Variabilité et pulsation des étoiles (I)

Autor(en): **Burki, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **37 (1979)**

Heft 173

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899615

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Variabilité et pulsation des étoiles (I)

G. BURKI, Observatoire de Sauverny

Les premiers écrits mentionnant l'existence d'étoiles variables nous viennent d'Extrême-Orient (Chine, Corée, Japon). Ces textes rapportent l'existence de nouveaux objets observables à l'œil nu et, en plus des comètes, signalent essentiellement les explosions de novae et de supernovae. C'est ainsi que la plus ancienne supernova connue est décrite dans un texte chinois. Cette étoile fut observée pour la première fois le 7 décembre 185 et fut suivie pendant 20 mois. Elle devint extrêmement brillante puisque les estimations donnent —8 pour sa magnitude visuelle apparente au maximum.

Six autres supernovae (et de nombreuses novae) seront signalées en 386, 393, 1006, 1054, 1181 et 1572 dans des textes orientaux, arabes ou européens avant que la première étoile variable périodique, Mira Ceti, soit découverte. A l'œil nu, Mira Ceti est visible à son maximum de luminosité (magnitude apparente entre +2 et +4) mais est invisible pendant une partie importante de sa période (magnitude au minimum environ +9). C'est en 1596 que David Fabricius découvre cette étoile qui est devenue depuis lors le prototype des étoiles variables supergéantes rouges à longue période.

L'avènement de la technique photographique vers la fin du XIXe siècle a rendu beaucoup plus facile l'étude des étoiles variables. La table 1 réunit quelques dates importantes de la découverte des étoiles variables et donne l'ordre de grandeur de la variation de l'éclat en magnitude de ces objets. On constate que les observations à l'œil nu ont permis la détection des étoiles dont l'éclat varie de plus de 1 magnitude et que c'est grâce à la photographie que des variables de faible amplitude, appelées microvariables, comme les β Cephei, les supergéantes et les δ Scuti, ont pu être détectées.

Table 1: Date de la découverte de certains types d'étoiles variables. La variation typique en magnitude de ces objets est notée à droite.

385	Supernova	10
1596	Mira Ceti	6
1667	Algol, première binaire à éclipse	
1784	δ Cephei, première Céphéide	1
1795	R Coronae Boréalis	$\sim$ 3
1861	T Tauri	$\sim$ 3
1866	W Virginis	1.3
1885	Première supernova dans une galaxie extérieure (Andromède)	
1895	RR Lyrae	0.5
1913	β Cephei	0.05
1930	Supergéantes de type A	$\sim$ 0.05
1935	δ Scuti	0.02
1939	FU Orionis	
1967	Pulsars	

Actuellement, la photométrie photoélectrique donne une précision encore supérieure à la plaque photographique et cette technique est bien adaptée à l'étude de la microvariabilité stellaire. Un programme d'observation d'étoiles suspectées d'être microvariables est en cours à l'Observatoire de Genève et plusieurs courbes lumière de telles étoiles seront présentées dans le paragraphe 5.

1. La pulsation des étoiles

On distingue divers types d'étoiles variables. La variation d'éclat stellaire peut se faire de façon parfaitement périodique (étoiles Céphéides ou pulsars par exemple), semi-périodique (étoiles RV Tauri par exemple), irrégulière (étoiles R Coronae Borealis par exemple), éruptive (étoiles T Tauri par exemple) ou explosive (étoiles novae ou supernovae).

Le fait de détecter une périodicité dans la variabilité d'une étoile est particulièrement important. En effet, la variabilité est dans de nombreux cas due à une pulsation de l'étoile et ceci implique un phénomène périodique, multi-périodique ou pseudo-périodique. Le fait physique important est que la valeur de la période observée donne une information sur la structure interne de l'étoile. Or, un des problèmes fondamentaux posés à l'astronome est de connaître l'intérieur des astres . . . sans pouvoir y pénétrer. Dans ce contexte, l'obtention d'une période de pulsation est donc une information capitale pour la physique des intérieurs stellaires.

Une loi extrêmement simple pour décrire la pulsation d'une étoile exprime que la période du phénomène est d'autant plus courte que la densité moyenne de l'étoile est plus grande, soit

$$P_0 = Q\,(\bar{\varrho}/\bar{\varrho}_\odot)^{-1/2} \qquad (1)$$

où P_0 est la *période fondamentale* de pulsation (nous verrons plus loin qu'il y a d'autres périodes), $\bar{\varrho}$ et $\bar{\varrho}_\odot$ sont les densités moyennes de l'étoile et du Soleil et Q est le paramètre de pulsation. Ce paramètre est important car il donne en première approximation le degré de concentration du gaz dans l'étoile. Pour une densité constante du gaz dans toute l'étoile (modèle homogène) Q = 0.1158 jours (pour P_0 exprimé en jours), pour une étoile de la séquence principale (modèle standard) Q = 0.0383 jours, et pour une étoile présentant une très forte concentration centrale la valeur de Q peut descendre jusqu'à environ 0.0250 jours.

La figure 1 présente une calibration du diagramme de Hertzsprung-Russel (diagramme HR) par des lignes de période fondamentale P_0 constante entre 200 jours et 1 heure. L'hypothèse a été faite que toutes les étoiles peuvent être représentées par le modèle standard. Les valeurs de $\bar{\varrho}$ sont celles provenant de modèles stellaires dont les tracés évolutifs sont également représentés pour des masses comprises entre 1 et 30 masse solaire $M_\odot$.

On constate que la période fondamentale de pulsation augmente quand on s'adresse à des étoiles de plus en plus lumineuses et/ou de plus en plus froides. Ceci traduit le fait que les rayons stellaires augmentent (et donc que la densité diminue) quand L augmente et/ou T_{eff} diminue.

Les étoiles sont des sphères gazeuses en équilibre hydrostatique. Si cet équilibre est perturbé (par exemple par le passage d'un compagnon proche) l'étoile va se mettre à osciller librement. On peut comparer cette oscillation à celle d'un ressort suspendu verticalement et ayant une charge fixée à son extrémité. Le ressort a une position d'équilibre dans laquelle il ne bouge pas. Si on impose un déplacement de la charge vers le haut ou vers le

bas et qu'on le lâche, le ressort se met à osciller librement, avec sa fréquence propre. Cette oscillation ne s'amortit qu'en raison de la dissipation d'énergie produite par la déformation de la matière du ressort.

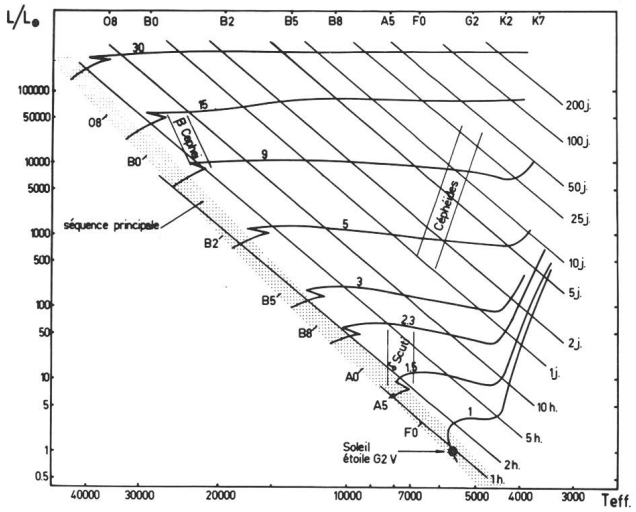


Figure 1: Les lignes de période fondamentale constante dans le diagramme HR établies pour le modèle stellaire standard (paramètre de pulsation Q = 0.0383, voir paragraphe 1). Les valeurs de Po sont en jours ou en heures. Les types spectraux pour les étoiles naines sont donnés le long de la séquence principale et ceux pour les géantes et supergéantes figurent en haut de la figure. Les bandes d'instabilité des étoiles variables Céphéides, β Cephei et δ Scuti sont représentées ainsi que les tracés évolutifs des étoiles de masse comprise entre 1 et 30 fois la masse du Soleil.

Dans le cas d'une étoile, comment est modifiée la structure de l'astre au cours d'une période de pulsation? Sur la figure 2a, la structure de l'étoile est schématisée par 12 couches concentriques entourant un noyau. Dans les quadrants supérieur et inférieur ces couches ont des épaisseurs égales et représentent l'étoile en équilibre, non pulsante. Au cours d'une période de pulsation, l'étoile a cette même structure d'équilibre 2 fois, dans les phases intermédiaires entre la phase d'extension maximum (quadrant gauche) et la phase d'extension minimum, ou de contraction maximum (quadrant droit). On voit que quand l'étoile pulse dans le mode fondamental (c'est-à-dire avec la période P_0), l'ensemble des couches de l'étoile participe simultanément à l'expansion puis à la contraction, mais que l'importance des déplacements augmente du centre (où ils sont nuls) au bord de l'étoile.

Une classe importante d'étoiles variables, les Céphéides, oscillent de la façon décrite ci-dessus. Dans le cas de ces étoiles on observe la variation simultanée de plusieurs grandeurs observables au cours de la période: éclat (ou magnitude), température (indices de couleur ou type spectral) et vitesses radiales. La figure 3 présente la variation de ces grandeurs au cours d'un cycle de varia-

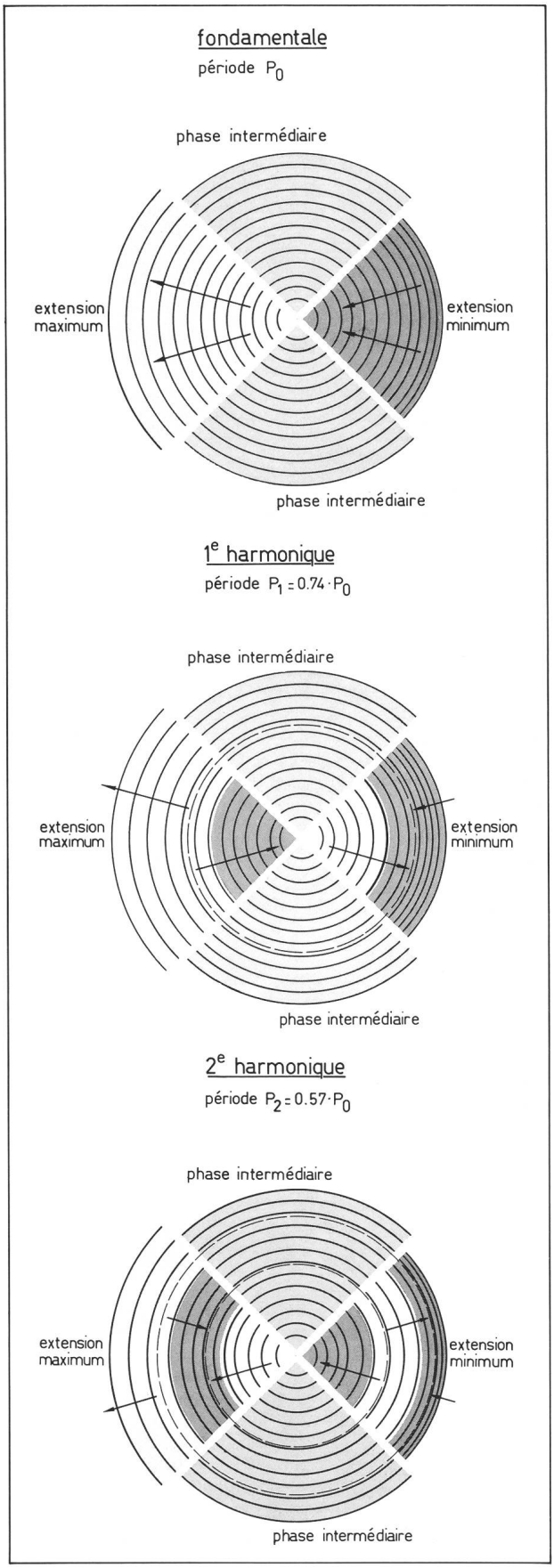
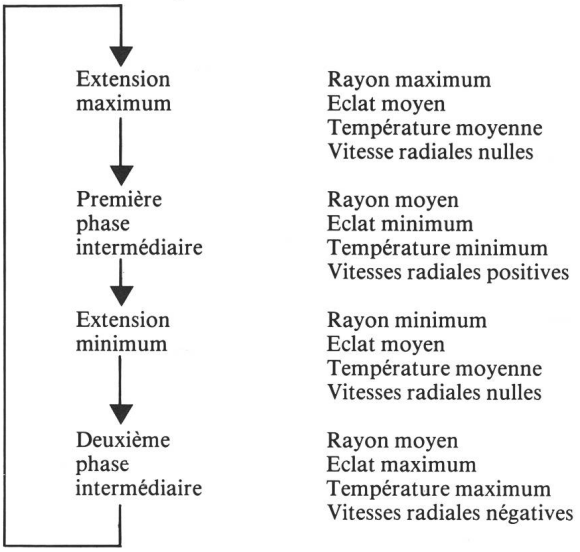


Figure 2: Variation de la structure d'une étoile pendant un cycle de pulsation dans le mode fondamental et dans les 2 premiers harmoniques. Dans chaque cas, les quadrants supérieur et inférieur représentent par 12 couches d'épaisseurs égales l'étoile en équilibre. Les 2 autres quadrants représentent les phases d'extensions maximum (à gauche) et minimum (à droite) de la couche extérieure. Les cercles traitillés positionnent les couches qui restent immobiles durant la pulsation (nœuds). Les flèches donnent le sens de déplacement des couches depuis la phase intermédiaire précédente jusqu'à la phase d'expansion ou de contraction considérée. Les couches représentées en gris foncé sont les couches ayant subi une compression depuis la phase intermédiaire précédente et les couches représentées en gris clair sont celles ayant subi une expansion.

Figure 3: Variation de certaines grandeurs au cours d'une période de pulsation d'une étoile céphéide.



(Le signe des vitesses radiales est celui mesuré par un observateur terrestre)

tion. Les périodes des Céphéides de notre Galaxie sont comprises entre 1 et 40 jours. Quelques Céphéides ayant de plus longues périodes (jusqu'à 100 jours) ont été détectées dans des galaxies extérieures, en particulier dans les Nuages de Magellan. La position occupée par les Céphéides dans le diagramme HR est indiquée sur la figure 1. Les périodes observées sont parfaitement compatibles avec les lignes d'égale période fondamentale.

La calibration présentée sur la figure 1 couvre l'ensemble du diagramme HR et concerne donc toutes les étoiles. On voit par exemple que pour une étoile de type solaire la période fondamentale vaut environ 55 minutes. Dès lors, toutes les étoiles sont-elles pulsantes? La réponse est évidemment non. En effet, pour qu'une étoile pulse, il faut qu'un certain mécanisme initie et entretienne la pulsation. En d'autres termes, il faut un mécanisme jouant, dans le cas d'une étoile de type céphéide par exemple, le rôle de l'expérimentateur cité ci-dessus déplaçant le ressort de sa position d'équilibre et provoquant une oscillation. Voyons quel est ce mécanisme.

Dans une étoile, les photons sont fabriqués dans le noyau par les réactions nucléaires. Ces photons progressent vers l'extérieur de l'étoile en étant constamment absorbés, réémis et diffusés par les constituants du gaz stellaire. C'est ainsi qu'il faut environ 1 million d'années à un photon pour parcourir les 700 000 km séparant le centre du bord du Soleil (alors que ce photon ne met que 8 minutes pour franchir la distance Soleil-Terre, trajet qu'il parcourt sans rencontrer d'obstacle). Le frein opposé à la progression des photons dans une étoile est appelé l'opacité du milieu stellaire. Normalement, cette opacité diminue quand la température augmente et ce fait assure la stabilité des étoiles normales. En effet, imaginons une étoile dont on perturbe l'équilibre initial en introduisant localement une certaine quantité de chaleur. La température augmente localement, l'opacité diminue, donc le rayonnement peut être évacué plus facilement, et la température est réduite jusqu'à sa valeur initiale. L'étoile a retrouvé elle-même son équilibre.

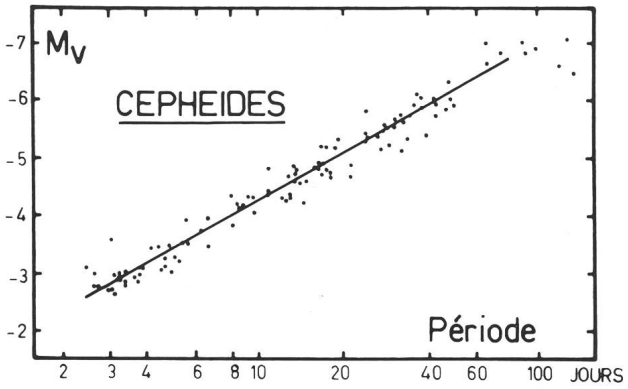


Figure 4: Relation entre la période (en jours) et la magnitude absolue des étoiles céphéides. D'après Sandage et Tammann (1968).

Toutefois, une instabilité peut se développer dans une étoile si un constituant abondant tel que l'hélium ou l'hydrogène se trouve partiellement ionisé dans des couches situées à des profondeurs critiques de l'enveloppe. Considérons la couche intérieure d'une Céphéide où la température est de 40 000°K. Dans cette couche, une partie de l'énergie gagnée lors de la phase de contraction est utilisée pour ioniser une deuxième fois l'hélium ($He^+ \rightarrow He^{++}$). La température de cette couche est donc relativement plus froide que dans les couches adjacentes. Il en résulte que l'opacité du gaz dans cette couche augmente avec la compression. Une partie du flux de rayonnement est donc bloquée, la couche critique est alors réchauffée et l'augmentation de pression qui en résulte donne une impulsion supplémentaire à la phase d'expansion suivante. Ce mécanisme est assez efficace pour entretenir le mouvement de pulsation d'une étoile de type céphéide.

Les Céphéides sont certainement, avec les supernovae et les pulsars, les étoiles variables dont le nom est le plus connu. Cette célébrité vient en grande partie de l'existence de leur relation période — luminosité. La figure 4 montre que pour ces étoiles, il y a une relation bien définie entre la période (entre 1 et 100 jours) et la magnitude absolue (ou la luminosité). Il suffit donc de déterminer la période d'une Céphéide, et c'est une opération facile, pour connaître sa magnitude absolue. La mesure de sa magnitude apparente permet alors d'obtenir directement sa distance. Les Céphéides étant des étoiles intrinsèquement très lumineuses, on peut les utiliser pour déterminer la distance des galaxies proches. La pulsation des Céphéides est donc une des bases de l'échelle des distances extragalactiques.

2. Autres modes de pulsation

La période fondamentale de pulsation n'est pas la seule qui soit observée dans les étoiles variables. Par exemple, les étoiles de type δ Scuti dont la position dans le diagramme HR est indiquée sur la figure 1 peuvent pulser dans le premier ou le deuxième harmonique. Il y a donc des modes de pulsation différents appelés successivement mode fondamental, 1e harmonique, 2e harmonique, etc. A chacun de ces modes correspond une période de pulsation, de plus en plus courte à mesure que le mode est plus élevé. Les figures 2a à 2c présentent schématiquement la modification de la structure interne d'une même étoile pulsant dans le mode fondamental ou dans l'un des deux premiers harmoniques. Dans le cas d'une

pulsation dans un des harmoniques, le sens du déplacement des couches pendant une période n'est pas le même du centre au bord de l'étoile. Il y a apparition de noeuds, représentés sur la figure 2 par des cercles traitillés, qui représentent physiquement des couches immobiles pendant la pulsation. Entre ces nœuds, les couches de gaz sont successivement et alternativement déplacées vers l'intérieur ou vers l'extérieur pendant les phases de contraction puis d'expansion.

Les périodes des quelques 70 étoiles δ Scuti connues sont comprises entre 34 minutes et 5 heures. D'après la position occupée par ces étoiles dans le diagramme HR (voir figure 1), on constate que des périodes de pulsation comprises entre environ 2 et 5 heures sont compatibles avec le mode fondamental. Pour expliquer les plus courtes périodes, il faut donc faire appel aux harmoniques supérieurs. Il semble que le mode de pulsation de δ Scuti dépende de la température effective. Sur la figure 5, montrant la relation période — luminosité des δ Scuti, les étoiles ont été séparées en deux groupes selon leur température effective. Les trois droites représentent les relations période — luminosité théoriques des δ Scuti, pour le mode fondamental et les 2 premiers harmoniques. On voit clairement que le mode fondamental ne concerne que les δ Scuti «froides» et le 2^e harmonique que les δ Scuti «chaudes». Il semble donc que dans la bande d'instabilité des δ Scuti, le mode de pulsation des étoiles s'élève avec la température effective croissante.

La figure 1 montre une troisième bande d'instabilité connue dans le diagramme HR, celle des étoiles de type β Cephei, parfois aussi nommé β Canis Majoris. La première appellation est toutefois historiquement plus correcte puisque la variabilité de l'étoile β Cephei a été découverte en 1906, soit 4 ans avant celle de l'étoile β CMa. Actuellement, 25 étoiles β Cephei sont connues et les périodes sont comprises entre 3 heures 10 minutes et 6 heures 14 minutes. D'après la position occupée par ces étoiles dans le diagramme HR on constate que le mode fondamental donne des périodes comprises entre environ 5 et 10 heures. Ces valeurs sont donc trop grandes pour expliquer les périodes observées et, comme dans le cas des δ Scuti, il faut faire appel à une pulsation dans les divers harmoniques. La relation période — luminosité sur la figure 6 montre que si la variabilité des étoiles β Cephei est due à une pulsation, celle-ci se fait dans les deux premiers harmoniques.

Les étoiles céphéides, δ Scuti et β Cephei sont les 3 groupes principaux d'étoiles variables pulsantes de Population I (c'est-à-dire plus jeunes qu'environ 1.5 milliard d'années). Nous verrons plus loin que la microvariabilité des étoiles supergéantes (Population I également) peut aussi être expliquée par des mécanismes de pulsation. Il existe d'autres groupes classiques d'étoiles variables pulsantes, mais de Population II (c'est-à-dire plus âgées qu'environ 1.5 milliard d'années). Les caractéristiques essentielles de ces groupes sont les suivantes:

1) Etoiles RR Lyrae: étoiles de la branche horizontale pulsant dans le mode fondamental ou dans le premier harmonique. Les périodes sont comprises entre 0.4 et 1 jour. Les luminosité et température effective moyennes sont $L = 45\ L_\odot$ ($M_V \cong 0.7$) et $T_{eff} \cong 7200°K$.
2) Etoiles W Virginis: étoiles de la branche asymptotique pulsant dans le mode fondamental. Les périodes sont comprises entre 1 et 50 jours. Dans le diagramme HR ces étoiles occupent une bande parallèle à cel-

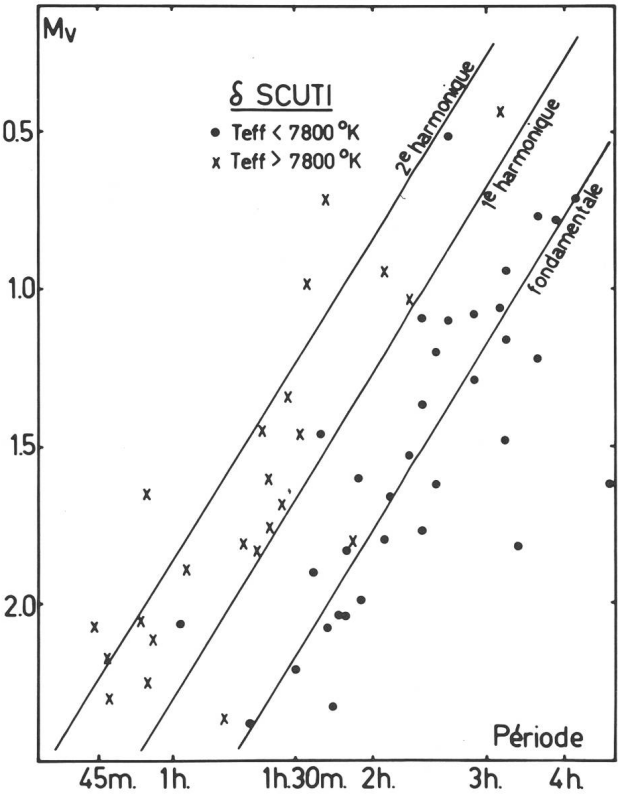


Figure 5: Relation entre la période (en heure) et la magnitude absolue pour les étoiles δ Scuti. Les droites théoriques se référant aux divers modes de pulsation sont indiquées. Les étoiles ont été séparées en deux groupes selon leur température effective. D'après Breger et Bregman (1975).

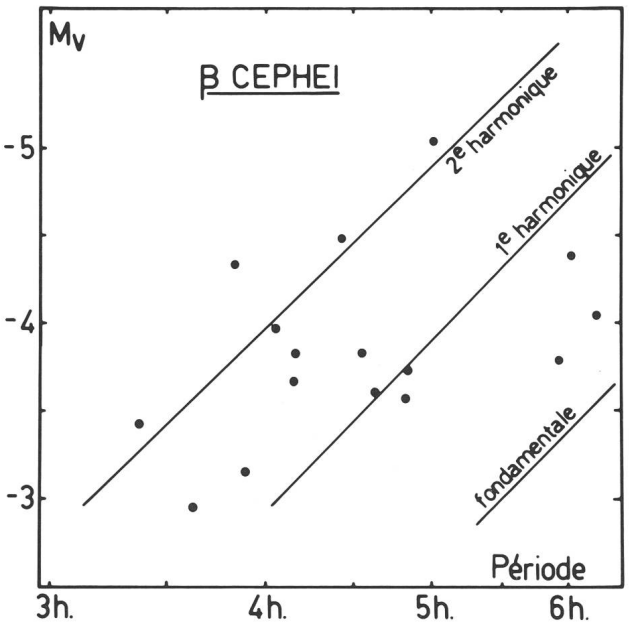


Figure 6: Relation entre la période (en heures) et la magnitude absolue pour les étoiles β Cephei. Les droites théoriques se référant aux divers modes de pulsation sont indiquées. D'après Lesh et Aizenmann (1974).

le des Céphéides mais moins brillante d'environ 2 magnitudes (luminosité 6 fois plus faible).

Avec ces indications, ces 2 groupes d'étoiles pulsantes peuvent être situés sur le diagramme HR de la figure 1. Mais les tracés évolutifs de la figure 1 ne sont pas valables pour ces étoiles qui se trouvent dans des états évolutifs plus avancés.

Les divers résultats présentés sur les étoiles pulsantes de types Céphéide, δ Scuti, β Cephei, RR Lyrae et W Virginis montrent que la confrontation des modèles théoriques et des périodes observées permet une approche fructueuse de la pulsation stellaire. Une telle approche devrait permettre de progresser dans la connaissance des étoiles microvariables supergéantes et de types spectraux très tardifs dont quelques cas seront présentés dans le paragraphe 5.

3. Pulsations non-radiales

Jusqu'à maintenant nous n'avons parlé que de pulsations radiales. Dans un tel type de pulsation, tout mouvement à l'intérieur de l'étoile a lieu le long d'une ligne passant par le centre de l'étoile, le long d'un rayon. De plus, les mouvements de tous les points d'une même couche sont en phase. Mais une sphère gazeuse peut osciller de façon nonradiale. En tout cas deux mécanismes simples permettent de créer de telles oscillations. Tout d'abord, la composition d'une oscillation radiale avec la rotation axiale d'une étoile amène tout naturellement des mouvements oscillatoires non-radiaux. De nombreuses étoiles ayant des vitesses de rotation axiale non négligeables, on peut tout naturellement s'attendre à détecter des pulsations non-radiales. D'autre part, dans un système double suffisamment serré, l'attraction des composants tournant l'un autour de l'autre peut induire des mouvements de marée dans les deux enveloppes. Ces mouvements seront essentiellement non-radiaux.

Dans le cas de la pulsation radiale, la figure 2 montre que toute la photosphère de l'étoile (la couche la plus extérieure) est en expansion (ou en contraction) en même temps. Chaque élément de la surface de l'étoile augmente ou diminue d'éclat en même temps et l'effet intégré sur l'ensemble de la surface est observable. Au contraire, dans le cas d'une pulsation non-radiale, des parties de la photosphère sont en expansion alors qu'au même moment d'autres parties sont en contraction. Les accroissements et diminutions locaux de luminosité peuvent donc se compenser plus ou moins complètement. Les études photométriques des pulsations non-radiales stellaires sont donc complexes et encore peu fréquentes. Mais notons que l'interprétation non-radiale de la pulsation des étoiles β Cephei est une possibilité sérieuse dont il faut tenir compte.

4. Le soleil, étoile pulsante

Dans la détection et l'étude de la variabilité des étoiles, le Soleil occupe évidemment une place de choix. Des estimations grossières permettent d'estimer qu'une variation de la luminosité totale du Soleil de 1% entraînerait une variation de température moyenne à la surface de la Terre d'environ 2°. La sauvegarde de la vie sur Terre dépend donc étroitement d'une grande stabilité du Soleil. Globalement parlant, le Soleil est actuellement dans une phase de grande stabilité. Il est dans le stade évolutif de la combustion de l'hydrogène dans son noyau et il est approximativement au milieu de sa vie d'étoile «naine». Durant cette phase, qui durera encore environ 5 milliard d'années, la luminosité du Soleil augmentera progressivement d'environ 0.04% par million d'années. Mais aucune variation brutale et importante de sa luminosité n'est prévue pendant cette même période.

Ce Soleil calme actuel est quand même très agité et diverses variabilités périodiques solaires sont maintenant bien établies. La plus célèbre périodicité est celle liée au cycle solaire de 11 ans. La rotation du Soleil engendre un champ magnétique dont l'intensité varie d'un point à l'autre de la surface et dont la polarité s'inverse tous les 11 ans. Actuellement les pôles nord et sud magnétiques correspondent aux pôles nord et sud géographiques. Tout un ensemble de phénomènes bien connus des observateurs est lié à l'existence de ce champ magnétique: les taches, les éruptions, les protubérances caractérisent l'activité solaire et leur fréquence suit un cycle de 11 ans dont le dernier maximum a eu lieu en 1969. Les effets climatologiques de cette activité solaire semblent négligeables. Par contre, le flux de particules émis par le Soleil au moment des éruptions provoque des perturbations dans la haute atmosphère terrestre. C'est ainsi que la quantité d'ozone, molécule importante nous protégeant des rayons ultraviolets solaires, semble varier avec une période de 11 ans. D'autre part, après chaque éruption solaire, l'ionosphère terrestre est perturbée et des difficultés apparaissent pour certaines communications radio.

C'est au cours des années 60 qu'une véritable oscillation de l'atmosphère solaire a été découverte (Leighton, 1963). Cette oscillation est toutefois très différente des pulsations stellaires décrites dans les paragraphes précédents. En effet, si l'oscillation affecte l'ensemble de la surface du Soleil, elle n'est pas en phase sur l'ensemble de cette surface. La photosphère du Soleil apparaît donc comme une succession d'éléments contigus, ayant chacun une extension horizontale d'environ 5000 km et pulsant verticalement, chacun avec sa phase propre mais avec une période unique d'environ 5 minutes. La luminosité totale du Soleil ne varie donc pas durant cette période car il y a à chaque instant autant d'éléments montants que descendants. Cette oscillation locale de la surface apparaît donc, si l'on considère le Soleil dans son ensemble, comme une agitation. Un tel phénomène n'est donc pas détectable dans d'autres étoiles puisqu'on est alors limité à une étude globale de la surface stellaire.

En 1976, une autre oscillation du Soleil a été détectée, de période 2 heures 40 minutes, (Severny et al., 1976; Brookes et al., 1976). Contrairement à l'oscillation de 5 minutes, celle de 2 heures 40 minutes serait en phase sur une partie importante de la surface du Soleil. L'amplitude serait très faible puisque la déformation de la surface résultante ne serait que de 10 km! Il faut toutefois noter que cette oscillation d'ensemble du Soleil est encore contestée et qu'elle mérite des confirmations observationnelles.

Le Soleil apparaît donc comme une étoile variable. Mais les amplitudes observées des divers types de variabilité sont très petites et n'auraient certainement pas été détectées si le Soleil n'occupait pas, pour nous autres Terriens, une place privilégiée parmi les autres étoiles.

A suivre ORION No 174

Adresse de l'auteur:
G. BURKI, Observatoire de Sauverny, CH-1290 Sauverny.