

## SUR LA VARIATION DE LA PÉRIODE DE SW BOOTIS

SW Bootis est une des étoiles du type RR Lyrae qui sont rarement observées, quoique elle soit intéressante à plusieurs points de vue. Il y a déjà 20 ans, que M. *Tzessevitch* a constaté [6], que même les rares observations faites jusqu'alors ne peuvent pas être représentées par une période constante. Et depuis ce temps, personne n'a examiné la variation indubitable de la période de cette étoile. SW Bootis est encore intéressante au point de vue

Tableau I. Éclat des étoiles de comparaison

Étoile	$m_{Bp}$	$m_{Harvard}$
<i>a</i>	11.35	11.51
<i>b</i>	11.72	11.18
<i>c</i>	11.96	—
<i>d</i>	12.56	—
<i>e</i>	12.67	—
<i>f</i>	12.81	—
<i>g</i>	12.94	12.76
<i>h</i>	13.26	—
<i>i</i>	13.29	—

de son mouvement. M. *Parenago* a remarqué que malgré la grande distance de l'étoile du plan galactique, la composante perpendiculaire au plan galactique de sa vitesse spatiale est très grande [7].

Pendant mon court séjour à Budapest en 1955, j'ai eu l'occasion de prendre des photographies de l'étoile avec l'astrographe de 16 cm d'ouverture de l'Observatoire Konkoly. En dehors de cela on a mis à ma disposition les plaques de M. *Geffert*. J'ai eu, au total, 191 photographies à étudier, dont 19 n'étaient pas utilisables. Les 172 photographies qui restaient ont été mesurées par moi sur l'électromicrophotomètre du type Rosenberg de l'Observatoire.

Les photographies ont été prises sur des plaques «Guilleminot Superfulgur», avec 6—8 minutes de pose. J'ai choisi pour des étoiles de comparaison les étoiles indiquées sur la figure 1. Les magnitudes ont été obtenues par deux rattachements à la Séquence Polaire Nord. Les magnitudes obtenues pour les étoiles de comparaison sont données dans le tableau I. Le tableau IV rassemble les valeurs des magnitudes pour la variable.

Il y a trois dates de maximum qui sont définissables d'après les observations de Budapest. Ce sont: J. D. 2435227,3730; 2435249,4518 et 2435265,3714. Pour étudier le changement de la période j'ai fait usage de 13 maxima individuels, publiés d'après les observations visuelles de M. *Hoffmeister* [3] c'est à dire les 3 maxima normaux formés à partir de ceux-ci, et 1 maximum normal pris des observations photographiques de M. *Parenago* [4]. J'ai eu

encore 1 maximum normal pris des observations visuelles de M. *Kukarkin* [5], ainsi que 3 maxima publiés par M. *Tzessevitch* [6]. Le premier et le deuxième de ces derniers sont les maxima individuels tirés des observations visuelles de M. *Tzessevitch* et M. *Lange*, le troisième est le maximum normal déduit des observations visuelles faites par M. *Pukhov*. La remarque faite dans

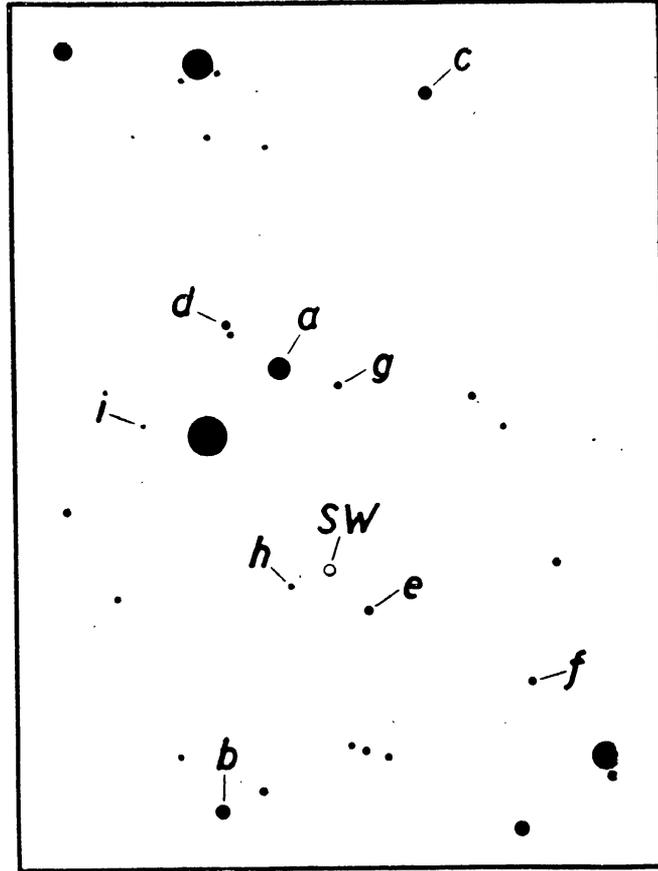


Figure 1. Carte des champs de SW Bootis.

l'article de *Beljavsky* [1] à l'occasion de la découverte de cette étoile variable rend aussi possible la détermination approximative d'un maximum.

Nous publions tous les maxima individuels qui sont à notre disposition et les maxima normaux déduits de ceux-ci, dans les colonnes 1 et 2 du tableau II. Les valeurs de  $p$  dans la colonne 3 signifient les poids des maxima normaux. Les valeurs  $E$  dans la colonne 4 et les valeurs  $O - C$  dans la colonne 5 se rapportent aux éléments suivants :

$$C = \text{J. D. } 2427550,3768 + 0^d51350250. E \quad (1)$$

Ces valeurs de  $O - C$  (1) sont aussi présentées sur la figure 2. On voit clairement sur la figure, que la période est variable et que les valeurs de  $O - C$  (1) sont sur une parabole. La compensation des maxima normaux faite par la méthode des moindres carrés nous a conduit aux éléments définitifs suivants :

$$\text{Max. hél.} = \text{J. D. } 2427550,3768 + 0^d51350250. E + 58,24 \times 10^{-11}. E^2 \quad (2)$$

La parabole de la figure correspond au membre quadratique de cette formule.

La colonne désignée par  $O - C$  (2) de la table II donne la différence des temps des maxima normaux calculée d'après les valeurs de la formule (2).

La formule (2) représente parfaitement les maxima observés. On voit donc que depuis la découverte de la variabilité de SW Bootis, c'est à dire pendant 41 ans, la période a augmenté de 2,9 secondes.

Tableau II. Maxima observés

Maxima hélIOC.	Maxima normaux	$p$	$E$	$O-C$ (1)	$O-C$ (2)	Observateur
242... 0242.333 :	242... 0242.333	1	-14232	+ <sup>d</sup> 124	+ <sup>d</sup> 006	Beljavski
1840.290 1841.320 1842.349 1858.274	1845.4301	10	-11110	+ .0661	- .0058	Hoffmeister
2906.306 2907.342 2908.365 2909.393 2910.414 2911.439 2912.468	2910.4156	30	- 9036	+ .0474	- .0001	Hoffmeister
3195.403 3196.434	3195.4047	10	- 8481	+ .0426	+ .0007	Hoffmeister
—	4639.353	20	- 5669	+ .0219	+ .0032	Parenago
—	6847.387	10	- 1369	- .0049	- .0060	Kukarkin
7459.486	7459.486	5	- 177	- .0009	- .0009	Tzessevitch
7512.384	7512.384	5	- 74	+ .0064	+ .0064	Lange
—	7635.109	10	+ 165	+ .0043	+ .0043	Poukhov
243... 5227.3730 5249.4518 5265.3714	243... 5265.3714	30	+15024	+ .1330	+ .0016	Bonov

M. *Tzessevitch* a supposé un changement brusque de la période autour de  $E = -1400$ , de sorte que d'après lui pour  $E < -1400$  c'est la formule

$$\text{Max.} = 2421840,2954 + 0^d5134948 (E + 11120)$$

et pour  $E > -1600$  c'est la formule :

$$\text{Max.} = 2426847,387 + 0^d5135089 (E + 1369)$$

qui est valable.\*

La différence entre le maximum normal obtenu à Budapest et cette dernière formule, est :  $O - C = 0^d0330$ . Les observations de Budapest peuvent être naturellement très bien représentées par l'allongement cor-

\* Les formules données dans [6] sont ici transformées d'après notre calcul des époques.

respondant à la période dans la deuxième formule, de sorte que les deux formules suivantes :

$$\text{Max.} = 2421840,2954 + 0,5134948 (E + 11120) \quad (E < -1400) \quad (3)$$

$$\text{Max.} = 2426847,3840 + 0,51351108 (E + 1369) \quad (E > -1400)$$

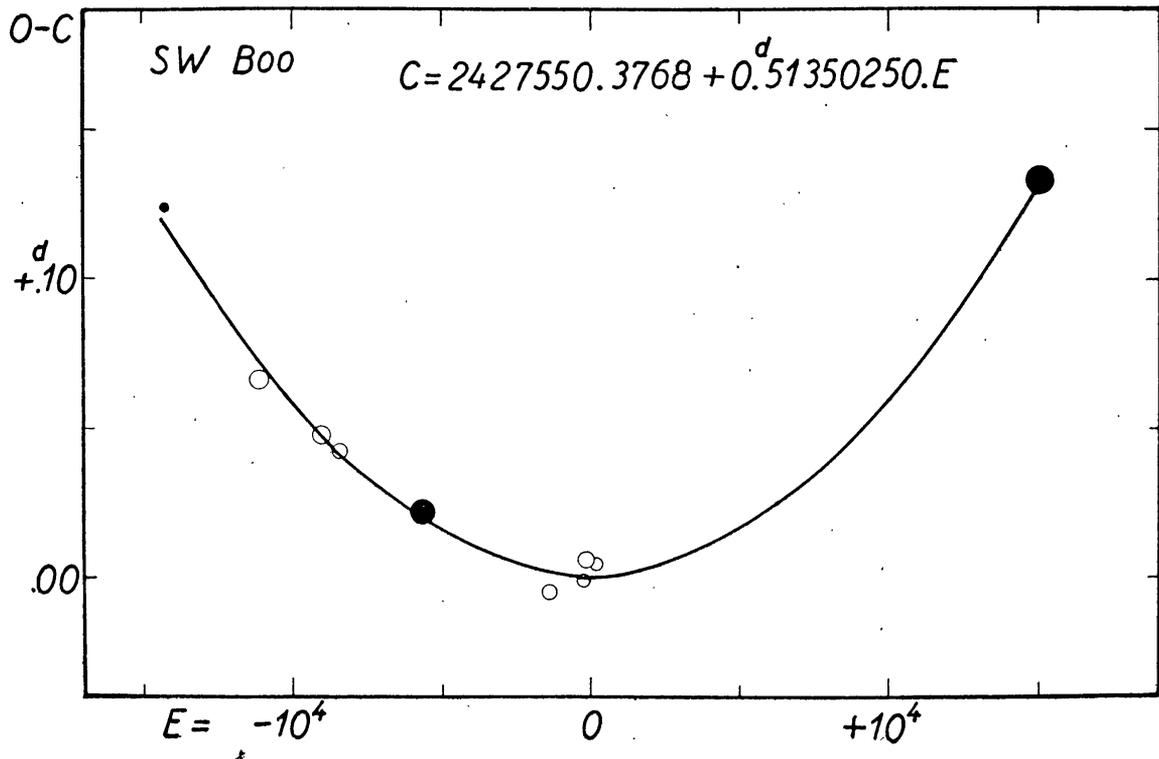


Figure 2: Diagramme de  $O-C$  de SW Bootis. La parabole de la figure est calculée d'après la formule (2). Les cercles blancs représentent les observations visuelles, les cercles pleins les observations photographiques.

représentent avec la même exactitude les maxima comme la formule quadratique, excepté le premier maximum, qui, en tous cas, est imprécis.

La formule quadratique représente tous les maxima, même le premier, entre les limites de l'inexactitude des observations. Ainsi avec cette formule on obtient une meilleure représentation, et avec un paramètre de moins, qu'avec le système des formules linéaires (3). En tout cas, il faut donner l'avantage à la formule (2). C'est pour cette raison que les phases indiquées dans le tableau IV sont calculées d'après la formule (2). Les phases sont données dans les fractions de la période.

Les points normaux d'éclat, obtenus en prenant la moyenne par groupes de cinq, se trouvent dans le tableau III, et sur la figure 3. L'erreur moyenne d'un point normal est dans le maximum  $\pm 0^m02$  ; dans le minimum elle est  $\pm 0^m04$ .

D'après la courbe d'éclat on a :

$$m^{\max} = 11,70 ; m^{\min} = 13,13 ; A_{\text{phg}} = 1,43 ; M - m = 0^{\text{p}}126$$

La courbe montre dans le minimum une onde d'une amplitude de  $0^{\text{m}}11$ . L'amplitude correspond exactement à la relation de l'amplitude-période obtenue des observations photographiques de Budapest, concernant les étoiles du type RR Lyrae.

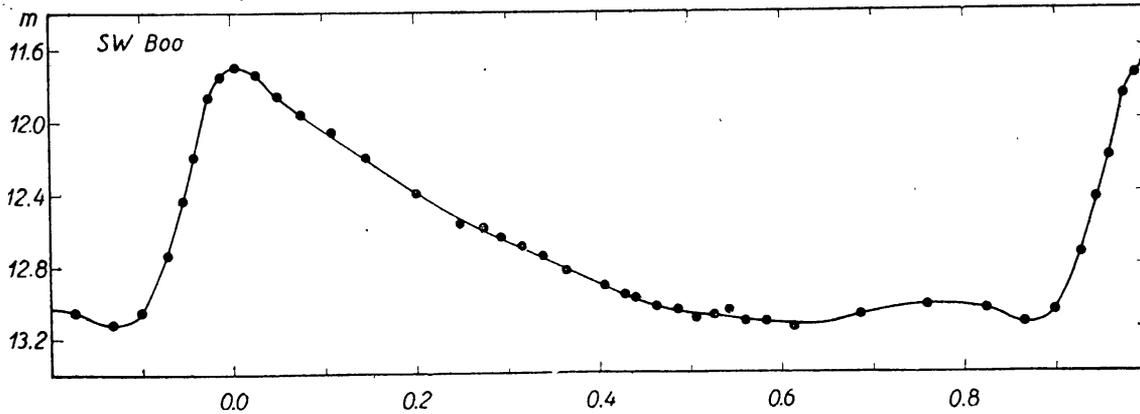


Figure 3. Courbe de lumière photographique de SW Bootis d'après les observations faites à Budapest. Un point normal est la moyenne de 5 observations.

Tableau III. Points normaux

Phase	$m$	Phase	$m$
.0097	11.70	.5051	13.10
.0264	11.74	.5247	13.08
.0498	11.86	.5413	13.05
.0749	11.96	.5588	13.12
.1081	12.06	.5820	13.12
.1449	12.20	.6132	13.15
.1990	12.40	.6374	13.12
.2467	12.57	.6848	13.08
.2719	12.59	.7595	13.03
.2922	12.65	.8245	13.05
.3142	12.69	.8666	13.12
.3375	12.75	.8982	13.05
.3631	12.84	.9276	12.74
.4058	12.92	.9444	12.43
.4273	12.96	.9592	12.20
.4392	12.97	.9737	11.86
.4609	13.03	.9883	11.76
.4855	13.05		

Je n'ai pas de preuves certaines que la courbe d'éclat soit changée.

C'est un devoir agréable d'exprimer ici à M. L. *Detre* et à Mme *Balázs* mes remerciements profonds de tous les conseils qu'ils m'ont donnés au cours de l'exécution de ce travail lequel, d'ailleurs, a été fait sous leur direction.

Budapest, le juin 1955.

Tableau IV. Liste des observations

J. D. 2435...	Phase (0 <sup>F</sup> 0001)	m	J. D. 2435...	Phase (0 <sup>F</sup> 0001)	m
131.5600	4263	12.74	5454	3439	12.75
5642	4345	12.92	5503	3534	12.76
5684	4426	12.87	5545	3616	12.75
5917	4880	13.30	5802	4117	12.96
5958	4960	13.14	5843	4197	12.83
			5885	4278	13.12
160.5677	9145	12.87	5927	4360	12.86
5718	9221	12.83			
5760	9307	12.60	193.5346	1124	11.05
5802	9388	12.45	5402	1233	12.10
5843	9468	12.40	5457	1340	12.22
5885	9550	12.35	5513	1449	12.25
5927	9632	12.11	5569	1558	10.96
			5624	1665	12.30
182.5506	7227	13.05	5680	1774	12.27
5563	7338	12.96	5735	1881	13.30
5617	7443	13.15	5791	1990	12.45
5673	7552	13.08	5846	2097	12.40
5784	7768	12.90	5902	2206	12.58
5839	7875	13.05	5957	2313	12.41
5895	7984	13.00	6012	2421	12.60
5950	8091	13.00	6069	2532	12.64
6006	8200	12.90	6124	2639	12.54
6117	8417	13.15	6180	2748	12.58
6180	8539	13.20	6235	2855	12.61
6235	8646	13.06	6291	2964	12.67
6291	8756	13.10			
6346	8863	13.08	220.3294	2911	12.70
			3405	3127	12.62
186.5084	4298	12.95	3460	3235	12.71
5140	4407	13.04	3516	3344	12.70
5195	4514	13.09	3571	3451	12.75
5251	4623	13.14	3627	3560	12.87
5307	4732	13.02			
5362	4839	12.96	220.3683	3669	12.88
5418	4948	12.91	3738	3776	12.93
5473	5055	13.05	3794	3885	12.98
5529	5164	13.03	3849	3992	12.82
5584	5272	13.01	3905	4101	12.93
5640	5381	13.00	3960	4208	13.05
5695	5488	13.00	4016	4317	12.96
6043	6165	13.07	4071	4424	13.14
6091	6259	13.26	4127	4534	12.95
6154	6382	13.26	4183	4643	12.96
			4238	4750	13.00
189.4968	2493	12.60	4294	4859	13.04
5010	2574	12.60	4356	4979	13.20
5052	2656	12.57	4416	5096	13.09
5093	2736	12.56	4467	5196	13.10
5135	2818	12.70	4523	5305	13.06
5177	2900	12.65	4578	5412	13.05
5218	2979	12.60	4634	5521	13.19
5246	3034	12.65	4690	5630	13.00
5288	3116	12.71	4745	5737	13.17
5329	3196	12.79	4801	5846	13.10
5371	3277	12.70			
5413	3365	12.85	227.3373	9397	12.74

J. D. 2435 ...	Phase (0 <sup>P</sup> 0001)	m	J. D. 2435 ...	Phase (0 <sup>P</sup> 0001)	m
3415	9460	12.45	258.4471	5190	13.18
3456	9540	12.27	4513	5272	13.05
3498	9622	12.22	4555	5353	13.20
3540	9704	11.93	4596	5433	13.00
3581	9784	11.87	4638	5515	13.07
3623	9866	11.76	4680	5597	13.10
3679	9975	11.82	4721	5677	13.15
3720	0054	11.75	4763	5758	13.09
3762	0136	11.67	4805	5840	12.97
3804	0218	11.72	4846	5920	13.25
3852	0312	11.81	4888	6002	13.13
3894	0393	11.85	4930	6084	13.10
3936	0475	11.84	4971	6161	13.21
3977	0555	11.87	5013	6245	13.24
4054	0705	11.90	5055	6327	13.04
4095	0785	11.88	5096	6407	13.03
4137	0867	12.10	5138	6489	13.03
4179	0948	11.98	5180	6571	13.05
4220	1028	12.13	5263	6732	12.90
4262	1110	12.15	5305	6814	13.20
4304	1192	12.08	5346	6894	13.19
249.3753	8533	13.18	265.3543	9696	11.97
3809	8641	13.10	3584	9776	11.70
3864	8750	13.05	3626	9858	11.78
3920	8859	13.07	3663	9930	11.65
3975	8966	13.10	3751	0101	11.62
4031	9075	13.15	3793	0183	11.73
4086	9182	12.83	3834	0263	11.70
4142	9291	12.82	3876	0345	11.78
4197	9398	12.50	3952	0493	11.90
4253	9507	12.32	3994	0574	11.84
4309	9616	12.03	4036	0656	11.92
4364	9723	11.85	4077	0736	12.00

### Littérature

- [1] *S. Beljavski* : A N 198. 371. 1914  
 [2] *C. Hoffmeister* : A N 208. 239. 1919  
 [3] *C. Hoffmeister* : A N 218. 321. 1923  
 [4] *P. P. Parenago* : пз 3. 7 : A N 240. 321. 1930  
 [5] *B. W. Kukarkin* : пз 4. 135.  
 [6] *W. Tzessevitch* : Len. Bul. 4. p. 28. ; Cat. and Eph. of Short Period Cepheids for 1935—6 Tadjik Astr. Obs. p. 36  
 [7] *P. P. Parenago* : пз 6. 79  
 Autre littérature : Harv. Bull. 874. Sp : A ; Harv. Bull. 893. Mouvement propre Len. Bul. 3 ; Tadjik Circ. 5., 77—78. ; PASP 50.303. Vitesse radiale : +10 km/sec ; Harv. Bull. 885 p. 21. Carte des champs ; Harv. Bull. 883. p. 7. Étoiles de comparaison ;