

ÉVOLUTION DE LA PERIODE DES RR, MISE À JOUR 11.2007

I. Périodes constantes et irrégulières

Jacqueline Vandebroere

1. Introduction

L'article paru dans les A&A sur les variations de période des RRab de notre galaxie (Le Borgne et al., 2007) est basé sur les maxima disponibles dans la base de données du GEOS (Le Borgne et al., 2006-2007) en janvier 2007. Depuis lors de très nombreux maxima y ont été ajoutés, certains anciens retrouvés dans la littérature, d'autres récents et généralement très précis grâce notamment aux mesures CCD des télescopes TAROT ainsi qu'à celles d'observateurs individuels. Nous avons donc décidé de faire une mise à jour de nos fichiers et d'en publier les résultats.

Pour chaque groupe de RRab de période constante, à taux constant de croissance ou de décroissance, nous avons établi un tableau avec les résultats actualisés comparés à ceux de notre article des A&A, et nous avons étudié en détail toutes les nouvelles variables avec maintenant dans la base de données au moins 20 maxima s'étendant sur au moins 50 ans. Pour les RRab irrégulières, nous nous sommes contentés de présenter les nouveaux graphiques des O-C. Les précisions et déviation standard sont données à 1 sigma pour faciliter les comparaisons avec l'article des A&A. Il est à noter que dans les 12 NC que nous avons publiées sur le sujet au cours des deux années précédentes (J. Vandebroere, 2005-2006), les précisions étaient à 2 sigma.

Nous comptons publier trois NC : cette première sur les RRab avec période constante ou irrégulière, une deuxième sur celles avec période à taux de croissance ou de décroissance constant et une troisième concernant les RRc.

2. RRab avec période constante

a) Mise à jour de la Table 3 de l'article des A&A (Le Borgne et al., 2007)

Table 1 : mise à jour pour les RRab avec période constante

Notes : N max et Laps de temps : les chiffres entre parenthèses sont ceux de la Table 3 de l'articles des A&A.

Précision période : les changements sont indiqués quand l'arrondi à la 7^{ème} décimale est modifié (le + indique que la nouvelle précision est plus grande que celle précédemment obtenue).

Étoile	N max	Laps de temps (ans)	Précision période	Étoile	N max	Laps de temps (ans)	Précision période
AT And	86 (66)	101 (101)	+	BD Her	69 (62)	107 (97)	+
DE And	30 (29)	64 (64)	=	EE Her	33 (33)	57 (57)	=
GV And	54 (54)	62 (62)	=	V524 Her	122 (122)	56 (56)	=
OV And	102 (100)	75 (75)	=	GO Hya	46 (39)	78 (78)	+
TZ Aqr	44 (34)	92 (92)	=	RX Leo	24 (23)	72 (72)	+
YZ Aqr	52 (51)	113 (112)	=	ST Leo	102 (96)	81 (80)	=
DN Aqr	37 (35)	71 (71)	+	WW Leo	50 (40)	72 (72)	+
TZ Aur	147 (140)	94 (94)	=	AA Leo	28 (22)	54 (52)	+
BH Aur	49 (41)	102 (100)	+	AX Leo	43 (35)	79 (79)	+
SS Cnc	108 (104)	98 (96)	=	V LMi	41 (34)	95 (95)	=
RX CVn	58 (56)	100 (98)	=	VY Lib	29 (21)	93 (77)	+
AL CMi	47 (41)	79 (79)	=	TT Lyn	56 (50)	64 (64)	+
UU Cet	40 (30)	90 (82)	+	TW Lyn	77 (70)	51 (48)	+
SU Col	25 (25)	65 (65)	=	CN Lyr	93 (72)	106 (105)	+
ST Com	70 (62)	91 (90)	=	IO Lyr	104 (95)	98 (97)	=
W Crt	30 (23)	72 (70)	=	KX Lyr	62 (62)	65 (65)	=
UY Cyg	122 (106)	106 (105)	=	LX Lyr	34 (33)	67 (64)	=
BV Del	28 (28)	77 (77)	=	RV Oct	voir texte		
BT Dra	75 (63)	102 (101)	=	ST Oph	32 (29)	99 (98)	=
SZ Gem	75 (74)	85 (85)	=	V531 Oph	25 (25)	64 (64)	=
GI Gem	68 (63)	66 (66)	=	V2033Oph	24 (24)	52 (52)	=
TW Her	247 (226)	95 (94)	+	AO Peg	24 (23)	82 (80)	=

Étoile	N max	Laps de temps (ans)	Précision période	Étoile	N max	Laps de temps (ans)	Précision période
BF Peg	24 (24)	73 (73)	=	DF Ser	42 (42)	105 (105)	=
CG Peg	119 (109)	51 (51)	=	UU Vir	25 (23)	104 (97)	=
DZ Peg	69 (63)	97 (97)	=	WY Vir	37 (37)	87 (87)	=
VY Ser	49 (41)	75 (74)	+	AS Vir	voir texte		
AN Ser	111 (106)	108 (107)	=	AV Vir	29 (25)	94 (93)	=

RV Oct et AS Vir

Pour deux RRab, les nouveaux maxima semblent indiquer que leur période n'est pas parfaitement constante, mais qu'elle croît à un taux constant.

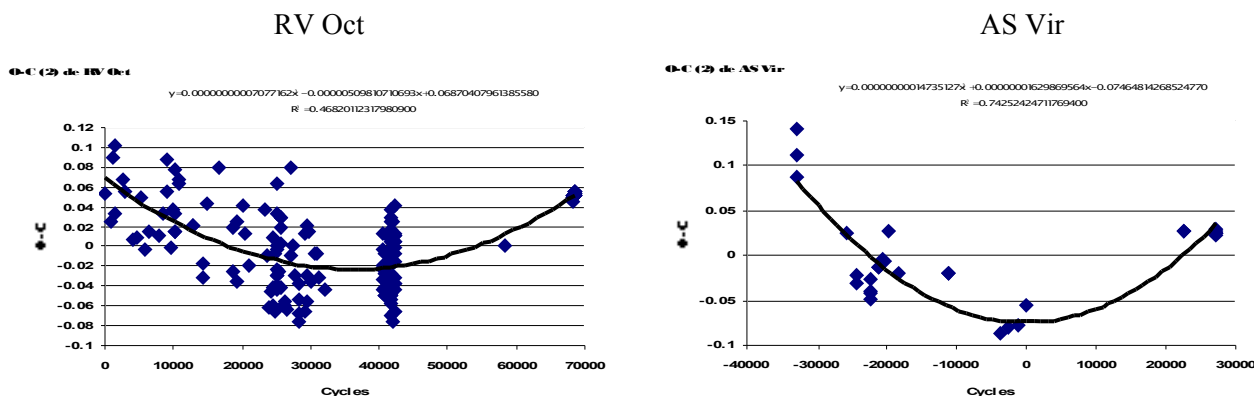


Fig. 1 : Courbe des O-C (2) de RV Oct et AS Vir

Pour RV Oct, la nouvelle régression linéaire, effectuée avec 158 maxima au lieu de 140, sur un laps de temps de 107 ans au lieu de 91, donne l'éphéméride suivante :

$$JJH\ 2415116.6221 (\pm 0.003) + 0.57116416 (\pm 0.0000002)\ E \tag{2}$$

Elle nous permet de voir, sur la fig. 1, qu'une parabole représente mieux les O-C (2) qu'une ligne droite. Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.4682$ est encore un peu petit selon nos critères (0.49), mais nous pouvons déjà constater que la période de RV Oct croît très probablement à un taux constant. Le terme non linéaire est de $+0.7077162 \times 10^{-10} E^2 - 0.5098107 \times 10^{-5} E + 0.0687041\ j$. Après sa soustraction des O-C (2), les O-C résiduels (voir Fig. 2) ne montrent plus de variation, mais toujours une très grande dispersion pour les anciens maxima, tandis que les nouveaux sont très proches de la ligne du zéro.

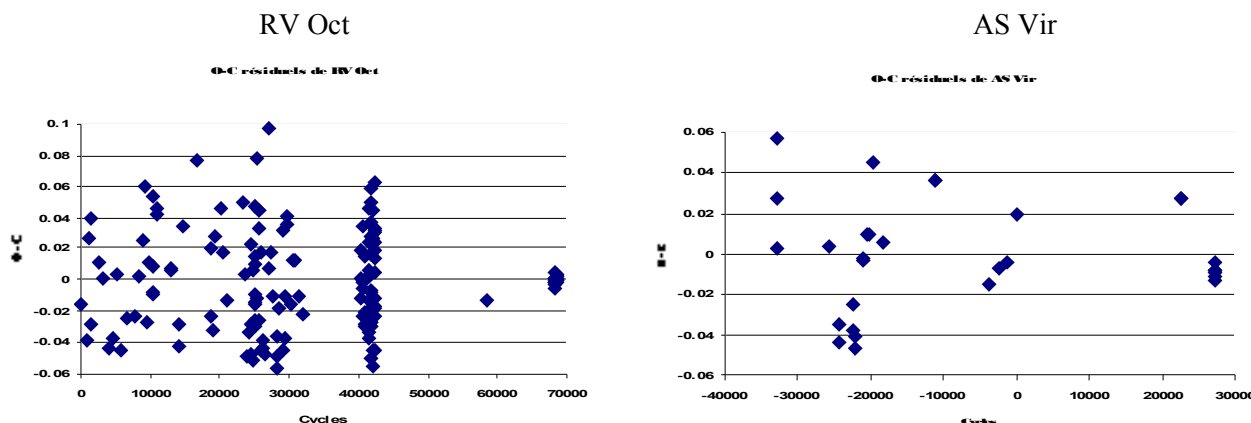


Fig. 2 : O-C (2) résiduels de RV Oct et AS Vir

L'éphéméride quadratique de RV Oct est la suivante :

$$JJH\ 2415116.6908 + 0.57115906\ E + 0.7077 \times 10^{-10}\ E^2.$$

Depuis 107 ans, le taux constant de croissance a donc peut être été de :

$$dP/dt = 2 \times \frac{0.7077162 \times 10^{-10}}{0.57116416} = 2.48 \times 10^{-10}\ j/j$$

et la période a augmenté de 0.84 s. Ce taux est petit, mais encore dans la fourchette des résultats obtenus précédemment.

Le cas de AS Vir est plus clair, car avec l'ajout de maxima tant anciens que récents, nous disposons maintenant de 30 maxima au lieu de 19 sur un laps de temps de 91 ans au lieu de 84. La nouvelle régression linéaire nous donne l'éphéméride suivante :

$$\text{JJH } 2439154.9830 (\pm 0.010) + 0.55342593 (\pm 0.0000005) E \quad (2)$$

et on voit sur la fig. 1 que les O-C suivent une courbe parabolique. L'ajustement n'est pas parfait, mais Jean-François Le Borgne nous communique que les mesures Tarot montrent un fort effet Blazhko et le coefficient de corrélation $R^2 = 0.7425$ est bien suffisant. Nous avons donc calculé un terme non linéaire représentant la croissance à taux constant et nous avons obtenu : $+1.4735127 \times 10^{-10} E^2 + 0.0016299 \times 10^{-5} E - 0.0746481 j$. Après sa soustraction des O-C (2), les O-C résiduels (voir fig. 2), ne sont plus trop grands. Toutefois, les derniers maxima précis semblent montrer que le taux de croissance obtenu pourrait être légèrement surévalué. L'éphéméride quadratique provisoire est : $\text{JJH } 2439154.9008 + 0.55342595 E + 1.4735127 \times 10^{-10} E^2$ et, depuis 91 ans, le taux de croissance constant est de :

$$\frac{dP}{dt} = 2 \times \frac{1.4735127 \times 10^{-10}}{0.55342593} = 5.33 \times 10^{-10} \text{ j/j}$$

et la période a probablement augmenté de 1.53 s. Ceci devra être confirmé au cours des prochaines années.

b) Nouvelles RRab dont la période est constante

Table 2 : Ephéméride linéaire des nouvelles RRab découvertes constantes pendant ≥ 50 ans

Etoile	N max	Temps (ans)	Epoque (JJH +2400000)	Période (jours)	d.s.	Notes
GM And	26	71	25641.2245 (± 0.006)	0.70675932 (± 0.0000007)	0.0283	
BS Aps	37	50	37419.9419 (± 0.005)	0.58255630 (± 0.0000004)	0.0282	
EX Aps	33	72	27933.5443 (± 0.004)	0.47179949 (± 0.0000002)	0.0300	
SW Aqr	119	95	25097.3779 (± 0.0005)	0.45930315 (± 0.00000002)	0.0053	1
BS Aps	37	50	37419.9419 (± 0.005)	0.58255630 (± 0.0000004)	0.0282	
EX Aps	33	72	27933.5443 (± 0.004)	0.47179949 (± 0.0000002)	0.0300	
OZ Aql	22	63	37137.3853 (± 0.003)	0.48079706 (± 0.0000002)	0.0124	
SV Boo	20	91	37812.5113 (± 0.003)	0.58144235 (± 0.0000001)	0.0110	
XX Boo	26	81	29366.6465 (± 0.001)	0.58140203 (± 0.00000006)	0.0051	2
HU Cas	33	69	31435.0496 (± 0.003)	0.41159557 (± 0.0000001)	0.0176	
V746 Cen	25	66	48500.0638 (± 0.005)	0.55140361 (± 0.0000005)	0.0267	
RX Eri	29	95	21692.4717 (± 0.002)	0.58724623 (± 0.0000001)	0.0102	
SX For	25	55	39158.2425 (± 0.004)	0.60534075 (± 0.0000002)	0.0178	
DL Her	29	75	38208.4450 (± 0.003)	0.59162828 (± 0.0000002)	0.0172	B
ET Hya	29	50	35921.3660 (± 0.004)	0.68552476 (± 0.0000004)	0.0195	
FN Lyr	33	99	33829.4091 (± 0.002)	0.52739739 (± 0.0000001)	0.0094	
NR Lyr	29	67	36079.3725 (± 0.002)	0.68202878 (± 0.0000002)	0.0126	
V430 Oph	25	66	48839.3832 (± 0.005)	0.70098320 (± 0.0000004)	0.0268	
V445 Oph	28	92	27543.5412 (± 0.002)	0.39702306 (± 0.00000006)	0.0091	B
V785 Oph	21	65	36364.3634 (± 0.002)	0.44957505 (± 0.0000002)	0.0098	
ET Per	26	71	28183.2421 (± 0.002)	0.39401463 (± 0.00000008)	0.0117	
VW Scl	41	73	27809.3861 (± 0.003)	0.51091430 (± 0.0000001)	0.0188	
RV Sex	29	67	29640.6114 (± 0.006)	0.50341432 (± 0.0000004)	0.0294	
TU UMa	173	93	42831.4817 (± 0.0009)	0.55765776 (± 0.00000006)	0.0121	3
UV Vir	30	77	39992.7204 (± 0.001)	0.58708298 (± 0.00000007)	0.0079	

Notes : 1. le très petit taux de croissance constant annoncé comme possible dans la NC 1046 ne s'est pas confirmé

2. RR, M-m = 38 %, ampl. 0.7 mag.

3. le très petit taux de décroissance constant annoncé comme possible dans la NC 1052 ne s'est pas confirmé

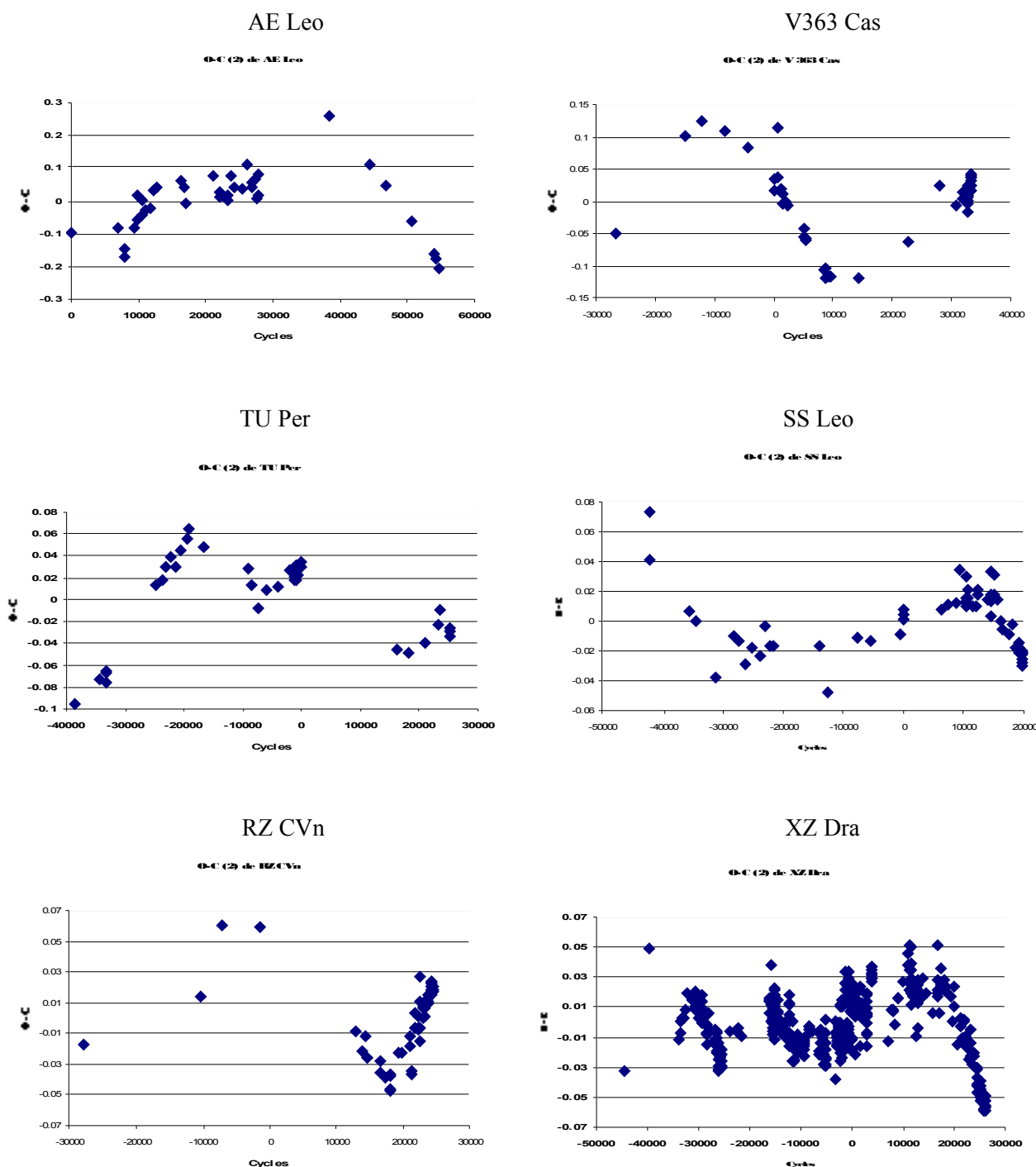
B = effet Blazhko (GCVS) ; la pér. B de DL Her est de 33.6 j., l'ampl. des max de 0.3 mag.

Dans notre article des A&A, nous avons 50 étoiles avec une période constante pendant au moins 50 ans. Maintenant, nous avons pu détecter que deux de celles-ci ont probablement une période croissante et nous en avons découvert 23 nouvelles. Cela fait 75 RRab, soit 39 % en plus en moins d'un an avec les mêmes critères de sélection. Bravo aux observateurs et à ceux qui alimentent la base de données !

3. RRab irrégulières

La fig. 4 de l'article des A&A montre les courbes des O-C de 21 RRab, dont la période a changé de façon irrégulière. Nous pouvons y ajouter 6 étoiles (voir fig. 3), soit 29 % de RRab supplémentaires.

Fig. 3 : Graphiques des O-C (2) des nouvelles RRab, dont la période a changé, en commençant par les plus fortement irrégulières.



Les nouvelles éphémérides (2) utilisées pour la fig. 3 sont les suivantes :

AE Leo : $JJH\ 2419839.6852 (\pm 0.015) + 0.62671740 (\pm 0.000001)$
 V363 Cas : $JJH\ 2436142.5584 (\pm 0.009) + 0.54655191 (\pm 0.0000005)$

TU Per : JH 2438772.5576 (± 0.007) + 0.60706850 (± 0.0000004)
SS Leo : JH 2441781.4050 (± 0.003) + 0.62634294 (± 0.0000002)
RZ CVn : JH 2440343.7710 (± 0.003) + 0.56740645 (± 0.0000003)
XZ Dra : JH 2441928.3653 (± 0.0009) + 0.47649521 (± 0.00000006) effet B de 78 j.

Une des raisons pour laquelle le pourcentage de nouvelles RRab irrégulières ajoutées à celles que nous avons déjà est moindre que celui ajouté aux RRab constantes réside dans le fait que, pour un laps de temps d'au moins 50 ans avec assez peu de maxima, il est plus facile de savoir qu'une période n'a pas changé quand deux segments de droite forment une belle ligne droite que de deviner comment relier des O-C aux valeurs changeantes.

4. Conclusion

Nous sommes contents de constater que les périodes des RRab constantes précédemment publiées sont presque toujours confirmées pour un laps de temps plus étendu et cela souvent avec une plus grande précision. Les deux exceptions s'expliquent parce que plus de précision sur une base plus large permet de détecter plus facilement des changements lents.

Notre prochaine NC traitera des RRab avec période à taux de croissance ou de décroissance constant.

5. Bibliographie

- P.N. Kholopov, 1985, General Catalogue of Variable Stars
- J.F. Le Borgne et al., 2007, Stellar evolution through the ages : period variations in galactic RRab stars as derived from the GEOS database and TAROT telescopes, <http://arxiv.org/list/astro-ph/current>
- J.F. Le Borgne et al., 2000-2007, the GEOS RR Lyrae stars database, <http://dbRR.ast.obs-mip.fr>
- J. Vandebroere, 2006, Notes Circulaires GEOS n° 1046 et 1052