

THE Be STAR HD 58 050 AS A NEW 3-HOUR
PERIOD LARGE AMPLITUDE β CMA VARIABLEABSTRACT

HD 58 050, spectral class B2 V, is a Be star which has been well studied spectroscopically and shows strong emission lines of variable intensity (A.M. and H. HUBERT, 1979). Although it was proved to be a photographic variable as early as 1934, it has up to now been underobserved photometrically.

Since December 1977, GEOS has been undertaking a systematic patrol on this star, based on a great number of visual estimates, the main results of which are given below :

- HD 58 050 showed irregular long-period variations in brightness, with an amplitude of 0.4 magnitude (m_v 6.0 to 6.4) between December 1977 and February 1981 (see fig. 5). Such variations are typical of a Be star and qualify the star as a γ Cas-type variable.
- HD 58 050 is, in other respects, a β CMA-type star showing short period variations with an amplitude of 0.15 magnitude: see fig. 1, 2, 3. (An amplitude of 0.15 magnitude is not too small to be detected by visual observations: in fact, a series of conclusive tests on BW Vul, a well-known β CMA with a slightly larger amplitude, has been carried out successfully for several years by GEOS).
- The rapid variations in brightness of HD 58 050 have kept the same pattern throughout the 3 years of observation and are superimposed on the slow variation, so that the overall observed amplitude has been a little over 0.5 magnitude (m_v 5.9 to 6.5). The period of this β CMA is a nearly perfect submultiple of 1 day. There are 7 or 8 cycles a day, which corresponds to a period of 0.12500 or 0.14286 day. The observations do not
 ± 6 ± 7
make it possible to decide between these two values, though the shorter period is the most likely.

As a conclusion, HD 58 050 appears to this day as a unique object. It is the Be star with the shortest stable period known. Its period is 10 times shorter than that of 28 CMA, whose exceptional character had previously been pointed out by D. BAADE (1979).

The astrophysical study of the pulsating Be star HD 58 050 would open new vistas on the interpretation of the Be phenomenon.

1. INTRODUCTION

HD 58 050 est une étoile Be bien étudiée spectroscopiquement. Elle montre de fortes raies en émission, d'intensité variable (A.M. et H. HUBERT, 1979). Le type spectral MK est B2 V. Le $v \sin i$ est faible: 140 km/s. L'étoile est dite "pole-on".

La variabilité photométrique de HD 58 050 a été découverte photographiquement par C. HOFFMEISTER (1934); selon lui, l'étoile variait de m_{pg} 6,0 à 6,3 sur une courte échelle de temps. Cette étoile, qui porte le numéro 1033 du Catalogue of Stars Suspected of Variability (1951), est demeurée sous-étudiée photométriquement. Nous avons trouvé seulement une mesure en UBV la concernant :

$$V = 6,34 \quad B-V = -0,13 \quad U-B = -0,93 \quad (V. MENDOZA, 1958)$$

Le GEOS a entrepris depuis 1977 une surveillance systématique de cette étoile.

2. LES OBSERVATIONS DU GEOS

De Décembre 1977 à Février 1981, plus de 9000 estimations visuelles de HD 58 050 ont été réalisées par une quarantaine d'observateurs du GEOS. Toutes les estimations ont été effectuées selon la méthode d'Argelander, au moyen des 3 étoiles de comparaison suivantes :

A = HD 59 686	$m_v = 5,6$	spectre K0
B = HD 59 059	$m_v = 6,2$	spectre A0
C = HD 57 728	$m_v = 6,7$	spectre G5

La variabilité photométrique de HD 58 050 a été très rapidement confirmée; Des fluctuations rapides et de faible amplitude ont tout d'abord été mises en évidence et annoncées dans une publication à usage interne du GEOS (A. FIGER, 1978). Ensuite des variations irrégulières de l'éclat moyen, plus lentes, et de plus grande amplitude, ont été observées (A. FIGER, 1980 b). La découverte de cette variation à long terme et de la corrélation avec les observations spectroscopiques de D. BALLEREAU et A.M. HUBERT a fait l'objet d'une récente communication à l'UAI (IAUC 3565, 6 JAN 1981).

Enfin la périodicité de 3 heures des fluctuations rapides, suspectée dès 1978 et confirmée à l'issue de chaque saison d'observation (E. PORRETTI, 1979; C. PAMPALONI, 1979; A. FIGER, 1980 a), a pu être définitivement établie, grâce à la grande concentration d'observations visuelles obtenue en Janvier 1981.

3. HD 58 050 EST UNE β CMa

Pour prouver que les fluctuations d'éclat rapides mises en évidence par la plupart des observateurs sont périodiques, il convient de disposer de séries très longues, rapprochées dans le temps, si possible effectuées au cours de nuits consécutives.

Cette condition a été remplie au cours de la seconde quinzaine de Janvier 1981. Du 28 Janvier au 01 Février 1981, soit au cours de 5 nuits d'observation consécutives, A. FIGER a effectué à Paris 220 estimations pour 32 heures d'observation cumulée. A ces 5 nuits s'ajoutent celles du 15, du 20, du 23 et du 25 Janvier (136 estimations, 18 heures de surveillance). L'une des courbes de lumière obtenues, celle de la nuit du 31 Janvier au 1^{er} Février 1981, est reproduite à titre d'exemple sur la figure 1.

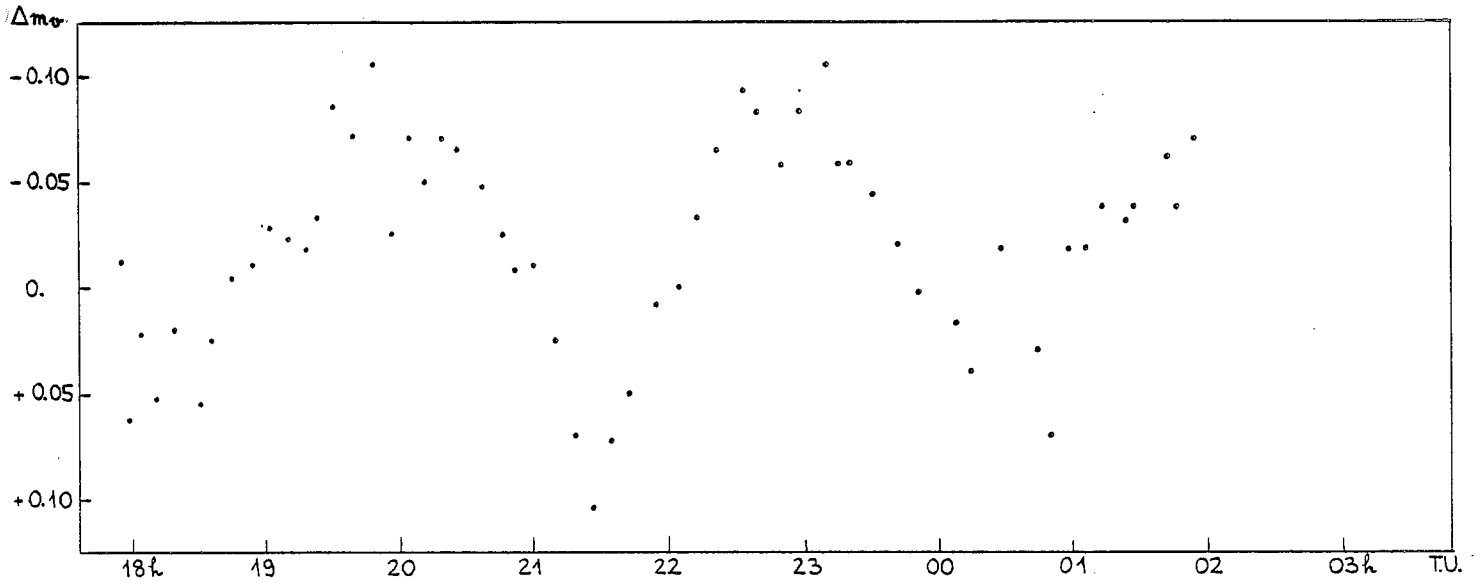


Figure 1. Courbe de lumière de HD 58 050 : 57 estimations effectuées par A. FIGER dans la nuit du 31 Janvier au 1^{er} Février 1981.

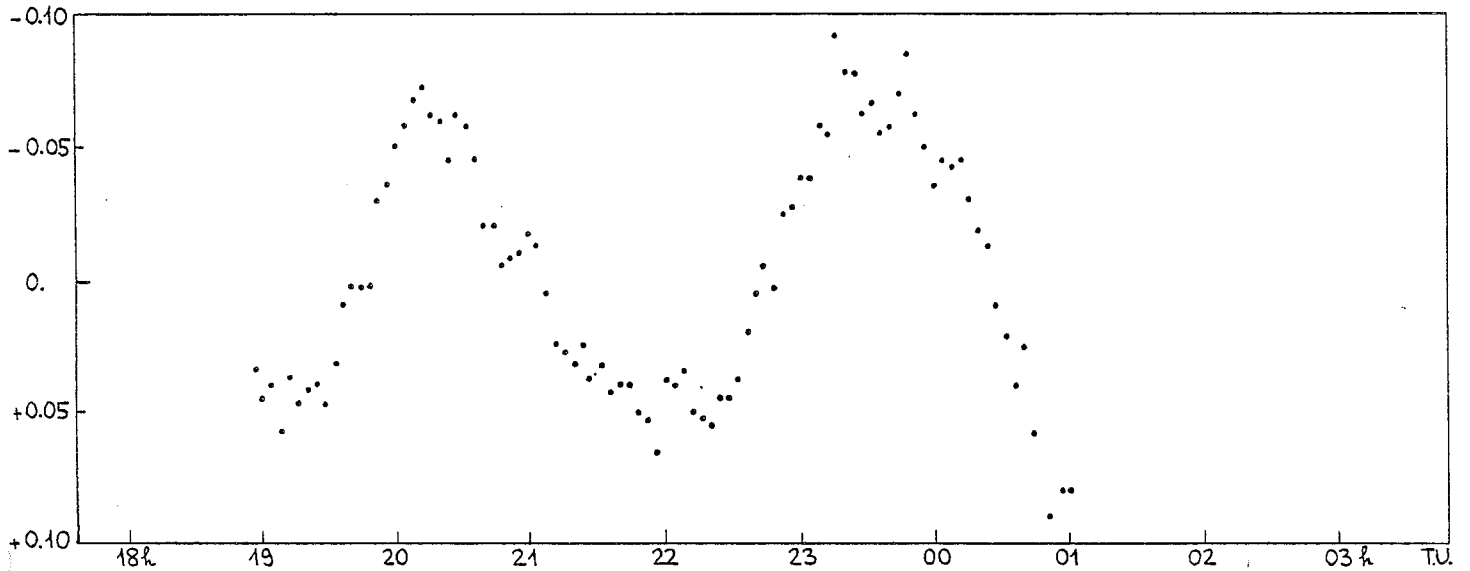


Figure 2. Courbe de lumière moyenne de HD 58 050 : moyennes de 205 estimations effectuées par A. FIGER au cours de la saison 1979-80.

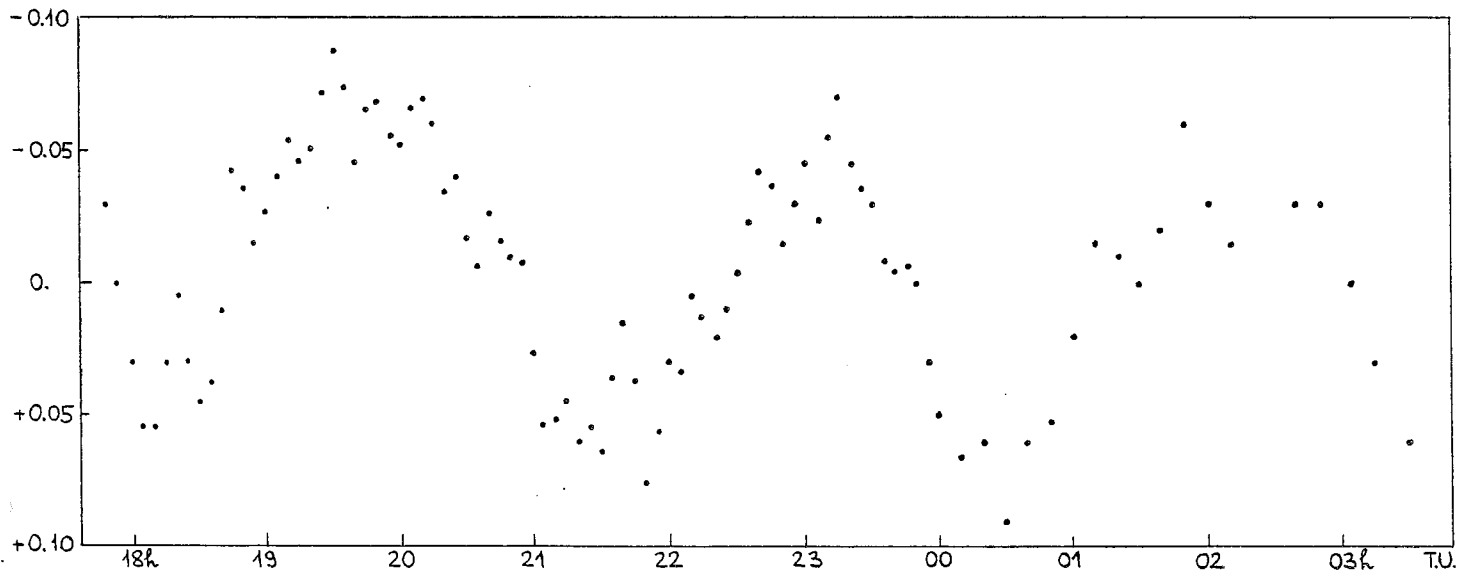


Figure 3. Courbe de lumière moyenne de HD 58 050 : moyennes de 382 estimations effectuées par A. FIGER au cours de la saison 1980-81.

Lors de la nuit du 31 Janvier 1981, 4 autres observateurs: G. BOISTEL (F-Sautron), J. BUSQUETS (E-Valencia), P. MATAGNE (B-Bruxelles) et C. PAMPALONI (I-Firenze) ont effectué, pendant les premières heures de la nuit, des observations simultanées à celles de A. FIGER. Les observations indépendantes des 5 observateurs sont bien corrélées, ce qui établit la réalité du phénomène mis en évidence. (Bien entendu, les corrélations constatées entre observateurs ne se limitent pas à celles de cette soirée du 31 Janvier).

Les résultats obtenus à partir des mesures de Janvier et Février 1981 confirment tout-à-fait ceux obtenus à partir des mesures du GEOS du début de 1980, traités indépendamment (A. FIGER, 1980 a).

En définitive :

- La variation observée de HD 58 050 est périodique
- La période P est un sous-multiple presque exact du jour, puisque les maximums et les minimums se répètent aux mêmes heures d'une soirée à l'autre et même d'une semaine à l'autre
- La dérive journalière de phase est très faible: cumulée sur une année elle atteint environ 40 minutes (ou $P \pm 40$ minutes)
- Il se produit 7 ou 8 périodes par jour, ce qui correspond aux valeurs de 0,143 ou 0,125 jour pour la période; la valeur la plus probable est $0,12500 \pm 0,00006$ jour, mais nous n'avons pas pu éliminer la valeur $0,14286 \pm 0,00007$ jour de façon décisive.

Les courbes de lumière moyennes, tracées à partir des mesures de FIGER des saisons 1979-80 et 1980-81, font l'objet des figures 2 et 3. Ces courbes ont été construites très simplement, en considérant le jour comme un multiple exact de la période. L'utilisation en abscisse de l'heure d'observation au lieu de la phase a permis de ne pas avoir à choisir entre les périodes concurrentes 0,125 et 0,143 jour. Sur les figures 2 et 3, les points représentent des moyennes de plusieurs mesures. Ces moyennes ont été effectuées sur des tranches d'une largeur de 10 à 12 minutes.

La différence de forme entre les arches successives des deux courbes de lumière ne doit pas être considérée comme significative. Cette différence s'explique vraisemblablement par des résidus d'erreurs systématiques dues essentiellement à la différence de qualité du ciel selon l'heure de la nuit; en effet les mesures ont toutes été effectuées à Paris, où ce phénomène est particulièrement marqué. La déformation correspondante de la courbe, au début de la nuit, rend difficile le choix entre les deux périodes possibles, d'autant que le petit nombre de mesures effectuées en fin de nuit ne permet pas non plus d'avoir une bonne définition au-delà de 24 h TU.

Quoi qu'il en soit, la période de 3 heures (ou 3 h 36 m) mise en évidence est stable durant les 3 années d'observation, le décalage annuel demeurant constant de 1978 à 1981 à l'imprécision des mesures près.

L'amplitude de variation du phénomène périodique est de l'ordre de 0,15 magnitude.

Ces caractéristiques de variation font de l'étoile B2 V HD 58 050 une β CMA de période courte et de relativement forte amplitude. La valeur de la période demeure compatible avec la relation période - type spectral que l'on admet pour les β CMA (I.M. KOPYLOV, 1959). L'amplitude de variation se classe légèrement derrière celle de BW Vul.

Une amplitude de variation de 0,15 magnitude peut sembler trop faible pour pouvoir être mise en évidence par l'observation visuelle. Ce n'est pourtant pas le cas puisque des tests effectués sur l'étoile BW Vul, d'amplitude visuelle 0,2 magnitude, ont donné les résultats suivants, au cours des camps d'été du GEOS de 1976, 1977, 1978 et 1980 :

- Les trois-quarts des observateurs participant à ces camps se révèlent capables d'obtenir des courbes de lumière cohérentes de BW Vul
- Pour un observateur sur deux, l'écart-type des mesures est inférieur ou égal à 0,06 magnitude.
- Au cours des 4 camps précités, l'écart-type des mesures de FIGER est demeuré voisin de 0,04 magnitude. A titre d'exemple une courbe obtenue par cet observateur est donnée en Figure 4.

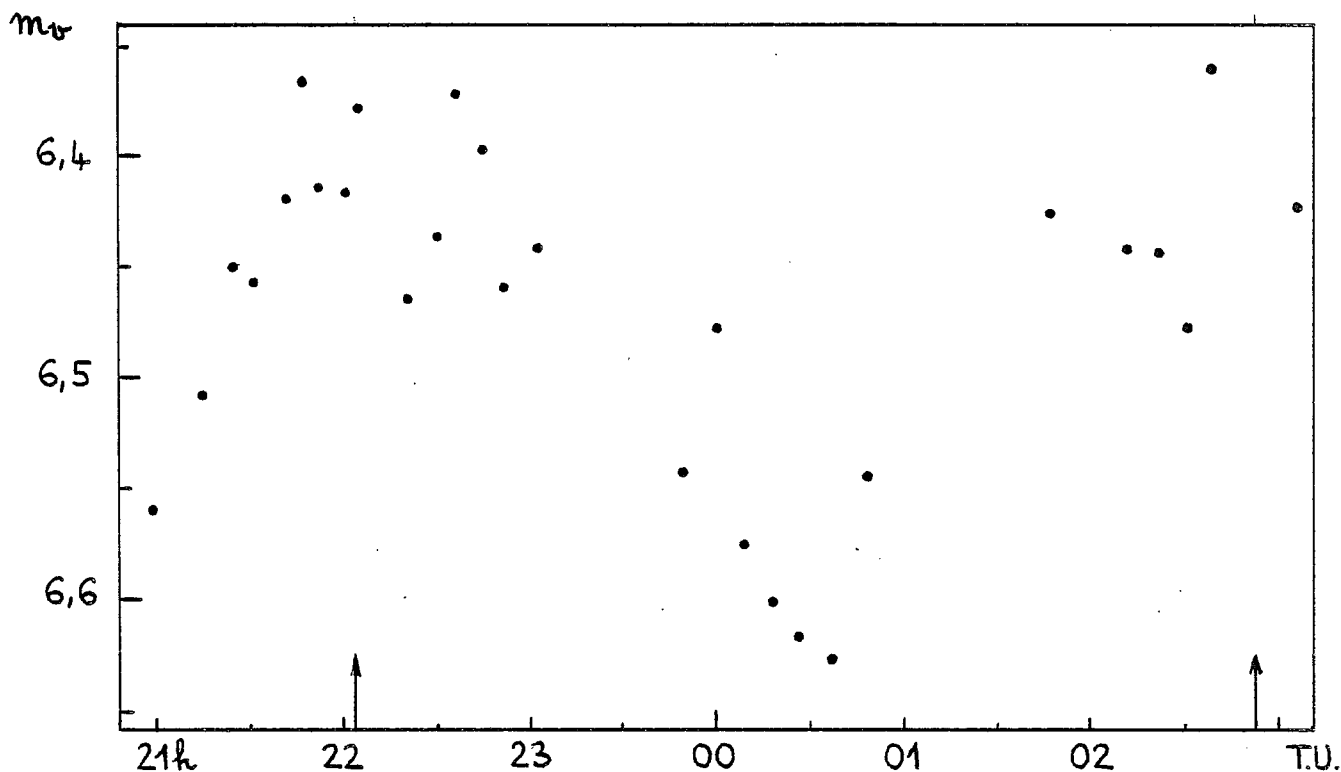


Figure 4. BW Vul observée par FIGER les 7 - 8 Août 1977 .
Les flèches indiquent les instants des maximums prévus par l'éphéméride de ZEYNEL TUNCA (1978) .

4. LES VARIATIONS LENTES DE HD 58 050

Pour l'étude des variations lentes de la magnitude moyenne de l'étoile, nous avons opté pour les moyennes mensuelles, de manière à éliminer l'effet des variations rapides.

La procédure suivie est celle du calcul itératif des moyennes pondérées (A. FIGER, 1975 ; A. FIGER et J. REMIS, 1978) qui permet de tirer le meilleur profit des mesures de différents observateurs caractérisés par leur décalage systématique et leur écart-type spécifiques .

La courbe obtenue fait l'objet de la figure 5 . Il s'agit du résultat d'un traitement préliminaire où entrent environ 7000 estimations dues à 20 observateurs. L'analyse détaillée de toutes les mesures du GEOS sera publiée à l'issue de la présente saison d'observation qui se terminera au mois de Mai.

Sur la courbe de lumière de la figure 5 on constate le net accroissement d'éclat, de près d'une demi-magnitude (6,4 à 6,0), mis en évidence par les observateurs du GEOS à la fin de 1980 et annoncé dans l' IAUC 3565 (D. BALLEREAU et A.M. HUBERT, 1981).

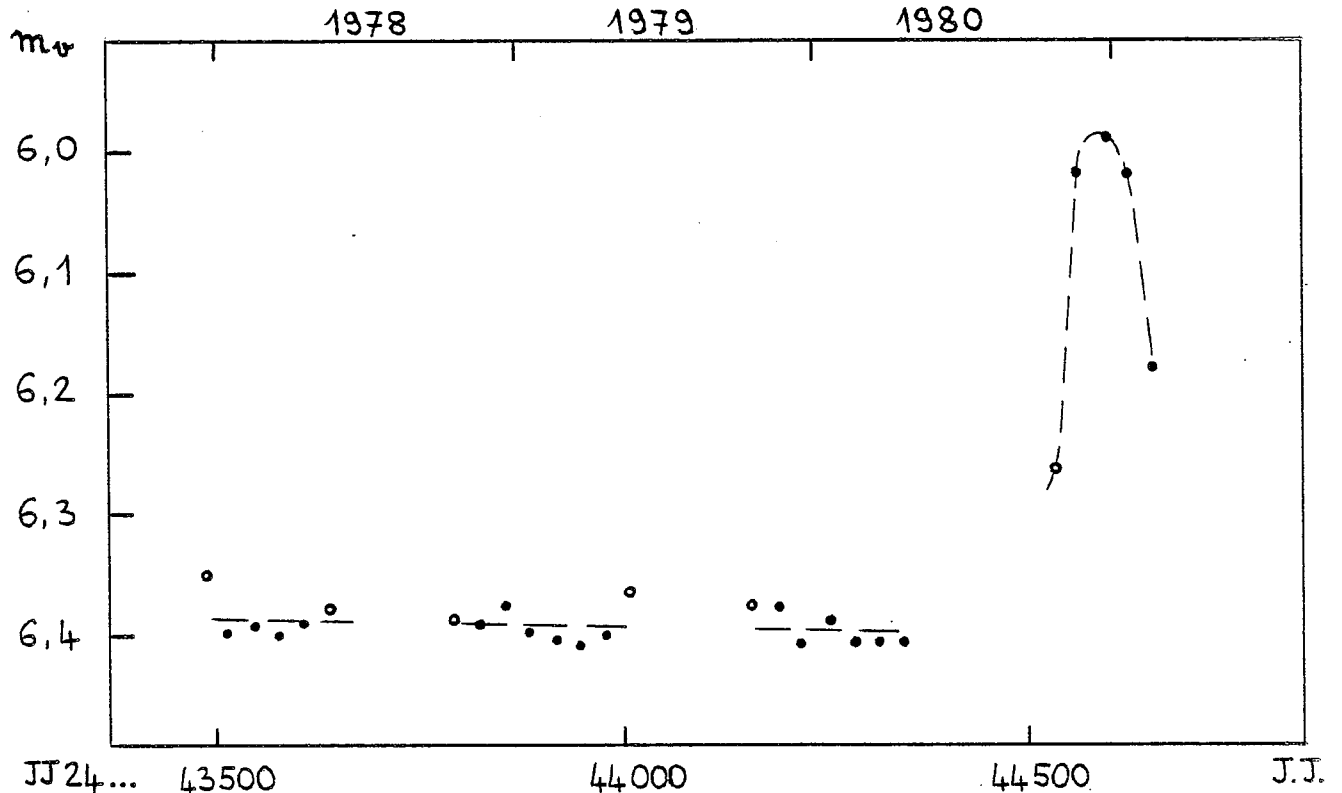


Figure 5. Les variations lentes de HD 58 050. Courbe de lumière moyenne issue du traitement statistique de 7000 estimations.

La précision des points-moyennes de la figure 5 correspond à un écart-type de 0,02 à 0,03 magnitude selon les cas. Les moyennes représentées par des cercles correspondent à un petit nombre d'observations et sont moins précises ($\sigma \approx 0,05$ mag).

Les variations irrégulières lentes de HD 58 050 sont typiques de celles d'une Be et permettent de classer l'étoile parmi les variables de type γ Cas.

5. CONCLUSION

HD 58 050 est une étoile Be très typique, caractérisée par ses fortes raies en émission d'intensité variable, déjà connues, aussi bien que par ses nettes variations d'éclat irrégulières de type γ Cas, découvertes par les observateurs du GEOS.

Cette étoile présente également des variations régulières de type β CMa à très courte période (3 heures) ce qui en fait pour le moment un objet unique.

Il s'agit d'un nouveau maillon de la chaîne entre les phénomènes Be et β CMa. Cette découverte prolonge celle de D. BAADE (1979) qui avait trouvé une période de 1,36 jour pour l'étoile 28 CMa. Il notait alors que cette période était de loin la plus courte période stable observée pour une étoile Be.

Or HD 58 050 possède une période stable dix fois plus courte !

REFERENCES

- BAADE , D., 1979, The Messenger, 19, 4. "28 Canis Majoris, a short-period Be star".
- BALLEREAU , D., HUBERT , A.M., 1981 Jan 6, IAUC 3565 . " HD 58 050 " .
- FIGER , A., 1975, SIGMA. "Résultats de la première campagne franco-italienne d'observations d'étoiles variables. I. Courbe de lumière de V 449 Cygni " .
- FIGER , A., 1978, GEOS NC 191. "CSV 1033 Gem" .
- FIGER , A., 1980 a, non publié . "Analyse préliminaire des mesures GEOS de la campagne 1979-80 sur HD 58 050 " .
- FIGER , A., 1980 b, GEOS NC 266. " Nette variation de la magnitude moyenne de l'étoile Be HD 58 050 = CSV 1033 en 1980 " .
- FIGER , A., REMIS , J., 1978, GEOS Circ. SR 1 . "Résultats de la première campagne franco-italienne d'observations d'étoiles variables. II. Courbe de lumière de OP Herculis " .
- HOFFMEISTER , C., 1934, AN 253, 195. " 132 neue Veränderliche " .
- HUBERT , A.M., et H., 1979, Meudon. " Un Atlas des Etoiles Be " .
- KOPYLOV , I.M., 1959, Izv. KrAO, 21, 71 .
- KUKARKIN , B.V., and al., Moscow 1951. " Catalogue of Stars Suspected of Variability " .
- MENDOZA , V., E.E., 1958, Ap.J., 128, 207. " Spectroscopic and Photometric Study of the Be Stars " .
- PAMPALONI , C., 1979, GEOS NC 225. " Observations PMP de l'étoile CSV 1033 Geminorum " .
- PORETTI , E., 1979, GEOS NC 220. " Observations POI de l'étoile CSV 1033 " .
- ZEYNEL TUNCA, 1978, IBVS 1386. " On the period change of the β CMa variable BW Vul " .
-