

Bulletin informations céphéides

O-C de quelques céphéides intéressantes en 2021 et 2022 : observations de SZ Cyg, TX Cyg, RR Lac et VX Per

Guy Boistel

Introduction

Cette note circulaire présente dans un premier temps les principales caractéristiques de 4 céphéides classiques, puis dans un second temps, mes compositages annuels de ces céphéides pour les années 2021 et 2022. Certaines de ces étoiles variables ne sont pas au programme prioritaire visuel mais elles peuvent susciter l'intérêt des observateurs désireux de contribuer au renouveau de l'observation des céphéides au GEOS.

Éléments des céphéides donnés par le GCVS

Les compositages présentés sont calculés sur les éléments en cours du GCVS. Le serveur AAVSO-VSX donne parfois des éléments qui semblent nouveaux, mais souvent sans référence claire. Une analyse un peu poussée montre que, pour les céphéides de magnitude supérieure à 10 (en-dessous de magnitude 10, les données apparaissent dispersées), la mise à jour opérée par les responsables de VSX se fait souvent sur des données délivrées par le serveur ASAS-SN dont il est souvent difficile de connaître l'origine. Nous optons par défaut et par principe pour la référence **GCVS**.

Le tableau 1 donne les éléments des 4 céphéides retenues : SZ Cyg, TX Cyg, RR Lac et VX Per. TX Cyg et VX Per font partie des étoiles du programme prioritaire visuel du GEOS (Fiche Technique FT 17, révision 23) et sont marquées d'un astérisque.

Table 1 : Éléments du [GCVS](#) (Samus et al., 2017).

Étoile	α (J2000.0)	δ (J2000.0)	HJD origine (+2400000)	Période	M-m
SZ Cyg	20 32 54.29	+46 36 04.6	43306.790	15.10965	.42
TX Cyg (*)	21 00 06.38	+42 35 51.2	43794.971	14.70980	.37
RR Lac	22 41 26.53	+56 25 58.0	42776.686	6.416243	.30
VX Per (*)	02 07 48.48	+58 26 36.7	43758.994	10.88904	.49

Les courbes de lumière typiques de ces étoiles peuvent être représentées schématiquement comme le montre la publication de Ralf Meyer (2023c) pour le BAV (Figure 1a à 1d), dans laquelle il donne aussi les variations des O-C sur les instants de maximum que ce dernier a choisi de retenir¹. On peut aussi les tracer sur de bonnes données provenant des données historiques collectées par Berdnikov (1995) pour la [McMaster Cepheids Database](#), soit du serveur KWS ou des données AAVSO, loin d'être parfaites mais bien suffisantes pour déterminer des instants de maximum de céphéides. Ce sont aussi de bons exemples montrant qu'il existe des états intermédiaires entre les meilleures courbes de lumière

¹ Cette publication du BAV représente un travail de compilation remarquable d'instant de maximum connus en 2008 pour 99 céphéides, dont beaucoup sont observées au GEOS. Mais souvent, Ralf Meyer s'est octroyé le droit de tronquer des valeurs des JJ moyens ou des JJ de maximum tels qu'ils ont été publiés dans les compilations de Szabados (1977, 1980, 1981 ou 1991) par exemple. Il est donc nécessaire de vérifier le travail de R. Meyer presque table par table. Par ailleurs, le type de photométrie n'est pas indiqué dans ses tables et retrouver cette métadonnée représente un travail parfois titanesque pour certaines céphéides ultra-observées (comme SU Cyg ou SU Cas par exemple). On ne peut être à la fois qu'admiratif et très critique devant ce travail de Ralf Meyer.

et les courbes visuelles, qu’il faut aussi souvent nettoyer et traiter avec beaucoup de soin et de discernement. Pour les étoiles brillantes, ASAS-SN ne fournit pas de bonnes données (c’est, depuis peu, indiqué lorsque on affiche la courbe de lumière) ; KWS est irrégulier dans la qualité des suivis, mais ces suivis couvrent plusieurs années en général. Le serveur AAVSO offre de nombreuses mesures simultanées en V et en B. Les données sont nombreuses mais doivent être étudiées attentivement selon leur provenance.

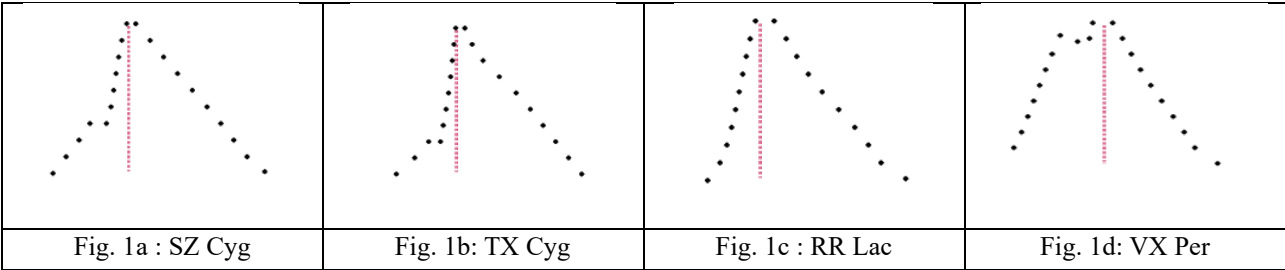


Figure 1a-1d : Courbes schématiques typiques des 4 céphéides observées, selon Meyer (2023).

Excepté RR Lac, ces étoiles présentent une courbe de lumière assez différente de celle des céphéides classiques typiques (figure 2a à 2d) avec des irrégularités dans une montée très raide en éclat pour SZ Cyg et TX Cyg, et pour VX Per, une bosse avant le véritable au maximum d’éclat².

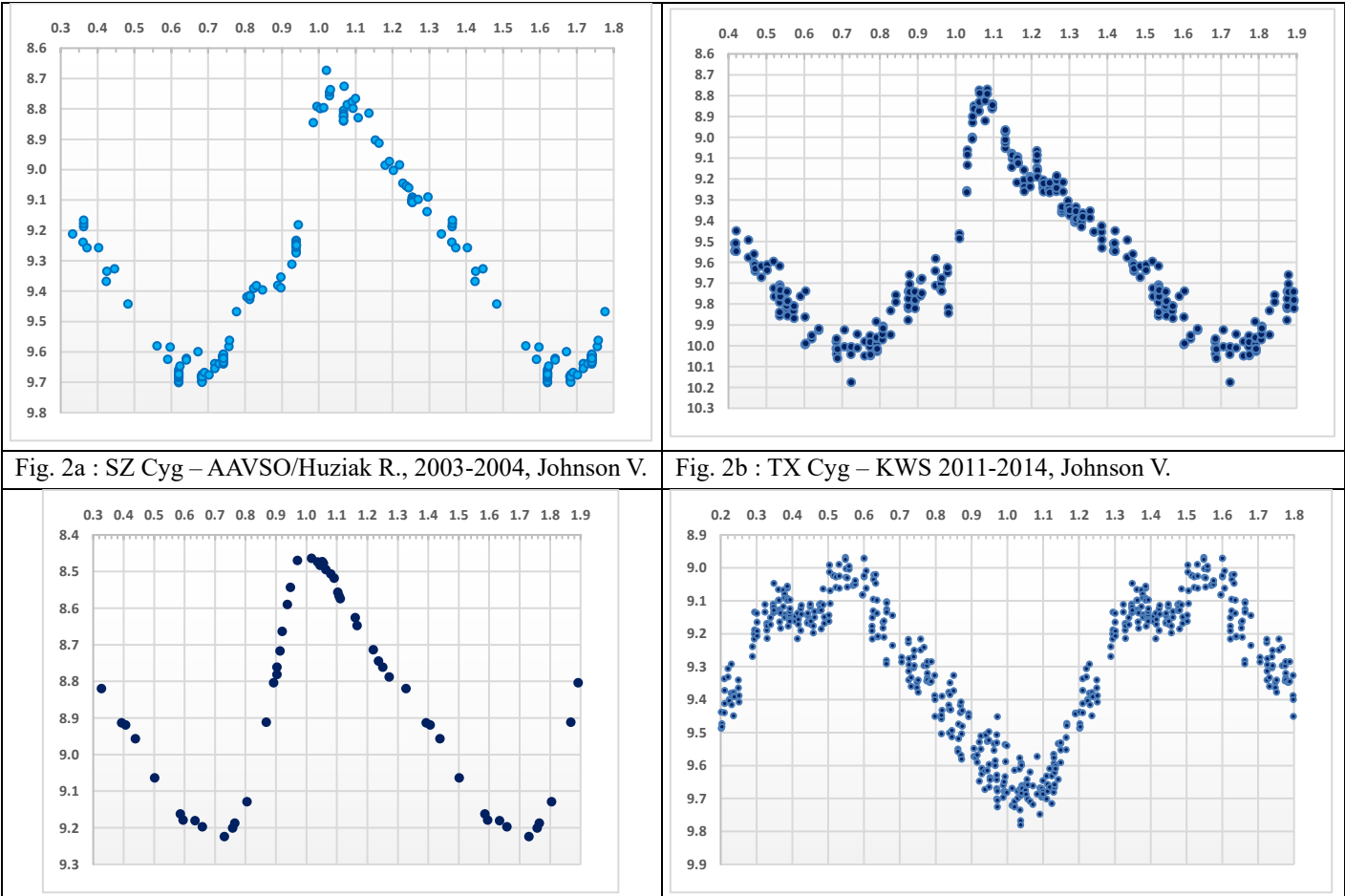


Figure 2a-2d : Courbes de lumière V des 4 céphéides issues de serveurs différents.

² La position de la bosse relativement au maximum dépend de la période, c’est un phénomène bien connu sur lequel nous reviendrons dans une autre *Note Circulaire* (Turner, 2012).

Les observations de Guy Boistel (BTL) en 2021 et 2022

Les observations ont été réalisées soit avec des jumelles 100x25 de marque Celestron (très lumineuses avec une excellente résolution optique) montées sur un trépied de topographe-géomètre lorsque les étoiles sont basses, soit avec un télescope T130/750 mm (oculaire de 25mm) de marque Bresser sur une monture artisanale de type Dobson (lui aussi très bon et très léger), lorsque les étoiles sont au zénith ou proches du zénith, offrant ainsi un meilleur confort d'observation. Les deux instruments sont munis d'un « chercheur point rouge » (type Sky-Watcher ou Omegon) rendant le pointage extrêmement rapide.

Pour SZ Cyg et TX Cyg, situées de part et d'autre de Deneb, la saison d'observation se termine quand les étoiles ne sont plus visibles le soir après le coucher du Soleil. Une saison typique commence donc par l'observation au petit matin quand le Cygne se lève, c'est-à-dire fin février-début mars et s'achève à la mi-février de l'année suivante, soit une année pleine. RR Lac est observable pratiquement toute l'année soit au début, soit en fin de nuit en France. VX Per connaît deux mois plus difficiles pour être suivie, avril et mai, selon les horaires d'observation. La couverture visuelle de ces 4 étoiles est donc potentiellement excellente comme on peut le voir en 2022 (Tableau 2) où la météo a été favorable.

Les cartes de ces céphéides sont données en annexes.

La tableau 2 ci-dessous résume les durées et le nombre d'observations recueillies pour les deux années 2021 et 2022.

	2021		2022	
Étoile	Couverture (jours)	Nb d'estimations	Couverture (jours)	Nb d'estimations
SZ Cyg	61	17	356	161
TX Cyg	234	41	356	146
RR Lac	198	81	356	161
VX Per	136	67	282	111

SZ Cyg se trouve dans un champ d'étoiles brillantes non loin de Deneb. La proximité des étoiles de comparaison et d'une étoile brillante est parfois gênante, mais sa grande amplitude ne laisse aucune ambiguïté au maximum. La séquence utilisée est due à BTL.

Le champ de TX Cyg ne pose pas de problèmes particuliers. La variable est spectaculaire avec sa grande amplitude. La séquence est due à Stéphane Ferrand (FND).

La séquence de RR Lac est idéale pour des jumelles de 80 à 100 mm d'ouverture. Mais là aussi des étoiles brillantes sont dans le champ ; avec un bon ciel, les étoiles sont très brillantes au T130. Plusieurs céphéides se trouvent dans un champ de 1° environ (RR, Z puis X et V Lac). La séquence est due à BTL.

Pour VX Per, un très beau champ d'étoiles à proximité de l'amas h et χ Per rend l'observation de cette étoile très agréable. Il est possible de choisir plusieurs séquences de comparaison dans ce champ. Celle que je propose est la seconde pratiquée, très différente de celle proposée en son temps par Ennio Poretti (POI) dans les cartes des années 1978-1980. L'étoile la plus faible marquée « H » est une éclipsante ([MNIC V94](#)) d'amplitude non négligeable visuellement (0.2 en V), découverte il y a peu de temps, mais dont les variations, fort heureusement, ne perturbent pas souvent les observations effectuées au minimum de la céphéide ; l'éclipse de cette étoile est très nettement visible. Il est alors utile de se concentrer sur l'écart entre la variable et l'étoile de comparaison F de la séquence. On verra que la courbe visuelle au minimum d'éclat est finalement peu perturbée par ce repère H variable. Elle l'est davantage par l'emploi du repère E qui est une étoile double visuelle, non différenciée mais qui, par bon ciel, peut scintiller de manière gênante.

Résultats : courbes de lumière et O-C pour les années 2021 et 2022

Les figures 3a à 3g donnent les compositages et les courbes moyennes superposées de ces 4 céphéides pour l'année 2021 et 2022. Pour SZ Cyg, TX Cyg et VX Per, on donne aussi les compositages cumulés sur les 2 années 2021 et 2022.

Les compositages ont été calculés sur des tranches de 0.1 période décalées de 0.05 en 0.05 phase. Dans le cas de SZ Cyg, on donne pour comparaison la procédure habituelle adoptée au GEOS depuis ses débuts (Voir la [NC 1324](#), Boistel 2023) qui consiste à calculer la courbe moyenne des céphéides sur des tranches de 0.05 période, décalées de 0.025 en 0.025 (Figure 3b). Dans ce cas la courbe moyenne apparaît plus bruitée et fait apparaître un maximum double qui n'existe pas. Au contraire, dans le cas de VX Per, la procédure adoptée ici gomme la bosse qui apparaît avant le maximum de VX Per. Mais cette bosse est visible sur une courbe moyenne calculée par décalage d'une mesure (Figures 3f et 3g). J'ai donc tracé, pour chacune des céphéides que j'observe, plusieurs compositages selon des méthodes différentes. La confrontation des résultats m'a permis de retenir telle ou telle valeur de la phase au maximum et de déterminer l'erreur moyenne en phase (puis en jour) sur l'instant au maximum (voir la table 3). Dans les compositages présentés en figures 3a à 3g, on distingue nettement les perturbations indiquées plus haut accroissant la dispersion des mesures. Néanmoins, les variations sont perçues et il est possible d'en tirer des instants de maximum moyens et des O-C destinés à alimenter la base de données d'instant de maxima et les études sur les variations des O-C de ces céphéides.

On peut aussi remarquer que les irrégularités des courbes de lumière de ces céphéides apparaissent visuellement, même si cela n'est pas forcément reproductible d'une année sur l'autre malheureusement. Ceci est fréquent dans les observations visuelles. Je renvoie à la compilation des observations de céphéides que j'ai faite des vieilles *Notes Circulaires* du GEOS, en [NC 1324](#) (Boistel 2023) notamment, et la discussion menée par exemple, par Alain Figer (FGR) sur les bosses observées sur plusieurs courbes de lumière visuelles de SU Cyg, bosses qui n'existent pas en réalité. Rappelons que la finalité de nos observations des céphéides est désormais toute autre. Les courbes de lumières dans divers systèmes de photométrie abondent (sauf exceptions comme V1162 Aql par exemple, entrée au programme prioritaire visuel en 2023) et les discussions sur les formes de nos courbes de lumière n'ont juste pour intérêt que de nous améliorer individuellement. Nos observations ont pour but désormais de nourrir les bases de données des instants de maximum afin d'alimenter les diagrammes d'O-C des céphéides sur de longues années afin de comprendre les diverses variations de période observées comme je l'ai indiqué dans l'étude sur RT Aur ([GEOS Circulaire Cep 4](#) ; Boistel 2023). C'est la raison pour laquelle les observateurs visuels sont invités à traiter les observations qui dorment dans leurs cahiers.

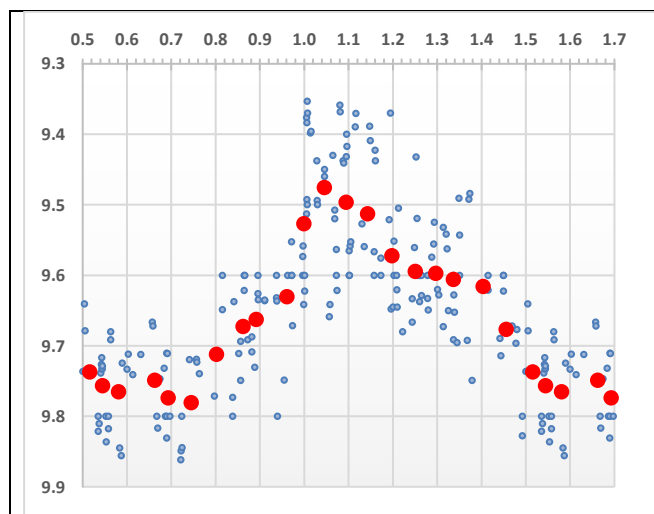


Fig. 3a : SZ Cyg – BTL 2021-2022. En bleu, les estimations visuelles brutes ; en rouge, les moyennes calculées sur des tranches de 0.1 période décalées de 0.05 en 0.05.

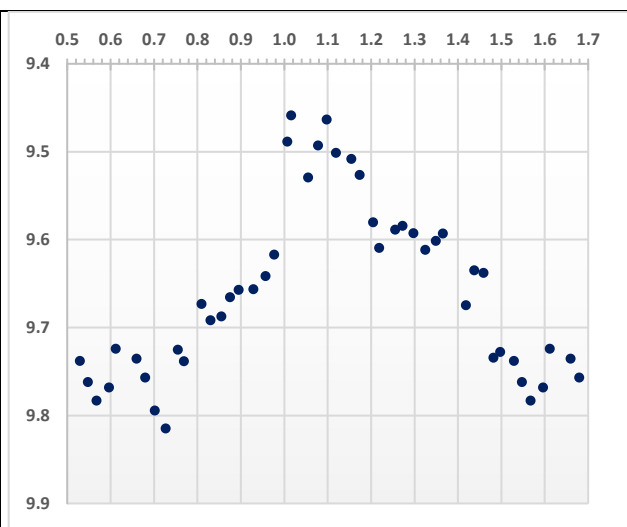


Fig. 3b : SZ Cyg – BTL 2021-2022 moyennes des estimations, calculées par tranches de 0.05 période décalées de 0.025 en 0.025 phase. Cette procédure classique GEOS donne un peu plus de bruit et une détermination plus délicate de la phase au maximum.

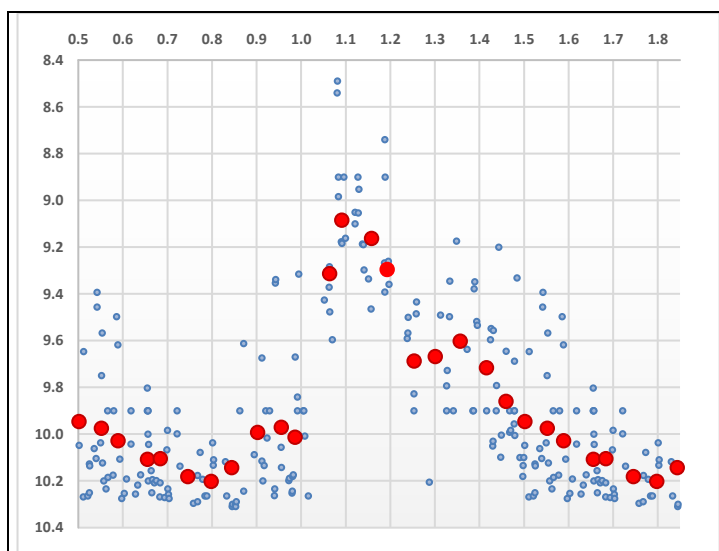


Fig. 3e : TX Cyg – BTL cumulé 2021-2022. En bleu, les estimations brutes ; en rouge, les moyennes calculées sur des tranches de 0.1 période décalées de 0.05 en 0.05.

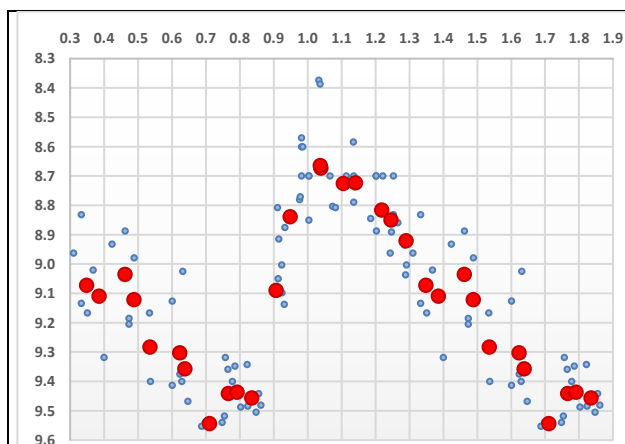


Fig. 3c : RR Lac – BTL 2021, estimations brutes en bleu ; en rouge, les moyennes calculées sur des tranches de 0.1 période décalées de 0.05 en 0.05 phase./

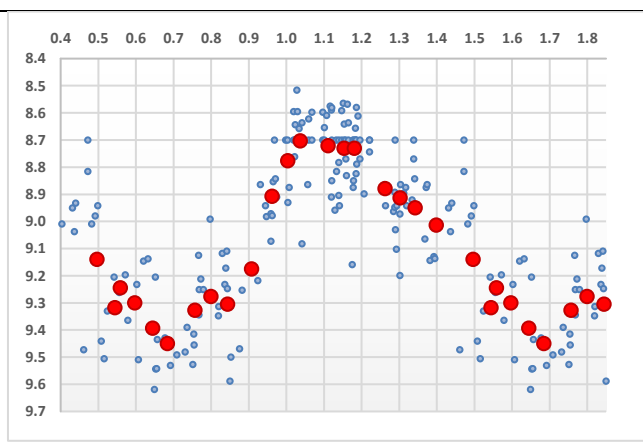


Fig. 3d : RR Lac – BTL 2022, estimations brutes en bleu ; en rouge, les moyennes de ces estimations calculées sur des tranches de 0.1 période décalées de 0.05 en 0.05.

On remarque que le minimum de la courbe de lumière de VX Per est peu déformé par la variabilité du repère H=MNIC V94, qui est une algolide de période 4.06428 jours (Figure 3g) (j'ai toujours pris soin de noter si le repère H était ou non en éclipse ; l'écart entre la variable et le repère F est alors déterminant). Le maximum l'est davantage et résulte sans doute d'un mauvais choix dans la séquence de comparaison (le repère E est en fait double, fait d'une étoile de magnitude 9.1 et d'une autre de magnitude 10.65 ; ce repère scintille notablement dans un (très) bon ciel.... Quoi qu'il en soit, de telles courbes sont bien meilleures que ce que l'AAVSO a pu publier par ailleurs pour motiver ses observateurs (Figure 4) !

Je tenterai d'améliorer la séquence de comparaison lors de la prochaine saison d'observation en me limitant par exemple aux étoiles de comparaison C, F et H de la carte jointe en annexe.

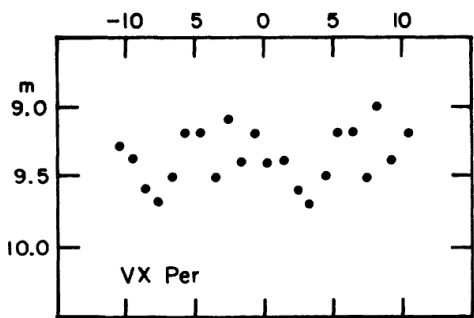
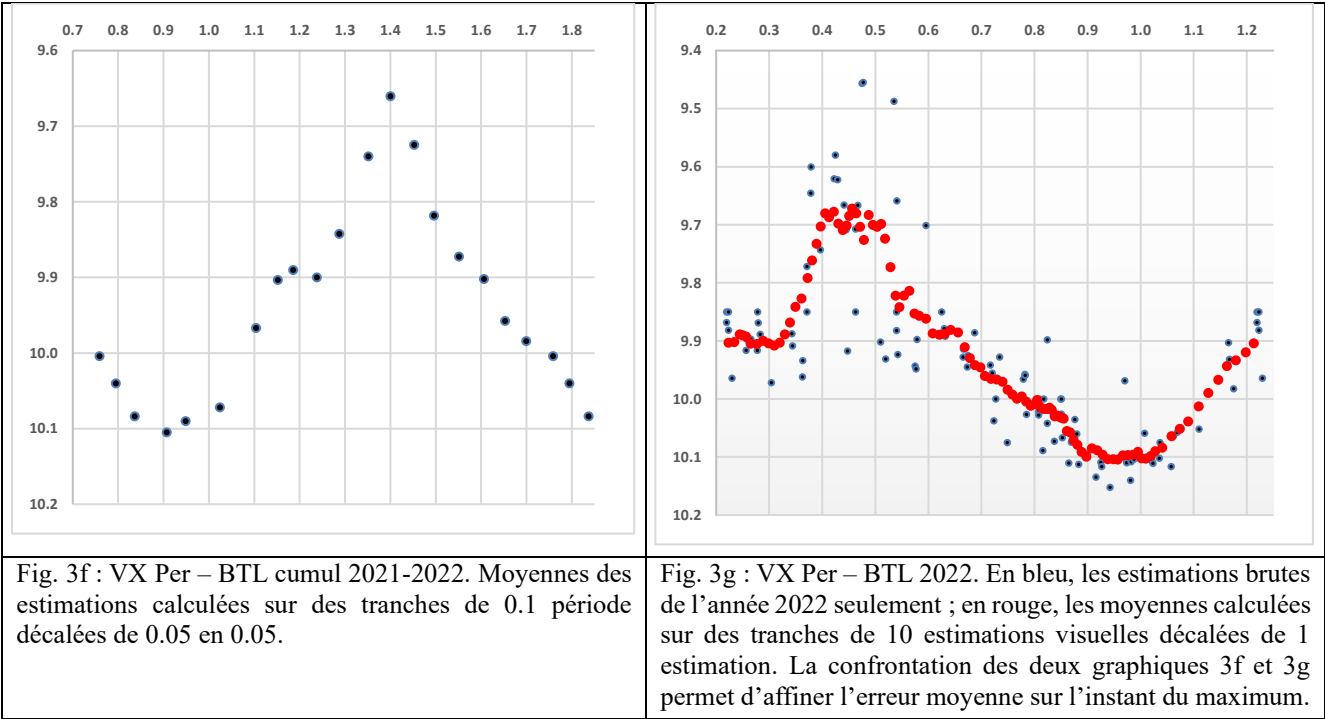


Figure 4 : VX Per par Cragg (1983), AAVSO.
Courbe de lumière tracée sur 36 estimations visuelles.
(L'axe des abscisses est en jour.)

La table 3 ci-dessous résume les instants de maximum retenus et les O-C calculés sur l'éphéméride du GCVS de la table 1. Pour VX Per, l'astérisque (*) indique que le cycle est décalé d'une période ; la variation des O-C est mieux représentée par une parabole négative. Comme il est indiqué sur la courbe type (Figure 1d), l'instant du maximum est pris lors de la seconde bosse.

Table 3 : Liste des jours juliens moyens et des O-C calculés sur les éléments du GCVS (Table 1).

Étoile	JD Moyen (+2400000)	Phase au max	Erreur en jour	O-C (GCVS) (jour)
SZ Cyg	59756.34	0.021	0.03	0.32
TX Cyg	59712.52	0.105	0.74	1.55
RR Lac	59478.20 59767.19	0.005 0.048	0.012 0.05	0.032 0.30 (moyenne)
VX Per	59541.623 59792.016	-0.595 (0.405)(*) -0.595 (0.405)(*)	0.05 0.05	-6.48 -6.53

Une prochaine publication donnera les diagrammes d'O-C étendus pour ces 4 céphéides, et la justification de la nécessité de décaler d'une période le calcul des O-C de VX Per. Ce sera l'objet d'une GEOS Circular prenant en compte les observations visuelles de TX Cyg effectuées par Stéphane Ferrand notamment.

Bibliographie

Remerciements :

L'étude présente a fait usage des serveurs et logiciels suivants :

AAVSO-VSX International Variable Star Index search tool: <https://www.aavso.org/vsx/index.php>

AAVSO Plotter: <https://app.aavso.org/vsp/>

ADS bibliographical search: <https://ui.adsabs.harvard.edu/classic-form>

BAV Journal search: <https://bav-astro.de/index.php/veroeffentlichungen/bav-online-journal/journalsuche>

BAV Rundbrief search: <https://www.bav-astro.eu/Rundbriefe/>

OEJV issues: <http://var.astro.cz/oejv/oejv.php?lang=en>.

[GCVS](#) (Samus et al. 2017)

GEOS Open Access Publications: <http://geos.upv.es/index.php/publications/NCOA/>

KWS (Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey): <http://kws.cetus-net.org/>

MAVKA software: <https://uavso.org.ua/mavka/> (Andrych & Andronov, 2019)

McMaster Cepheid Photometry and Radial Velocity Data Archive: <https://physics.mcmaster.ca/Cepheid/> (Berdnikov 1995)

PERANSO software: <https://www.cbabelgium.com/peranso/index.html> (Paunzen & Vanmunster 2016)

Références :

Andrych, K. D. & Andronov, I. L., 2019, [OEJV](#), 197, 65

Berdnikov, L.N., 1995, [ASPC](#), 83, 349

Boistel, G., 2022, [GEOS Circular on Cepheids, Cep 3](#)

Boistel, G., 2023, [GEOS Circular on Cepheids, Cep 4](#)

Boistel, G., 2023, [GEOS NC 1324](#)

Cragg, Th., 1983, [JAAVSO](#), 12, 20

Meyer, R.,

– 2023a, [BAV Journal](#), 72

– 2023b, [BAV Journal](#), 73

– 2023c, [BAV Journal](#), 74

Moffett, T. J. & Barnes, T. G., 1984, [The Astrophysical Journal Supplement Series](#), vol. 55, 389

Paunzen, E., Vanmunster, T., 2016, [AN](#), 337, 239

Samus, N. N., Kazarovets, E.V., Durlevich, et al., 2017, [General Catalogue of Variable Stars: Version GCVS 5.1, Astronomy Reports](#), 61, No. 1, 80

Turner, D.G., 2012, [JAAVSO](#), 40, 515 (figure 1)

ANNEXES – CARTES DES 4 CÉPHÉIDES ÉTUDIÉES
(TX Cyg par Serge Kuchto ; SZ Cyg, RR Lac et VX Per par Guy Boistel)

Les cartes de SZ Cyg, de RR Lac et de VX Per sont établies sur les canevas du [AAVSO Plotter](#).

