

Y Oph : 30 ans d'observations

Michel DUMONT (DMT)

1. INTRODUCTION

Y Oph = HD 162 714 ($\alpha = 17^h 52^m 38,6^s$; $\delta = -06^\circ 08' 38''$ (2000)) est une céphéide DCEPS variant de 5,87 à 6,46 en 17,12413 jours ; son spectre évolue de F8 IB à G3 IB (GCVS, Samus et al. 2017). L'éphéméride donnée dans le GCVS est : 2439853,30 + 17,12413 E (1).

C'est l'une des céphéides les plus brillantes du ciel, elle est donc très observée pour affiner la relation Période-Luminosité qui sert notamment à mesurer la distance des galaxies proches.

Dans la littérature, elle est signalée avec une période et une amplitude variables et un possible mouvement orbital de période 2612 jours.

Voici les périodes récentes qui apparaissent dans la littérature :

06/1996 : 17,123857 j.	06/2000 : 17,126780 j.	10/2003 : 17,12663 j.	09/2005 : 17,12413 j.
07/2007 : 17,12614 j.	10/2007 : 17,139 j.	05/2011 : 17,1241 j.	

Deux possibilités : la période de Y Oph est effectivement variable de façon un peu erratique ou toutes ces périodes sont en fait légèrement erronées. Nous en reparlerons au paragraphe 7.

2. LES OBSERVATIONS

J'observe cette étoile depuis 1982. Cette note circulaire retrace la période 1988-2021 durant laquelle il y eut 1530 observations visuelles.

Les étoiles de comparaison furent :

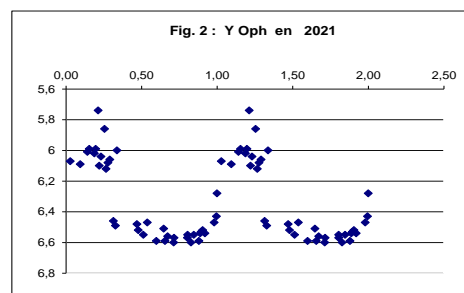
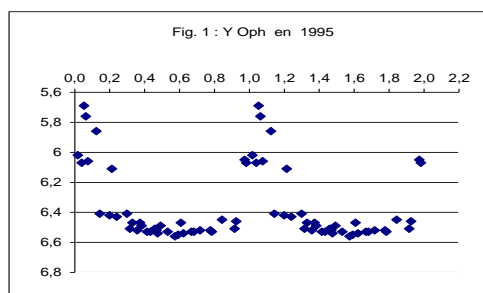
B = HD 163 532	mv = 5.46	sp. K0
C = HD 164 064	mv = 5.86	sp. K0
D = HD 161 056	mv = 6.28	sp. B5
F = HIP 87 559	mv = 6.90	sp. K0

Toutes les observations ont été faites avec des jumelles de 50 mm, puis des jumelles de 63 mm.

En général, la saison d'observations s'étendait de mai à septembre.

Les courbes de lumière de chaque saison ont été tracées. Elles sont de qualités inégales, ce qui est normal pour des observations visuelles. Voici par exemple la courbe de 1995 (fig.1) et celle de 2021 (fig.2).

Pour toutes les courbes de lumière de cette NC, le compositage est basé sur l'éphéméride (1).



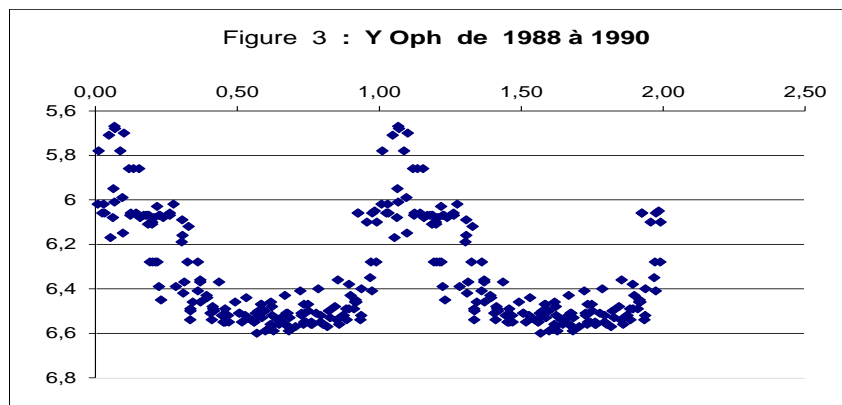
Par la suite, on a regroupé les observations de 3 années consécutives pour les époques : 1988-1990 ; 1998-2000 ; 2008-2010 et 2017-2019.

3. LES OBSERVATIONS de 1988 - 1990

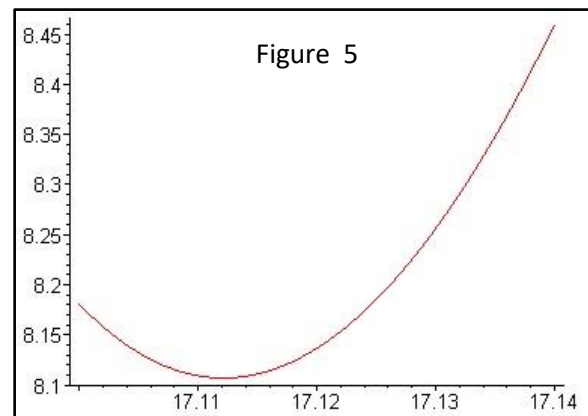
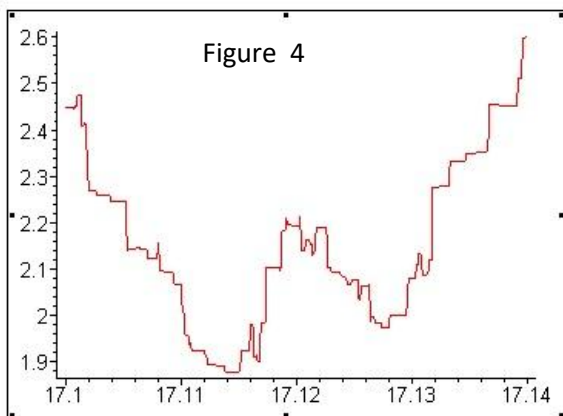
Durant cette période, 172 mesures ont été effectuées. La figure 3 montre la courbe de lumière obtenue.

Par curiosité, les figures 4 et 5 montrent les périodogrammes obtenus durant cette période, avec la méthode PDM (Stellingwerf, 1978) pour la figure 4 et la méthode de Fourier pour la figure 5. Les résultats concordent bien, mais ce n'est pas toujours le cas. La méthode PDM est une méthode discrète (digitale) alors que la méthode de Fourier est continue ce qui est sans doute le cas du phénomène étudié.

La méthode PDM donne une période de 17,1145 jours alors que la méthode de Fourier donne 17,1125 jours. La différence est inférieure à 3 minutes.



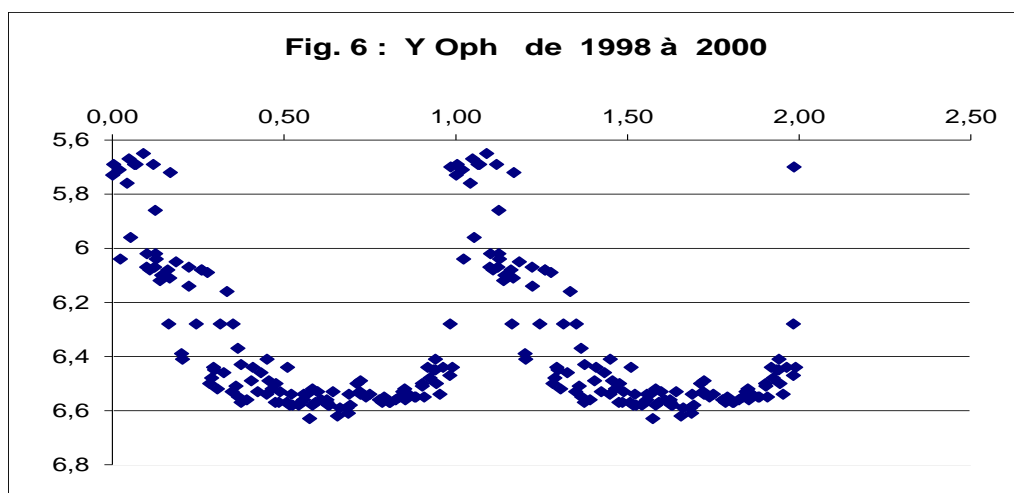
Calculé par la série de Fourier, le maximum s'est produit à la phase $\varphi = 0.0935$ soit avec un O-C de 1,60 jours.



4. LES OBSERVATIONS DE 1998-2000

Durant cette époque, 132 mesures ont été effectuées. La figure 6 présente ces observations. La période est alors : pour PDM : 17,1345 jours et pour Fourier : 17,135 jours.

Le maximum calculé par la série de Fourier s'est produit à la phase $\varphi = 0.0613$ soit un O-C de 1,05 jours.

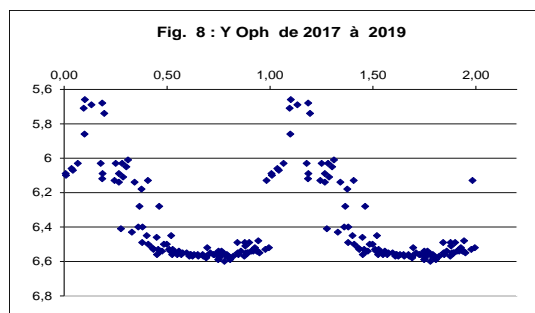
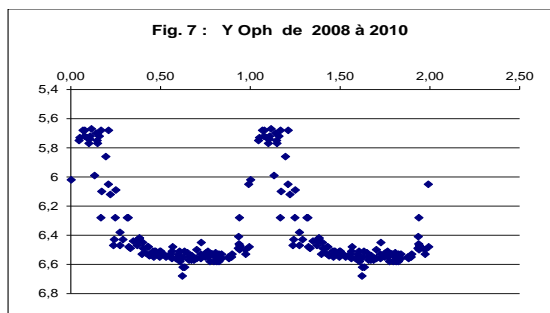


5. LES OBSERVATIONS DE 2008-2010

Pendant cette époque, il y eut 127 observations. La figure 7 représente ces observations. La période calculée par PDM fut de 17.1258 jours. Le maximum s'est produit à la phase $\varphi = 0,106$ soit un O-C de 1.815 jours.

6. LES OBSERVATIONS DE 2017-2019

Durant cette période, 119 observations furent effectuées. La figure 8 représente ces observations. La méthode PDM fournit une période de 17.127 jours.



Le polynôme de Fourier relatif à la figure 8 est :

$$m(\varphi) = 6,347 - 0,168 \cos(2\pi\varphi) - 0,270 \sin(2\pi\varphi) + 0,020 \cos(4\pi\varphi) - 0,132 \sin(4\pi\varphi) + 0,012 \cos(6\pi\varphi) - 0,053 \sin(6\pi\varphi)$$

Le maximum s'est produit à la phase $\varphi = 0,1282$ soit un O-C de 2,195 jours.

7. RESUME et DISCUSSION

Nos observations aboutissent aux résultats suivants :

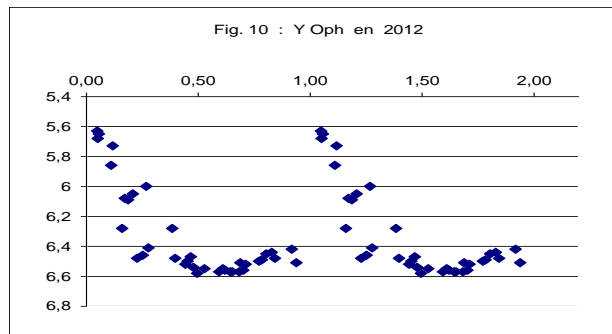
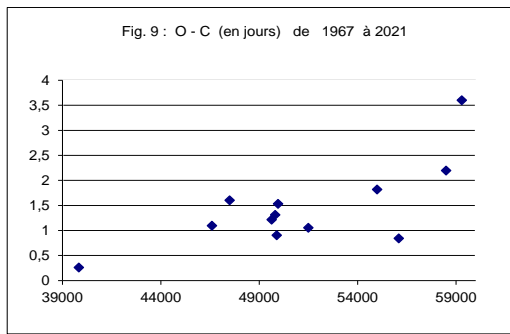
Epoque	Période	φ du max	O-C (j)
1988-1990	17,113	0,0935	1,60
1998-2000	17,1345	0,0613	1,05
2008-2010	17,1258	0,1060	1,815
2017-2019	17,127	0,1282	2,195

La période de l'époque 1988-90 est plus courte que celle du GCVS, il est donc normal que l'O-C de 1998-2000 soit plus faible. Ensuite, on observe une augmentation de l'O-C, la période observée étant plus longue que celle du GCVS. Mais comme nous l'avons dit dans l'introduction, les déterminations de la période sont sujettes à caution. Par exemple, dans la méthode PDM, si l'on modifie le nombre de tranches qui découpent la période, on obtient alors un résultat différent (peu différent, certes, mais qui touche la troisième décimale !). Le décalage progressif de l'O-C semble un argument plus fiable pour déterminer la valeur exacte d'une période.

Cette croissance de l'O-C est déjà apparue dans un article ancien (L.N. Berdnikov et al, 1996). Cet article utilise l'éphéméride : $2437507,547 + 17,123857 E$. Si l'on recalcule les (O-C) obtenus dans cet article avec l'éphéméride (1), en V, on obtient le tableau suivant, auquel on a rajouté nos résultats et 3 (O-C) moyens de 1995, 2012 et de 2021 issus de nos observations.

Epoque	Date en JJ 24...	(O-C) en jours	Phase du max.	Auteur
12/1967	39836,4351	0,259	0,0151	Schmidt 1971
06/1986	46601,2987	1,091	0,0637	Lloud et al. 1987
1988-1990	47000-48000	1,60	0,0935	Cette NC
10/1994	49632,3905	1,212	0,0708	Berdnikov et al. 1995
04/1995	49820,6509	1,308	0,0764	Berdnikov et al. 1995
1995	49900	0,91	0,053	DMT
08/1995	49958,0654	1,529	0,0893	Berdnikov et al. 1996
1998-2000	51000-52000	1,05	0,0613	Cette NC
2008-2010	54500-55500	1,815	0,1060	Cette NC
2012	56100	0,839	0,049	DMT
2017-2019	58000-59000	2,195	0,1282	Cette NC
2021	59300	3,60	0,21	DMT

La figure 9 montre l'évolution des (O-C) de 1967 à 2021. La croissance de ces (O-C) est évidente. Il y a un point bas qui correspond à l'année 2012 (figure 10), mais le maximum n'est déterminé que par 5 observations au cours de l'année. Un doute peut subsister quant à la phase exacte de ce maximum !



8. CONCLUSION

Les (O-C) de Y Oph semblent augmenter séculairement. Au regard de la figure 9, il n'est pas possible de choisir une courbe représentant cette variation. En fait, une droite ou une parabole, entre autres, pourraient très bien convenir ! Cette croissance est sans rapport avec l'éventuel mouvement orbital de 2612 jours (un peu plus de 7 ans). En supposant que Y Oph soit en orbite sur une trajectoire parcourue en 7 ans, il n'y a aucune information sur l'éventuel compagnon de Y Oph, notamment sur sa masse ; il n'est donc pas possible d'imputer cette variation des (O-C) à un effet orbital.

Les théoriciens pourront peut-être interpréter cette variation par une perte de masse, qui est très fréquente chez les céphéides de période supérieure à 10 jours.

REFERENCES :

- Samus N.N., Kazarovets E.V., Durlevich O.V., Kireeva N.N., Pastukhova E.N., General Catalogue of Variable Stars: Version GCVS 5.1, Astronomy Reports, 2017, vol. 61, No. 1, pp. 80-88 {2017ARep...61...80S}
- Stellingwerf R.F., 1978, *Apl* 224, 953
- L.N. Berdnikov, V.V. Ignatova, E.N. Pastukhova, and D.G. Turner : "A search for evolutionary changes in the periods of low-amplitude Cepheids", *Astronomy letters*, Vol.23, No.2, 1997.