60		0,69			AC	38	80	550	Vert	2x	G2	Msn2014a	0,563	0,014
08531+5457	A 1584	8,99/7,72	2018,3018	93,63		0,63			AC	50	44	550	Vert	1,5x	G2	Msn2014a	-1,585	-0,046
09521+5404	STT 208	5,28/5,39	2018,3395	313,78		0,40			AC	2,5	66	580	Vert	1,5x	G2	Hei1996c	3,066	-0,042
09521+5404	STT 208	5,28/5,39	2018,3018	313,68		0,41			AC	1	68	590	Vert	1,5x	G2	Hei1996c	3,036	-0,032
09521+5404	STT 208	5,28/5,39	2019,1253	315,05		0,43			AC	600	78	550	-	Foyer	G2	Hei1996c	3,002	-0,017
10279+3642	HU 879	4,62/6,04	2018,1424	226,60		0,56			AC	10	73	550	Vert	2x	G2	Msn2001c	-0,887	0,028
10279+3642	HU 879	4,62/6,04	2018,3395	226,38		0,51			AC	1,5	62	580	Vert	1,5x	G2	Msn2001c	-1,227	-0,020
11308+4117	STT 234	7,45/8,13	2018,1424	189,50		0,42			AC	30	77	550	Vert	2x	G2	Doc2009g	4,818	0,008
11308+4117	STT 234	7,45/8,13	2018,3395	189,81		0,45			AC	20	72	580	Vert	1,5x	G2	Doc2009g	4,771	0,040

Table II : couples orbitaux

Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	θ	$\sigma\theta$	ρ	$\sigma\rho$	Δm	Mtd	Tp	H	Gain	Filtre	Bw	Gr	Orbite	O-C °	O-C "
11308+4117	STT 234	7,45/8,13	2018,3018	188,74		0,40			AC	25	80	600	Vert	1,5x	G2	Doc2009g	3,774	-0,011
11537+7345	BU 794 AB	7,23/8,32	2018,3018	63,16		0,48			AC	30	65	590	Vert	1,5x	G2	Sod1999	-5,220	0,036
13491+2659	STF 1785	7,36/8,15	2018,1424	187,70	1,6	2,80	0,08	0,4	60	50	66	550	Vert	2x	G2	Hei1988d	-1,213	-0,014
14153+0308	STF 1819 AB	7,73/7,92	2018,1424	163,40		0,88			AC	40	42	550	Vert	2x	G2	Sca2012b	2,264	-0,003
14455+4223	STT 285 AB	7,75/8,66	2018,2957	77,80		0,45			AC	35	73	550	Vert	1,5x	G2	Sca2015b	0,621	-0,047
15038+4739	STF 1909	5,20/6,10	2018,2957	81,90		0,50			AC	3	73	550	Vert	1,5x	G2	Zir2011	-0,557	0,009
15183+2650	STF 1932 AB	7,32/7,41	2018,3018	266,29	1,5	1,63	0,06	0,0	257	25	63	590	Vert	1,5x	G2	Sca2015b	-0,202	0,011
16289+1825	STF 2052 AB	7,69/7,91	2018,6653	117,89		2,43			AC	34	43	550	IR CUT	1,5x	G2	Sca2015c	-0,306	-0,012
00546+1911	STT 20 AB	6,12/7,19	2018,6653	175,62		0,61			AC	15	58	500	IR CUT	1,5x	G3	Doc2014a	1,027	0,003
02257+6133	STF 257	7,51/8,16	2019,9932	81,80		0,36			AC	35	66	450	IR CUT	Foyer	G3	Zae1985	5,946	-0,144
03177+3838	STT 53 AB	7,73/8,5	2018,1287	231,98		0,55			AC	35	58	550	Vert	2x	G3	Alz1998a	1,005	0,019
03489+6445	STT62	8,06/9,05	2019,9192	357,83		0,46			AC	30	74	550	IR CUT	Foyer	G3	Hrt2008	3,086	0,060
04433+5931	A 1013	7,25/7,42	2018,1287	300,90		0,44			AC	24	75	550	Vert	2x	G3	Doc1990c	0,179	0,018
05558+3656	STT 122	7,80/8,49	2018,1287	93,90		0,32			AC	30	76	550	Vert	2x	G3	Lin1990a	2,872	-0,067
06053+7400	STT 121	7,96/8,81	2019,9192	198,02		0,37			AC	15	63	500	IR CUT	Foyer	G3	Doc1995b	-3,325	-0,029
07176+0918	STT 170 AB	7,37/7,67	2019,2704	283,62		0,52			AC	5	28	550	IR CUT	Foyer	G3	Doc2007e	-12,579	-0,042
09210+3811	STF 1338 AB	6,72/7,08	2019,2950	314,18		1,14			AC	150	65	550	IR CUT	1,5x	G3	Sca2002b	-6,365	0,142
10480+4107	STT 229	7,62/7,92	2018,3395	254,20		0,59			AC	26	65	580	Vert	1,5x	G3	Alz1998a	0,072	-0,027
10480+4107	STT 229	7,62/7,92	2018,3018	254,10		0,61			AC	45	73	550	Vert	1,5x	G3	Alz1998a	-0,066	-0,007
13235+2914	HO 260	9,60/9,94	2018,1424	89,60		1,69		1,2	S	700	68	550	Vert	2x	G3	Zir2013a	1,395	0,021
13235+2914	HO 260	9,60/9,94	2019,2704	89,01		1,69		0,3	S	60	67	550	IR CUT	Foyer	G3	Zir2013a	0,542	0,007
13577+5200	A 1614	8,99/9,13	2019,2704	298,90		1,38		0,4	S	35	87	550	IR CUT	Foyer	G3	RAO2015	0,211	-0,020
14203+4830	STF 1834	8,09/8,29	2019,2950	103,23		1,61		0,3	S	50	85	550	IR CUT	1,5x	G3	Wsi2015	-0,246	-0,015
00047+3416	STF 3056 AB	7,72/8,08	2018,6653	144,60		0,70		0,4	S	18	70	550	IR CUT	1,5x	G4	Zir2015a	2,954	-0,005
00048+3810	BU 862	10,02/10,18	2019,9932	30,09		0,81			AC	85	62	550	IR CUT	Foyer	G4	Cou1986b	0,295	-0,061
00209+3259	AC 1	7,27/8,26	2018,6653	289,09		1,85		1,0	S	25	60	550	IR CUT	1,5x	G4	Zir2015a	0,242	0,007
00366+5609	A 914	8,42/9,29	2019,9932	19,08		0,43			AC	20	67	550	IR CUT	Foyer	G4	Cve2010e	-2,621	-0,026
03356+3141	BU 533 AB	7,55/7,74	2018,1287	220,70		1,03			AC	30	57	550	Vert	2x	G4	Zir2015a	-0,103	0,006
03590+0947	HU 27	8,96/9,05	2019,9192	330,96		0,44			AC	85	46	575	IR CUT	Foyer	G4	Hrt2010a	-5,430	-0,007
07303+4959	STF 1093	8,79/8,98	2019,9932	210,15		0,83			AC	100	70	575	IR CUT	Foyer	G4	Hrt2009	3,771	-0,066
08507+0752	VDK 3	9,91/10,09	2019,1253	191,26		0,96			AC	100	42	550	-	Foyer	G4	WSI2006b	-9,665	0,088
10387+0544	STF 1457	7,69/8,16	2019,2950	333,76		1,70		0,7	S	60	41	550	IR CUT	1,5x	G4	RAO2015	-0,157	-0,142
11137+2008	STF 1517 AB	7,54/8,02	2018,3395	312,77		0,71			AC	21	52	580	Vert	1,5x	G4	FMR2015b	-2,702	-0,014
11363+2747	STF 1555 AB	6,41/6,78	2019,2950	151,15		0,68			AC	10	65	550	IR CUT	1,5x	G4	Doc2007i	0,122	0,041
11520+4805	HU 731	9,81/9,68	2019,2950	304,85		1,26		0,2	S	130	81	550	IR CUT	1,5x	G4	Hrt2008	-2,424	0,045
12108+3953	STF 1606	7,44/7,93	2018,3395	141,45		0,57			AC	15	74	580	Vert	1,5x	G4	Msn1999a	-0,476	-0,027
12244+2535	STF 1639 AB	6,74/7,83	2019,2950	323,61		1,88			AC	30	59	550	IR CUT	1,5x	G4	Ole2000b	0,865	0,025
12533+2115	STF 1687 AB	5,15/7,08	2018,1424	199,10		1,19			AC	20	60	550	Vert	2x	G4	Dru2014	-1,105	0,014
14139+2906	STF 1816	7,43/7,75	2018,3018	95,83		0,36			AC	25	65	590	Vert	1,5x	G4	Zir2014a	-3,978	0,001
14139+2906	STF 1816	7,43/7,75	2018,2957	98,60		0,38			AC	20	65	550	Vert	1,5x	G4	Zir2014a	-5,552	0,001
14515+4456	STT 287	8,40/8,62	2019,2950	6,64		0,51		0,4	S	20	81	550	IR CUT	1,5x	G4	Hei1997	3,015	-0,150
16511+0924	STF 2106 AB	7,07/8,20	2018,6653	171,37		0,76			AC	8,5	37	575	IR CUT	1,5x	G4	Sca2001g	0,766	-0,059
17520+1520	STT 338 AB	7,21/7,38	2018,6653	163,15		0,79			AC	15	43	550	IR CUT	1,5x	G4	Pru2012	-0,132	-0,040
19346+1808	STT 375	7,72/8,88	2018,7556	183,26		0,66			AC	10	45	550	IR CUT	Foyer	G4	Zir2015a	-1,202	0,021
20020+2456	STT 395	5,83/6,19	2018,6653	128,11		0,71			AC	6	52	550	IR CUT	1,5x	G4	Zir2013a	0,837	-0,139
20020+2456	STT 395	5,83/6,19	2018,7556	126,79		0,73			AC	1,5	54	550	IR CUT	Foyer	G4	Zir2013a	-0,502	-0,119
20524+2008	HO 144	7,98/8,95	2018,7556	347,66		0,39			AC	10	49	550	IR CUT	Foyer	G4	Lin2012a	0,348	0,028
21441+2845	STF 2822 AB	4,75/6,18	2018,6653	320,92		1,60			AC	5	57	460	IR CUT	1,5x	G4	Hei1995	-4,031	0,116
23103+3229	BU 385 AB	7,44/8,23	2018,7556	84,17		0,70			AC	10	66	550	IR CUT	Foyer	G4	Lin2010c	0,546	0,016
23103+3229	BU 385 AB	7,44/8,23	2018,6653	84,18		0,66			AC	20	68	550	IR CUT	1,5x	G4	Lin2010c	0,537	-0,023
00434+4726	A 651	9,67/10,20	2019,9932	148,35		0,88		0,9	S	65	66	550	IR CUT	Foyer	G5	USN2002	7,985	-0,013
01006+4719	MAD 1	7,66/9,05	2018,6653	1,41		0,78			AC	20	84	500	IR CUT	1,5x	G5	Lin2012a	3,480	0,026
01030+4723	STT 21	6,76/8,07	2018,6653	175,52		1,26		1,1	S	13	82	550	IR CUT	1,5x	G5	Hei1966	-0,201	0,094
02379+2003	A 2219	9,48/9,34	2019,9192	146,33		0,42			AC	40	58	500	IR CUT	Foyer	G5	Hei1997	5,967	0,046
03130+4417	STT51	8,51/8,74	2019,9192	352,70		0,57			AC	30	79	530	IR CUT	Foyer	G5	Lin2012a	1,729	0,053

Table II : couples orbitaux

Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	θ	$\sigma\theta$	ρ	$\sigma\rho$	Δm	Mtd	Tp	H	Gain	Filtre	Bw	Gr	Orbite	O-C °	O-C "
03231+7021	MLR 377 AB	8,42/8,70	2019,9932	137,94		0,67			AC	35	63	525	IR CUT	Foyer	G5	Pal2005b	5,209	0,305
04187+0445	A 1939	9,56/9,60	2019,9192	309,56		0,59			AC	60	58	550	IR CUT	Foyer	G5	Zir2012b	6,358	-0,060
05013+5015	STF 619	9,51/9,88	2019,9932	160,71	1,1	4,23	0,1	0,2	300	60	69	550	IR CUT	Foyer	G5	Kis2009	-0,585	0,205
06041+1101	J 335	8,45/9,49	2019,1253	270,29		1,14		0,9	S	50	41	550	-	Foyer	G5	Ole2002a	-3,749	-0,048
07303+4959	STF 1093	8,79/8,98	2019,2950	205,37		0,82			AC	85	63	550	IR CUT	1,5x	G5	Hrt2009	-0,702	-0,075
08231+2001	HO 525 AB	9,83/9,89	2019,1253	354,88		0,46			AC	60	52	550	-	Foyer	G5	FMR2013e	2,798	0,016
08369+2315	AG 154	9,62/9,76	2019,2950	0,54		2,62		0,1	S	160	49	550	IR CUT	1,5x	G5	Hrt2011d	-0,186	-0,063
11000+0328	STF 1500	7,91/8,27	2019,2950	300,63		1,24			AC	100	34	550	IR CUT	1,5x	G5	Hrt2013a	1,360	-0,068
11390+4109	STT 237 AB	8,11/9,32	2019,2950	244,24		1,93		0,8	S	50	74	550	IR CUT	1,5x	G5	USN2002	0,425	-0,123
18550+3053	A 258	8,86/9,88	2018,7556	228,11		0,32			AC	25	57	550	IR CUT	Foyer	G5	Hrt2013c	-9,725	0,005
20519+0544	A 613	9,10/9,03	2018,7556	324,16		0,73			AC	25	37	550	IR CUT	Foyer	G5	USN2002	7,166	0,127

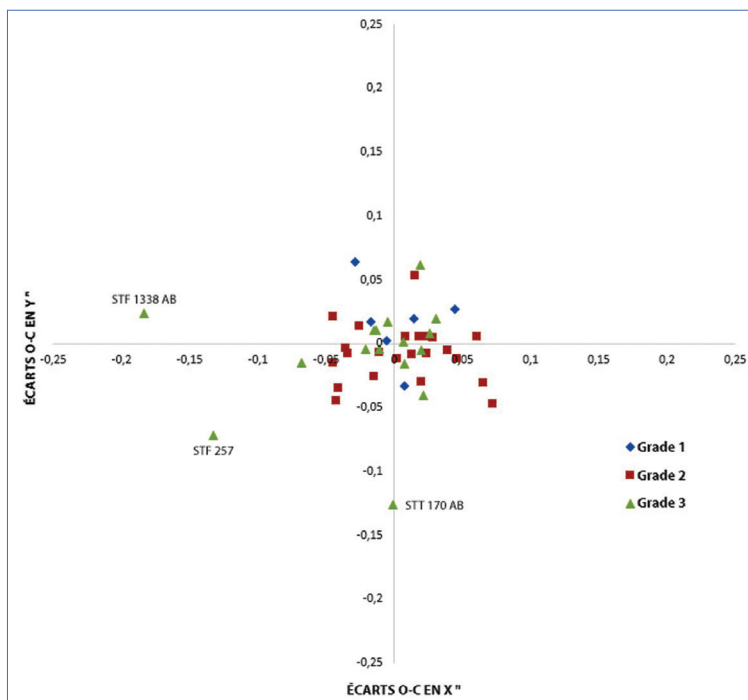


Figure 3 : Présentation des O-C en coordonnées rectangulaires des 45 mesures de couples orbitaux de grade 1 à 3



André Amossé

Président de l'Association Jonckheere, les amis de l'observatoire de Lille.
Membre de la commission des étoiles doubles de la SAF.
S'intéresse aux étoiles doubles depuis 2006.



Serge Vasseur

Membre de l'Association Jonckheere, les amis de l'observatoire de Lille.
Membre de la commission des étoiles doubles de la SAF.
Membre du Groupement des Astronomes Amateurs Courriérois (GAAC)



Stéphane Razemon

Secrétaire de l'Association Jonckheere, les amis de l'observatoire de Lille.
Vice président du Club Astronomique de la Région Lilloise (CARL)