



Contribution à l'étude des binaires des types F, G, K, M IX. HD 191588, nouvelle binaire spectroscopique à raies simples de type RS Cvn, système triple.

Roger R.F. Griffin, Nicole Ginestet, Jean-Michel Carquillat

► To cite this version:

Roger R.F. Griffin, Nicole Ginestet, Jean-Michel Carquillat. Contribution à l'étude des binaires des types F, G, K, M IX. HD 191588, nouvelle binaire spectroscopique à raies simples de type RS Cvn, système triple.. Romanian Astronomical Journal, 2003, 13, pp.1,31. hal-00133907

HAL Id: hal-00133907

<https://hal.science/hal-00133907>

Submitted on 28 Feb 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Contribution à l'étude des binaires des types F, G, K, M IX. HD 191588, nouvelle binaire spectroscopique à raies simples de type RS Cvn, système triple.

R.F. Griffin¹ N. Ginestet² et J.-M. Carquillat²

¹ The Observatories, Madingley Road, Cambridge CB3 0HA, England

² Observatoire Midi-Pyrénées, UMR 5572, 14, avenue Edouard Belin, F-31400 Toulouse, France

Received September 2002, accepted December 2002

Key words stars : spectroscopic binaries – triple systems – stars : individual (HD 191588, HDE 227984)

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF F, G, K, M BINARIES IX. HD 191588, A NEW RS CVN-TYPE SINGLE-LINED SPECTROSCOPIC BINARY, A TRIPLE SYSTEM

Abstract : An accident of misidentification has brought to light the interesting system HD 191588, a new RS CVn-type spectroscopic binary. A radial-velocity study of the primary star, the only seen component, carried out at the Observatoire de Haute-Provence with the Coravel instrument and subsequently at the Cambridge Observatories with a similar one, reveals two orbital motions : a short-period orbit (60 days) and a long-period one (about 4.5 years), so this star is a triple system.

The following orbital elements are obtained : (1) for the long-period orbit $P = 1667 \pm 17$ days, $T = 50901 \pm 67$ MJD, $\Gamma = +2.09 \pm 0.07$ km s⁻¹, $K = 2.51 \pm 0.13$ km s⁻¹, $e = 0.18 \pm 0.04$, $\omega = 228^\circ \pm 14^\circ$, $a_1 \sin i = 56.7 \pm 3.0$ Gm, $f(m) = 0.0026 \pm 0.0004$ M_⊙, and (2) for the short-period orbit $P = 60.0269 \pm 0.0016$ days, $T = 50482.6 \pm 3.3$ MJD, γ is var., $K = 24.03 \pm 0.09$ km s⁻¹, $e = 0.012 \pm 0.004$, $\omega = 233^\circ \pm 19^\circ$, $a_1 \sin i = 19.83 \pm 0.07$ Gm, $f(m) = 0.0865 \pm 0.0009$ M_⊙.

From near-infrared observations we refine the classification of the primary component and we found a spectral type of K2.5 III, and a spectrum obtained in the blue–near-UV spectral region reveals strong H and K emission lines of Ca II. The unseen secondary should be a solar-type star (F or G V) ; the minimum mass of the third body is that of a dwarf M star. Probably, the primary component rotates in synchronism with the orbital motion in the inner orbit ; a model, based upon that hypothesis, is proposed for the system, and finally the connection of the inner binary to the long-period RS CVn group (Hall 1976) is discussed.

© 2003 Editura academiei române

1 INTRODUCTION

Cet article est le neuvième d'une série consacrée à l'étude des vitesses radiales d'étoiles des derniers types spectraux (F à M) signalées comme binaires spectroscopiques mais dont les éléments orbitaux n'étaient pas connus. Ce sont cependant des circonstances tout à fait fortuites qui nous ont amenés à étudier l'intéressant système HD 191588 (HIP 99301). En effet, lorsque l'équipe de Toulouse a entamé, au début des années 1980, ses observations systématiques en vitesse radiale d'un échantillon d'étoiles à spectre composite à l'aide de l'instrument CORAVEL de l'observatoire de Haute-Provence (OHP), l'étoile HDE 227984 (étoile 507 de la liste de Hynek, 1938), très proche en position de HD 191588, figurait à son programme. Une confusion (erreur de pointage) a donc été faite, et pendant un temps HD 191588 a été observée en croyant qu'il s'agissait de HDE 227984. Les observateurs toulousains avaient certes remarqué que l'objet en question paraissait net-

tement plus brillant que la magnitude $m_{\text{ptm}} = 10$ reportée dans la liste de Hynek, mais consultant d'abord la base de données SIMBAD (CDS de Strasbourg), ils avaient été, dans un premier temps, rassurés : cette base donnait HDE 227984 avec la magnitude $m_v = 8,3$, ce qui correspondait bien à ce qu'ils observaient. Ce qu'ils ne savaient pas, c'est que la même erreur avait été faite au CDS de Strasbourg ! Soulignons néanmoins qu'à présent cette méprise a été corrigée dans SIMBAD où HDE 227984 est "redevendue" l'étoile faible répertoriée par Hynek.

Dans cet article nous montrons que HD 191588 est en fait un système triple spectroscopique dont la composante principale, la seule visible, est une géante froide présentant de fortes raies H et K en émission dans son spectre.

Hormis les données figurant dans le Henry Draper Catalogue ($m_{\text{ptm}} = 8,4$; $m_{\text{ptg}} = 9,5$; Sp : K2), celles dont nous disposons sur HD 191588 ont été obtenues au cours d'investigations effectuées à l'OHP sur plusieurs

Tableau 1. Vitesses radiales de HD 191588.

JJM: Jour Julien Modifié. Observations faites à l'OHP 1983–1998, à Cambridge 2000–2001.

Date	JJM	Vitesse observée km s ⁻¹	Orbite longue		Orbite courte		(O – C) km s ⁻¹
			Phase	Vitesse km s ⁻¹	Phase	Vitesse km s ⁻¹	
1983 sept. 20,86	45597,86	-3,2	0,818	-0,2	0,624	-3,0	0,0
21,85	598,85	-5,8	,819	-0,2	,640	-5,4	-0,2
22,87	599,87	-8,0	,819	-0,2	,657	-7,8	0,0
1985 juin 10,09	46226,09	+1,6	1,195	+3,7	11,090	-1,8	-0,3
sept. 25,86	333,86	-19,7	,260	+4,2	12,885	-23,8	-0,1
27,85	335,85	-17,9	,261	+4,2	,918	-22,3	+0,2
28,82	336,82	-16,9	,261	+4,2	,935	-21,2	+0,1
1990 sept. 2,99	48136,99	-17,8	2,341	+4,3	42,924	-22,0	-0,1
1993 juin 7,09	49145,09	-16,0	2,946	-0,6	59,718	-15,7	+0,2
nov. 26,81	317,81	+2,0	3,050	+1,1	62,595	+1,3	-0,4
27,80	318,80	-0,2	,051	+1,1	,612	-1,2	-0,1
déc. 1,76	322,76	-9,1	,053	+1,2	,678	-10,6	+0,4
3,79	324,79	-13,6	,054	+1,2	,712	-14,9	+0,1
1994 oct. 15,85	49640,85	-13,5	3,244	+4,1	67,977	-17,3	-0,3
17,81	642,81	-9,2	,245	+4,1	68,010	-13,4	+0,1
1996 août 29,02	50324,02	+25,8	3,654	+1,8	79,358	+23,8	+0,1
29,94	324,94	+24,9	,654	+1,8	,373	+23,6	-0,5
30,96	325,96	+24,9	,655	+1,8	,390	+23,1	0,0
sept. 3,04	329,04	+22,0	,657	+1,8	,442	+20,1	+0,1
nov. 26,80	413,80	-23,3	,708	+1,1	80,854	-24,2	-0,3
déc. 1,81	418,81	-19,6	,711	+1,1	,937	-21,0	+0,3
1997 jan. 30,73	50478,73	-19,4	3,747	+0,6	81,935	-21,1	+1,1
juin 10,10	609,10	+0,3	,825	-0,3	84,107	+0,8	-0,3
12,09	611,09	+4,8	,826	-0,3	,140	+5,9	-0,8
15,08	614,08	+12,2	,828	-0,3	,190	+12,8	-0,3
16,08	615,08	+14,8	,828	-0,3	,207	+14,9	+0,2
oct. 17,96	738,96	+21,1	,903	-0,7	86,271	+21,0	+0,8
1998 jan. 23,74	50836,74	-24,4	3,961	-0,4	87,900	-23,3	-0,7
juin 13,05	977,05	+19,4	4,046	+1,0	90,237	+18,1	+0,2
oct. 20,87	51106,87	+25,4	,123	+2,6	92,400	+22,7	+0,0
23,86	109,86	+22,2	,125	+2,7	,450	+19,5	+0,1
2000 mai 20,12	51684,12	-8,8	4,470	+3,7	102,016	-12,6	+0,1
31,07	695,07	+18,0	,476	+3,7	,199	+13,9	+0,5
juil. 18,07	743,07	-11,4	,505	+3,4	,998	-14,9	0,0
20,00	745,00	-7,0	,506	+3,4	103,030	-10,6	+0,2
21,12	746,12	-4,1	,507	+3,4	,049	-8,0	+0,5
août 4,97	760,97	+25,8	,516	+3,3	,296	+22,5	-0,1
12,00	768,00	+25,3	,520	+3,3	,414	+22,0	0,0
28,92	784,92	-9,1	,530	+3,2	,695	-12,9	+0,6
sept. 2,97	789,97	-18,7	,533	+3,2	,780	-21,4	-0,4
4,03	791,03	-19,3	,534	+3,2	,797	-22,6	+0,1
4,91	791,91	-20,7	,534	+3,2	,812	-23,3	-0,6
20,88	807,88	-0,7	,544	+3,1	104,078	-3,6	-0,1
oct. 5,91	822,91	+26,7	,553	+3,0	,328	+23,6	+0,1
16,94	833,94	+14,9	,560	+2,9	,512	+12,8	-0,8
19,82	836,82	+9,8	,561	+2,9	,560	+6,4	+0,5
30,78	847,78	-15,7	,568	+2,8	,743	-18,3	-0,2
déc. 13,75	891,75	+19,8	,594	+2,5	105,475	+17,0	+0,2
14,80	892,80	+17,3	,595	+2,5	,493	+15,2	-0,4
15,73	893,73	+15,8	,596	+2,5	,508	+13,3	-0,1
30,72	908,72	-17,4	,605	+2,4	,758	-19,7	-0,1
2001 mai 29,09	52058,09	+20,3	4,694	+1,3	108,246	+19,0	0,0
juin 18,08	078,08	+4,7	,706	+1,2	,579	+3,6	-0,1
29,07	089,07	-18,9	,713	+1,1	,762	-20,1	+0,1
juil. 24,01	114,01	+11,6	,728	+0,9	109,178	+11,2	-0,5
août 13,97	134,97	+11,8	,740	+0,7	,527	+10,9	+0,1
15,01	136,01	+9,9	,741	+0,7	,544	+8,6	+0,6

champs galactiques, et dans la constellation du Cygne pour ce qui concerne cette étoile. Ces investigations mettaient en œuvre conjointement des observations en photométrie photoélectrique, avec un matériel réalisé à l'Observatoire de Toulouse, et des observations spectrographiques avec le "petit prisme objectif" de Fehrenbach. Les données en photométrie photoélectrique sont : $V = 8,32$ et $B - V = 1,17$ (Bouigue et al. 1963), cette valeur de l'indice de couleur étant reportée dans le catalogue Hipparcos (ESA, 1997). *Mais dans la publication de Bouigue et al., ces paramètres sont attribués à tort à l'étoile HDE 227984, et c'est sans doute de là que l'erreur s'est répercutée jusqu'au CDS.*

A partir des observations au prisme objectif, Dufflot et al. (1958) donnent, avec 4 clichés, une vitesse radiale de -15 km s^{-1} , à laquelle ils attribuent la qualité B ($2,5 \text{ km s}^{-1} < \varepsilon < 5 \text{ km s}^{-1}$); ces observations leur permettent aussi de donner la classification G8 III, qui sera retenue dans la base SIMBAD. Notons qu'aucune remarque n'est formulée par ces observateurs au sujet d'une éventuelle variabilité de la vitesse radiale de HD 191588.

Ces données sur les champs galactiques étudiés à l'OHP ont ensuite été utilisées par Boulon (1963) pour son travail de thèse. A cette occasion, Boulon révisé la classification de HD 191588, qui devient K0 II. Mais la classe de luminosité II apparaît maintenant irréaliste car elle impliquerait une distance de quelque 1 kpc alors que celle déduite de la parallaxe Hipparcos est comprise entre seulement 210 et 350 pc.

Afin de procéder nous-mêmes à une classification spectrale de cette étoile, et pensant encore qu'il s'agissait d'un spectre composite, nous l'avons observée avec le spectrographe Aurélie de l'OHP dans deux domaines spectraux distincts : (1) le proche infrarouge (8400–8800 Å), dispersion de 33 Å/mm, et (2) le bleu-proche UV (3800–4230 Å), dispersion 16 Å/mm. Le spectre obtenu dans le proche IR nous a conduits à la classification K2,5 III Ca- (Ginestet et al. 1999; N.B. : dans la Table 2 de cet article, lire HD 191588 à la place de HDE 227984), tandis que celui pris dans le bleu mettait en évidence une forte émission des raies H et K de Ca II (Fig. 1). Cette émission n'apparaissait pas directement sur les raies, en absorption, du triplet de Ca II dans le proche IR, mais elle devait certainement les combler partiellement et en diminuer l'intensité (Linsky et al. 1979).

2 Obtention des vitesses radiales et des éléments orbitaux

HD 191588 a été observée de septembre 1983 à octobre 1998 avec le spectrovélocimètre CORAVEL (Baranne et al. 1979) monté au foyer cassegrain du télescope suisse de 1 m de l'OHP et en 2000–2001 avec un instrument assez similaire, monté au foyer coudé du télescope

de 91 cm de l'Observatoire de Cambridge (UK). Trente et une vitesses radiales (VR) ont été obtenues à l'OHP et vingt six à Cambridge (Tableau 1). Ces VR sont ramenées au système actuellement adopté pour la base de données CORAVEL-OHP (Udry et al. 1999); dans ce but, les observations faites à Cambridge et réduites initialement par la méthode habituelle (Griffin 1969) ont reçu un ajustement de -1 km s^{-1} .

Une première analyse mettait en évidence une orbite quasi circulaire avec une période voisine de 60 jours, mais on remarquait sur la courbe de VR une dispersion des points beaucoup trop forte comparée à la précision des mesures. Cette dispersion anormale des points pouvait provenir de l'action perturbatrice d'un troisième corps qui entraîne le couple suivant un mouvement képlérien avec une période de 4 ans et demi. Nous avons déterminé simultanément les deux orbites, à longue et à courte périodes, au moyen d'un programme de calcul écrit initialement par A.P. Cornell et R.F.G.; dans le cas présent, l'orbite à longue période (que nous désignerons par "orbite longue") est résolue par la méthode de Lehmann-Filhes (1894) et celle à courte période (que nous désignerons par "orbite courte"), qui est presque circulaire, est calculée par la méthode de Sterne (1941). Le principe de la détermination des éléments est que la valeur de γ , vitesse du centre de masses pour l'orbite courte, est défini par les éléments de l'orbite longue, la vitesse systématique de l'ensemble du système étant représentée par Γ ; chaque vitesse radiale pour l'orbite courte est corrigée de la variation de γ en fonction du temps, la valeur de γ est donc ramenée à zéro comme le fait apparaître le graphique correspondant à cette orbite. Les courbes de VR pour les deux orbites sont représentées aux Figs 2a et 2b; à la Fig. 2a la variation due à l'orbite courte a été déduite de sorte que seule demeure la variation imputable à l'orbite longue, tandis qu'à la Fig. 2b c'est le mouvement provenant de l'orbite longue qui a été déduit afin d'isoler la variation de VR due à l'orbite courte. Au Tableau 1 nous donnons les VR observées ainsi que les phases et les vitesses calculées correspondant aux deux mouvements orbitaux; par suite de la méthode de calcul utilisée, le résidu $O - C$ pour chaque observation sera le même, que l'on considère l'orbite longue ou l'orbite courte. Les variances relatives aux VR observées tant à l'OHP qu'à Cambridge apparaissent quasi identiques, si bien que les 57 mesures ont été affectées du même poids pour la détermination des orbites. Les éléments orbitaux obtenus, avec leurs erreurs standards, sont présentés en Tableau 2.

Le but initial des observations effectuées à Cambridge était de combler les manques d'observations à certaines phases de l'orbite à courte période. De telles discontinuités dans la courbe de VR observée sont en effet difficiles à combler avec des missions d'observations d'une durée d'environ une semaine tous les trimestres,

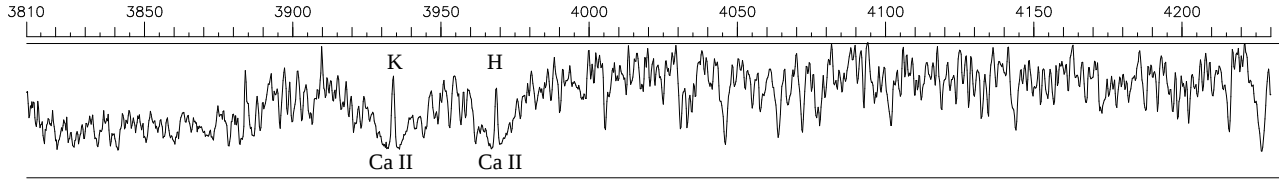


FIG. 1 – Spectre de HD 191588 dans la région spectrale 3800–4230 Å montrant la présence des raies H et K de Ca II en émission.

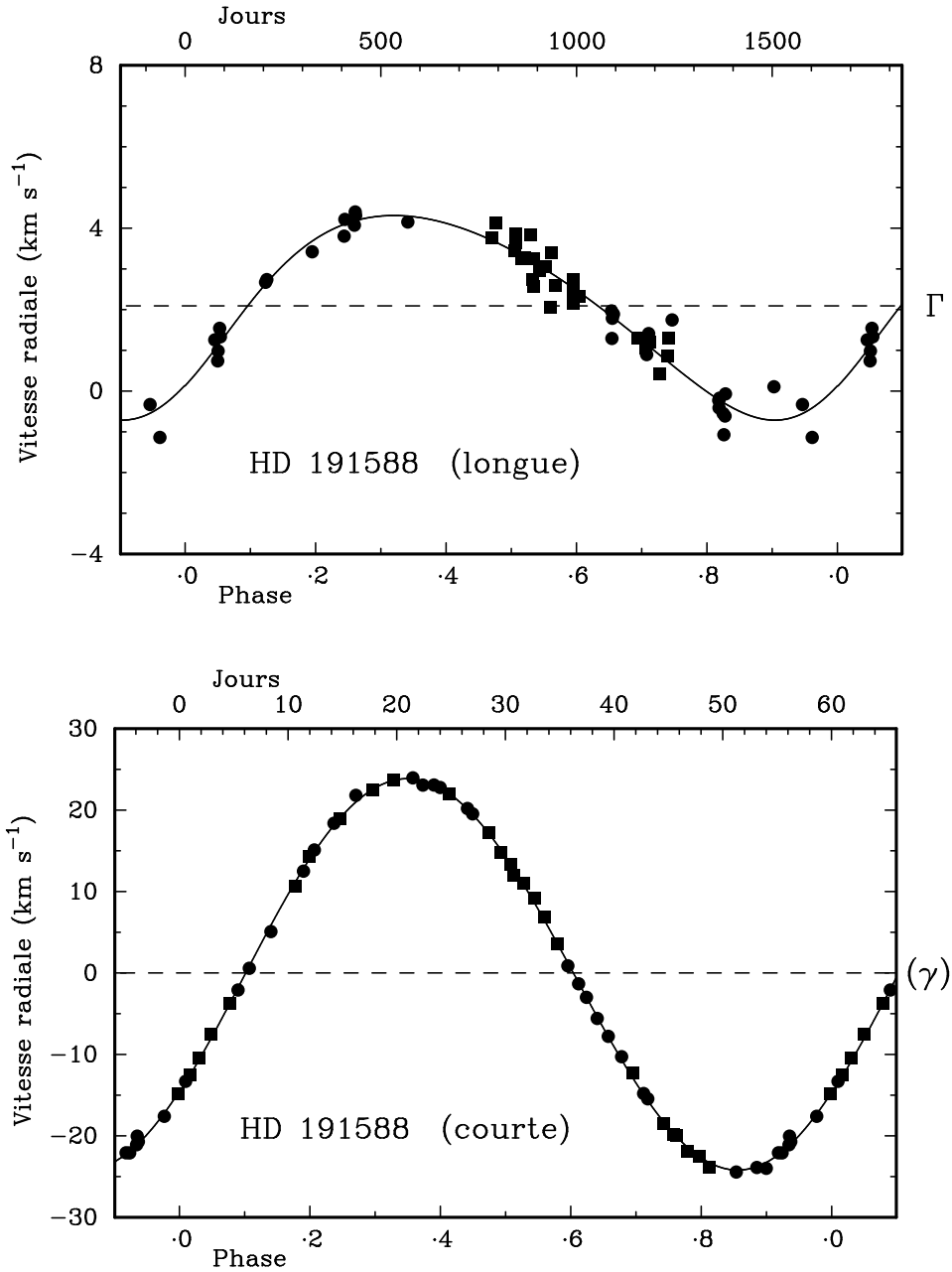


FIG. 2 – Vitesses radiales observées et courbes de VR calculées de HD 191588 en fonction de la phase pour l'orbite à longue période (en haut, Fig. 2a) et pour celle à courte période (en bas, Fig. 2b). Les cercles correspondent aux observations effectuées à l'OHP, les carrés à celles faites à Cambridge.

TAB. 2 – Éléments orbitaux du système triple spectroscopique HD 191558. T est l'époque du passage au périastre, T_0 l'époque du passage au nœud ascendant.

Élément	Orbite longue	Orbite courte
P [jours]	1667 ± 17	$60,0269 \pm 0,0016$
T_0 [JJM]		$50443,76 \pm 0,04$
T [JJM]	50901 ± 67	$50482,6 \pm 3,3$
Γ [km s ⁻¹]	$+2,09 \pm 0,07$	
K (km s ⁻¹)	$2,51 \pm 0,13$	$24,03 \pm 0,09$
e	$0,18 \pm 0,04$	$0,0116 \pm 0,0038$
ω [degrés]	228 ± 14	233 ± 19
$a_1 \sin i$ [Gm]	$56,7 \pm 3,0$	$19,83 \pm 0,07$
$f(m)$ [M _☉]	$0,0026 \pm 0,0004$	$0,0865 \pm 0,0009$

voire tous les semestres comme c'était le cas à l'OHP, surtout quand la période orbitale de la binaire observée est nettement supérieure à la durée d'une "mission". Par chance, les observations faites à Cambridge durant l'année 2000 ont permis également de pourvoir un intervalle de phases jusqu'ici dégariné sur la courbe de VR de l'orbite longue, et d'assurer ainsi la validité de cette dernière.

L'excentricité de l'orbite à courte période est vraiment faible — à peine trois fois son erreur standard — et on peut se demander si elle est significativement différente de zéro. Il est cependant connu (Mazeh, 1990) que l'existence d'un troisième corps dans un système dynamique peut créer ou maintenir une excentricité dans un système qui autrement serait, selon toute vraisemblance, circularisé; en conséquence, la présence d'une faible excentricité pour l'orbite de période 60 jours de HD 191588 n'est pas surprenante même si la plupart des binaires comportant une étoile géante ont des orbites véritablement circulaires pour des périodes aussi courtes. La question peut aussi être abordée en utilisant l'un des tests préconisés par Bassett (1978) dans lequel on compare, à partir des mêmes données en VR, la somme des carrés des résidus, $\sum(O - C)^2$, pour une orbite calculée en fixant à zéro l'excentricité et la même quantité pour une orbite calculée en ne fixant pas a priori la valeur de cet élément. Dans le cas présent, la somme $\sum$ pour la solution représentée par les éléments donnés ci-dessus, où e n'a par été fixée, est $7,74$ (km s⁻¹)², tandis que lorsque e est fixée à zéro pour l'orbite à courte période la somme $\sum$ atteint $8,98$ (km s⁻¹)². Dans la solution complète nous avons ajusté en tout 11 éléments orbitaux aux 57 observations, ce qui laisse donc 46 degrés de liberté, de sorte que chaque degré de liberté est associé à une variance de : $7,74 / 46 = 0,168$ (km s⁻¹)². D'un autre côté, en éliminant e et ω du calcul, nous gagnons deux degrés de liberté supplémentaires au prix d'une élévation de $8,98 - 7,74 = 1,24$ (km

s⁻¹)² de la somme $\sum$, donc $0,62$ (km s⁻¹)² pour chacun d'eux, soit, selon la notation de Bassett, un facteur $T_2 = 0,62 / 0,168 = 3,69$. La signification de ce facteur peut être précisée en se référant aux tables (Lindley & Miller, 1953) de rapport de variance, F , avec 2 et 46 degrés de liberté : le test apparaît significatif au niveau de 5% ($F_{2,46}(5\%) \approx 3,20$) mais pas à 2.5% (4,00). Nous en concluons que l'excentricité est très probablement significative, bien que cela ne soit pas absolument certain.

3 Discussion

Le satellite Hipparcos a observé HD 191588 et nous disposons donc d'une estimation de sa parallaxe, soit $\pi = 3,79 \pm 0,93$ mas (ESA, 1997), ce qui place cet objet entre 210 et 350 pc.

Compte tenu de ses coordonnées galactiques ($72^\circ 13', +0^\circ 89'$), l'excès de couleur devrait être voisin de 0,05 mag. (Lucke, 1978), et l'absorption dans le visible de 0,15 mag.; avec la magnitude $V = 8,22$ également déduite des observations du satellite (Bouigue et al. donnaient la valeur 8,32 mais cette différence pourrait résulter d'une réelle variabilité détectée par Hipparcos), cela conduit à la magnitude absolue visuelle globale du système $M_V = 1,0 \pm 0,6$ et à un indice de couleur $B - V$ "dérouté" de 1,12 mag.

3.1 Séparation des composantes; natures présumées de la secondaire et du troisième corps

En écrivant la fonction de masse sous la forme

$$f(m) = M_1 \sin^3 i \frac{\mu^3}{(1 + \mu)^2}, \quad (1)$$

où $\mu = M_2/M_1$ est le rapport des masses de la secondaire et de la primaire du système à courte période, nous pouvons calculer des valeurs minimums pour μ , M_2 , et M_3 (masse du troisième corps) suivant les valeurs présumées de la masse M_1 de la primaire. Pour les étoiles géantes rouges, et contrairement à celles de la séquence principale, les masses sont encore mal connues et il est admis qu'elles peuvent varier de manière importante suivant l'âge de ces étoiles. En conséquence, nous avons effectué des tests en attribuant à M_1 les valeurs 1,5, 2, et 2,5 M_☉. Pour chaque test, nous avons calculé les séparations a_i et a_e des composantes du système intérieur (le plus serré) et du système extérieur (troisième corps) avec $i = 90^\circ$, mais nous avons déjà montré (Carquillat et al. 1982) que les valeurs obtenues étaient peu sensibles à celle du paramètre i . Les résultats figurent en Tableau 3.

Une autre contrainte peut être appliquée en faisant intervenir le fait que seule la composante principale est visible, ce qui implique entre l'étoile primaire et les

TAB. 3 – Masses minimales et séparations de la secondaire et du troisième corps pour différentes valeurs de la masse de la primaire

M_1 ($M_\odot$)	$\mu_{\min}$	$M_{2\min}$ ($M_\odot$)	a_i (ua)	$M_{3\min}$ ($M_\odot$)	a_e (ua)	a_e/a_i
1,5	0,51	0,765	0,392	0,25	3,741	9,54
2,0	0,45	0,900	0,426	0,30	4,050	9,51
2,5	0,41	1,025	0,455	0,34	4,314	9,48

autres composantes une différence supérieure à environ deux magnitudes ; d'autre part la secondaire, ou le troisième corps, ne peuvent être une étoile chaude (type A ou plus chaud) car, dans ce cas, le spectre présenterait un aspect composite reconnaissable dans le proche UV. Par conséquent, compte tenu des éléments ci-dessus, la secondaire devrait être une étoile de type solaire plus chaude que la primaire (F ou G V suivant la masse de la primaire). Quant au troisième corps, sa masse minimum est celle d'une naine froide de type M (Schmidt-Kaler, 1982). Nous présentons plus loin dans cette analyse un modèle possible faisant intervenir l'ensemble des données observationnelles. Enfin, le rapport des demi-grands axes de l'orbite longue et de l'orbite courte est voisin de 10, et ce système triple peut donc être qualifié de hiérarchisé.

3.2 Synchronisme rotation-révolution

Pour la primaire, seule composante observable, l'analyse du profil des traces de corrélation (méthode décrite dans Benz & Mayor 1981) a permis d'estimer la vitesse de rotation projetée $v \sin i$ de HD 191588 à $11,2 \pm 0,2 \text{ km s}^{-1}$ pour les observations effectuées à l'OHP et à $12,1 \pm 0,2 \text{ km s}^{-1}$ pour les observations effectuées à Cambridge. En fait ces deux valeurs n'apparaissent pas définitivement incompatibles si l'on considère que l'erreur externe minimale sur les $v \sin i$ est, pratiquement, de 1 km s^{-1} ; en conséquence nous adopterons la valeur $v \sin i = 11,6 \pm 1 \text{ km s}^{-1}$.

Afin de voir s'il pouvait y avoir synchronisme, pour le système intérieur, entre rotation axiale de la primaire et mouvement orbital, nous avons pratiqué le test de Kitamura & Kondo (1978). Ce test, rappelons-le, consiste à calculer le rayon de la composante considérée en supposant que le synchronisme est effectif ; il implique l'incontournable hypothèse de coplanarité entre les plans orbital et équatorial de la composante considérée. Si le rayon trouvé est compatible avec son type spectral, on peut conclure que le synchronisme est vraisemblable.

En effet, la vitesse équatoriale linéaire de synchronisme est liée au rayon de l'étoile et à la période or-

bitale par la relation : $v_{\text{syn}} = 50,6R/P$ (R en rayons solaires, P en jours). Ici, nous n'avons connaissance que de la projection $v \sin i$ de cette vitesse, mais si nous supposons $35^\circ \leq i \leq 90^\circ$ (condition approximativement requise pour que l'on ait $\mu < 1$), cette inégalité et la relation précédente entraînent $14 R_\odot \leq R \leq 24 R_\odot$. Or, en interpolant les tables de Schmidt-Kaler (1982), le rayon moyen d'une étoile de type K2 III est voisin de $20 R_\odot$ et cette valeur apparaît donc compatible avec l'inégalité précédente.

3.3 Un modèle pour le système à courte période

Nous proposons ci-dessous pour le système un "modèle synchrone" qui satisfait aux contraintes observationnelles. En effet, l'hypothèse du synchronisme, avec $R_1 = 20 R_\odot$, implique $i = 43^\circ$. En admettant, par exemple, $M_1 = 1,75 M_\odot$, l'expression de $f(m)$ donne pour masse de la secondaire $M_2 = 1,4 M_\odot$, ce qui correspond au type spectral F5 V (Schmidt-Kaler, 1982). Les paramètres de ce modèle, donnés en Tableau 4, ont été obtenus de façon à satisfaire au mieux les valeurs de M_V et $B - V$ pour le système (en négligeant la contribution du troisième corps). Pour effectuer cet ajustement, nous nous sommes basés sur les calibrations de Schmidt-Kaler (1982) pour les magnitudes et les indices de couleur en fonction des types spectraux MK. Cependant, pour la magnitude absolue de la primaire, M_{V1} , nous avons dû adopter la valeur 0,8 au lieu 0,4 (valeur dans la table de Schmidt-Kaler pour une étoile K2 III) afin de satisfaire aux contraintes. Donc, dans ce modèle, la composante primaire serait légèrement moins lumineuse qu'une étoile géante "normale" de ce type spectral.

3.3.1 Influence de la masse de la primaire

Nous avons essayé de voir comment évoluait ce modèle en faisant varier la masse M_1 attribuée à la primaire, et nous avons constaté que :

- (1) pour $M_1 < 1,2 M_\odot$ le rapport de masses μ devient supérieur à l'unité, et pour $M_1 > 2,2 M_\odot$ la secondaire devient une étoile A, possibilité exclue car on verrait alors un spectre composite. On doit donc avoir $1,2 M_\odot < M_1 < 2,2 M_\odot$;
- (2) compte tenu de cette limitation pour M_1 , le type spectral de la secondaire se situe pratiquement dans l'intervalle F2 V — F8 V
- (3) on a $2,7 \leq \Delta m \leq 2,8$

Par conséquent, le modèle "synchrone" présenté ci-dessus est relativement peu influencé par la valeur de la masse de la primaire.

3.3.2 Influence de 3e corps

Nous allons considérer deux cas nettement distincts :

TAB. 4 – Modèle pour le système à courte période dans l’hypothèse du synchronisme rotation-révolution, et avec $M_1 = 1,75 M_\odot$

Paramètre	Sp ₁	Sp ₂	M_{V1}	Δm_V	μ	M_V	$B - V$
Modèle	K2,5 III	F5 V	0,8	2,7	0,8	0,7	1,12
Observé	K2,5 III e			> 2,0		$1,0 \pm 0,6$	1,12

(1) l’orbite du 3e corps est coplanaire avec celle du système intérieur. On prend donc $i = 43^\circ$ pour l’orbite extérieure. Alors, $f(m) = 0,0026$ conduit, compte tenu du modèle ci-dessus, à $M_3 = 0,5 M_\odot$ pour le troisième corps, ce qui correspond à la masse d’une étoile de type M0 V, plus faible de quelque 8 mag. que l’étoile principale du système. Dans ces conditions, on peut considérer comme négligeables les contributions du troisième corps aux paramètres M_V et $B - V$ du système.

(2) l’orbite du troisième corps n’est pas coplanaire. Si on suppose une valeur de i très différente pour l’orbite extérieure, $i = 90^\circ$ par exemple, on a dans ce cas $M_3 = 0,3 M_\odot$, donc une étoile M naine encore plus froide; par contre, pour de faibles valeurs de i , la valeur de la masse du troisième corps pourra être plus élevée : pour $i = 20^\circ$ nous aurons $M_3 = 1 M_\odot$, et une étoile similaire au Soleil qui restera encore invisible, à quatre magnitudes d’écart avec le système principal.

Par conséquent, dans le “modèle synchrone” envisagé, le troisième corps serait, probablement, une étoile froide de faible masse.

4 Conclusion

HD 191588 est, à notre connaissance, un nouveau système de type RS CVn, triple de surcroît.

De par ses caractéristiques : présence d’une étoile géante, période relativement longue de 60 jours, il s’apparente au “groupe à longues périodes” décrit par Hall (1976). Dans une étude consacrée au système HR 4665, qui présente certains traits communs avec HD 191588, Bopp et al. (1979) effectuent une intéressante discussion sur l’implication de ce type de binaires vis-à-vis de la classe des RS CVn. Ces deux systèmes ont des composantes primaires de types voisins (K0 III pour HR 4665), des périodes proches de 60 jours, et des orbites circularisées; par contre HR 4665 est une binaire à raies doubles avec un rapport de masses proche de l’unité. Plus généralement, Bopp et al., après avoir rappelé les caractéristiques des groupes de Hall, et faisant allusion au travail observationnel de Young & Koniges (1977), retiennent un point commun à tous les systèmes

“de type RS CVn” : la forte émission de Ca II semble en relation avec l’existence d’interactions par effets de marées entre les composantes. Pour HD 191588, en tous cas, le fait que l’orbite soit presque circularisée et le probable synchronisme rotation-révolution sont des signes tangibles de cette interaction.

Enfin, il convient aussi de préciser que les observations du satellite Hipparcos ont mis en évidence la variabilité photométrique de HD 191588. Dans le catalogue Hipparcos (ESA, 1997), la magnitude apparente visuelle de cette étoile est reportée avec le niveau de variabilité 2 (l’échelle comportant 3 niveaux), ce qui implique, selon ce catalogue, une variabilité comprise entre 0,06 et 0,6 mag.; cependant la variation ne paraît pas corrélée avec la phase orbitale. La variabilité photométrique est un trait courant des étoiles de type RS CVn, qu’elle soit intrinsèque ou, dans certains cas, due à des éclipses. En conséquence, une étude photométrique de ce système serait nécessaire.

Remerciements. Nous tenons à remercier M. Mayor, directeur de l’Observatoire de Genève, pour les missions accordées à l’instrument CORAVEL de l’OHP, ainsi que S. Udry pour le traitement des observations en VR. Les recherches bibliographiques ont été effectuées grâce à la base de donnée SIMBAD du Centre de Données Astronomiques de Strasbourg.

Références

- Baranne, A., Mayor, M., Poncet, J.-L. : 1979, *Vistas Astron.*, 23, 279
- Bassett E.E. : 1978, *The Observatory*, 98, 122
- Benz, W., Mayor, M. : 1981, *A&A*, 93, 235
- Bopp, B.W., Fekel, Jr., F., Griffin, R. F., et al. : 1979, *AJ*, 84, 1763
- Bouigue, R., Boulon, J., Pédoussaut, A. : 1963, *Annales Obs. Astron. Toulouse*, 29, 17
- Boulon, J. : 1963, *J. Observateurs*, 46, 243
- Carquillat, J.-M., Nadal, R., Ginestet, N., Pédoussaut, A. : 1982, *A&A*, 115, 23
- Duflot, M., Fehrenbach, Ch., Duflot, A., Rouvière, E., Schneider, D. : 1958, *J. Observateurs*, 41, 43
- ESA : 1997, *The Hipparcos and Tycho Catalogues*, ESA SP-1200

- Ginestet, N., Carquillat, J.-M., Jaschek, C. : 1999, A&AS, 134, 473
- Griffin, R.F. : 1969, MNRAS, 145, 163
- Hall, D. S. : 1976, in Multiple Periodic Variable Stars, ed. W. S. Fitch (Reidel, Dordrecht), 287
- Hynek, J. A. : 1938, Contr. Perkins Obs., 1, 185
- Kitamura, M., Kondo, M. : 1978, Ap&SS, 56, 341
- Lehman-Filhes R. : 1894, AN, 136, 17
- Lindley D.V., Miller J.C.P. : 1953, Cambridge Elementary Statistical Tables (Cambridge University Press), p. 8
- Linsky, J. L., Hunten, D. M., Sowell, R., et al. : 1979, ApJS, 41, 481
- Lucke, P. B. : 1978, A&A, 64, 367
- Mazeh T. : 1990, AJ, 99, 675
- Schmidt-Kaler, Th. : 1982, in Landolt-Börnstein, New Series, Gr. 6, vol. 2-B, (Springer-Verlag : Berlin), 1
- Sterne T.E. : 1941, Proc. [U.S.] Nat. Acad. Sci., 27, 175
- Udry S., Mayor M., Queloz D. : 1999, in Precise Stellar Radial Velocities (IAU Coll. n° 170 ; ASP Conf. Series, 185, San Francisco), p. 367
- Young, A., Koniges, A. : 1977, ApJ, 211, 836