

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: - (1960)
Heft: 70

Artikel: Les étoiles variables [Fortsetzung]
Autor: Freiburghaus, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-900134>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LES ÉTOILES VARIABLES (suite¹)

par G. FREIBURGH AUS, assistant à l'Observatoire de Genève

6. — VARIABLES DU TYPE W VIRGINIS

6.1. Généralités

Parmi les céphéides de la Galaxie, certaines se distinguent par des particularités qui les différencient des céphéides dites classiques. Par exemple, les courbes de lumière n'ont pas la forme qu'elles devraient avoir pour une amplitude donnée. La situation de ces céphéides dans la Galaxie est également particulière par le fait qu'elles s'écartent du plan galactique alors que les céphéides classiques sont proches du plan comme nous l'avons vu (« Orion » N° 69). Enfin, le spectre de ces céphéides « dissidentes » se singularise par le fait de l'apparition des raies d'émission de l'hydrogène lors de la montée vers le maximum. Il se produit encore le dédoublement périodique de certaines raies.

Ces phénomènes étranges ont attiré l'attention des astronomes qui ont étudié plus attentivement les céphéides les présentant, et plus particulièrement W Virginis qui devint l'étoile type de cette classe. On montra alors que ces céphéides particulières étaient de population II, tout comme les étoiles du type RR Lyrae, qui sont des objets se trouvant dans les nébuleuses elliptiques et le noyau des spirales ainsi que dans les amas globulaires (figure 18). Il convient donc de les différencier nettement des céphéides classiques, c'est pour cette raison que l'on a créé la classe des céphéides du type W Virginis, ou céphéides de population II.

6.2. Forme de la courbe de lumière

Si l'on compare les courbes de lumière de deux céphéides, une de population I et l'autre de population II, ayant la même période, on constate immédiatement une très nette différence : l'apparition d'une bosse lors de la descente chez les variables du type W Virginis. Cette différence existe pour toutes les périodes, indiquant par là que ce n'est pas une caractéristique de la période mais bien d'une classe. La figure 19 montrant trois courbes de lumière de variables du type W

¹) Voir « Orion » N° 65, 66, 67, 68, 69.

Virginis comparées à celle de δ Céphéi fait ressortir très clairement ce phénomène. La ressemblance des trois courbes de lumière des variables de population II est frappante, bien que les périodes s'étagent entre 13,77 jours et 28,58 jours. On peut donc considérer cette bosse comme un critère de séparation des céphéides en population I et population II.

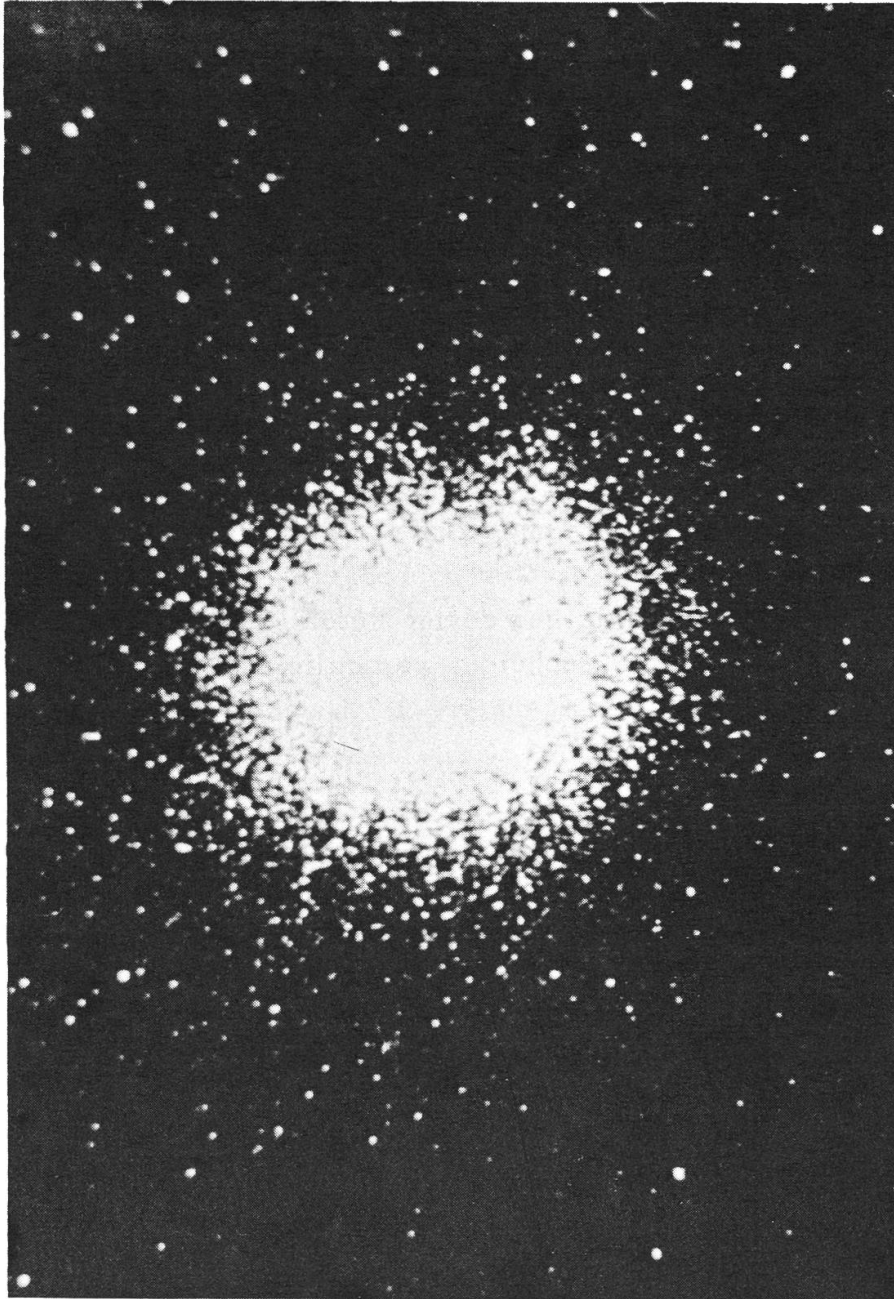


Figure 18 - L'amas globulaire M 13 dans la constellation d'Hercule. Les quelques céphéides visibles dans de tels amas sont toutes du type W Virginis (population II).

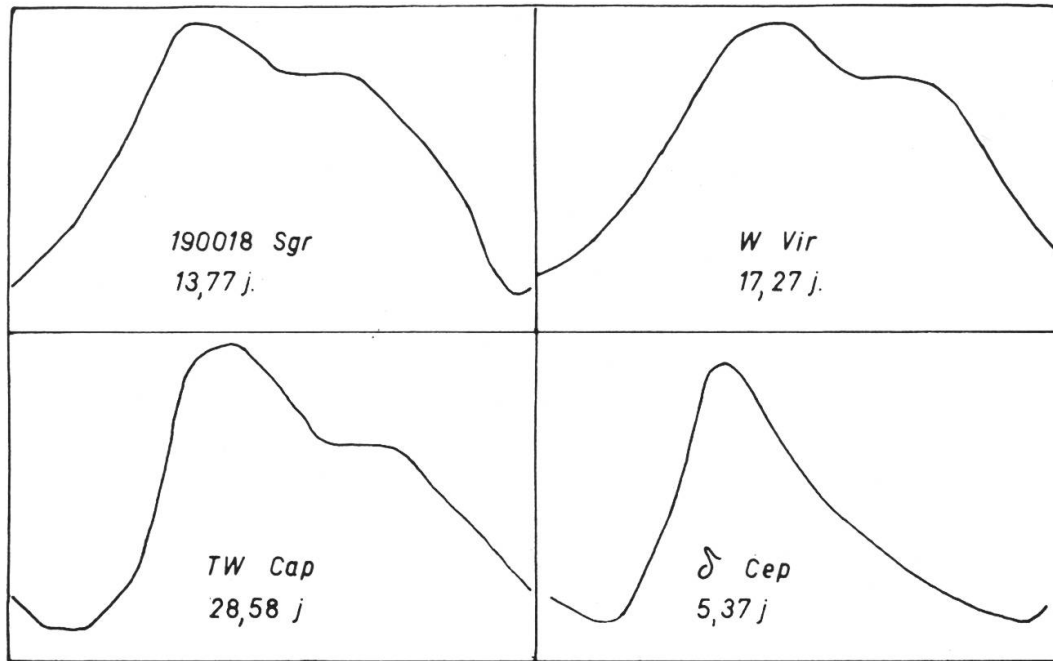


Figure 19 - Courbes de lumière de céphéides de population II et de δ Céphéi (population I). Les périodes ont été ramenées à la même amplitude mais sont marquées en jours sur les différentes courbes. 190018 Sgr, W Vir et TW Cap sont des céphéides de population II alors que δ Cep est de population I.

6.3. Spectre des variables du type W Virginis

C'est surtout dans le spectre que l'on remarque des particularités étonnantes de ces variables. Lors de la croissance de l'éclat, les raies de l'hydrogène apparaissent en émission intense. Mais ce n'est pas encore là le phénomène le plus marquant. Celui-ci est constitué par le dédoublement de certaines raies par l'effet Doppler-Fizeau qui présentent des vitesses radiales très différentes, -20 km/sec et -130 km/sec *au même instant*. (Une différence de vitesse de près de 400 000 km à l'heure !!) Ceci s'explique de la manière suivante. Le dédoublement se produit au moment du changement de croissance de la vitesse radiale, au moment où la couche supérieure qui s'approchait de nous va s'en éloigner. L'onde qui passait dans cette couche est encore visible que déjà l'onde suivante apparaît dans les couches profondes de l'atmosphère. De cette manière on peut observer la même onde pendant plus d'une phase de la variable, pendant environ 1,45 période, car les raies sont décalées l'une par rapport à l'autre du fait de l'effet Doppler-Fizeau qui décale les raies proportionnellement à la vitesse radiale. Les deux vitesses étant par moment très différentes, les raies n'occupent donc pas la même place dans le spectre. C'est ce que montre la figure 20, où la vitesse radiale est exprimée en fonction

de la période. Ce phénomène est créé par le passage dans les régions extérieures de l'étoile d'une *onde progressive*.

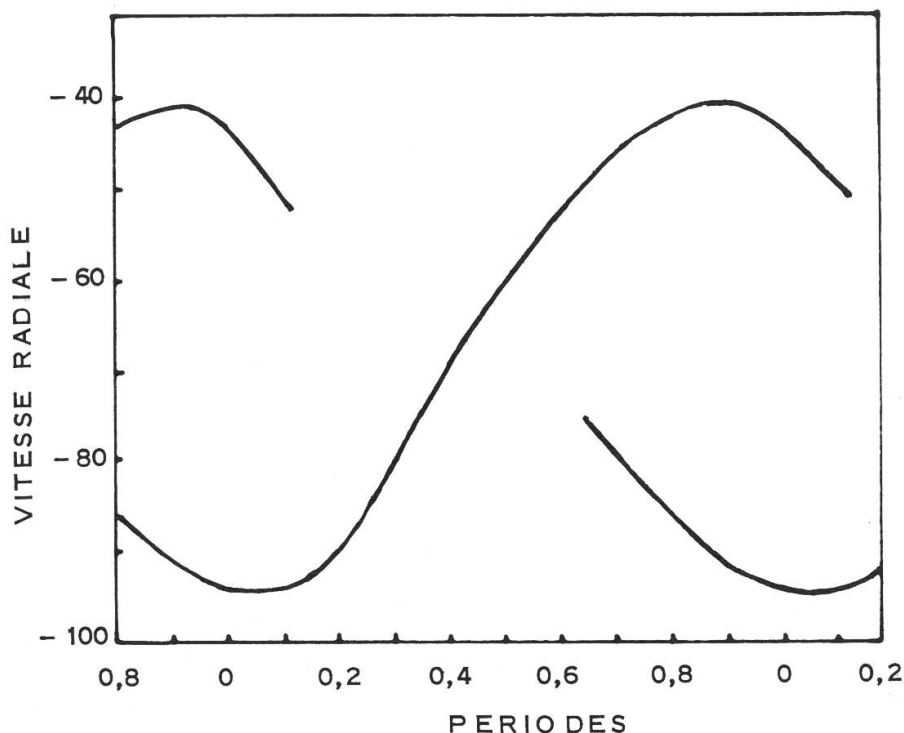


Figure 20 - Vitesses radiales de W Virginis (d'après ABT). Les vitesses radiales sont exprimées en km/sec, en abscisses sont portés les dixièmes de période.

6. 4. Distribution galactique des variables W Virginis

Ces variables se distinguent également des céphéides normales par leur position à l'intérieur de la Galaxie. Alors que les céphéides sont près du plan galactique, les variables du type W Virginis se situent toutes dans une sphère centrée sur le centre de la Galaxie et peuvent donc se trouver à grande distance du plan de celle-ci. W Virginis, par exemple, se trouve à 61° de latitude galactique et environ à 1000 parsecs au nord du plan.

La figure 21 montre très clairement la position des céphéides de population II. Les étoiles ont été projetées sur le plan galactique, vu par-dessus. Le point S représente le soleil et C le centre de la Galaxie. On remarque très nettement que les variables se trouvent entre le centre de la Galaxie et le soleil et qu'aucune n'est en dehors d'un cercle centré sur C. Elles sont donc aux environs du noyau de la Galaxie. C'est ce qu'indique la figure 22.

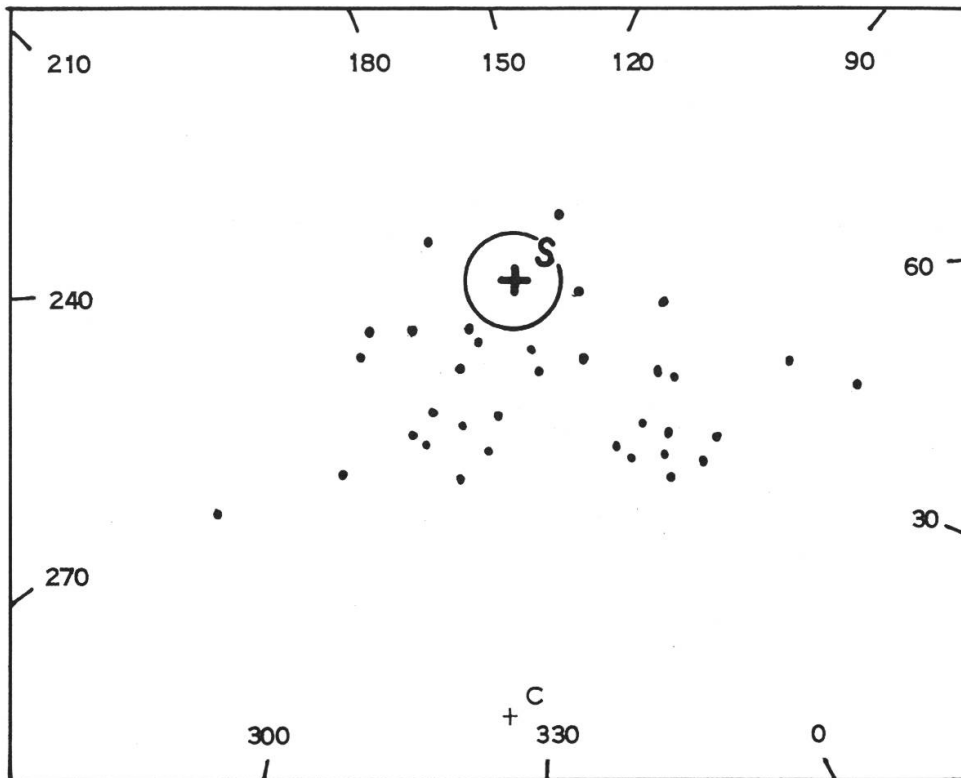


Figure 21 - Projection des céphéides de population II sur le plan galactique. C indique le centre galactique et S la position du Soleil. Le cercle autour du Soleil a un diamètre de 1000 parsecs (d'après C. Payne-Gaposchkin).

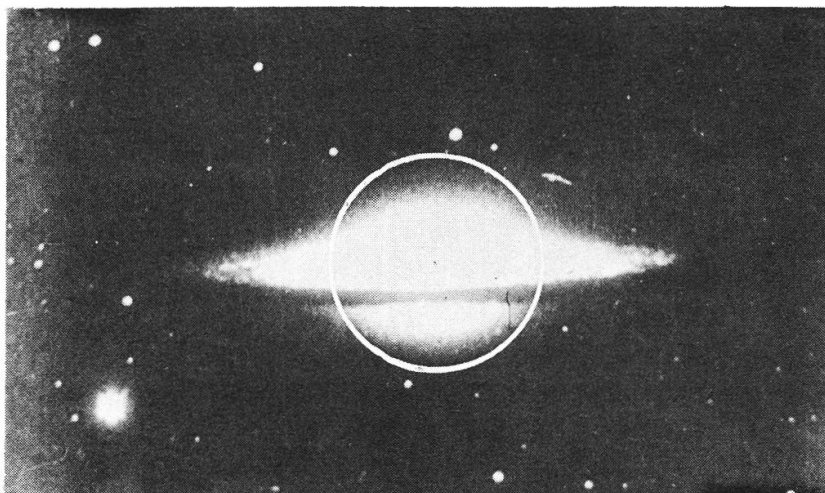


Figure 22 - Le cercle blanc indique la sphère à l'intérieur de laquelle se trouvent les variables du type W Virginis dans une galaxie.

Un autre fait confirme cette idée. Du fait de leurs grandes vitesses radiales, les céphéides montrent qu'elles se déplacent elles-mêmes à grande vitesse. Elles font donc partie du groupe d'étoiles dites à « grandes vitesses » qui justement se situent dans les régions de la Galaxie indiquées plus haut.

7. — VARIABLES A LONGUES PERIODES

7.1. Généralités

Les étoiles variables à longues périodes forment une classe bien définie. Ce sont toutes des étoiles dont les périodes se rangent de 50 jours à 709 jours (AH Scorpii) et d'amplitudes (écarts des magnitudes) très différentes. Leurs variations ne sont pas rigoureusement régulières comme celles des étoiles étudiées précédemment. Dans certains cas, même, la période et l'amplitude peuvent varier fortement d'un cycle à l'autre, cependant elles se différencient nettement des variables semi-régulières par leurs grandes amplitudes et leurs types spectraux bien définis. Ce sont des étoiles « froides » de types spectraux voisins de M, donc toujours très avancés. Ces étoiles sont presque toutes de couleur rouge.

7.2. Périodes et amplitudes

Les périodes varient, ainsi que nous l'avons dit, de 50 à 700 jours environ, cependant on remarque un net maximum de fréquence pour 300 jours. Les périodes ne sont pas rigoureusement semblables et on note parfois des écarts importants. Pour Mira Ceti, la célèbre variable qui fut la première à être découverte, la période moyenne est de 330 jours, mais il lui est arrivé de descendre à 320 jours et de monter jusqu'à 370 jours. Il en est de même pour l'amplitude de la variation qui n'est pas toujours la même d'une phase à l'autre. La figure 24 montre bien cette irrégularité des courbes. Les amplitudes varient beaucoup d'une étoile à l'autre, allant de 1 magnitude à près de 12 magnitudes ! C'est le cas pour χ Cygni qui détient le record avec un maximum à la magnitude 2,2 et un minimum à la magnitude 14,3. C'est la plus grande amplitude connue à ce jour. Mais la plupart des variables de cette classe ont leur amplitude comprise entre 4 et 6 magnitudes, comme le montre la figure 23. Elle représente la courbe de fréquence des variables en fonction de l'amplitude. La répartition est très nette de même que le maximum de fréquence. La partie en pointillé concerne les variables semi-périodiques.

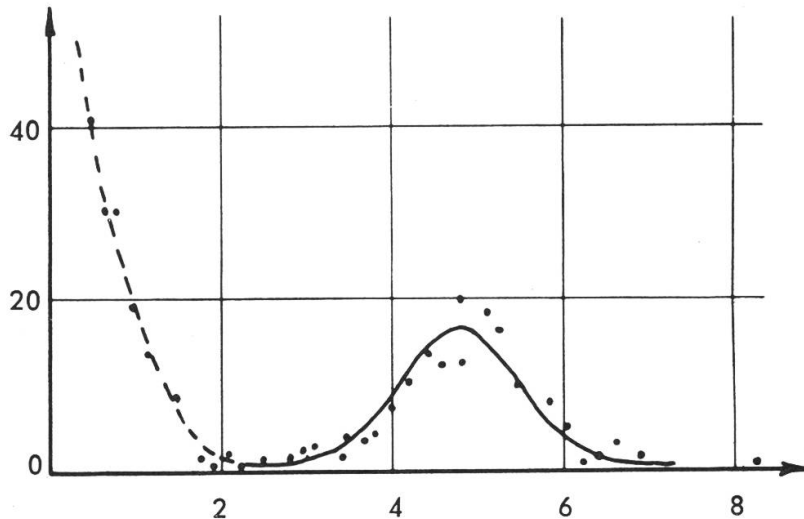


Figure 23 - Courbe de fréquence des amplitudes moyennes. (Hynek, Astrophysics.) En abscisses sont portées les amplitudes, en magnitudes. Le nombre d'étoiles est en ordonnées.

En général, on remarque que l'amplitude varie avec la période. Plus celle-ci est grande, plus l'écart entre le maximum et le minimum est grand, en moyenne il est de 3,5 magnitudes pour 150 jours et de 7 magnitudes pour 700 jours.

7.3. *Forme de la courbe de lumière*

Les courbes de lumière ne sont donc pas très régulières et l'on pourrait dire des variables à longues périodes qu'elles sont plus cycliques que périodiques. La figure 24 montre que l'on peut trouver des formes de courbes de lumière très différentes d'une étoile à l'autre. C'est pourquoi on a essayé une classification interne des variables à longues périodes au moyen de la courbe de lumière. LUDDENDORFF avait créé une classification empirique. GAPOSCHKIN utilise, lui, des paramètres permettant de fixer quantitativement la dissymétrie.

Pour les variables à longues périodes on utilise la numérotation julienne des jours. C'est-à-dire que chaque jour est numéroté en suivant, sans tenir compte de la date, ce qui est beaucoup plus pratique en astronomie.

7.4. *Caractéristiques des spectres*

Les variables à longues périodes sont d'un type spectral avancé : M, R, N ou même S. Ce sont donc des étoiles rouges et « froides ».

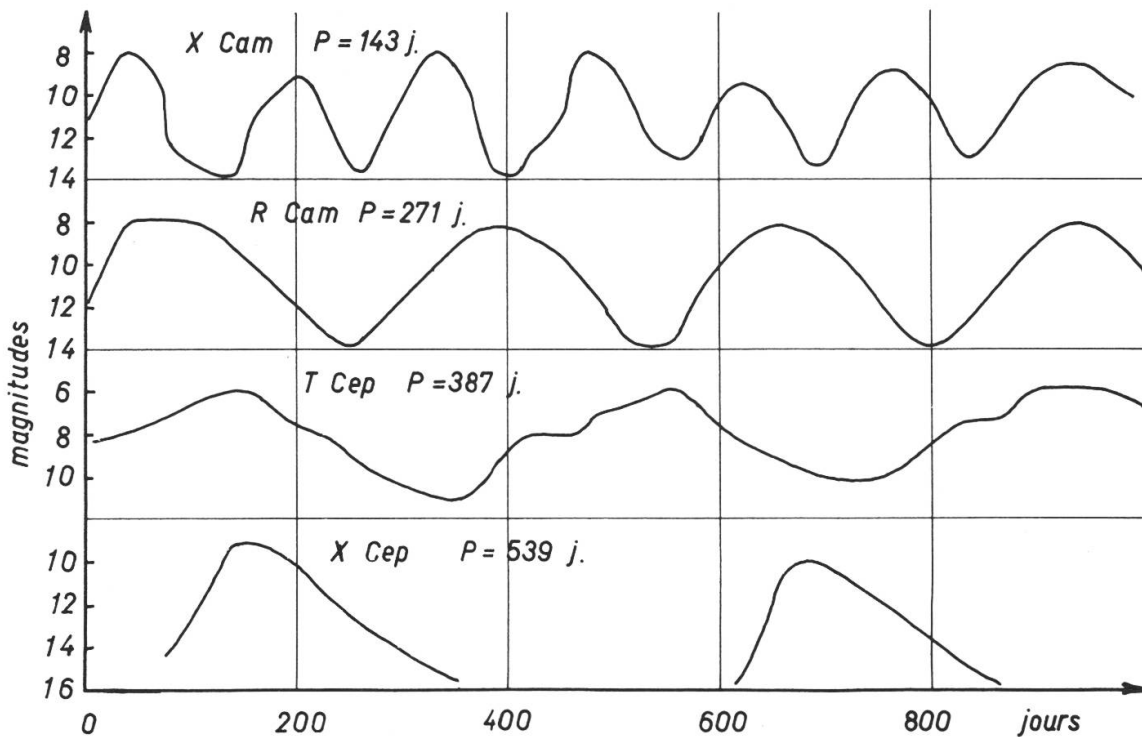


Figure 24 - Courbes de lumière de quelques variables à longues périodes.

Leur type spectral varie assez peu, mais en suivant toujours la loi générale: le type spectral le plus avancé étant émis au minimum d'éclat et le type le moins avancé au maximum.

Ces étoiles étant froides, les spectres comportent également des bandes. (Les atomes excités produisent des raies alors que les molécules formées de plusieurs atomes donnent des bandes.) C'est-à-dire que des molécules composées résistent à la chaleur qui n'est plus suffisante pour les dissocier. C'est le cas pour les spectres du type M, à oxyde de titane, du type R et N qui sont ceux des étoiles carbonées qui contiennent des composés du carbone: hydro-carbures (CH), cyano-gène (CN) et la molécule du carbone (C_2), et enfin les spectres du type S, à oxyde de zirconium.

A côté de ces raies d'absorption, les spectres présentent des raies d'émission très intenses, surtout de l'hydrogène, mais aussi quelques raies métalliques. Chose étrange, la raie $H \delta$ de l'hydrogène est intense, ce qui est très rare dans les spectres d'émission. La figure 25 montre l'intensité de quelques raies d'émission. On constate que le maximum d'intensité est proche du maximum d'éclat.

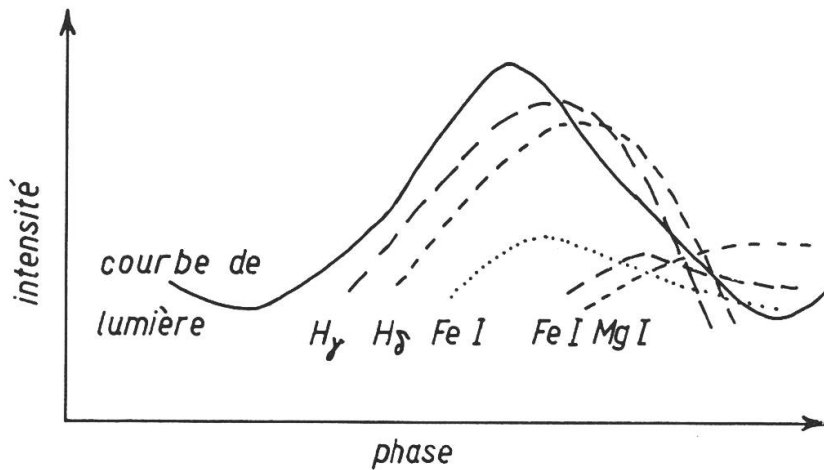


Figure 25 - Courbe de lumière et intensité des raies d'émission dans une variable à longue période.

Les spectres des variables à longues périodes sont encore très mystérieux et les explications théoriques n'en sont qu'à leurs débuts. D'autant plus que le phénomène se complique encore d'un phénomène de fluorescence dû aux couches extérieures de l'atmosphère de l'étoile qui se comporte comme une nébuleuse à émission.

La mieux étudiée des variables à longues périodes est Mira Ceti. Nous allons résumer les résultats des observations.

7. 5. Etude de Mira Ceti

Son type spectral varie de M6 au maximum à M9 au minimum. PETTIT et NICHOLSON ont mesuré la température de surface : 1900° Kelvin au minimum et 2600° Kelvin au maximum. C'est ce que l'on peut voir sur la figure 26. L'énergie a été exprimée en fonction de la longueur d'onde. La bande comprise entre les deux traits en pointillé est le domaine visible. Il saute aux yeux que l'étoile rayonne le plus d'énergie dans l'infra-rouge.

Le spectre de Mira est très compliqué. Dans la région rouge les bandes d'oxyde de titane prédominent. L'hydrogène apparaît en émission.

Mira Ceti est une supergéante rouge dont le diamètre vaut environ 100 fois celui du soleil. Sa densité moyenne, par contre, est cent millions de fois moindre que celle du soleil. A.H. JOY, en étudiant Mira, découvrit que le centre de toutes les fortes raies d'absorption était lié avec un spectre continu dont l'intensité croissait vers le violet,

comme dans une étoile bleue. Il en conclut que le spectre de Mira était composite : la superposition de celui d'une supergéante rouge et de celui d'une étoile du type B de 10^e magnitude environ. Mira Ceti devait donc être double. C'est AITKEN qui le prouva en découvrant le petit compagnon.

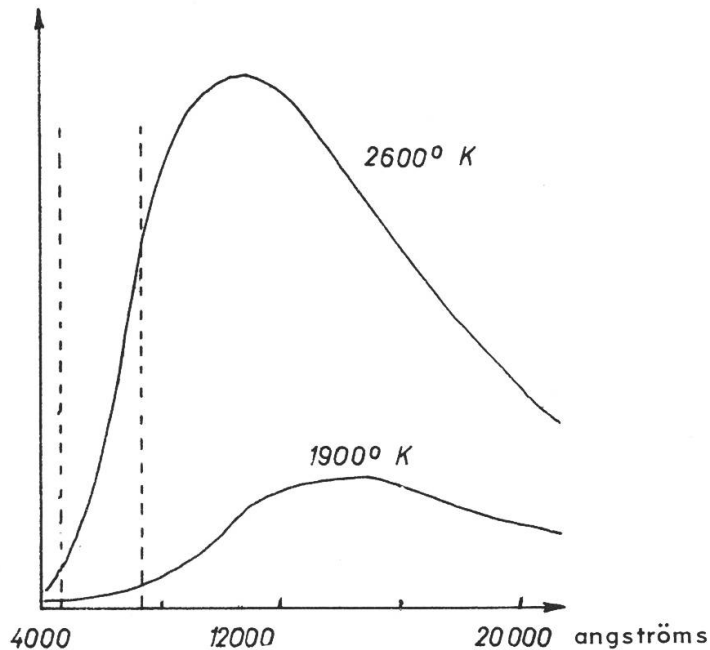


Figure 26 - Distribution de l'énergie dans le spectre de Mira Ceti, au maximum et au minimum (Sky and Telescope).

En résumé, on constate que les variables d'amas présentent le type spectral le moins avancé, donc sont à très hautes températures. Les céphéides ont un type spectral plus avancé et une température moins élevée. Enfin, les variables à longues périodes, qui possèdent le type spectral le plus avancé, ont les plus basses températures.

(à suivre)

BIBLIOGRAPHIE : Voir « Orion » N° 65 à 69.

QUEL EST LE NOMBRE D'ECLIPSES PAR ANNEE ?

Il y a au maximum sept éclipses et au minimum deux éclipses. S'il n'y en a que deux, ce sont deux éclipses de soleil.

Il y a au minimum deux éclipses de soleil par an, mais il peut se trouver des années sans éclipse de lune. En 1935, on a compté sept éclipses, cinq solaires et deux lunaires.