T60, observatoire du Pic du Midi de Bigorre

Compte rendu de mission

18-22 février 2019 (semaine 8/2019)

Guillaume Biguet[a], Jean-Jacques Rives[a] & Stéphane Fauvaud[a,b]

[a] Association T60
[b] Groupe européen d'observation stellaire

1 Introduction

L'objectif principal de cette mission était de mener des observations photométriques CCD dans le but de contribuer à une meilleure connaissance de la forme et de la rotation des astéroïdes. C'est le prolongement de travaux engagés depuis déjà plusieurs séjours au Pic du Midi. Les objets ont été sélectionnés à partir des listes de A. Marciniak – astéroïdes brillants, à longue période (≥ 12 h) et faible amplitude (≤ 0,25 mag), pour lesquels environ un quart des périodes de rotation sont erronées – et de B. Carry – astéroïdes observés par imagerie à très haute résolution angulaire avec la caméra SPHERE du VLT de l'ESO[1].

2 Observations

Cette semaine a été particulièrement propice à l'observation du ciel, avec quatre nuits claires sur quatre passées au sommet. La présence de la pleine Lune a toutefois contraint au choix d'objets particulièrement brillants et/ou éloignés du satellite de la Terre. L'étoile pulsante BL Cam (α_{2000} = 3h47m19s, δ_{2000} = +63°22′07″, $\langle V \rangle$ ~ 13,1 mag, ΔV ~ 0,33 mag), cible non prioritaire de notre programme, a également été observée (Tableau 1).

Tableau 1. Journal des observations des astéroïdes et de BL Cam

Objet	<*V*> (mag)	Période* (h)	Nuit	Filtres	Durée d'observation (h)	Pilote du programme
326 Tamara	13,0	14,5	18-19 fév. 2019	R (et V)	6,0	A. Marciniak
354 Eleonora	10,9	4,3	20-21 fév. 2019	R (et V)	3,0	B. Carry
			21-22 fév. 2019	R (et V)	4,0	
532 Herculina	9,0	9,4	20-21 fév. 2019	R (et V)	3,5	B. Carry
			21-22 fév. 2019	R (et V)	3,0	
BL Cam	13,1	0,94	18-19 fév. 2019	R	3,0	SF
			19-20 fév. 2019	R	2,5	
* de rotation pour les astéroïdes, de pulsation pour BL Cam					**TOTAL = 25,0 h**	

Le télescope de 60 cm de diamètre (T60) était équipé de la caméra CCD SBIG STL 6303E associée à son correcteur de champ. L'ensemble était monté sur le porte-oculaire Optec (série TCF). Les filtres L, V, R et Hα, intégrés à la roue à filtres de la caméra, ont été utilisés. Les images ont été réalisées en mode binning 3 x 3. Le pilotage de la caméra a été assuré à l'aide du logiciel PRISM version avancée 10.3.42.385. Le suivi sidéral du télescope était très satisfaisant.

[1] Carry, B., Fauvaud, S., Marciniak, A., & Behrend, R., 2018, Lightcurves of asteroids: spin, 3-D shape, density, *in*: Di Matteo, P. et al. (eds), *Proceedings of the annual meeting of the French Society of Astronomy & Astrophysics*, Bordeaux, France, July 3-6, 2018, p. 415-418

En marge du suivi photométrique, quelques « belles images » de M81, B 33, M51 et NGC 2175 ont été réalisées (Tab. 2 et Fig. 1).

Tableau 2. Journal des observations de galaxies et de nébuleuses

Objet	Filtre	Nombre de poses	Temps de pose unitaire (s)	Temps de pose total (s)
M81	L	128	20	2560
B 33	Hα	141	30	4230
M51	L	110	15	1650
NGC 2175	Hα	110	30	3300

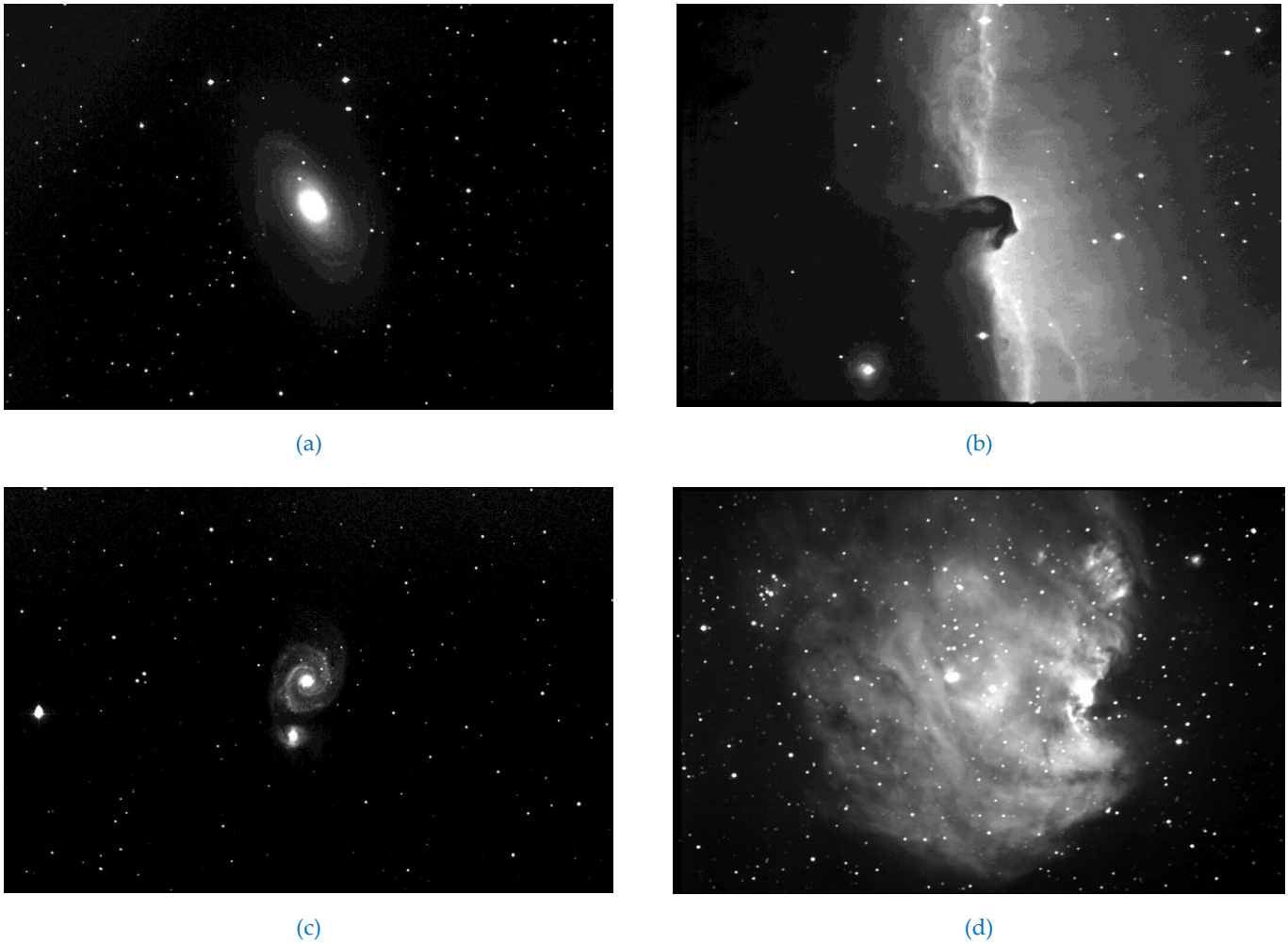

Figure 1. M81 (a), B 33 (b), M51 (c) et NGC 2175 (d). Traitement des images par JJR

3 Bilan

Malgré la gêne significative de la pleine Lune, un total de 25 heures de suivi photométrique ont été obtenues sur les astéroïdes 326 Tamara, 354 Eleonora et 532 Herculina ainsi que sur l'étoile pulsante BL Cam. Le dépouillement des données reste en cours. Sur les images de BL Cam étaient présentes deux autres étoiles variables. Le traitement et l'analyse de leurs mesures sont décrits en Annexe. Enfin, une très belle nuit a

permis d'observer une superbe lumière zodiacale (Fig. 2). Bref, c'est une mission pleinement réussie, dans ce site magnifique qu'est le Pic du Midi !

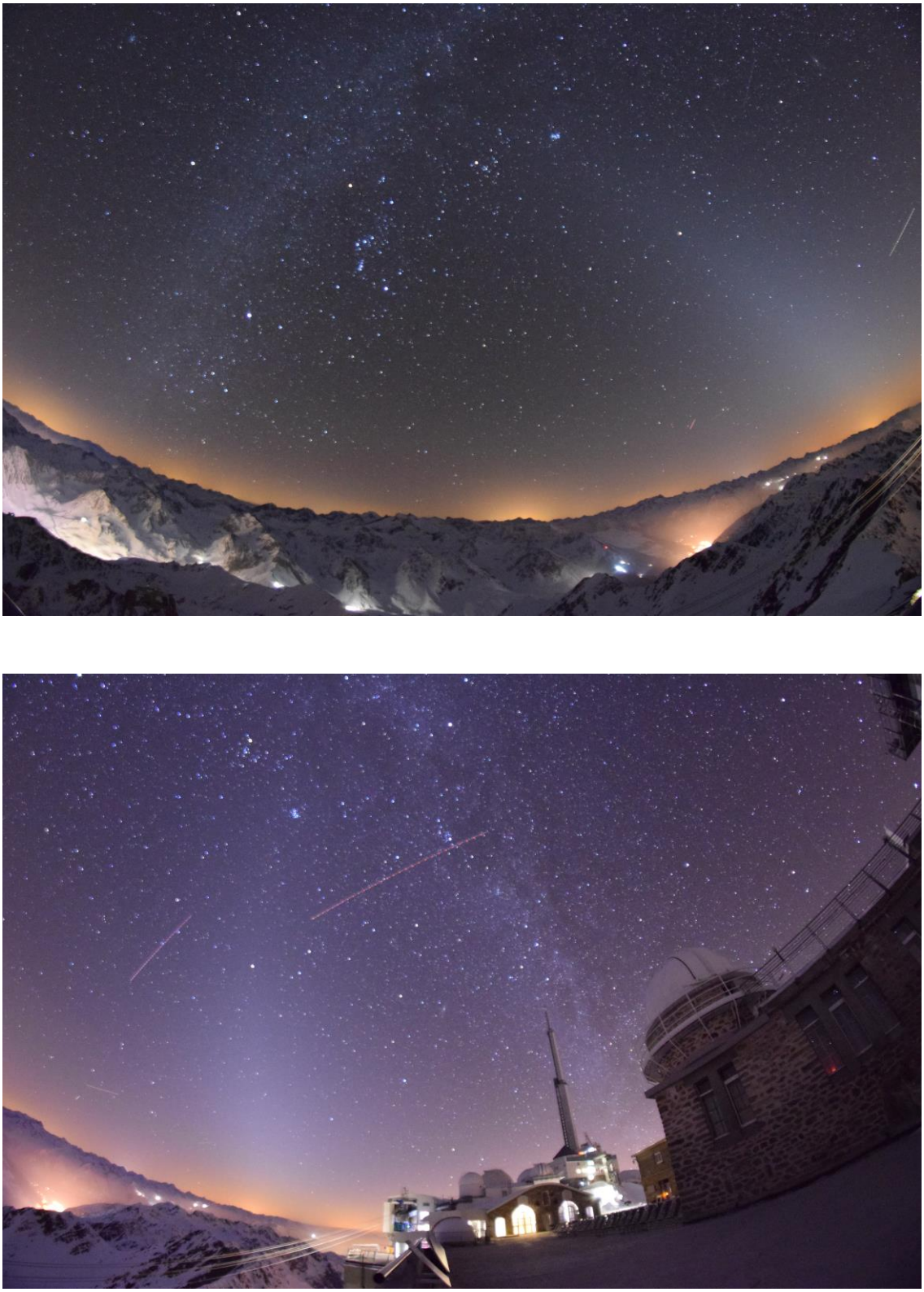

Figure 2. Lumière zodiacale et Voie Lactée dans le ciel du Pic le 21 février 2019 (photos JJR)

Annexe

Sur la variabilité de deux étoiles du champ de BL Cam

A1 Introduction

Lors de l'analyse des images de BL Cam, l'un d'entre nous (JJR) a repéré, au voisinage de la pulsante, deux étoiles dont l'éclat variait, UCAC4-766-030034 et UCAC4-768-028537 (Fig. A1)[2].

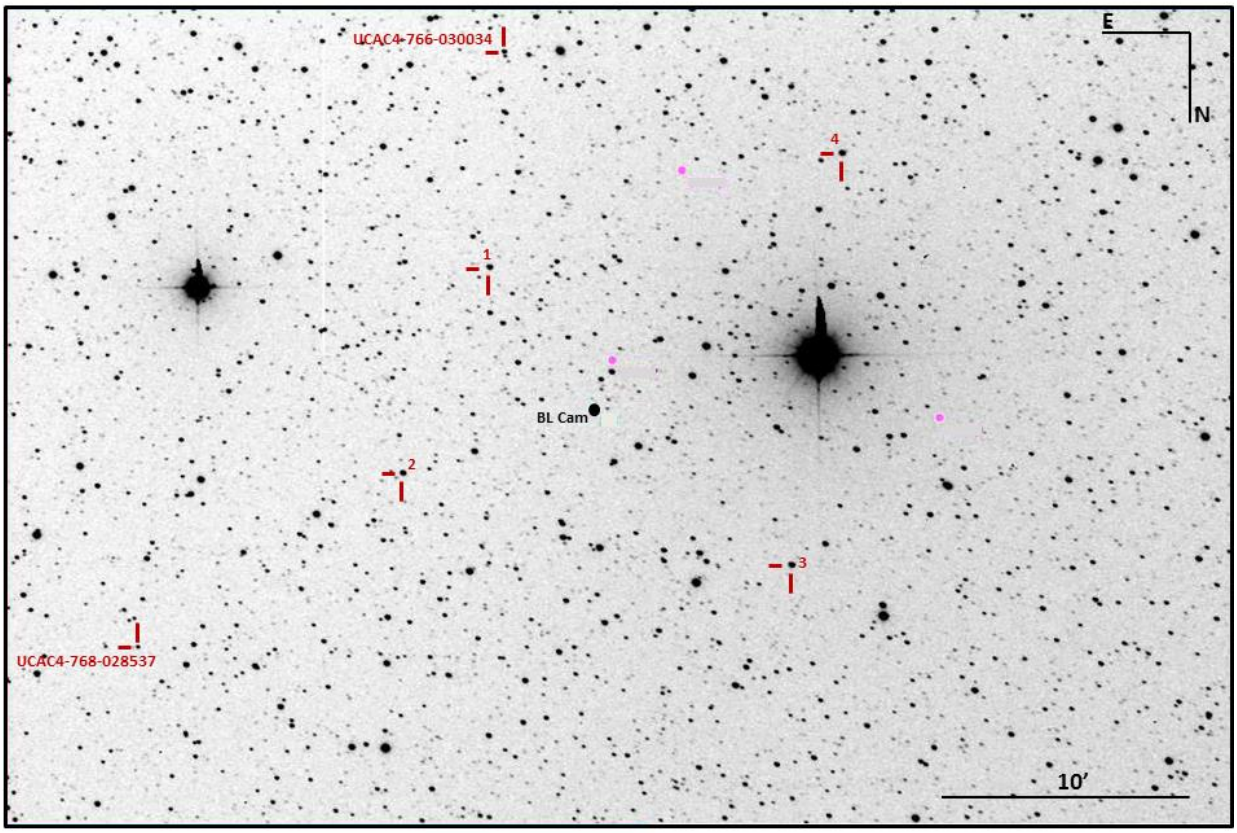

Figure A1. Carte de champ de BL Cam et des étoiles UCAC4-766-030034 et UCAC4-768-028537. Les étoiles de comparaison sont repérées par les labels 1, 2, 3 et 4.

Ces deux astres sont déjà connus pour être variables[3] [1]. Ils sont répertoriés dans l'International Variable Star Index de l'American Association of Variable Star Observers (AAVSO) (Tab. A1).

[2] Ce repérage a été effectué avec le logiciel Muniwin (`http://c-munipack.sourceforge.net/`).
[3] Courriel du 28 mars 2019 de Raoul Behrend (observatoire de Genève, Suisse) à Jean-Jacques Rives.

Tableau A1. Désignations, position et magnitude des étoiles UCAC4-766-030034 et UCAC4-768-028537 (source AAVSO[4, 5]).

Désignation UCAC4	Désignation VSX	Autres désignations (USNO-B1.0, AAVSO)	Ascension droite (J2000.0)	Déclinaison (J2000.0)	<*V*> (mag)
UCAC4-766-030034	VSX 256286	USNO-B1.0 1531-0149458 AAVSO UID 000-BLT-887	03h47m49,665s	+63°08′50,34′	14,18
UCAC4-768-028537	VSX 256289	USNO-B1.0 1535-0121961 AAVSO UID 000-BLT-885	03h49m59,391s	+63°31′38,86″	15,20

A2 Observations et réduction des données

UCAC4-766-030034 et UCAC4-768-028537 ont été observées avec le télescope de 0,6 m de diamètre (T60) du Pic du Midi durant trois nuits consécutives (19-21 février 2019). Les images (30 s de pose) ont été obtenues en binning 3x3 à l'aide d'une caméra SBIG STL 6303E équipée d'un filtre rouge R (Astronomic). Le prétraitement des images et la réduction des données ont été réalisés avec le logiciel IRIS v5.59 ([6]), selon une méthodologie décrite dans [2] et [3].

Outre les données du Pic du Midi, UCAC4-766-030034 a été observée une nuit supplémentaire (28 février 2019) depuis Treize-Septiers (Vendée), avec un télescope de 0,2 m de diamètre et une caméra CCD SBIG ST7. Les images (40 s de pose en binning 1x1, sans filtre) ont été réduites à l'aide de Muniwin.

La recherche d'une périodicité dans les séries de mesures a été effectuée par les méthodes de Fourier [4] et PDM [5], implémentées dans le logiciel PERANSO v2.0 ([7]). Ce dernier a également été utilisé pour estimer, par un ajustement polynomial de degré 5, les instants des extrema des courbes de lumière.

A3 Résultats

A3.1 Etoile UCAC4-766-030034

La recherche d'une périodicité dans nos seules mesures a conduit à deux solutions possibles, 3,4491 ± 0,0003 h ou, plus probablement et après examen visuel de la courbe de lumière, 6,9015 ± 0,0005 h. Néanmoins, la prise en compte des mesures de février 2015 de l'AAVSO, malgré leur forte dispersion, a contraint la solution à une valeur de 6,110980 ± 0,000002 h et une amplitude de 0,27 ± 0,04 mag (Fig. A2).

A3.2 Etoile UCAC4-768-028537

Nos mesures sont compatibles avec une période de 5,989 ± 0,001 h et une amplitude ΔR = 0,72 ± 0,08 mag (Fig. A3). Un seul minimum est observé. Avec les données de décembre 2015 de l'AAVSO, la courbe de lumière est totalement décrite et exhibe un minimum principal (phase 0) et un minimum secondaire (phase 0,5), sensiblement moins profond. Les instants du minimum principal sont compilés Tab. A2.

[4] https://www.aavso.org.vsx/index.php?view=detail.top&oid=256286
[5] https://www.aavso.org.vsx/index.php?view=detail.top&oid=256289
[6] http://www.astrosurf.com/buil/iris-software.html
[7] http://www.peranso.com

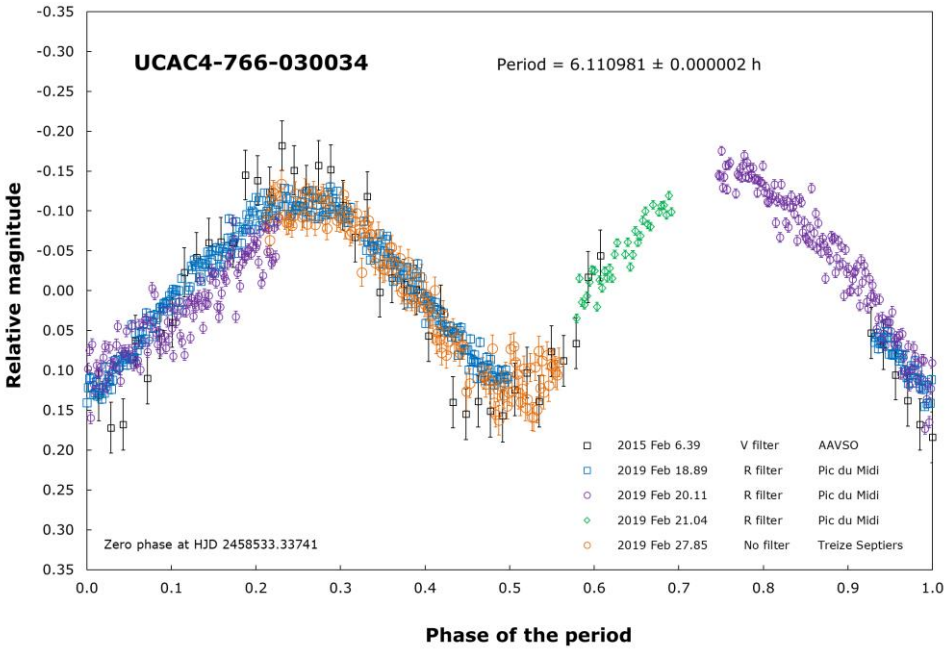

Figure A2. Courbe de lumière de l'étoile UCAC4-766-030034 avec une période de 6,110980 h. Les barres d'incertitude sont à ± 1σ.

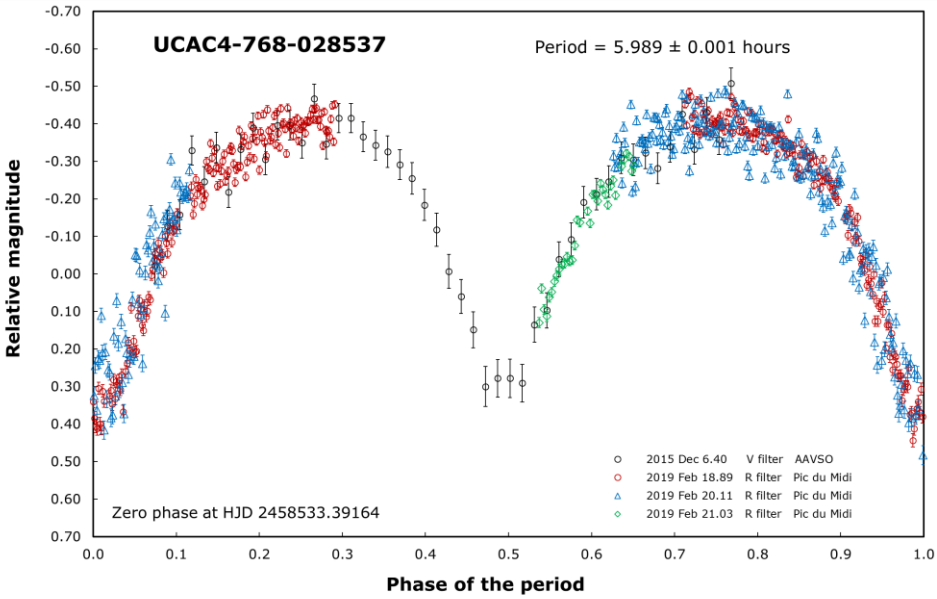

Figure A3. Courbe de lumière de l'étoile UCAC4-768-028537. La période est proche de 6 h. Les barres d'incertitude sont à ± 1σ.

Tableau A2. Instants du minimum principal (phase 0) de l'étoile UCAC4-768-028537 en jour julien héliocentrique.

HJD_{mini}	Incertitude (2σ)
2458533,3918	0,0012
2458534,6389	0,0017

A4 Discussion

A4.1 Etoile UCAC4-766-030034

La période et l'amplitude déterminées à partir de nos observations sont en accord avec celles de [1]. Sur la base de la forte amplitude de la courbe de lumière, il a été suggéré [1] que UCAC4-766-030034 pourrait être un système double constitué d'étoiles en rotation (binaires ellipsoïdales)[8]. Nos données sont compatibles avec cette hypothèse et tendent à écarter le type W UMa (ou EW) proposé par l'AAVSO pour cette étoile (Tab. A3).

A4.2 Etoile UCAC4-768-028537

Seule une portion de courbe a été observée par [1], et UCAC4-768-028537 est répertoriée comme une binaire à éclipses, de type W UMa (EW) ou β Lyrae (EB) (Tab. A3). Nos données, complétées avec celles de l'AAVSO, montrent clairement que l'étoile est de type W UMa (EW).

Tableau A3. Récapitulatif des principaux éléments sur UCAC4-766-030034 et UCAC4-768-028537.

Etoile	Type	Période (h)	Amplitude (mag)	Source
UCAC4-766-030034	W UMa	6,1115		AAVSO
	Variables en rotation	6,1115	0,3	[1]
	Binaires ellipsoïdales	**6,110980 ± 0,000002**	**0,27 ± 0,04**	**Nos données**
UCAC4-768-028537	W UMa	-		AAVSO
	W UMa ou β Lyrae	-		[1]
	W UMa	**5,989 ± 0,001**	**0,72 ± 0,08**	**Nos données**

Nota. Binaires ellipsoïdales ≡ variables en rotation

A5 Conclusion

L'inspection du champ proche de BL Cam a montré l'efficacité du logiciel Muniwin pour détecter des objets variables dans un environnement où les étoiles ne se chevauchent pas. C'est ainsi que les étoiles UCAC4-766-030034 et UCAC4-768-028537, déjà connues pour être variables, ont été repérées. Nos données, complétées avec celles de l'AAVSO, sont en accord avec celles de [1]. Elles conduisent à renforcer l'hypothèse que UCAC4-766-030034 serait un système formé de deux composantes en rotation fortement déformées (binaires ellipsoïdales) et à conclure que UCAC4-768-028537 est une binaire à éclipses de type W UMa.

Remerciements

Les auteurs remercient Raoul Behrend pour son aide apportée dans cette étude.

[8] Dans un tel système, les étoiles sont en rotation sur elles-mêmes et l'une autour de l'autre, sans qu'il ne se produise d'éclipses. L'une, ou les deux, composantes sont allongées par les forces de marées qu'elles s'exercent mutuellement, ce qui conduit à deux minima et deux maxima par cycle orbital. L'amplitude visible de la courbe de lumière de ces couples est généralement inférieure à 0,1 mag. Toutefois, cette amplitude peut atteindre 0,4 mag dans des cas extrêmes [6].

Références

[1] Fumagalli, F., Scheggia, I., Cugno, G., & Ciocca, G., 2011, New variable stars in Camelopardalis and Monoceros, *GEOS Circular on new variables*, *GEOS NV 01*

[2] Fauvaud, S., & Fauvaud, M., 2013, Photometry of minor planets. I. Rotation periods from lightcurve analysis for seven main-belt asteroids, *Minor Planet Bulletin* 40, 224-229

[3] Fauvaud, S., & Fauvaud, M., 2014, Corrigendum, *Minor Planet Bulletin* 41, 143

[4] Harris, A. W., Young, J. W., Bowell, E. et al., 1989, Photoelectric observations of asteroids 3, 24, 60, 261, and 863, *Icarus* 77, 171-186

[5] Stellingwerf, R. F., 1978, Period determination using phase dispersion minimization, *Astrophysical Journal*, 224, 953-960

[6] Sterken, C., & Jaschek, C. (eds.), 1996, *Light curves of variable stars. A pictorial atlas*, Cambridge University Press