

UNE NOUVELLE ÉTOILE DOUBLE VISUELLE PRÈS DE L'ÉTOILE MU CASSIOPÉE

A new visual double star near the star Mu Cassiopeia

Jean-françois Coliac

O.A.B.A.C. (Observatoire Astronomique du Beausset pour l'Astronomie Collaborative) France - AAVSO - SAF/Commission des Étoiles Doubles

Email : jfcoliac@free.fr

Site web : "Étoiles binaires, entre Terre et Soleils" <http://astrosurf.com/jfcoliac>



Résumé

Une nouvelle étoile double visuelle non répertoriée a été identifiée dans la constellation de Cassiopée.

La séparation angulaire a été mesurée à $3,4 \pm 0,1$ secondes d'arc et l'angle de position à $298,9 \pm 1,3^\circ$.

Les catalogues Gaia DR2 et eDR3 ont été utilisés pour apporter des informations complémentaires sur ces deux étoiles. Une intégration au Washington Double Star Catalog est proposée.

Abstract

A new visual double star was identified in the Cassiopeia constellation.

The angular separation was measured at $3,4 \pm 0,1$ arcsecond and the position angle at $298,9 \pm 1,3^\circ$.

The Gaia DR2 and eDR3 catalogs were used to bring complementary informations on these two stars. Integration into the Washington Double Star Catalog is proposed.

Keywords: proper motion, astrometry, binaries : visual



1. Introduction

Une nouvelle étoile double a été identifiée visuellement sur une session d'images de Mu Cassiopée avec le réseau Itelescope.net [3] le 14 novembre 2019.

Comme je le fais sur chaque image que j'obtiens, je vérifie le champ en totalité pour voir s'il peut y avoir une étoile double non répertoriée.

En regardant le champ entier, une étoile était allongée. Un examen avec l'outil Aladin [2] m'a confirmé que ce système ne

faisait pas partie du Washington Double Star Catalog (désigné WDS dans la suite de l'article) [1].

L'étoile primaire se trouve aux coordonnées $01^{\text{h}}09^{\text{m}}41.09^{\text{s}} +54^\circ56'43,54''$ (J2000) d'après l'affichage du catalogue Gaia DR2 sur l'outil Aladin [2].

Cette position correspond à une distance angulaire de 12 minutes d'arc environ à l'est de l'étoile double Mu Cassiopée.

Sa latitude galactique est de -7° , ce qui en fait une étoile du disque galactique.

	Primaire	Secondaire
Désignation Gaia DR2	411229963111712000	411229963107474688
Magnitude bande G	12.181	13.876
Mouvement propre en ascension droite (mas/an)	1.583	1.470
Erreur du mouvement propre en ascension droite (mas/an)	0.054	0.041
Mouvement propre en déclinaison (mas/an)	5.038	4.862
Erreur du mouvement propre en déclinaison (mas/an)	0.052	0.039
Mouvement propre total (mas/an)	5.28	5.08
Parallaxe (mas)	2.6657	2.6588
Erreur sur la parallaxe (mas)	0.0403	0.0297
T_{EFF} (°K)	5784	5029
Luminosité (en luminosité solaire, ou L_{\odot})	1.4	0.325
Rayon (en rayon solaire ou R_{\odot})	1.18	0.75
B-V	0.69	0.91

Table 1 : Données du catalogue Gaia DR2

Cinq images de 15 secondes chacune ont été réalisées pour chaque filtre, U, B, V, R, I, Johnson-Cousins dans le but primaire de faire de la photométrie sur Mu Cassiopée.

Ce faible temps de pose a permis de ne pas saturer l'étoile principale et ainsi de détecter l'étoile compagnon à partir du profil allongé de l'étoile principale.

La Table 1 fournit les caractéristiques des deux étoiles dans le catalogue Gaia DR2.

Aucune mesure de ces deux étoiles n'ayant été réalisée précédemment, la présente étude a pour objectif d'étudier la possibilité de mesurer ces deux étoiles et de synthétiser des données sur ce couple potentiel.

L'image 1 montre l'image prise avec l' telescope.net tandis que l'image 2 montre la position des deux étoiles issue du catalogue Gaia DR2 superposée sur l'image du DSS2 color.

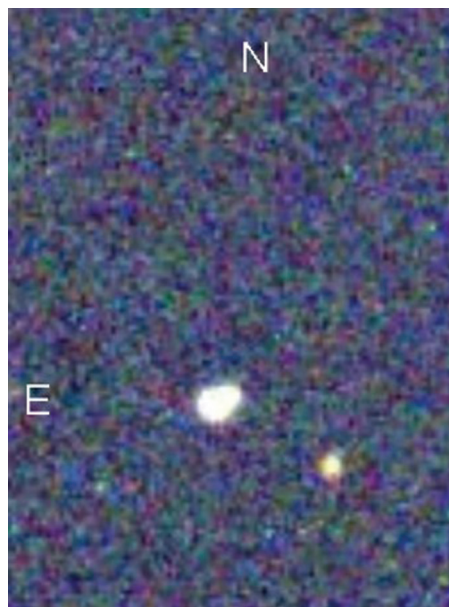


Image 1 - Image RVB obtenue avec l' telescope T11
3 poses de 15 secondes

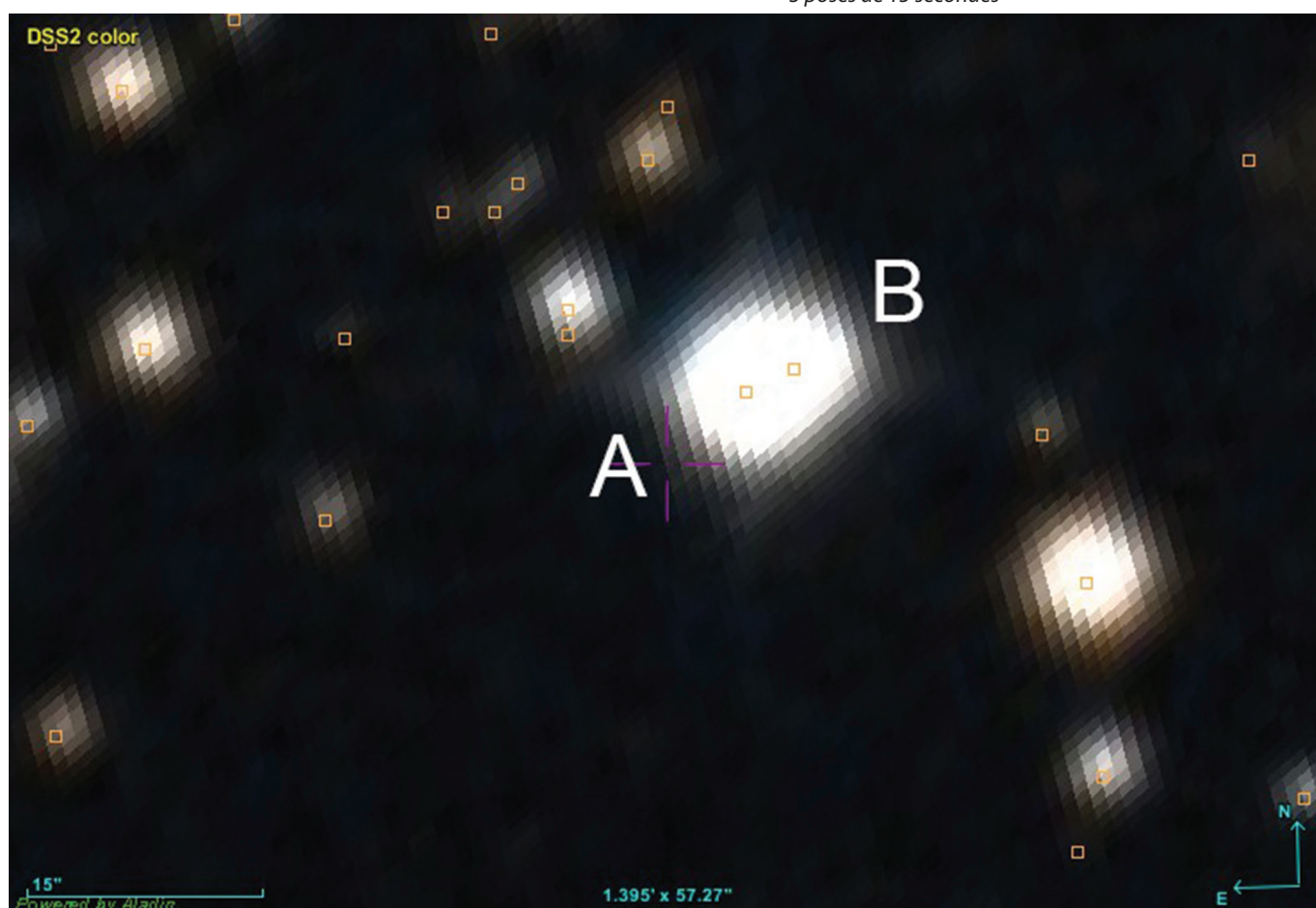


Image 2 - le couple affiché avec l'image DSS2 color sur l'outil Aladin

2. Procédure d'acquisition et de mesure

Le télescope utilisé est le T11 de l' telescope.net [3] situé au Nouveau Mexique à 2250 mètres d'altitude. Les données de base fournies par l'observatoire sont les suivantes : diamètre de 508 mm, distance focale de 2280 mm, échantillonnage de 0,81 secondes d'arc par pixel avec des pixels de 9 microns.

Trois images réalisées avec une caméra FLI ProLine 11002M CCD utilisant respectivement les filtres R, V et B ont été utilisées et assemblées car elles présentaient le meilleur signal. Le temps de pose total est de 45 secondes.

Le logiciel PRISM [4] a permis de calculer un seeing moyenné de 2,7'' sur cette image RVB.

La séparation mesurée avec l'outil Aladin (image 2) a été comparée à la valeur du seeing.

Le seeing étant inférieur à la séparation de 3,4'', montre qu'une mesure est possible.

Les magnitudes des deux étoiles n'ont pas été mesurées car leurs centroides ne sont pas séparés sur l'image brute RVB.

Le logiciel PRISM a été utilisé pour déterminer l'orientation du nord. La fonction réduction astrométrique permet de déterminer

l'angle entre l'axe nord-sud de l'image et le nord céleste. Prism a calculé un angle de 23,2° par rapport à l'image initiale.

L'image a ensuite été tournée de 23,2° de façon à ce que la direction nord sud de l'image fasse un angle nul avec la direction du pôle céleste.

Quarante trois étoiles ont été utilisées dans l'image pour effectuer une seconde réduction astrométrique, cette fois-ci avec un angle nul entre la direction nord-sud de l'image et le pôle céleste. Les résidus sont de 0,176". L'angle de position du pôle céleste est alors de 0°.

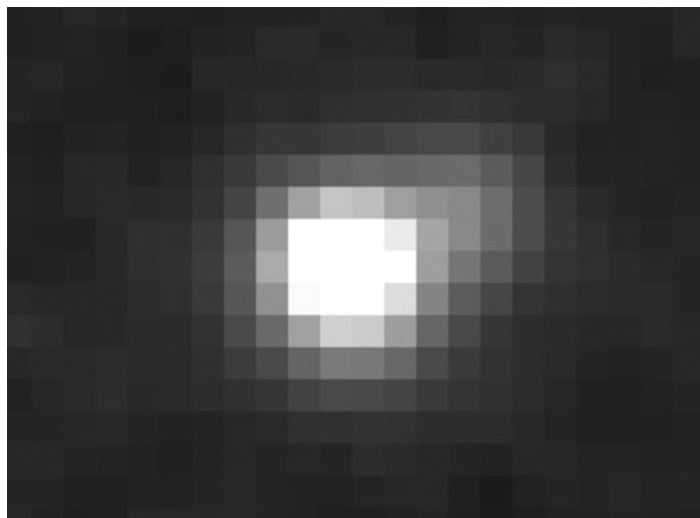


Image 3 - Image brute

Les mesures de l'angle de position et de la séparation ont été réalisées en mesurant visuellement à la souris la position des centroïdes à une fraction de pixel près.

L'image a été grandie 16 fois, afin de mieux voir la taille des pixels. Quatre mesures ont été réalisées puis moyennées, associées à l'écart type de la mesure.

Le logiciel PRISM a calculé un échantillonnage de 0,82"/pixel et la distance focale mesurée précisément à 2267,4 mm. Ces valeurs diffèrent légèrement des données théoriques fournies par l'observatoire.

Mais à ce stade, les centroïdes des deux étoiles sont difficilement séparables.

Aussi un filtre passe haut mathématique a été utilisé et a permis de faire apparaître le centroïde de l'étoile B.

Une mesure astrométrique plus précise est désormais possible.

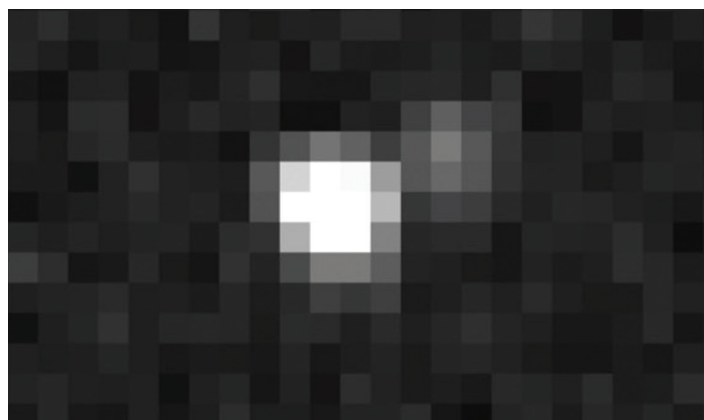


Image 4 - Avec application du filtre passe-haut

Connaissant l'échantillonnage de 0,82 seconde d'arc par pixel, une séparation moyenne de 3,4 + - 0,1 secondes d'arc et un angle de position de 298,9 + - 1,3° sur 4 mesures ont été trouvés en utilisant un changement de coordonnées cartésiennes – polaires.

La table 2 fournit les mesures individuelles et moyennées obtenues :

	Étoile A - Étoile B				Mesure finale	
	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4	Moyenne	Écart-type
Thêta (°)	300.5	298.4	299.7	297.1	298.9	± 1.3
Rho (")	3.23	3.45	3.41	3.59	3.4	± 0.1

Étoile	Séparation (")	Angle de position (°)	Epoque
Gaïa 411229963111712000 Gaïa 411229963107474688	3.4	298.9	2019.870
Incertitude de réduction (écart-type des 4 mesures)	0.1	1.3	

Table 2 : Mesures de la nouvelle étoile double

A l'incertitude de réduction, s'ajoutent d'autres incertitudes non quantifiées, telles que l'incertitude liée à l'utilisation du filtre passe-haut.

Les relations utilisées pour calculer la séparation angulaire et l'angle de position pour chaque mesure sont :

$$\rho = \sqrt{((\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2)} \quad \text{et} \quad \tan\theta = \Delta Y / \Delta X$$

ΔX et ΔY étant la différence de position en pixels entre les

deux étoiles.

Une constante de 270° a été ajoutée car l'axe des abscisses est orienté vers l'ouest sur les images.

La méthode utilisant le filtre passe-haut pourrait modifier la position des centroïdes.

Il sera donc nécessaire de confirmer ces premières mesures à partir d'images présentant une meilleure résolution.

3. Analyse de la distance de l'étoile double grâce aux données de Gaia eDR3

Le catalogue Gaia eDR3 donne des incertitudes de mesures trois à quatre fois plus petites que Gaia DR2 pour les parallaxes et les mouvements propres.

Ce catalogue sera donc utilisé pour étudier ces deux grandeurs. La parallaxe permet de calculer la distance en parsecs :

$$\text{Distance (Pc)} = 1000/\text{Parallaxe (mas)}$$

Les données figurent dans la table 3.

	Primaire	Secondaire
Parallaxe	2.6835 ± 0.0154	2.663 ± 0.0173
Distance minimum (pc)	370.521	373.092
Distance maximum (pc)	374.798	377.971
Distance minimum (al)	1207.899	1216.282
Distance maximum (al)	1221.843	1232.188
Distance moyenne (al)	1214.83	1224.18
Distance moyenne des 2 étoiles (al)	1219.51	

Table 3 : données sur la distance des étoiles

Le graphique présenté ci-dessous montre les distances minimum et maximum, ainsi que les incertitudes sur ces distances pour chaque étoile.

Nous voyons que les distances entre l'étoile principale et le compagnon sont proches et se chevauchent dans une zone commune, située entre 374,798 et 373,092 parsecs.

Distance de A en parsecs (orange) et distance de B en parsecs (bleu)

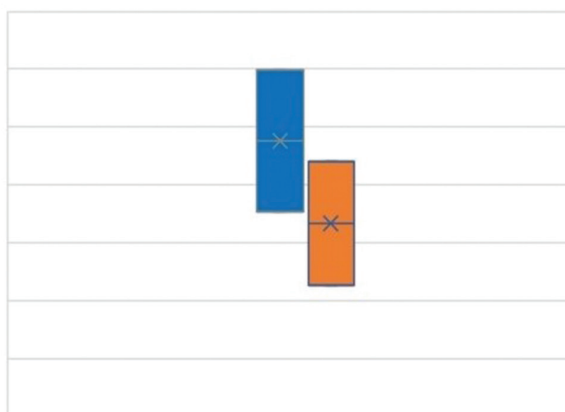


Image 5 : distances des deux étoiles

4. Analyse des mouvements propres

Le catalogue Gaia eDR3 fournit les valeurs des mouvements propres ainsi que les incertitudes associées. Nous pouvons aussi les analyser. Ils sont indiqués dans la table 4.

La similitude des mouvements propres des deux étoiles est vérifiée en calculant la différence relative des mouvements propres (noté rMP dans la table 4), en retenant la plus grande différence avec les incertitudes, par rapport à celui de l'étoile

principale.

Nous voyons que les mouvements propres des deux étoiles sont similaires car rMP ne dépasse pas 8 %.

L'image 6 présente le déplacement dû aux mouvements propres du couple sur une période de 5000 ans avec le logiciel Cartes du Ciel [5], ce qui montre bien que les deux étoiles ont des trajectoires très voisines sur le plan du ciel.

	Primaire (1)	Secondaire (2)	rMP [(1)-(2)] / (1)
Mouvement propre ascension droite (mas/an)	1.591 ± 0.011	1.486 ± 0,013	6%
Mouvement propre en ascension droite (mas/an) (plus grande différence avec les incertitudes)	1.591 + 0.011 1.602	1.486 - 0.013 1.473	8%
Mouvement propre en déclinaison (mas / an)	4.861 ± 0.011	4.808 ± 0.013	1%
Mouvement propre en déclinaison (mas / an) (plus grande différence avec les incertitudes)	4.861 + 0.011 4.872	4.808 - 0.013 4.795	1.6%

Table 4 : éléments sur le mouvement propre des deux étoiles issues de Gaia eDR3

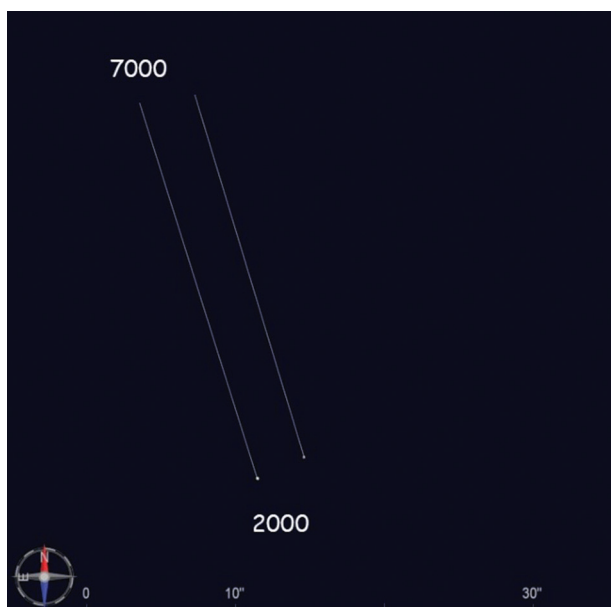


Image 6 - mouvements propres de A (à gauche) et B (à droite) sur une période de 5000 ans

5. Mesure de la séparation projetée « ps »

Nous allons calculer la séparation projetée « ps » qui est la distance minimum entre les deux étoiles.

Ainsi, nous calculons la séparation projetée en utilisant la distance moyenne entre A et B (voir table 3) de 1219,51 années lumières. (d'après les données Gaia eDR3)

$$ps = \tan(3,4/3600) \times 1219,51 = 0,020 \text{ al} = 1277 \text{ UA}$$

6. Conclusion

Un nouvelle étoile double visuelle a pu être identifiée dans la constellation de Cassiopée.

L'image obtenue a permis de faire une première mesure, et d'autres mesures avec une meilleure résolution seront nécessaires pour obtenir des données astrométriques plus précises.

Nous avons vu que ces deux étoiles ont une distance et des mouvements propres similaires.

Je propose que ce couple soit intégré dans le WDS.

7. Remerciements

Je remercie le Washington Double Star Catalog et le Journal of Double Star Observations pour toutes les informations utiles fournies.

Ce travail a été réalisé avec l'outil The Aladin Sky Atlas et les logiciel PRISM de Cyril Cavadore et Cartes du Ciel de Patrick Chevalley.

Références

- [1] WDS : <http://www.astro.gsu.edu/wds/>
- [2] Aladin Sky Atlas : <https://aladin.u-strasbg.fr/>
- [3] Itelescope : <https://www.itelescope.net/>
- [4] Prism : <http://www.prism-astro.com/fr/index.html>
- [5] Cartes du ciel : <https://www.ap-i.net/skychart/fr/start>



Jean-François Coliac

Je pratique l'astronomie depuis l'âge de 15 ans maintenant. Je passe mon temps libre à l'observation des étoiles doubles, des occultations d'étoiles et des courbes de lumière d'étoiles variables ou d'astéroïdes. J'ai notamment participé à des observations des Phénomènes Mutuels (Phému) d'Uranus en 2007, les Phému de Jupiter en 2015 et 2021, l'occultation d'une étoile par Triton en octobre 2017 et celles de l'astéroïde double Kalliope.