

MESURES D'ÉTOILES DOUBLES RÉALISÉES L'ANNÉE 2015 AVEC UNE L100, UN T200 ET UNE CAMÉRA CCD

CCD Measurements of Double Stars Obtained in 2015 with a 4" Refractor and a 8" Telescope

Benjamin Poupard ⁽¹⁾

1 - bpoupard@gmail.com



Résumé

Cet article présente mes premières mesures d'étoiles doubles réalisées au cours de cette année 2015 à l'aide d'une caméra CCD, d'une lunette de 4" et d'un télescope de 8". Ces mesures portent sur 90 systèmes doubles ou multiples. 114 couples d'étoiles ont été mesurés, dont 24 à deux reprises. S'agissant de ma première série de mesures, je tiens également à préciser la démarche suivie et les difficultés rencontrées, qui m'ont permis d'avancer et d'améliorer la qualité de mes mesures.

Keywords : astrometry, binaries: visual, CCD

Abstract

This paper presents a set of 114 double star measurements obtained in 2015 with a 4 inch refractor, an 8-inch Schmidt-Cassegrain reflector and a DMK31 CCD camera. As it is my first set of measurements, practical aspects about methodology, instrumentation, process and encountered problems are also discussed.



Introduction

Mon intérêt pour les étoiles doubles est né au moment où j'ai commencé à travailler dans la médiation scientifique - et plus particulièrement dans le monde des planétariums. Ayant été amené à animer des soirées d'observations, j'ai très tôt intégré les étoiles doubles dans mes listes d'objets à faire découvrir au public. Plus faciles à détailler que les nébuleuses ou les galaxies, elles présentent également l'immense avantage de demeurer observables dans les plus mauvaises conditions de ciel - Lune gênante ou ciel péri-urbain, par exemple. Elles ont ainsi sauvé nombre de nuits de Pleine Lune !

Armé de mon enregistreur numérique, de mes crayons, ma gomme et mon oculaire réticulé, j'ai ainsi accumulé, au fil des années plusieurs séries d'observations visuelles ... sans réaliser que le matériel dont je disposais par ailleurs (caméra, ordinateur...) me permettait d'aller plus loin et d'envisager, pourquoi pas, des mesures précises et suivies d'étoiles doubles.

Il ne me manquait plus qu'à apprendre à utiliser mon matériel et les logiciels de mesure mis à disposition par la communauté astronomique, à développer une méthode de travail ... et réaliser mes premières mesures.

Matériel utilisé et lieux d'observation

J'utilise deux instruments pour l'acquisition de mes images :

- un Celestron 8 (Diam. 203 mm, focale : 2 000 mm)
- une lunette Skywatcher (Diam. 100 mm, focale : 900 mm)

Une monture Skywatcher HEQ5, équipée d'un système Go-To Synscan se charge du pointage et du suivi et de ces deux instruments.

Les acquisitions sont réalisées à l'aide d'une caméra DMK31. Il s'agit d'une caméra non refroidie, équipée d'un capteur CCD monochrome ICX 204AL de 1024 x 728 pixels. Le capteur mesure 4,8 mm x 3,6 mm. Les pixels mesurent 4,65 micromètres. Le pic de sensibilité se situe à 510 nm selon le constructeur.

Au foyer de la L100, le champ couvert est de 0°18' x 0°13.6'. La résolution théorique est de 1,07"/pixel, et correspond à la résolution mesurée sur les étoiles de calibration.

Au foyer du C8, le champ couvert est de 0°8' x 0°6'. La résolution théorique est de 0.48"/pixel. Toutefois, la résolution mesurée sur les étoiles de calibration est de 0.42"/pixel.

Avec ces deux instruments, je n'ai pas utilisé de filtre.

Les observations ont été réalisées depuis Reims intra-muros (lat. +49°15', lon. 4°2'), et depuis Cormicy, à 20 km au nord de Reims (lat. +49°22', lon. 3°54').

Choix des cibles et des étoiles étalons

Je n'avais pas de programme parfaitement établi au moment de commencer mes mesures; le choix de mes cibles visait davantage à tester les limites - séparation, luminosité - de mon système qu'à répondre à un objectif astronomique précis.

Pour établir mes listes d'objets, j'ai d'abord utilisé le logiciel Coelix[1]. Celui-ci dispose d'un moteur de recherche multi-critères qui permet d'extraire du Washington Double Star Catalogue [2] (WDS) des listes d'étoiles avec des limites assez précises, et de les exporter de manière simple dans n'importe quel tableur.

Néanmoins, la version du WDS utilisée par Coelix n'étant pas forcément très à jour, j'utilise en parallèle le moteur de recherche du site web Stelle Dopie[3]. Ce moteur permet également d'établir des listes à partir de critères multiples - d'ailleurs plus nombreux que ceux que propose Coelix - s'appuyant sur une version plus récente du WDS. Seule contrainte : l'export des listes dans un format lisible dans un tableur reste problématique ...

Mes listes d'étoiles doubles étant constituées, je choisis ensuite une série de couples-étalons renseignés dans une liste établie par Ronald Charles Tanguay pour le site de Sky & Telescope[4]. Ces couples-étalons affichent une séparation et un angle connus et réputés stables dans le temps. La mesure

ultérieure de ces couples permet d'étalonner convenablement le montage mécanique (l'orientation de la caméra qui permet de mesurer les angles) et optique (l'échantillonnage de la caméra qui permet de mesurer les séparations entre étoiles).

Acquisition, traitement et mesures

L'acquisition vidéo proprement dite est faite à l'aide du logiciel IC Capture, fourni avec la DMK 31.

Je réalise deux acquisitions sur étoile-étalon en début de séance, et une acquisition sur étoile-étalon en fin de séance. Ainsi, je m'assure tout à la fois de la cohérence de mes étoiles de calibration les unes par rapport aux autres, et de la cohérence de l'ensemble des acquisitions sur la durée de la session.

À cause d'un ordinateur un peu poussif, les films réalisés avec la caméra comptent généralement de très nombreuses images redondantes. Le logiciel IRIS[5] me permet de débarrasser mes films de ces images redondantes, et de générer une série d'images au format FITS.

Les mesures sont réalisées à l'aide du logiciel REDUC[6], que Florent Losse a aimablement mis à ma disposition.

Pour l'essentiel des mesures, j'ai recours à la fonction AutoReduc, ne reprenant la main que pour les couples particuliers - ceux pour lesquels les magnitudes des étoiles mesurées sont très voisines. L'un des objectifs que je m'étais fixé étant de situer les limites de mon dispositif, mes premières listes d'objets comptaient aussi bon nombre de couples très serrés (ρ proche de 2"). Le traitement de ceux-ci supposait d'abandonner les traitements automatiques et d'avoir recours au cadrage manuel. L'écart-type sur les mesures étant trop élevé pour me permettre de conserver ces mesures, j'ai très vite appris à me fixer des limites à ne pas dépasser pour disposer de mesures exploitables.

Enfin, pour les couples proches de la limite fixée, j'utilise la fonction de réduction après compositage; de manière générale, les mesures obtenues de cette manière semblent plus cohérentes que celles obtenues par le biais de la fonction AutoReduc ou suite à une sélection manuelle.

Premiers essais

Ma première session d'imagerie, réalisée en mars 2015 avec la L100/900, vise à tester tout à la fois l'acquisition des images et l'exploitation ultérieure des données (de distance et d'orientation) de mes couples stellaires. Pour ce tour de chauffe, j'ai sélectionné, grâce à Coelix, des systèmes de la constellation des Gémeaux.

Dans un premier temps, j'opte pour des acquisitions vidéo homogènes, avec l'idée de pouvoir comparer chaque prise de vue de façon objective. Chaque film compte le même nombre d'images (20 par film), et la même exposition - une seconde de pose par trame, gamma réglé à 500. Je fais toutefois une exception pour les étoiles vraiment brillantes. La surexposition rendant la séparation impossible, j'opte pour des réglages d'acquisition plus adaptés.

Au final, douze couples ont été filmés, puis traités avec REDUC. Compte-tenu des contraintes d'exposition que je m'étais fixées, la surexposition des couples les plus serrés (séparés de 2") rendait leurs mesures impossibles. J'ai retenu les mesures pour lesquelles l'écart en θ était $< 3^\circ$ et l'écart en ρ $< 0.3''$.

En tenant compte de cette marge d'erreur, ces premières mesures retenues étaient cohérentes avec les mesures les plus récentes indiquées dans le WDS. Cette première session est encourageante, et indique que la démarche suivie va dans le bon sens : l'acquisition et le traitement des données fonctionnent correctement.

Les sessions #2 et #3 d'avril 2015 m'emmènent dans la constellation du Cancer, et me permettent de corriger les erreurs du début. Je lève les contraintes que je m'étais imposées pour la prise de vue : j'abandonne les prises de vue à exposition constante, et adapte les paramètres d'exposition de mes prises de vue aux couples observés. Les mesures réalisées sous REDUC sont facilitées, et la qualité des mesures augmente de façon sensible.

Dans le même temps, l'achat d'un flip-mirror améliore notablement l'efficacité de ma chaîne d'acquisition. Plus que le seul gain de temps, l'utilisation du flip-mirror apporte un vrai confort : il permet de retrouver rapidement un couple stellaire qui serait situé hors du champ de la caméra, sans compromettre la mise au point.

Par la suite, le Celestron 8 vient compléter le dispositif. Le soin apporté à la mise en station de la monture, et, conjointement, l'usage du flip-mirror permettent de viser les cibles sans grande difficulté, en dépit d'un champ plus faible que celui de la lunette. Le diamètre et la focale du télescope permettent évidemment d'accéder à des mesures de couples plus serrés. Mesures toutefois compliquées par une collimation du tube qui reste parfois capricieuse...

Mesures réalisées au cours de l'année 2015

Les acquisitions réalisées cette année m'ont permis de conserver des mesures portant sur 90 systèmes doubles ou multiples. 114 couples d'étoiles ont pu être mesurés, dont 24 à deux reprises.

L'ensemble des mesures est présenté dans la Table I qui se décompose de la manière suivante :

Colonne 1 : index WDS

Colonne 2 : nom de l'étoile

Colonne 3 : composantes mesurées (AB,AC...)

Colonne 4 : magnitude de l'étoile primaire

Colonne 5 : magnitude de l'étoile secondaire

Colonne 6 : date de la mesure

Colonne 7 : ρ mesuré (séparation en ")

Colonne 8 : θ mesuré (Angle, mesuré en °)

Colonne 9 : écart-type sur ρ (mesuré par Reduc)

Colonne 10 : écart-type sur θ (mesuré par Reduc)

Colonne 11 : notes et observations (L=L100, T=T200), compositage seul : mesure effectuée sur une image unique, compositée à partir d'une série d'images.

Remerciements

J'ai pris beaucoup de plaisir à mener cette première série d'observations et de mesures. Je tiens à remercier tout particulièrement Florent LOSSE, qui, à travers les échanges que nous avons pu mener, a su m'encourager et me permettre d'avancer. D'autres mesures ont été réalisées dans les années qui ont suivi - elles devraient donner lieu à un futur article. D'autres mesures et d'autres projets suivront dans le futur; ils devront beaucoup aux conseils que Florent a su me prodiguer tout au long de cette première année.

Références

[1] Vallières J., COELIX, logiciel permettant d'établir des listes d'objet-cible (V2.106,2015)

<https://www.ngc7000.com/fr/coelix/>

[2] Mason, B.D., Wycoff, G.L., Hartkopf, W.I., Douglass, G.G., et Worley, C.E. 2001, Washington Double Star Catalog and electronic updates maintained at USNO

<http://www.astro.gsu.edu/wds/>

[3] StelleDopie
<http://stelledoppie.goaction.it/index2.php?section=1>

[5] Buil C., IRIS, logiciel de traitement d'images (V5.59, 2010)
<http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm>

[4] Tanguay R. C. - Observing Double Stars for Fun and Science (2006)
<http://www.skyandtelescope.com/observing/celestial-objects-to-watch/observing-double-stars-for-fun-and-science/>

[6] Losse F., Reduc, logiciel de réduction (V4.7, 2012)
<http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

Table I : Mesures d'étoiles doubles réalisées en 2015

Index WDS	Nom	Comp.	Magn.	Magn.	Date	Rh θ	Th η	\pm Rh θ	\pm Th η	Note
01052+1250	HJ 10	AB	9,3	10,2	2015,924	4,9	313,8	0,2	1,8	L
01052+1250	HJ 10	AC	9,3	9,4	2015,924	8,9	57,3	0,1	0,9	L
01055+1523	STF 87		9,24	9,93	2015,924	6	202,9	0,1	1,2	L
01071+1133	STT 22		7,26	10,49	2015,924	7,6	201,6			L - Compositage seul
01137+0735	STF 100	AB	5,22	6,26	2015,924	22,7	62,8	0,1	0,4	L
01144+2012	HJ 2029		9,89	11	2015,924	16,6	214,6	0,1	0,5	L
01175+2105	STF 107		8,82	10,69	2015,924	20,9	67,8	0	0,2	L
01186+1316	J 2715		9,4	9,7	2015,924	5,4	74,7	0,4	2,7	L
01219+1422	STF 116		8,16	11,8	2015,924	20,2	109,6	0,1	0,3	L
01226+1245	BU 1360		9,62	11,76	2015,924	5,2	21,9	0,2	1,9	L
01286+1440	ARN 88		9,74	10,93	2015,924	23,5	253,5	0,1	0,3	L
01303+1239	STF 129		9,71	10,25	2015,924	8,7	282,2	0,1	0,2	L
01304+0748	PLQ 17		9,69	10,47	2015,924	5,8	336,8	0,3	1,4	L
01335+1739	COU 35		9,01	10,6	2015,924	9,5	117	0,3	1	L
01349+1234	STF 136	AC	7,33	13	2015,924	77,1	312			L - Compositage seul
01349+1234	STF 136	AB	7,33	8,33	2015,924	15,3	76,8	0,1	0,3	L
01349+1234	STF 136	AD	7,33	11,91	2015,924	124,2	7,4	0,2	0,1	L
01399+1515	STF 142	AB	8,89	9,23	2015,924	22,9	67,6	0,2	0,2	L
01399+1515	STF 142	AC	8,89	11,7	2015,924	101	181,8			L - Compositage seul
01411+1817	A 2321		9,2	11,9	2015,924	6,8	235,9	0,5	1,3	L
01413+1007	STF 146		8,87	9,04	2015,924	24,2	306,4	0,1	0,4	L
01443+0929	KPR 1	AC	7,87	8,39	2015,924	191,7	283,6	0,2	0,1	L
01443+0929	STF 155	AB	7,87	8,01	2015,924	4,3	324,2	0,2	1,6	L
01501+1421	STF 173		8,62	10,82	2015,924	22,6	205,1	0,2	0,3	L
01535+1918	STF 180	AC	4,52	8,63	2015,924	214,9	81,3	0,3	0	L
01535+1918	STF 180	AB	4,52	4,58	2015,924	6,9	0,4	0,4	0,4	L
01535+1918	STF 180	BC	4,58	8,63	2015,924	214	83	0,4	0,1	L
01596+2100	STF 196	AD	9,36	6,01	2015,924	198,4	8,6	0	0,2	L
01596+2100	STF 196	AC	9,36	10,18	2015,924	21,1	154,1	0,1	0,1	L
08047+0532	J 1001		9,4	9,4	2015,264	3,2	160,8	0	0,6	L
08054+0550	STF1182		7,48	8,76	2015,264	4,6	73,1	0,2	1,2	L
08054+0812	STF1181		8,28	9,26	2015,264	5,1	139,1	0,1	1,4	L
08056+2732	STF1177		6,69	7,41	2015,264	3,5	349,4	0,2	1,3	L
08061+1415	WFC 61		8,45	9,52	2015,264	10,4	33,6	0,1	0,6	L
08071+0121	STF1185		9,59	10,26	2015,264	3,7	93,3	0,2	2,6	L
08092+1202	J 376		9,2	9,6	2015,264	1,8	290,2	0,1	1,3	L
08095+3213	STF1187	AB	7,19	7,98	2015,264	3	20,5	0,1	1,7	L
08122+1739	STF1196	A,B,C	4,92	6,25	2015,250	6	63,6	0,2	1,6	L
08181+3050	STF1212		8,63	10,1	2015,250	5,3	239,7	0,1	1,5	L
08230+0738	STF1219		9,24	9,26	2015,264	12,2	82,2	0,2	0,5	L
08267+2432	STF1224	A,BC	6,92	7,53	2015,250	5,7	51,7	0,2	1,7	L
08267+2432	STF1224	A,BC	6,92	7,53	2015,264	5,5	50,3	0,1	1,1	L
08268+2656	STF1223		6,16	6,21	2015,250	5,2	218,4	0,1	1,3	L
08268+2656	STF1223		6,16	6,21	2015,264	5,2	217,3	0,1	2,3	L
08358+0637	STF1245	AB	5,98	7,16	2015,250	9,9	24,6	0,2	0,8	L
08358+0637	STF1245	AB	5,98	7,16	2015,264	10,2	23,6	0,1	0,7	L

Table I : Mesures d'étoiles doubles réalisées en 2015

Index WDS	Nom	Comp.	Magn.	Magn.	Date	Rh ρ	Th η	\pm Rh ρ	\pm Th η	Note
08358+0637	STF1245	AC	5,98	10,7	2015,250	98,7	108,6	0,2	0,2	L
08358+0637	STF1245	AC	5,98	10,7	2015,264	98,3	108,7	0,2	0,2	L
08358+0637	STF1245	AD	5,98	12	2015,250	108,8	290,6	0,3	0,2	L
08358+0637	STF1245	AD	5,98	12	2015,264	108,4	291	0,4	0,2	L
08358+0637	STF1245	AE	5,98	9,6	2015,250	113,3	205,6	0,2	0,1	L
08358+0637	STF1245	AE	5,98	9,6	2015,264	112,6	206	0,2	0,1	L
08359+0955	STF1246		8,73	9,85	2015,250	10,5	115,5	0,2	0,9	L
08359+0955	STF1246		8,73	9,85	2015,264	10,5	116	0,2	1	L
08369+2315	AG 154		9,62	9,76	2015,264	2,1	359,5	0	0,2	L
08421+2501	J 1110		9,92	10,24	2015,264	3,3	41,9	0,4	0,3	L
08439+1337	STF1265		8,7	10,33	2015,264	5,5	310,6	0,1	1,7	L
08472+1110	STF1276	AB	8,32	8,56	2015,264	12,4	353,4	0,2	0,5	L
09092+1514	STF1317		8,46	9,91	2015,250	7,7	62	0,2	1,1	L
09155+2755	STF1327	AB	8,78	10,32	2015,250	5,3	30,7	0,1	2,7	L
09155+2755	STF1327	AC	8,78	10,5	2015,250	27,9	15,8	0,3	0,6	L
09174+2339	STF1332		7,87	8,12	2015,250	5,9	28,8	0,1	1,7	L
12028+2841	HJ 514		10	11	2015,423	20,4	88,2	0,7	0,7	L
12028+2841	HJ 514		10	11	2015,428	20,9	85,8	0,4	1,2	L
12069+0548	HJ 1210		8,67	11,08	2015,423	6,8	115,6	0,2	1,5	L
12069+0548	HJ 1210		8,67	11,08	2015,428	6,2	113,8	0,4	2	L
12175+2856	STT 245		5,7	10,2	2015,423	7,5	282,3	0,1	1,5	L
12175+2856	STT 245		5,7	10,2	2015,428	7,9	281	0,3	1,4	L
12187+1148	STF1628	AB	9,52	10,11	2015,423	9,3	239,3	0	0,8	L
12187+1148	STF1628	AB	9,52	10,11	2015,428	9,5	238,5	0,1	0,5	L
12187+1148	STF1628	AC	9,52	11,81	2015,423	44	344,1	0,3	0,6	L
12187+1148	STF1628	AC	9,52	11,81	2015,428	45,2	343,6	0,3	0,7	L
12225+0518	STF1636		6,53	9,31	2015,428	21	336,2	0,3	0,6	L
12274+0723	STF1644		9,24	9,9	2015,428	19,2	237,8	0,1	0,6	L
12351+1823	STF1657		5,11	6,33	2015,423	19,4	270	0,3	0,6	L
12440+2110	STT 253		7,99	10,51	2015,423	5,8	233,9	0,2	1,8	L
12440+2110	STT 253		7,99	10,51	2015,428	6,2	236,6	0,1	0,4	L
12497+0111	ENG 50	AB	8,19	9,94	2015,423	193,5	336,1	0,2	0,1	L
12530+1502	STF1686		8,58	8,72	2015,423	5,6	186	0,2	2	L
12530+1502	STF1686		8,58	8,72	2015,428	5,6	185,7	0,1	0,7	L
13073+0035	STF1719	AB	7,58	8,16	2015,423	6,9	357,3	0,3	1,1	L
13073+0035	STF1719	AB	7,58	8,16	2015,428	6,9	356,7	0,1	1,9	L
13109+2114	COU 96	AB	6,82	10,8	2015,428	9,9	309	0,7	1,2	L
13109+2114	SIN 79	AC	6,82	12,2	2015,428	93,1	23,3	0,7	0,4	L
13169+1701	BU 800	AB	6,66	9,5	2015,428	5,9	100,2	0,2	1,3	L
13169+1701	BU 800	AC	6,66	10,6	2015,428	128,2	334			L - Une seule image
13269+1422	BU 237		8,5	10,62	2015,428	2,9	211,9	0,3	1,9	L
13291+2211	STF1748	AB	8,26	10,85	2015,428	5,1	182	0,1	1,8	L
13291+2211	STF1748	AC	8,26	11	2015,428	141,2	2,2	0,2	0,1	L
13407+1957	STF1772	AB	5,76	9,6	2015,475	4,2	132,2	0,1	1,7	T
13407+1957	STF1772	AC	5,76	11,9	2015,428	88,3	24,6			L
13407+1957	STF1772	AD	5,76	7,38	2015,428	208,3	0			L
13491+2659	STF1785		7,36	8,15	2015,475	2,8	184,6	0,1	1,4	T
14484+2422	STF1884		6,58	7,48	2015,475	1,8	54,2	0,2	2,4	T
15075+0914	STF1910		7,35	7,54	2015,510	3,8	211,4	0,1	1,1	T
15075+0914	STF1910		7,35	7,54	2015,521	3,9	211,7	0,1	0,7	T
15126+1523	STF1917		9,84	9,91	2015,510	2,3	232,4	0,1	1,1	T
15126+1523	STF1917		9,84	9,91	2015,521	2,3	232,7	0,1	1,2	T
15138+1427	STF1923	AB	9,07	10,14	2015,510	4,8	12,1	0,5	0,1	T
15138+1427	STF1923	AB	9,07	10,14	2015,521	4,8	11,9	0,1	0,9	T

Table I : Mesures d'étoiles doubles réalisées en 2015

Index WDS	Nom	Comp.	Magn.	Magn.	Date	Rhô	Thêta	± Rhô	± Thêta	Note
15138+1427	WAL 67	CD	12,13	13,38	2015,510	9,9	308,7	0,1	0,1	T
15138+1427	WAL 67	AC	9,07	12,13	2015,510	49,3	352,9	0,2	0,2	T
15138+1427	WAL 67	AC	9,07	12,13	2015,521	49,4	352,9	0,2	0,2	T
15143+1959	GRV 899	AC	8,84	11,32	2015,510	78,4	313,8	0,1	0,1	T
15187+1026	STF1931	AB	7,2	8,07	2015,510	13,3	166,8	0,1	0,4	T
15187+1026	STF1931	AB	7,2	8,07	2015,521	13,4	166,9			T
15193+0146	STF1930	AB	5,06	10,11	2015,510	11,4	35	0,2	0,4	T
15193+0146	STF1930	AB	5,06	10,11	2015,521	11,3	34,9	0,1	0,4	T
15210+2022	HJ 2775		9,6	10	2015,510	9,2	85	0,1	0,4	T
15210+2022	HJ 2775		9,6	10	2015,521	9,2	84,9	0,1	0,4	T
15276+0522	STF1943		9,29	9,58	2015,510	5,1	148,3	0,1	0,7	T
15348+1032	STF1954	AB	4,17	5,16	2015,510	4	172	0,1	1,4	T
15348+1032	STF1954	AB	4,17	5,16	2015,521	4	172,7	0,2	2,2	T
16003+1140	STF1992	AB,C	9,46	9,72	2015,510	5,9	326	0	0,5	T
16003+1140	STF1992	AB,C	9,46	9,72	2015,521	5,9	326,2	0,1	0,5	T
16133+1332	STF2021	AB	7,43	7,48	2015,521	4	357,8	0	0,5	T
16160+0721	STF2026	AB	9,48	9,86	2015,521	3,4	15,4	0,1	1,8	T
20306+1404	AG 408		9,3	10,8	2015,779	4,7	285,8	0,1	1,3	L
20310+2007	HJ 2974		9,7	9,93	2015,779	14,3	297,2	0,2	1	L
20315+1448	J 1884		9,8	9,8	2015,779	8,8	131,4	0,1	1,4	L
20392+1059	SCJ 27	AB	8,67	10,03	2015,779	6,2	264,7	0,1	1,2	L
20396+2018	WFC 257		8,6	10	2015,779	6,8	317	0,1	1,1	L
20409+1035	STF2713		9,8	9,8	2015,779	5	62,3	0,2	1,6	L
20411+2133	HJ 922		9,76	9,79	2015,779	7,5	313,1	0,1	0,3	L
20418+1231	STF2715		7,8	10,22	2015,779	12,4	1,3	0,1	0,6	L
20426+1244	STF2718	AB	8,28	8,39	2015,779	8,4	87,3	0,1	0,7	L
20426+1244	STF2718	AC	8,28	9,02	2015,779	167,6	345,8	0,2	0	L
20426+1244	STF2718	BC	8,39	9,02	2015,779	169,5	343	0,1	0	L
20435+1657	STF2720		9,22	9,56	2015,779	3,7	179,1	0,2	2,8	L
20436+1944	STF2722		8,32	8,94	2015,779	7,6	306,4	0,1	0,7	L
20438+1440	J 1345		9,6	10,5	2015,779	3,5	278	0,2	2,7	L
20462+1554	STF2725	AB	7,54	8,2	2015,779	6,1	9,6	0,1	0,7	L
20493+2026	HJ 926		9,43	9,98	2015,779	5,8	189,7	0,2	1,2	L
20499+1255	HJ 1577		8,91	9,4	2015,779	9,3	246,3	0,2	0,8	L
20567+1300	STF2736		8,34	9,36	2015,779	4,9	218,2	0,3	1,2	L
20585+1626	STF2738	AB	7,51	8,57	2015,779	15	254,5	0,2	0,6	L
20585+1626	STF2738	BC	8,57	8,14	2015,779	222,5	102,1	0,1	0,1	L
20585+1626	STF2738	AC	7,51	8,14	2015,779	209,3	103,9	0,2	0	L



Benjamin Poupard

Après avoir été animateur scientifique pendant de longues années, Benjamin Poupard est aujourd'hui responsable des activités pédagogiques et scientifiques au Planétarium de Reims. Astronome amateur depuis la fin de la photographie argentique, il est surtout un explorateur «visuel» du ciel... qui se transforme en chasseur d'étoiles doubles les nuits de Pleine Lune.