

ASTRONOMIE. — *Sur diverses particularités nouvelles des étoiles variables à courte période; méthode permettant de distinguer leurs effets de ceux de la dispersion dans le vide.* Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1254) M. Lebedeff, pour expliquer l'existence, qui paraît résulter de mes recherches et de celles de M. Tikhoff, d'une différence entre les époques des minima de certaines étoiles variables relatifs à diverses longueurs d'onde, a invoqué la possibilité d'une dissymétrie physique dans l'atmosphère du satellite de ces étoiles, et telle que l'absorption sélective y changerait de caractère du côté soir au côté matin du satellite.

Je me propose de montrer aujourd'hui, sans faire aucune hypothèse physique de ce genre, et par la seule considération de la gravitation et de la viscosité de ces astres, qu'il existe, dans l'étoile principale elle-même aussi bien que dans le satellite, des causes très générales qu'on ne soupçonnait pas et qui tendent à produire des décalages entre les minima des diverses courbes de lumière monochromatiques de ces systèmes.

Je montrerai ensuite que, dans le cas général des étoiles du type Algol, la « méthode des images monochromatiques » (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 266 et 680) permet de séparer nettement les effets combinés de ces causes nouvelles de décalage, de l'effet de la dispersion dans le vide.

I. Je n'examinerai, pour commencer, que ce qui concerne l'étoile principale, Σ , de la variable dont je désignerai le satellite par σ .

J'ai établi tout d'abord le principe général suivant :

Toute différence entre la vitesse de rotation de l'étoile principale et la vitesse angulaire de révolution du satellite, ainsi que toute variation relative de ces deux vitesses, doit, toutes choses égales d'ailleurs, produire un décalage entre les minima des courbes de lumière de l'étoile relatives à des régions différentes du spectre.

Cette proposition se démontre aisément en remarquant : 1° que de telles différences ou variations de vitesses ont pour effet que la marée produite par Σ sur σ (et cette marée est sans doute généralement considérable dans ces systèmes, vu la grandeur et la proximité des masses en présence) ⁽¹⁾ se trouve, par suite de la viscosité de Σ

(¹) Rappelons, par exemple, que les masses d'Algol et de son satellite sont respectivement 1,1 et 0,5 fois celle du Soleil, et que la distance de leurs centres n'est que trois fois le diamètre d'Algol, qui est à peu près égal lui-même à celui du Soleil. (ANDRÉ, *Astronomie stellaire*, t. II, p. 203.)

(s'il s'agit de différences constantes de ces vitesses), ou par suite uniquement de la tendance de la rotation de Σ à rester uniforme (s'il s'agit de variations de ces vitesses), décalée par rapport à la ligne des centres; 2° que le minimum apparent, relatif à une certaine radiation de l'étoile, a lieu quand la projection de la ligne de visée sur l'orbite de σ vient en coïncidence avec une certaine droite qui est la résultante de deux vecteurs centrés sur Σ : l'un, représentant l'obscurcissement maximum dû à l'interposition de σ , est dirigé suivant la ligne des centres au moment où l'éclipse est centrale; l'autre, dont la direction est celle de la protubérance atmosphérique due à la marée et dont la grandeur dépend de la radiation considérée, figure l'absorption maxima de cette radiation de l'étoile par sa propre atmosphère; 3° que, par suite, la direction de cette résultante diffère avec la longueur d'onde considérée, ce qui conduit à l'énoncé précédent.

C. Q. F. D.

On en déduit facilement diverses conséquences nouvelles, dont voici quelques-unes que les limites de cette Note m'obligent à donner sans leurs démonstrations (le lecteur les retrouvera d'ailleurs facilement et elles paraîtront ainsi que diverses applications numériques dans un Mémoire détaillé).

Soient m_{λ_1} et m_{λ_2} les époques des minima de l'étoile relatifs à deux radiations λ_1 et λ_2 ; et supposons, pour fixer les idées, que son atmosphère absorbe davantage λ_1 que λ_2 . Trois cas peuvent se présenter :

1° Si la durée de révolution du satellite σ est plus courte que la rotation de l'étoile Σ , on trouve que m_{λ_2} précède m_{λ_1} ;

2° Si la révolution de σ est plus longue que la rotation de Σ , on trouve que m_{λ_1} précède m_{λ_2} ;

3° Si ces deux durées sont égales (et ce cas doit être à peu près le plus général et le plus stable dans les systèmes binaires à courte période, comme le montre la théorie), on trouve que l'excentricité de l'orbite (elle est généralement notable dans ces systèmes et, par exemple, voisine de 0,15 pour Algol) produit le résultat suivant : l'orbite de l'étoile est divisée en deux régions inégales et de propriétés tout à fait différentes, et, selon que le minimum apparent de la variable a lieu dans la première qui renferme le périastre ou la seconde qui renferme l'apoastre, m_{λ_1} précède m_{λ_2} ou a lieu après lui. Ces régions sont séparées par deux points de l'orbite tels que m_{λ_1} coïncide avec m_{λ_2} , si le minimum est observé en ces points. *On arrive ainsi à cette conclusion inattendue que le minimum observé dans le rouge précédera ou suivra le minimum du bleu pour une même étoile, selon l'orientation de son orbite dans l'espace.*

II. Si l'on analyse de la même manière les effets produits sur les courbes de lumière par les marées que provoque l'astre central lui-même sur le

satellite, on trouve que, qualitativement, tous les résultats précédents subsistent, mais changés de signe (c'est-à-dire qu'il faut substituer, partout en ce qui concerne l'effet des marées du satellite, λ_1 à λ_2 et réciproquement). Au point de vue quantitatif, diverses causes tendent à rendre prépondérants, selon les cas, soit les effets produits sur les courbes de lumière par la marée de l'étoile principale, soit ceux de la marée du satellite. Je me propose d'y revenir en même temps que j'examinerai ce que produisent les phénomènes précédents dans le cas des étoiles variables qui ont non seulement des minima mais des maxima (étoiles à variation continue).

III. Il est un cas très général où la « méthode des images monochromatiques » (*loc. cit.*) permet de séparer l'effet combiné de ces causes de décalage et de celle invoquée par M. Lebedeff, de l'effet de la dispersion dans le vide : c'est celui des étoiles du type Algol à variation régulière. Le principe de cette séparation repose simplement sur la remarque suivante :

Le retard ou l'avance relatifs de deux radiations, produits par la dispersion dans le vide, pour une étoile donnée de ce type a évidemment la même durée, quelle que soit la phase de variation de l'étoile; *le décalage ainsi produit entre les deux courbes de lumière correspondantes commence et cesse brusquement avec la variation lumineuse; au contraire le décalage que peuvent produire les autres causes invoquées dans le système même de l'étoile décroît progressivement de part et d'autre du minimum pour s'annuler au début et à la fin de la variation lumineuse.*

Géométriquement, l'étude des courbes monochromatiques obtenues permet donc, en général, de séparer ces effets. Considérons, pour prendre un exemple simple, le cas (qui paraît être celui des étoiles que j'ai observées) d'une variable du type Algol où l'amplitude et la durée de la variation soient les mêmes pour deux régions (par exemple : bleue et rouge) du spectre, et dont les deux minima correspondants sont décalés de dx . Soient respectivement l_b et l_r les lieux des poids équidistants des points d'égal éclat des deux courbes, et soient y_0 , y_1 les ordonnées du minimum et de la constance d'éclat. Selon que, en passant de y_0 à y_1 , la différence des abscisses des deux lignes l_b et l_r : 1° ou bien reste constante pour s'annuler brusquement en y_1 ; 2° ou bien diminue pour s'annuler progressivement en y_1 ; 3° ou bien varie pour arriver en y_1 avec une valeur dx' différente de dx , on en déduira généralement que le décalage est produit : dans le premier cas par la dispersion seule, dans le second cas par une autre cause et, dans le troisième, par l'effet combiné de cette autre cause et de la dispersion [dont l'effet propre produit ici un décalage égal à $\pm (dx - dx')$].

En ce qui concerne les quelques observations des courbes monochromatiques de certaines étoiles, déjà obtenues par M. Tikhoff et par moi, et qui s'accordent à mettre en évidence l'existence probable de décalages entre ces courbes, j'estime qu'elles sont encore trop peu nombreuses pour pouvoir leur appliquer dès maintenant le criterium précédent. Il est nécessaire que d'abord des observations, suffisamment nombreuses et répétées, aient fixé avec une plus grande exactitude la forme exacte, en leurs diverses parties, de ces courbes monochromatiques.

IV. En résumé les étoiles variables semblent être le siège, dans des conditions à la fois très variées et très générales, de certains phénomènes, non encore signalés, qui tendent à décaler les époques des points tropiques de leurs courbes de lumière relatives à diverses régions du spectre; la *méthode des images monochromatiques* est susceptible de mettre en évidence les effets de ces phénomènes et de les séparer nettement, pour une classe nombreuse d'étoiles, de ceux de la dispersion dans le vide.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations de la durée du crépuscule.*

Note de M. ERNEST ESCLANGON, présentée par M. Deslandres.

On regarde habituellement la durée du crépuscule comme liée à la hauteur du Soleil au-dessous de l'horizon. Lorsque le Soleil atteint la hauteur négative de 15° on aperçoit généralement dans le ciel tous les détails perceptibles, la voie lactée, les nébuleuses, etc., en un mot la nuit devient aussi complète que possible. Cette règle, applicable en moyenne, souffre des exceptions nombreuses et, en réalité, la durée du crépuscule dépend, à un très haut degré, d'autres facteurs qui, par des temps également beaux en apparence, peuvent retarder ou prolonger le crépuscule dans des proportions considérables.

Tout d'abord il est utile de remarquer que la visibilité des objets célestes, étoiles, amas, nébuleuses, est un moyen défectueux d'observation, car cette visibilité dépend de deux facteurs : d'une part, de l'*éclat apparent du ciel*, d'autre part, de la *transparence de l'air*. Sans doute il existe une relation entre ces deux facteurs, mais cette relation est mal connue quantitativement, et il est préférable, pour apprécier la durée du crépuscule, de se borner à l'observation de l'*éclat* du ciel dans une région bien déterminée, fixe par rapport au Soleil. L'*éclat* photométrique du ciel dépend, toutes choses