

# MESURES D'ÉTOILES DOUBLES VISUELLES AVEC UN RÉFRACTEUR DE 152MM EN MAI ET JUIN 2025

Visual double star measurements with a 6 inches refractor in May and June 2025

Claude Schuhmacher

Astronome amateur à Pringy 77310 France - [bluesky77310@gmail.com](mailto:bluesky77310@gmail.com)



## Résumé

*Ce travail présente une première campagne de mesures d'étoiles doubles visuelles réalisée en mai et juin 2025 à l'aide d'un réfracteur apochromatique de 152 mm de diamètre. Vingt couples ont été observés, dont quinze binaires orbitales, sélectionnés principalement pour leurs séparations angulaires comprises entre 1,5" et 10" et pour leurs orbites bien déterminées. Les acquisitions ont été effectuées par imagerie rapide à l'aide d'une caméra CMOS monochrome. L'observation régulière d'étoiles étalons a permis de calibrer l'orientation et l'échelle des images. Les incertitudes estimées sont de l'ordre de  $\pm 0,5^\circ$  pour l'angle de position et  $\pm 0,1''$  pour la séparation. Ces résultats démontrent que des observations amateurs minutieuses, réalisées avec des instruments d'ouverture moyenne, peuvent fournir des données astrométriques utiles pour la surveillance continue des étoiles doubles visuelles.*

## Abstract

*We report on a first series of visual double star measurements conducted in May and June 2025 using a 152-mm apochromatic refractor. 20 systems were observed, including 15 orbital binaries selected primarily for separations between 1.5" and 10" and for the availability of well-determined reference orbits. Observations were obtained through high-resolution imaging with a monochrome CMOS camera. Calibration of scale and orientation was achieved through repeated observations of standard calibration pairs acquired at regular intervals during each observing session. Typical uncertainties are estimated at  $\pm 0.5^\circ$  in position angle and  $\pm 0.1''$  in separation, consistent with instrumental resolution and seeing conditions. These results demonstrate that careful amateur observations with moderate-aperture instruments can provide useful astrometric data for the continued monitoring of visual double stars.*

**Keywords : astrometry, binaries: visual, Cmos, CCD**



Après avoir, pendant quelques années, photographié pour le plaisir quelques étoiles doubles visuelles, afin d'évaluer la qualité du pouvoir séparateur de mes instruments d'observation, avec notamment quelques binaires proches de leurs pouvoirs séparateurs, je me suis décidé à pratiquer des mesures d'angles et de séparations. De manière assez artisanale au début, puis, ayant obtenu gracieusement le logiciel REDUC [1], j'ai contacté l'Association Jonckheere à Lille. Son président, André Amossé, m'a apporté son aide. Sans cette aide essentielle, ce document n'aurait probablement pas abouti.

## Introduction

Il s'agit d'une première campagne de mesures. Une sorte de test que je me fixe afin de savoir si, à terme, il y aura une suite. Ce document présente les mesures de 20 étoiles doubles visuelles dont 15 couples orbitaux, une entrée en matière en quelque sorte.

Comme je le disais plus haut, je ne suis aucunement spécialisé dans l'étude des étoiles doubles visuelles et n'appartiens à aucune organisation ni association spécialisée dans le domaine. J'ai connu André Amossé lorsque j'étais, pendant une courte période, président de l'Association Astronomique du Nord, il y a un peu plus de deux décennies. Pour des raisons professionnelles, j'ai quitté la région lilloise pour la région parisienne, le sud de la Seine-et-Marne pour être plus précis.

Jusqu'à présent, je me consacrais à l'observation des planètes, de la Lune et du Soleil, ainsi qu'à la photographie de ces mêmes astres. J'ai d'ailleurs un blog sur Astrosurf qui regroupe mes

observations[2]. Je suis arrivé par hasard aux étoiles doubles visuelles par l'étude du pouvoir séparateur des instruments d'optique. J'ai eu l'occasion de présenter cette théorie, ainsi que celle du comportement des différents types de réfracteurs sur le pouvoir séparateur instrumental, au club d'astronomie auquel j'appartiens à Challans en Vendée (85), mon lieu de villégiature.

Je possède plusieurs instruments, avec notamment un réfracteur apochromatique de conception russe, une LZOS de 152mm de diamètre et de 1208mm de focale. La correction chromatique est exceptionnelle dans sa catégorie avec un indice de Strehl de l'ordre de 0,97 à 540 nm. Le Polystrehl serait donné supérieur à 0,95 sur la plage visuelle.

Le pouvoir séparateur de cet instrument approche de 0,91 seconde de degré à 550 nm. C'est l'instrument utilisé pour les mesures d'angles et de séparations.

Je pourrais de même utiliser en réflecteur de conception russe un Rumak Maksutov de 200mm de diamètre, mais sa conception demande plus d'attention lors de l'utilisation. Je ne lui ai pas donné la priorité, même si son pouvoir séparateur est supérieur. En effet, la mise au point se faisant par le déplacement du miroir primaire, comme sur les Schmidt-Cassegrain de marques Celestron et Meade, la focale change par la même occasion, et donc l'échantillonnage sur les clichés obtenus. Cela peut avoir des conséquences sur les mesures entre le début et la fin de la séance de mesure. En revanche, si la mise au point peut se limiter avec un porte-oculaire, la focale résultante n'est pas modifiée.

Un choix définitif, je pense, vers le réfracteur, même s'il est moins performant optiquement parlant du fait de son diamètre.

## La chaîne de mesure

Le réfracteur est installé sur une monture Celestron CGE Pro Goto. La stabilité instrumentale est excellente. Cette monture a été conçue pour porter un Celestron 14 de 355mm de diamètre. La monture est pilotée par Eqmod et un logiciel de planétarium nommé HNSKY North. Les étoiles doubles visuelles sont directement indiquées par le logiciel. La recherche des cibles à photographier est extrêmement facile. Le réfracteur est sous abri, mais il n'est pas en poste fixe. Il est mobile sur des rails pour le dégager de l'abri (photo 1).

Je suis souvent étonné par la mise en température assez rapide du réfracteur et j'en suis venu à me demander si le triplet apochromatique n'a pas été conçu pour être athermique, car la focale est relativement stable quelle que soit la température. Le tube métallique de l'instrument est certainement à mettre en cause lors des modifications de la mise au point. J'observe cet effet régulièrement en photographie solaire, mais la focale ne change pas, ou très peu. Ce n'est du moins pas détectable.

J'utilise depuis de nombreuses années une caméra CMOS rétroéclairée de ZWO, une ASI 290 MM avec un maximum de sensibilité à 600nm et des pixels carrés de 2,9 micromètres. Depuis peu aussi, un miroir basculant de chez Baader, le Flip Mirror II, spécialement acheté pour l'occasion. Le centrage de la cible à photographier se fait avec un oculaire de chez APM Allemagne, un SWA de 26mm de focale et un FOV 70°, au coulant de 50mm, donnant un grossissement de 46 X. L'oculaire est réticulé et éclairé. Il a aussi été acheté pour l'occasion. Il facilite grandement le centrage des cibles à photographier, tout en ayant un grossissement et un champ visuel qui permettent à chaque fois de repérer la cible dans le champ avec les déplacements GOTO de la monture.

Une Barlow achromatique de courte focale de marque TAL, marque très connue dans les pays de l'Est et en Russie, fabriquée en Russie à Novosibirsk, est installée en amont de la caméra sur le chemin optique et permet au final un échantillonnage de 0,21 seconde de degré par pixel. L'avantage est d'avoir un filetage T2 en sortie pour être directement fixé sur la caméra d'acquisition, soit une excellente immobilité en rotation. (photo 2)

Sur les conseils d'André, j'ai remplacé la fenêtre du capteur de la caméra par une fenêtre coupant l'UV et l'IR. Le produit est d'origine chinoise. Elle ne coûte que quelques euros. La transmission est supérieure à 95 % sur la bande passante de 440 à 620 nm. Il reste encore 50 % de transmission à 650nm. À 700 nm, la transmission est inférieure à 1 %. La perte de luminosité est certaine, mais le gain en finesse des images doit être appréciable, non pas du fait d'un chromatisme de l'instrument, mais simplement des lois de l'optique. En effet, et pour rappel, la résolution instrumentale est une fonction directe de la longueur d'onde enregistrée sur le capteur CCD. Ici, elle varie de 1,3" de degré à 0,7" de 800 à 400 nm, pratiquement du simple au double.

## Les mesures et la précision

Le choix des cibles est établi au préalable en consultant le site de David Chiron « WDSTOOL » [3]. Sur les conseils d'André, je me suis limité majoritairement aux couples ayant une séparation angulaire comprise entre 1,5" et 10" d'arc, avec des orbites connues, de grade 1 à 5, dans l'éventualité de voir si mes mesures sont crédibles. De plus, j'ai concentré mes mesures sur des couples orbitaux de faible écart de magnitude (0 à 2 Mg), même si j'ai exploré d'autres couples plus exotiques comme STF 2590 AB. La table 1 et la figure 2 montrent les résultats.

Hormis la mesure du couple STF 1415 AB de grade 1, ma première mesure faite la nuit du 5 mai 2025 avec 3 étoiles étalons, les fichiers .ser pris les nuits du 11 au 12, et du 21 au 22

juin 2025 ont été réalisés comme suit :

- 5 étoiles étalons [4] prises à intervalles réguliers, avec une étoile étalon en début de séance et une à la fin.
- un fichier .ser de 1000 images pour chacune d'elles. Je n'ai sélectionné que les 500 meilleures images pour le calcul avec REDUC en auto-réduction en pratiquant un best of au préalable.

Pour les couples à mesurer, 3 fichiers .ser de 500 images en sélectionnant pour chacun d'eux le best of des 250 images.

J'ai constaté effectivement, et pour tous les fichiers, qu'en général, 50 % des images sont exploitables, ou du moins comparables à la meilleure image, sauf pour les couples plus proches, où je me suis limité à 25 % (couple de séparation inférieure à 2"). L'information est donnée dans les tables 1 et 2. Les dernières images sont à mon sens inutilisables, même si je n'ai pas constaté de gros écarts de valeur en ne faisant pas de best of avec 100 % des images, sauf pour les couples ayant une séparation inférieure à 2" de degré. Ces dernières images sont souvent fortement déformées durant l'acquisition par la turbulence atmosphérique ou instrumentale et par les vibrations de la monture équatoriale.

À noter que certaines images subissent parfois une déformation de la tache d'Airy par effet de la dispersion atmosphérique. En effet, lorsque la prise du fichier .ser est faite avec une hauteur réduite sur l'horizon, l'atmosphère allonge la tache de diffraction. L'ajout d'un correcteur de dispersion atmosphérique, très utilisé en photographie planétaire, serait-il souhaitable ? Je ne le pense pas.

En conclusion, et après réflexion, en considérant le travail effectué pour cette première publication, j'envisagerai de doubler la taille des fichiers .ser, et de faire par la même occasion 5 fichiers .ser au lieu de 3 pour les couples orbitaux (1000 images et calcul sur le Best of des meilleures images). Vous trouverez d'ailleurs dans la table 2 un calcul d'écart type pour l'orientation angulaire et la séparation des couples.

En moyenne, je considère que l'incertitude des mesures serait, pour être pessimiste, de +/- 0.5° pour l'orientation et +/- 0.1" pour la séparation.

## Description du tableau des mesures

**Index WDS** : Identification dans l'index du WDS

**Nom** : Nom du couple

**MgP/MgS** : Magnitude des étoiles primaire et secondaire dans l'index du WDS

**Époque J** : date julienne

**Époque B** : date besselienne (utilisée pour le calcul des O-C° et O-C")

**θ°** : mesure de l'angle du couple en degrés

**σ θ** : Calcul de l'écart type des mesures d'angle

**ρ"** d'arc : mesure de la séparation en secondes de degré

**σ ρ** : Calcul de l'écart type des mesures de séparation

**Mtd** : méthode traitement

**AB250/500** : auto-réduction Best of 250 images sur 500.

**AB125/500** : auto-réduction Best of 125 images sur 500.

**Grade** : grade de l'orbite de référence pour le calcul des O-C° et O-C"

**Orbite** : nom de l'orbite de référence pour le calcul des O-C° et O-C"

**O-C°** : écart sur l'angle en degrés sur l'orbite de référence

**O-C"** : écart sur la séparation en " d'arc sur l'orbite de référence

**O-Cx"** : Abscisse de l'O-C° convertie en coordonnées rectangulaires et exprimée en seconde de degré

**O-Cy"** : Ordonnée de l'O-C° convertie en coordonnées rectangulaires et exprimée en seconde de degré

## Couples orbitaux à mesurer chaque année

J'envisage de vérifier chaque année deux orbites à la même période : STF 2140 AB et STF 2382 AB. Cette dernière est l'une des composantes du célèbre couple Epsilon 1 et 2 de la Lyre que j'ai maintes fois observé visuellement avec ma lunette achromatique Perl Vixen de 100mm et de 1000 mm de focale. La composante inégale semble se rapprocher rapidement, voire très rapidement selon l'orbite de référence Doc 2020e, et ne sera plus observable par la prochaine génération dans un petit instrument. C'est une découverte pour moi.

En photo 3, nous avons l'image de l'étoile multiple STF 2590AB (WDS19523+1021) qui se caractérise par de forts écarts de magnitude, avec respectivement 7 magnitudes entre les composantes A et E, et 3.19 entre B et E. Sur le cliché obtenu après empilage de 10% des meilleures images (50/500), le diamètre des taches lumineuses sur le cliché est de 10.5" pour A et 4.2" pour B. La tache d'Airy est de 0.8" pour E. Ceci implique qu'il est important de se limiter à des écarts de magnitude réduits à 2 magnitudes maximum pour les composantes proches (2 à 10" de séparation) sous peine de voir la composante secondaire disparaître sous le flux lumineux de la principale.

## Conclusion et remerciements

Ces premiers travaux m'ont été profitables, même si je suis loin d'avoir exploré toutes les fonctionnalités du logiciel REDUC.

Un regret en revanche est de n'avoir pas pu compléter cette première publication par d'autres mesures, du fait de certaines obligations familiales. Ce n'est que partie remise, je l'espère.

Je remercie Monsieur Florent Flosse d'avoir eu la gentillesse de mettre à ma disposition gracieusement son logiciel REDUC. Il est d'un grand secours, indispensable à mon avis.

Je remercie vivement Monsieur André Amossé de m'avoir fourni les outils Excel nécessaires à l'accomplissement de ces calculs. Sans lui, je n'aurais probablement pas rédigé ce premier article. Je le remercie pour sa patience et sa réactivité.

L'Observatoire de l'Université de Lille vit une belle aventure avec l'Association Jonckheere, baptisée du nom d'un non moins célèbre observateur des étoiles doubles de la région lilloise. Je lui souhaite une longue et heureuse vie.

## Références

[1] Logiciel REDUC : <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

[2] Blog Astrosurf Optiques de Russie de l'auteur : <http://www.astrosurf.com/blogs/blog/9-optiques-de-russie/>

[3] <https://wdstool.com/>

[4] Liste des étoiles doubles étalons à télécharger ici : [https://ced.saf-astronomie.fr/\(rubrique documents/Etalons\\_Gaia\\_DR2\\_Philippe\\_LAURENT.xlsx\)](https://ced.saf-astronomie.fr/(rubrique%20documents/Etalons_Gaia_DR2_Philippe_LAURENT.xlsx))

Table I. Couples orbitaux																
Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	Epoque B	$\theta^\circ$	$\sigma_\theta$	$\rho''$	$\sigma_\rho$	Mtd	Grade	Orbite	O-C"	O-C"	O-Cx"	O-Cy"	Notes
11182+3132	STF1523 AB	4,33/4,80	2025,340	2025,342	135,39	0,29	2,69	0,03	AB250/500	1	Izm2019	0,071	0,072	0,072	0,000	3 étoiles étalons/moyenne et écart type de 3 mesures
18055+0230	STF2272 AB	4,22/6,17	2025,444	2025,446	117,35	0,10	6,77	0,01	AB250/500	1	Izm2019	0,143	0,037	0,037	0,000	5 étoiles étalons par la suite/moyenne et écart type de 3 mesures
16289+1825	STF2052 AB	7,69/7,91	2025,444	2025,446	116,33	0,12	2,53	0,00	AB250/500	2	Izm2019	-0,166	-0,040	-0,040	0,000	
17053+5428	STF2130 AB	5,66/5,69	2025,444	2025,446	353,25	0,08	2,66	0,00	AB250/500	3	Izm2019	-0,071	0,015	0,015	0,000	
16133+1332	STF2021 AB	7,43/7,48	2025,444	2025,446	359,29	0,15	4,05	0,00	AB250/500	4	Izm2019	-0,112	0,015	0,015	0,000	
16147+3352	STF2032 AB	5,62/6,49	2025,444	2025,446	239,78	0,05	7,37	0,00	AB250/500	4	Izm2019	-0,165	0,011	0,011	-0,002	
17146+1423	STF2140 AB	3,48/5,40	2025,444	2025,446	101,87	0,12	4,81	0,01	AB250/500	4	Baz1978	-0,253	0,172	0,167	-0,043	Couple à surveiller chaque année
18455+0530	STF2375 AB	6,34/6,73	2025,444	2025,446	120,59	0,26	2,58	0,01	AB250/500	4	Tok2020k	-0,235	-0,033	-0,032	0,008	
15264+4400	STT 296 AB	7,83/9,09	2025,444	2025,446	271,87	0,19	2,09	0,03	AB125/500	4	Pko2018b	0,022	-0,100	-0,100	-0,002	
17403+6341	STF2218	7,08/8,37	2025,472	2025,473	303,99	0,40	1,37	0,03	AB125/500	4	Izm2019	-0,654	0,013	0,013	0,000	
18443+3940	STF2382 AB	5,15/6,10	2025,472	2025,473	342,45	0,34	2,12	0,02	AB250/500	4	Nov2006e	0,064	0,000	0,000	0,000	Orbite Nov2006e plus conforme que Doc2020e : A confirmer chaque année
18443+3940	STF2382 AB	5,15/6,10	2025,472	2025,473	342,45	0,34	2,12	0,02	AB250/500	4	Doc2020e	0,291	0,073	0,073	0,000	Orbite Doc2020e moins conforme que Nov2006e : A confirmer chaque année
18443+3940	STF2383 CD	5,27/5,38	2025,472	2025,473	72,13	0,09	2,40	0,01	AB250/500	4	Doc2020e	0,022	-0,017	-0,017	0,000	
19121+4951	STF2486 AB	6,54/6,67	2025,472	2025,473	202,37	0,09	7,01	0,00	AB250/500	4	Izm2019	-0,396	0,007	0,000	0,000	
19482+7016	STF2603	4,01/6,87	2025,472	2025,473	20,35	0,24	3,17	0,03	AB250/500	5	Izm2019	-2,044	-0,045	0,021	0,040	

Table II. Couples mesurés									
Index WDS	Nom	MgP/MgS	Epoque J	Epoque B	$\theta^\circ$	$\sigma_\theta$	$\rho''$	$\sigma_\rho$	Mtd
16332+3054	STF2061	7,92/10,44	2025,472	2025,473	28,32	0,12	2,16	0,02	AB125/500
16458+3538	STF2101 AB	7,51/9,39	2025,472	2025,473	45,93	0,08	4,04	0,00	AB250/500
19523+1021	STF2590 AB	6,50/10,31	2025,472	2025,473	309,55	0,17	14,02	0,05	AB250/500
19523+1021	GMC 1 AE	6,50/13,50	2025,472	2025,473	342,98	0,08	15,57	0,04	AB250/500

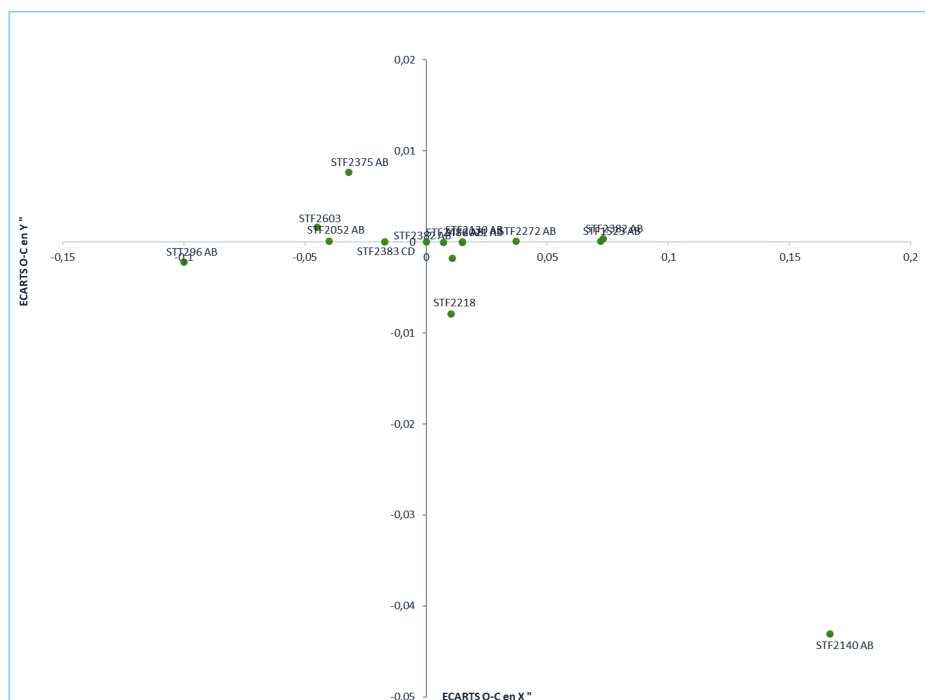


Figure 2 : Présentation des O-C en coordonnées rectangulaires des 11 mesures de couples orbitaux



Photo 1



Photo 2

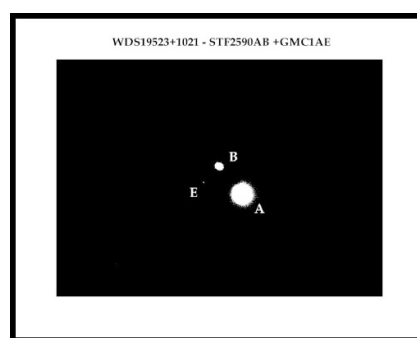


Photo 3



### Claude Schuhmacher

Formation d'ingénieur chimiste. Ancien salarié des groupes chimiques British Petroleum et BASF. Retraité. Astronome amateur depuis l'adolescence. Membre de l'Astro Club Challandais (85)