
La courbe photographique de RR Lyrae

par B. Gerasimovič

La variable RR Lyrae (BD + 42°3338) appartient au nombre d'Antalgols de courte période, formant une subdivision de la nombreuse famille des Cepheides. Le changement de son éclat a été découvert par Miss Fleming encore en 1901. Dès lors cette variable avait été mainte fois l'objet de recherche de plusieurs observateurs de premier ordre (Wendell, Hertzsprung, Shapley etc). Ces observations, exécutées avec l'aide de différents instruments et d'après différentes méthodes ont prouvé le changement de la période de la variable. La recherche la plus détaillée, faite en 1914 par M. Shapley, a donné pour l'époque du maximum héliocentrique la formule:

$$\text{Max} = \text{J. D. } 2414856.451 + 0^{\circ}.566831 \text{ E} - 0^{\circ}.024. \text{Sin}(0^{\circ}.0340 \text{ E} - 104^{\circ}5).$$

D'autre part on avait trouvé dans la région optique des irrégularités indubitables de la hauteur du maximum et aussi des oscillations du temps de l'accroissement de l'éclat. Malheureusement l'insuffisance du matériel ne permettait pas de définir la loi de ces oscillations; d'après ce que nous savons d'autres Antalgols (par ex. XX Cygni) cette loi doit être assez compliquée. Une recherche de la variable dans les rayons photographiques a été faite jusqu'à présent seulement par M. Martin¹⁾, avec le réflecteur de 15 pouces de l'observatoire Dunsink. M. Martin après avoir observé la variable en 1913—1914 ne nous dit rien de l'irrégularité des maximums photographiques; il obtient pour la période une formule linéaire, mais pour l'amplitude photographique une grandeur plus petite, que l'amplitude photométrique de M. Wendell. Pourtant ce dernier résultat paraît être très douteux, si nous nous rappelons que l'amplitude photographique des Cepheides est toujours plus grande que l'amplitude photométrique, comme il fallait l'attendre d'après la théorie de pulsation des sphères gazeuses.

Comme l'avait découvert M. Shapley²⁾, la variation du spectre de RR Lyrae se trouve entre B₉ et F₂. En se basant sur les color-indices de M. Pickering³⁾ nous trouverons pour la différence d'amplitudes 0^m36. De la sorte, si l'amplitude photométrique est égale à 0^m8 (Wendell), l'amplitude photographique

¹⁾ M. N., vol. 75

²⁾ Astrop, J., vol. 44.

³⁾ Harv. Annals, vol. 80

doit être approximativement 1^m1. C'est pourquoi il est intéressant et important de renouveler les recherches de la variable par la voie photographique, ayant pour but de démontrer les irrégularités de la courbe, de définir les nouvelles époques du maximum et enfin l'amplitude photographique. J'ai fait cette recherche en 1916 — 1917.

Les images de la variable étaient obtenues dans le foyer de l'astrographe de l'observatoire de Kharkow (objectif Astro-P-tzwal — ouverture 12 cm, distance focale 50 cm). En considérant la vitesse du changement d'éclat dans le lieu le plus intéressant de la courbe, auprès du maximum, il était à désirer d'obtenir le plus grand nombre possible des poses sur le même cliché. En réduisant le temps d'action photographique à 3-4 min, ce qui donnait des images assez bien définies (plaques Imperial de sensibilité supérieure), il fut possible d'obtenir sur la même plaque jusqu'à 20 images de la variable. De cette façon en automne 1916 j'ai obtenu 5 clichés avec 39 images et en automne 1917 — 9 clichés avec 129 images. Comme étoiles de comparaison, j'avais pris 5 étoiles très proches de la variable, dont les grandeurs photographiques avait été soigneusement déterminées par M. Martin en 1913 — 1914. C'étaient:

BD	Gr. fotogr.
+ 42°3325	7.29
+ 42°3352	7.77
+ 42°3340	8.34
+ 42°3331	9.00
+ 42°3336	9.19

Chaque cliché avait été mesuré deux fois en positions contraires (sud en haut et sud en bas). En excluant de cette façon l'erreur systématique du type parallactique, on peut obtenir une erreur accidentelle de mesures, en comparant les mesures de la même image. Elle se trouva assez petite — l'erreur probable de la même image a été différente pour différentes plaques (p. ex. pour les clichés №№ 75, 76, 77 elle était respectivement $\pm 0^m031$, $\pm 0^m022$, $\pm 0^m044$). Ainsi la précision de mesure ne laissait rien à désirer.

Les observations de 1916 — 1917 ont été réduites avec l'aide de périodes correspondantes à la formule de M. Martin; après quoi pour chaque année j'avais construit une courbe provisoire, ayant en vue de définir les moments de maximum. De cette manière les moments héliocentriques des maximum ont été définis et comparés avec les moments calculés.

	XI 1, 1916	IX 14, 1917
Observation	J. D. 2421168.723	2421485.023
Formule Martin738	.049
Formule Shapley705	4.998

Enfin les observations de deux ans ont été combinées ensemble pour obtenir la courbe moyenne définitive. C'est alors qu'il devient évident, que malgré la précision relativement haute du mesurage, les points auprès le maximum se dispo-

Grandeurs photographiques de RR Lyrae.

Plaque	Image		T-m. Greenw.	J. D.	Phase	Pose	Gr. fotogr.
	N ^o	1916.		2421			
70	1 2 3 4 5	X 20	5h 12m4	157.217	0.374	10m	8m44
			" 30m9	230	0.387	10m	8m36
			" 44m9	240	0.397	10m	8m45
			6h 20m7	264	0.421	10m	8m50
			" 30m1	271	0.428	10m	8m55
70a	6	X 21	4h 34m3	158.191	0.214	5m	8m34
71	7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	X 23	5h 45m9	160.240	0.562	5m	7m76
			" 53m2	245	0.000	5m	7m85
			6h 0m6	250	0.005	5m	7m93
			" 14m6	260	0.015	5m	8m02
			" 30m5	271	0.026	5m	8m06
			" 39m1	277	0.032	5m	8m03
			" 47m8	283	0.038	5m	8m14
			4h 46m8	167.199	0.152	5m	8m29
			" 53m6	204	0.157	5m	8m26
			5h 50m6	244	0.197	5m	8m31
" 58m9	249	0.202	5m	8m37			
6h 5m4	254	0.207	5m	8m47			
19	" 12m9	259	0.212	5m	8m41		
72	20 21 22 23 24 25 26 27	X 30	" 20m0	264	0.215	5m	8m47
			" 24m8	267	0.220	5m	8m42
			" 35m0	274	0.227	5m	8m50
			" 40m9	278	0.231	5m	8m48
			" 47m2	283	0.236	5m	8m46
			" 53m8	287	0.240	5m	8m50
			7h 0m2	292	0.245	5m	8m47
			" 6m7	296	0.250	5m	8m66
73	28 29 30 31 32 33	XI 1	5h 38m7	169.235	0.487	5m	8m42
			" 45m0	240	0.492	5m	8m11
			" 52m1	245	0.498	5m	8m01
			" 59m1	249	0.501	5m	7m92
			6h 11m9	258	0.510	5m	7m93
			" 18m4	263	0.515	5m	7m88

Plaque	Image		T-m. Greenw.	J. D.	Phase	Pose	Gr. fotogr.
		1916 r.		2421			
73	34	XI 1	6h 24m7	169.267	0.519	5m	7m85
	35		" 31m8	272	0.524	5m	7m88
	36		" 39m4	277	0.529	5m	7m88
	37		" 45m8	282	0.534	5m	7m88
	38		" 52m3	286	0.538	5m	7m88
	39		" 59m1	291	0.543	5m	7m84
		1917					
74	40	IX 11	6h 14m6	483.260	0.481	5m	8m27
	41		" 21m1	265	0.486	5m	8m18
	42		" 31m3	270	0.491	5m	8m13
	43		" 35m6	275	0.496	5m	8m05
	44		" 41m6	279	0.500	4m	8m04
	45		7h 52m3	328	0.549	4m	7m74
	46		" 57m6	332	0.553	4m	7m71
	47		8h 2m5	335	0.556	4m	7m74
	48		" 7m5	339	0.560	4m	(7m91)
	49		" 16m5	345	0.566	4m	7m70
	50		" 21m6	349	0.002	4m	7m78
	51		" 32m7	356	0.010	4m	7m80
75	52	IX 11	" 37m8	360	0.014	4m	7m84
	53		" 43m5	364	0.018	4m	7m85
	54		" 50m1	368	0.022	4m	7m92
	55		" 56m0	372	0.026	4m	7m95
	56		9h 1m1	376	0.030	4m	7m95
	57		" 6m4	380	0.034	4m	7m94
	58		" 11m8	383	0.037	4m	7m99
	59		" 17m0	387	0.041	4m	7m96
	60		" 22m5	391	0.045	4m	7m99
	61		" 28m6	395	0.049	4m	8m12
	62		" 37m4	401	0.055	4m	8m07
	63		" 43m4	405	0.059	4m	8m10
	64		" 49m7	410	0.064	4m	8m11
	65		" 54m9	413	0.067	4m	8m11
	66		10h 0m2	417	0.071	4m	8m17

Plaque	Image		T-m. Greenw.	J. D.	Phase	Pose	Gr. fotogr.			
75	67	1917 r. IX 11	10h 8m0	483.422	0.076	4m	8m13			
			" 14m3	427	0.081	4m	8m12			
76	69	IX 14	5h 32m0	486.231	0.050	4m	7m99			
			" 38m4	235	0.054	4m	7m97			
			" 44m5	239	0.058	4m	8m04			
			" 49m8	243	0.062	4m	8m12			
			" 54m8	247	0.065	4m	8m11			
			" 6h 0m2	250	0.069	4m	8m11			
			" 5m9	254	0.073	4m	8m21			
			" 11m5	258	0.077	4m	8m21			
			" 16m7	262	0.081	4m	8m23			
			" 5h 12m8	490.217	0.068	4m	7m85			
			" 18m2	221	0.072	4m	7m86			
			" 23m0	224	0.075	4m	7m80			
			" 27m9	228	0.079	4m	7m91			
			" 34m3	232	0.083	4m	7m91			
			" 40m3	236	0.087	4m	7m92			
77	84	IX 18	" 46m3	240	0.092	4m	7m87			
			" 51m0	244	0.095	4m	7m89			
			" 55m9	247	0.098	4m	7m87			
			6h 1m6	251	0.102	4m	7m85			
			" 6m8	255	0.106	4m	7m80			
			" 11m7	258	0.109	4m	7m82			
			" 16m5	262	0.112	4m	7m83			
			" 22m0	265	0.116	4m	7m91			
			" 27m4	269	0.119	4m	7m96			
			" 32m3	272	0.123	4m	7m94			
			" 37m8	276	0.127	4m	7m90			
			" 42m8	280	0.131	4m	7m87			
			" 47m4	283	0.134	4m	7m85			
			78	97	IX 23	4h 53m6	495.204	0.510	3m	7m88
						" 57m7	207	0.523	3m	7m71
5h 1m4	209	0.525				3m	7m79			
" 6m2	213	0.529				3m	7m87			
" 10m0	215	0.531				3m	7m84			

Plaque	Image		T-m Greenw.	J. D.	Phase	Pose	Gr. fotogr.	
78	}	1917 r.	5h 13m7	495.218	0.534	3m	7m80	
			" 18m3	221	0.537	3m	7m85	
			" 22m1	224	0.539	3m	7m78	
			" 26m2	227	0.543	3m	7m74	
			" 29m8	229	0.545	3m	7m80	
			" 34m2	232	0.548	3m	7m83	
			" 37m9	235	0.551	3m	7m80	
			IX 23	" 42m0	238	0.554	3m	7m84
				" 45m9	240	0.556	3m	7m89
				" 49m6	243	0.559	3m	7m86
				" 53m3	246	0.562	3m	7m87
				" 57m6	248	0.564	3m	7m89
				6h 1m2	251	0.000	3m	7m93
				" 4m8	253	0.004	3m	7m98
				" 8m8	256	0.005	3m	7m97
			80	}	X 6	6h 34m9	508.273	0.541
" 39m7	278	0.556				3m	7m65	
" 46m9	283	0.561				3m	7m67	
" 52m6	287	0.565				3m	7m69	
" 56m2	289	0.000				3m	7m76	
" 59m7	292	0.003				3m	7m79	
5h 8m8	512.215	0.391				4m	8m49	
" 14m9	219	0.395				4m	8m49	
81	}	X 11	" 20m3	222	0.399	4m	8m47	
			" 25m8	226	0.402	4m	8m50	
			" 30m8	230	0.406	4m	8m52	
			" 36m7	234	0.410	4m	8m51	
			" 43m3	238	0.415	4m	8m58	
			" 49m9	243	0.419	4m	8m57	
			4h 11m6	520.175	0.548	3m	7m68	
			" 16m3	178	0.551	3m	7m66	
82	}	X 18	" 20m2	181	0.554	3m	7m69	
			" 24m1	184	0.557	3m	7m70	
			" 28m7	187	0.560	3m	7m69	
			" 32m7	190	0.563	3m	7m68	

Plaque	Image		T-m. Greenw.	J. D.	Phase	Pose	Gr. fotogr.
82	137	X 18	4h 36m8	520.192	0.565	3m	7m72
	138		" 44m3	198	0.004	3m	7m79
	139		" 55m6	205	0.011	3m	7m80
	140		" 59m3	208	0.014	3m	7m81
	141		5h 3m4	211	0.017	3m	7m83
	142		" 7m0	213	0.019	3m	7m88
	143		" 11m1	216	0.022	3m	7m90
	144		" 15m2	219	0.025	3m	7m91
	145		" 18m9	222	0.028	3m	7m93
	146		" 23m7	225	0.013	3m	7m92
	147		" 27m4	228	0.034	3m	7m91
	148		" 31m6	230	0.036	3m	7m90
	149		" 45m3	240	0.046	3m	7m95
	150		" 48m6	242	0.048	3m	7m94
	151		" 52m4	245	0.051	3m	8m02
	152		" 57m0	248	0.054	3m	7m99
	153		6 1m6	251	0.057	3m	8m05
	154		" 5m6	254	0.060	3m	8m06
155	" 9m4	257	0.063	3m	8m11		
156	" 13m6	260	0.066	3m	8m15		
157	" 17m2	262	0.068	3m	8m10		
158	" 22m0	265	0.071	3m	8m11		
83	159	" 25m1	268	0.074	3m	8m14	
	160	" 30m1	271	0.077	3m	8m14	
	161	" 34m6	274	0.080	3m	8m18	
	162	" 39m1	277	0.083	3m	8m15	
	163	" 43m1	281	0.087	3m	8m06	
	164	" 49m3	284	0.090	3m	8m12	
	165	" 53m3	287	0.093	3m	8m05	
	166	" 57m6	290	0.096	3m	8m17	
	167	7h 1m6	293	0.099	3m	8m21	
	168	" 6 m4	296	0.102	3m	8m18	
	169	" 11m0	299	0.105	3m	8m18	

saient d'une manière très dispersée en montrant des irrégularités indubitables. C'est pour cela que j'ai fait la recherche de différents maxima séparément. Il se trouva (voir fig. 1), qu'il y a deux types de maximum — le type brillant et

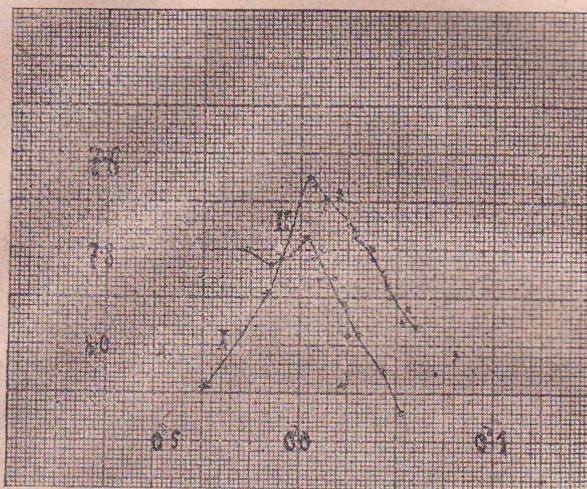


FIG. 1.

le type faible. Le maximum plus brillant est aigu, le plus faible, au contraire, se présente comme relativement obtus. C'est évident d'après le graphique ci joint, où la courbe I représente le maximum normal du type brillant (c'est la combinaison de maxima du même type de X 23, 1916 et IX 23, 1917 — les images ont été combinées en paires) et la courbe II — type du maximum „faible“ (combinaison de maxima IX 11, 1917 et X 6, 18 1917). Un phénomène semblable est aussi caractéristique pour XX Cygni d'après les observations de Shapley¹⁾.

Non seulement les maxima se démontrent comme irréguliers; à une distance considérable du maximum (entre $O^d 075$ et $O^d 125$) il se trouva un lien critique qui donna en IX 18, 1917 une irrégularité extraordinaire, qui ne pouvait être reconciliée avec la courbe moyenne, comme on peut le voir d'après le graphique 2.

Malheureusement il y a trop peu d'observations auprès du minimum pour qu'une détermination précise de la grandeur photographique de la variable auprès du minimum soit possible. De la sorte nous ne pouvons pas obtenir l'amplitude photographique; et pourtant nous pouvons nous expliquer la cause de l'amplitude trop petite de M. Martin. C'est que sa courbe est indéterminée auprès du maximum, et le maximum observé par lui appartient au type „faible“ ci dessus mentionné. En acceptant le maximum „brillant“, comme chez nous, égal à 7.65 gr. st. et le minimum d'après la courbe de M. Martin à 8.68, nous obtiendrions une amplitude photographique entre 1.0 et 1.1 gr. st. c'est à dire surpassant l'amplitude photométrique de 0.2 — 0.3 gr. st. comme il fallait l'attendre.

Les Antalgols sont des variables avec de nombreuses et considérables anomalies s'effectuant comme oscillations d'éclat et comme oscillations de couleurs. Les observations ci dessus mentionnées démontrent, que l'aspect de la courbe pendant

1) *Astroph. J.* Vol. 42.

la durée de deux périodes voisines peut être très différente. Dans ce cas les courbes de l'éclat construites de façon ordinaire, c'est à dire en combinant des éclats définis pendant différentes périodes en une seule courbe, nous donneront

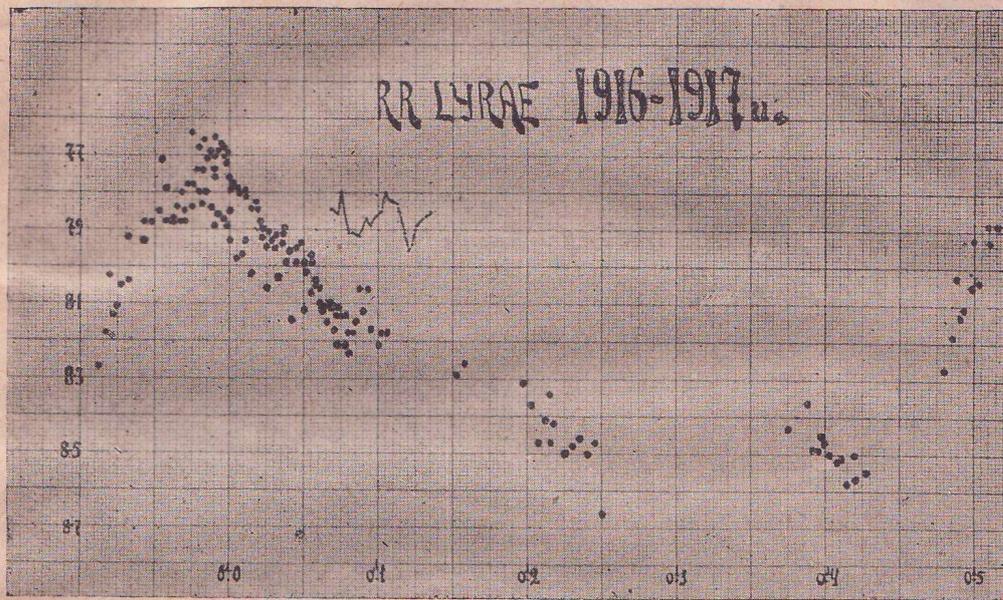


Рис. 2.

comparativement très peu. Cette courbe moyenne, ainsi que la courbe ci dessus obtenue, est bien valable pour la recherche du changement de période, mais elle donne très peu pour l'étude du caractère propre du changement d'éclat. Une solution du problème des Antalgos, c'est à dire de sphères gazeuses vibrantes avec une densité modéré, peut être obtenue seulement avec l'aide d'une coopération large et prolongée d'observateurs sous différentes longitudes et donnant une série continue de courbes correspondantes à des périodes successives.

Kharkow. Observatoire astronomique.

1920.