Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 64 (1948-1950)
Heft: 276

Artikel: Variations de luminosité et de vitesse radiale des sphères pulsantes
Autor: Javet, Pierre
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-273985

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: 03.07.2025

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

Variations de luminosité et de vitesse radiale des sphères pulsantes

PAR

Pierre JAVET

(Séance du 31 mai 1950)

§ 1. Introduction. — L'observation des Céphéides (étoiles pulsantes) indique que les variations de la luminosité et de la vitesse radiale sont en phase. Dans un récent article [1] E.-A. MILNE établit théoriquement ce résultat, au moyen d'hypothèses assez larges, mais à condition que les oscillations de l'étoile soient petites et harmoniques. Cet auteur établit la formule :

$$(1) \qquad \delta L = - \frac{M}{3(\gamma - 1)} \left[(3\gamma - 4)\, \alpha \frac{GM}{r_{0,i}^2} \dot{r}_0 + k\, r_{0,i} \dddot{r}_0 \right]$$

donnant les variations δL de la luminosité L d'une étoile pulsante de rayon r_0. Le rôle de la pression de radiation est négligé. Dans (1) M est la masse totale de l'étoile; γ est le rapport des chaleurs spécifiques à pression et volume constants du gaz stellaire; $G = 6{,}66 \,.\, 10^{-8}$ est la constante de la gravitation et $r_{0,i}$ désigne le rayon moyen (invariable) de l'étoile. Les nombres α et k dépendent seulement de la loi de distribution des masses à l'intérieur de l'étoile et peuvent être calculés quand celle-ci est connue.

Si la pulsation est harmonique la variation δr_0 du rayon est $\delta r_0 = A \cos Nt$ où $N = \frac{2\pi}{\theta}$, θ étant la période de pulsation. Dans ce cas $\dddot{r}_0 = - N^2 \dot{r}_0$; (1) montre alors que δL et $\dot{r}_0$ sont proportionnels.

Mais on sait [2] que la pulsation n'est pas harmonique, en

[1] E.-A. MILNE : The luminosity-velocity relation for pulsating stars, *M. N.* *109*, 517, 1949.

[2] Voir par exemple G. TIERCY : L'équilibre radiatif dans les étoiles, Paris, 1935, Ch. XII.

général, en sorte que la variation du rayon doit être représentée par :

$$(2) \qquad \delta r_0 = A \cos Nt + A' \cos (2Nt + N') = r_{i,0} \left[a \cos Nt + a' \cos (2\,Nt + N')\right]$$

où les coefficients a et a' sont de signes contraires et ont des valeurs absolues inférieures à $\frac{1}{10}$. Dans ce cas les variations de L et de $\dot{r}_0$ ne sont plus rigoureusement en phase. Le but de cette note est de montrer que le déphasage qui apparaît est si petit qu'il est inobservable. Ainsi se trouve établi, pour une pulsation du type (2), le résultat obtenu par MILNE dans l'hypothèse d'une pulsation harmonique.

§ 2. — De (2) on tire immédiatement :

$$(3) \qquad \begin{cases} \dot{r}_0 = -\,N r_{0,i} \left[a \sin Nt + 2\,a' \sin (2\,Nt + N')\right] \\ \dddot{r}_0 = N^3 r_{0,i} \left[a \sin Nt + 8\,a' \sin (2\,Nt + N')\right] \end{cases}$$

Avec ces valeurs, (1) devient :

$$(4) \qquad \delta L = -\frac{MN}{(3\gamma - 1)} \left\{ (3\gamma - 4)\,\alpha \frac{GM}{r_{0,i}} \left[-\,a \sin Nt - 2\,a' \sin (2\,Nt + N')\right] + k\,N^2 r_{0,i}^2 \left[a \sin Nt + 8\,a' \sin (2\,Nt + N')\right] \right\}$$

§ 3. *Instants des entrema de* L. — Ces instants sont solutions de l'équation $\frac{d}{dt}(\delta L) = 0$ qui prend la forme :

$$(5) \qquad (3\gamma - 4)\,\alpha \frac{GM}{r_{0,i}} \left[-\,a \cos Nt - 4\,a' \cos (2\,Nt + N')\right] + k\,N^2 r_{0,i}^2 \left[a \cos Nt + 16\,a' \cos (2\,Nt + N')\right] = 0$$

Si $\bar{\rho}$ désigne la densité moyenne de l'étoile, on a

$$M = \frac{4}{3}\,\pi\, r_{0,i}^3\, \bar{\rho} \quad \text{d'où} \quad \frac{M}{r_{0,i}^3} = \frac{4}{3}\,\pi\,\bar{\rho}$$

en sorte que (5) peut s'écrire :

$$\frac{4}{3}\pi(3\gamma-4)\alpha G\frac{\bar{\rho}}{N^2}[a\cos Nt+4a'\cos(2Nt+N')]$$
$$-k[a\cos Nt+16a'\cos(2Nt+N')]=0$$

Le coefficient $\frac{\bar{\rho}}{N^2}$ est approximativement constant pour toutes les Céphéides. En effet EDDINGTON [1] a établi que le produit $\theta\sqrt{\rho_c}=A$ était approximativement constant, (ρ_c = densité centrale) pour toutes les Céphéides.

D'après un tableau dressé par EDDINGTON, se rapportant à 16 Céphéides, la valeur moyenne de A est $7{,}74 \,.\, 10^4$ si θ est exprimé en secondes.

D'autre part, pour le polytrope standard $n=3$, on a :

$$\rho_c=54{,}36\,\bar{\rho}.\ \text{Donc}\ \theta^2\rho_c=54{,}36\,\theta^2\bar{\rho}=A^2$$

$$\text{Mais}\ \theta^2=\frac{4\pi^2}{N^2}\quad\text{donc}\quad\frac{\bar{\rho}}{N^2}=\frac{A^2}{54{,}36\times 4\pi^2}=2{,}79\,.\,10^6$$

Avec cette valeur de $\frac{\bar{\rho}}{N^2}$ (6) devient :

$$(7)\qquad a\cos Nt\,[0{,}779\,\alpha(3\gamma-4)-k]$$
$$+4a'\cos(2Nt+N')\,[0{,}779\,\alpha(3\gamma-4)-4k]=0$$

Telle est l'équation, valable pour toutes les Céphéides, dont les solutions donnent les instants des extrema de la luminosité.

§ 3. Instants des extrema de la vitesse radiale $\dot{r}_0$ — Ils sont solutions de l'équation $\ddot{r}_0=0$ qui est, compte tenu de (2) :

$$(8)\qquad a\cos Nt+4a'\cos(2Nt+N')=0$$

La comparaison des équations (7) et (8) montre immédiatement que les extrema de la luminosité et de la vitesse radiale ne sont en général pas simultanés. [2] Montrons que ces instants diffèrent peu, cependant.

[1] A.-S. EDDINGTON : The internal constitution of the stars, p. 192.

[2] Ils le deviennent si $a'=0$, c'est-à-dire si la pulsation est harmonique. C'est le cas envisagé par MILNE.

§ 4. — Pour le polytrope $n = 3$ on a : $k = 0{,}113$ et

$$\alpha = \frac{3}{5-n} = \frac{3}{2}\,^{1}.$$

D'autre part, sous l'effet des hautes températures stellaires, les gaz sont à l'état monoatomique, donc $\gamma = \frac{5}{3}$. Avec ces valeurs (7) devient

$$(9) \qquad 1{,}05\, a \cos \mathrm{N}t + 0{,}716 \,.\, 4\, a' \cos (2\,\mathrm{N}t + \mathrm{N}') = 0$$

Les équations (8) et (9) sont toutes deux de la forme :

$$(10) \qquad \cos \mathrm{N}t + \mathrm{A} \cos (2\,\mathrm{N}t + \mathrm{N}') = 0$$

Si A_1 et A_2 désignent les valeurs respectives de A dans (8) et dans (9), on voit que

$$\frac{\mathrm{A}_1}{\mathrm{A}_2} = \frac{1{,}05}{0{,}716} = 1{,}46$$

On peut facilement se convaincre (par voie graphique, par exemple) qu'une variation de cet ordre dans la valeur de A ne modifie pas sensiblement les solutions de (10)[2].

Ainsi, par exemple, l'équation

$$\cos x - \frac{2}{3} \cos (2\,x + 60) = 0$$

a pour solution (dans la première période) $x_1 = 98^\circ$ et $x_2 = 234^\circ$ tandis que l'équation

$$\cos x - \frac{1}{2} \cos (2\,x + 60) = 0 \qquad \frac{\mathrm{A}_1}{\mathrm{A}_2} = \frac{4}{3}$$

a pour solution $x_1 = 97^\circ$ et $x_2 = 240^\circ$. La première solution n'a pratiquement pas varié. Quant à la deuxième, un déplacement de $6^\circ \left(\frac{1}{60} \text{ de période}\right)$ est négligeable dans le problème qui nous occupe, car il est inobservable.

[1] Note citée de MILNE.

[2] Ce point sera précisé dans une prochaine note.

On peut donc dire que les instants des extrema de la vitesse radiale coïncident à très peu près avec ceux de la luminosité. Le résultat obtenu par MILNE dans le cas d'une pulsation harmonique est ainsi étendu au cas plus général d'une pulsation du type (2), du moins en ce qui concerne les instants des extrema de la vitesse radiale et de la luminosité.

Appliquons ce qui précède à deux étoiles particulières.

§ 5. *a*) *Cas de S Sagittae.* — Pour cette étoile, on sait [1] que la courbe des vitesses radiales indique une variation du rayon donné par

$$\delta r_0 = r_{0,i}\left(\frac{1}{16}\cos \mathrm{N}t - \frac{1}{48}\cos 2\,\mathrm{N}t\right).$$

On a donc :

$$a = \frac{1}{16} \qquad a' = -\frac{1}{48} \qquad \mathrm{N}' = 0. \text{ De plus } \theta = 8{,}38 \text{ jours.}$$

Avec ces valeurs (8) et (9) deviennent :

$$\frac{1}{16}\cos \mathrm{N}t - \frac{1}{12}\cos 2\,\mathrm{N}t = 0 \tag{8 bis}$$

$$\frac{1{,}05}{16}\cos \mathrm{N}t - \frac{0{,}716}{12}\cos 2\,\mathrm{N}t = 0 \tag{9 bis}$$

Les instants des extrema de la vitesse radiale, solutions de (8 bis) sont :

$\dot{r}_0$ minimum pour $\mathrm{N}t = 123^\circ$
$\dot{r}_0$ maximum pour $\mathrm{N}t = 237^\circ$

Quant aux instants des extrema de la luminosité, ils sont donnés par (9 bis) :

L minimum pour $\mathrm{N}t = 119^\circ$
L maximum pour $\mathrm{N}t = 241^\circ$

On voit que la simultanéité des extrema de $\dot{r}_0$ et de L est presque parfaite, ainsi qu'on l'a déjà vu au § 4. Le défaut de

[1] Voir G. TIERCY, ouvrage cité page 283.

simultanéité, pour *S. Sagittae*, est de $4^{\circ} = \frac{1}{90}\theta$, soit environ 2 heures. Un tel écart est inobservable et les extrema considérés sont pratiquement simultanés.

b) *Cas de W Sagittarii.* — La courbe enregistrée des vitesses radiales indique [1] : $a = 0{,}083$, $a' = -0{,}018$,

$$N' = \frac{\pi}{3}. \text{ De plus } \theta = 7{,}59 \text{ jours.}$$

Les instants des extrema de la vitesse radiale (solutions de (8) sont $Nt = 100^{\circ}$ et $Nt = 222^{\circ}$ tandis que les instants des extrema de la luminosité (solutions de (9)) sont $Nt = 98^{\circ}$ et $Nt = 235^{\circ}$. Le défaut de simultanéité se monte dans ce cas à $\frac{13}{360}$ de période, soit environ 6 ½ heures, ce qui est encore inobservable.

* * *

Il conviendrait de tenir compte de la pression de radiation. Ce sera l'objet d'une prochaine note.

ANALYSES D'OUVRAGES RECENTS

L.-M. Sandoz. — *Hormones,* volume de 238 pages, enrichi de nombreux schémas clairs et démonstratifs. Editions Victor Attinger, 1949.

Avec Collin, on peut répéter qu'il n'est pas tout à fait paradoxal de dire que les biologistes ne savent plus très bien ce que c'est qu'une hormone. Le livre du Dr Sandoz, préfacé par le prof. A. Rollier, nous l'apprend à nouveau; il résume l'état de nos connaissances sur un ensemble de questions dont l'étude domine la biologie en général et la médecine en particulier.

Dans cet ouvrage, où l'on retrouve la clarté, la précision et cette sobriété de la documentation qui pourtant n'omet aucune donnée essentielle, le Dr Sandoz montre qu'il n'est pas seulement un biologiste, mais un fin psychologue doublé d'un philosophe érudit. Après cette lecture, on sent que l'homme n'est pas toujours son libre arbitre, mais qu'il a, pour une part, la morale de ses glandes endocrines. L'auteur tient à préciser cependant que l'éducation, la volonté, en un mot le système nerveux central, jouent un rôle très important dans le comportement de l'individu.

[1] P. Javet : Essai sur le phénomène des Céphéides. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat. 43*, vol. *6*, No 4, 1939.

Dans le chapitre I, l'auteur fait l'historique des hormones et en donne une définition judicieuse et précise. Sa classification, originale et simple, les groupe en hormones protidiques et hormones dérivées des acides aminés ou des stérols. Les notions de chimie hormonale expliquent l'apparentement des hormones avec les vitamines. L'auteur insiste aussi sur le fait qu'un produit endocrinien ne peut agir que par l'intermédiaire d'organes effecteurs. La réponse à la sollicitation des hormones est donc conditionnelle, dépend de l'état des organes récepteurs. Ceci explique la diversité d'action des hormones chez les différents sujets. Le vieux slogan « qu'il n'y a pas de maladies, mais des malades » trouve dans ces thèses sa justification.

Le chapitre suivant, où l'auteur montre l'influence des hormones sur le métabolisme, contient des données qui rafraîchissent d'une manière heureuse la mémoire du médecin et du vétérinaire sur ce mot employé souvent avec tant d'imprécision. Simplement, il familiarisera l'étudiant avec l'anabolisme et le catabolisme.

Le chapitre III traite de la passionnante question de l'influence des hormones sur le système nerveux.

Le chapitre IV introduit le lecteur dans le domaine tant discuté des relations vitamino-hormonales, ceci d'une façon très vivante; la science pure y cède le pas souvent au bon sens, même aux discussions philosophiques.

Le chapitre V, celui qui intéressera le plus le praticien, médecin ou vétérinaire, traite des affections endocriniennes et de leur systématique. L'auteur y parle aussi de l'origine, des moyens de diagnostic, du dysfonctionnement et du traitement des anomalies endocriniennes. Traité par un biologiste, sans la déformation professionnelle du médecin, ce chapitre est des plus captivants. Relevons l'idée intéressante qui consiste à faire intervenir les centres de la région mésodiencéphalique comme susceptibles peut-être de se substituer aux glandes endocrines en cas de besoin.

Dans l'avant-dernier chapitre, l'auteur traite de l'influence des glandes endocrines sur le psychisme de l'individu, des impulsions instinctives, de l'action combinée du système nerveux et des glandes endocrines, de l'influence de la civilisation sur la sélection. A l'inverse de certains auteurs, et avec raison, le Dr Sandoz ne veut pas ramener la formule psychique d'un individu à sa formule endocrinienne, tout en admettant les sympathies et les antipathies biologiques, en sexualité, par exemple.

Dans le dernier chapitre, l'auteur parle, en érudit mais avec simplicité, des rapports du corps et de l'esprit ainsi que de l'individu et du grégarisme. Il réussit à faire comprendre à tous ce qu'est la physio-psychologie, sans en limiter le concept ni enfermer l'individualité dans des formules.

Cet ouvrage est appelé à rendre service aux médecins, aux vétérinaires, aux étudiants, à tous ceux aussi qu'intéressent la science de la vie, la caractériologie, la sociologie et la philosophie. Nous lui souhaitons tout le succès qu'il mérite. Dr R. Benoît, vét.