

manquent pas. S'ils ne sont pas mieux connus, c'est d'abord en raison du caractère assez fugitif du phénomène que représente un passage, ensuite parce que l'expérience reste généralement isolée. En effet, exception faite des Echo, il est pratiquement impossible sans les éphémérides de retrouver un satellite de jour en jour après une première observation.

J'espère néanmoins que ces quelques explications permettront aux curieux du ciel, profitant des soirs d'été, d'identifier un objet ainsi aperçu au hasard des contemplations nocturnes.

PHOTOMÉTRIE PHOTOÉLECTRIQUE

(suite) ⁽¹⁾

par P. MIANES
(Observatoire de Bordeaux)

LE PASSAGE AUX MAGNITUDES DES ÉTOILES

La magnitude apparente

La magnitude apparente d'une étoile est reliée à l'éclairement, c'est-à-dire à l'énergie reçue par unité de surface, par la loi de Pogson :

$$m = -2,5 \log E + \text{constante}$$

La constante est déterminée par des étoiles non variables dont on a fixé la magnitude (il suffit d'une en principe) : c'est ce qu'on appelle fixer le zéro de l'échelle.

Ce n'est pas par hasard que la magnitude a été définie par une loi logarithmique : les premières évaluations des grandeurs stellaires ont été faites visuellement et l'échelle de Pogson représente à peu près l'échelle des sensations physiologiques visuelles.

Les mesures de magnitudes se font à l'aide de filtres colorés qui ne laissent passer la lumière que dans un domaine de longueurs d'ondes plus ou moins étroit. Il faut chercher quels filtres on doit utiliser, pour un domaine bien déterminé, en tenant compte de la sensibilité spectrale de la cellule.

Pour un filtre donné on a donc une certaine échelle de magnitude : par exemple, l'échelle photovisuelle, ou bien l'échelle photographique, qui sont les deux plus anciennes.

Les systèmes de magnitudes et les indices de couleur

En général on n'utilise pas une seule échelle de magnitude mais on fait des mesures dans plusieurs domaines de longueurs d'onde, en utilisant des filtres différents : on constitue ainsi *un système de magnitudes*.

⁽¹⁾ Voir *L'Astronomie*, juin 1964, p. 229.

Il en existe plusieurs dont les plus importants sont les suivants :
— le système Johnson-Morgan en trois couleurs :

ultraviolet	U
bleu	B
jaune	V

(les deux dernières couleurs correspondent sensiblement à l'ancien système des magnitudes photographique et photovisuelle) ;

— et le système Stebbins en six couleurs qui s'étendent de l'ultraviolet à l'infrarouge (U, B, V, G, R, I).

La différence des magnitudes prises deux à deux donne ce que l'on appelle *un indice de couleur*. Par exemple : $U - B$ ou bien $B - V$. Les indices de couleur permettent d'atteindre certains paramètres physiques de l'étoile, comme sa température de surface, et donnent de précieux renseignements sur la matière interstellaire.

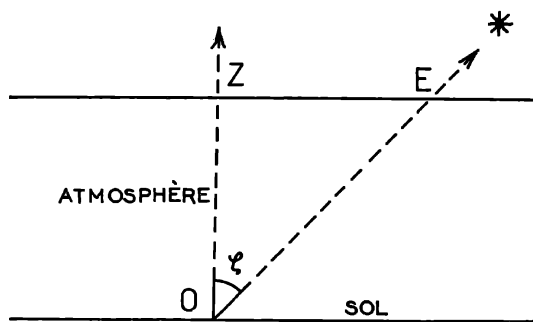
Pour passer des mesures de l'enregistrement à l'échelle de magnitude correspondante, il faut encore se livrer à un certain nombre d'opérations car deux difficultés se présentent :

— la lumière reçue a traversé une masse d'air plus ou moins importante, suivant la position de l'étoile, et il faut la corriger de l'absorption atmosphérique;

— on ne dispose pas du même photomètre que celui qui a servi à la définition de l'échelle de magnitudes.

La magnitude réduite hors de l'atmosphère. Droite de Bouguer

On montre que l'on peut assimiler l'atmosphère à une couche plane ; du



moins tant que l'on ne s'approche pas trop de l'horizon (hauteur plus grande que 30°).

Dans ce cas (fig. 121) l'épaisseur traversée OE est donnée par une expression simple en fonction de l'épaisseur de l'atmosphère OZ et de la distance zénithale z .

Fig. 121. — Épaisseur de l'atmosphère traversée par un rayon lumineux.

$$OE = OZ \sec z \quad \left(\sec z = \frac{1}{\cos z} \right)$$

L'absorption en magnitudes subie par le rayonnement est proportionnelle à l'épaisseur d'air traversée. La démonstration en est simple et on aboutit à l'expression suivante :

$$m_z = m_0 + k \sec z$$

m_z = magnitude mesurée à la distance zénithale z

m_0 = magnitude hors de l'atmosphère

k = coefficient d'extinction atmosphérique.

PHOTOMÉTRIE PHOTOÉLECTRIQUE

C'est la valeur du coefficient k que l'on cherche à obtenir en traçant une droite de Bouguer (qui fut le premier à appliquer cette méthode) : on fait plusieurs mesures de m_z , pour des valeurs différentes de z , d'une même étoile au cours de la nuit. On porte sur un graphique m_z en fonction de $\sec z$; on obtient ainsi une droite.

Si l'étoile passe au zénith, où l'épaisseur d'air est minimum, $\sec z = 1$; mais si on prolonge la droite jusqu'à une valeur fictive nulle c'est-à-dire jusqu'à l'origine des abscisses, son intersection avec l'ordonnée donne m_0 (fig. 122).

La pente de la droite donne la valeur du coefficient d'extinction qui représente l'absorption au zénith.

Bien entendu les points présentent une certaine dispersion qui est d'autant plus faible que la transparence atmosphérique est plus stable.

Pour une bonne nuit, l'absorption dans le jaune par exemple est de l'ordre de 25 % et la dispersion ne dépasse pas 2 %.

La principale cause d'affaiblissement de la lumière est la diffusion par les molécules d'air, mais il existe aussi une absorption véritable qui peut être très importante : par exemple l'absorption par l'ozone dans l'ultraviolet, ou par la vapeur d'eau dans le rouge et l'infrarouge.

Une fois que l'on a obtenu les valeurs du coefficient d'extinction, il suffit d'appliquer l'équation précédente aux mesures des étoiles du programme en changeant simplement sa disposition :

$$m_0 = m_z - k \sec z$$

Rattachement à un système de magnitudes

Ce problème est un peu plus compliqué qu'il n'y paraît au premier abord.

On sait qu'il est extrêmement difficile de réaliser un photomètre présentant exactement les caractéristiques d'un système de magnitudes déterminé à l'avance. Ceci pour plusieurs raisons :

— Les cellules photoélectriques ne présentent pas exactement la même courbe de sensibilité.

— Les coefficients de réflexion des différents miroirs dépendent de la longueur d'onde, et les courbes représentatives ne sont pas toujours superposables. Il y a aussi un effet de vieillissement des couches réfléchissantes.

— Les filtres colorés n'ont pas toujours exactement la même courbe de transmission.

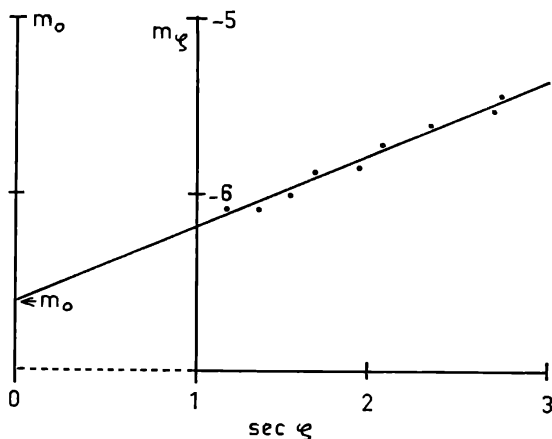


Fig. 122. — Droite de Bouguer.