

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** - (1954)  
**Heft:** 43

**Artikel:** Appllication de la photoélectrique à la photométrie astronomique  
[Fortsetzung]  
**Autor:** Golay, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-900447>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 27.12.2024

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

## Application de la photoélectricité à la photométrie astronomique

Par M. GOLAY, Observatoire de Genève

(Suite)

Dans un précédent article («Orion» Janvier-Mars 1954), nous avons donné un exposé élémentaire de la théorie des phénomènes photoélectriques et expliqué brièvement le fonctionnement des cellules à multiplicateur d'électrons.

L'emploi des cellules à multiplicateur d'électrons par les observateurs d'étoiles variables peut rendre de grands services car cette méthode est absolument impersonnelle. Il suffit, en effet, d'avoir un dispositif de mesure bien étalonné et d'introduire, pour que les observations soient bien homogènes, les filtres optiques nécessaires limitant une bande spectrale conventionnelle.

Avant de décrire la réalisation d'un dispositif de mesure des magnitudes par méthode photoélectrique, examinons ce qui en limite la précision. Ce sont :

1. Les fluctuations du courant photoélectrique dues à la nature corpusculaire de l'électricité.
2. Les fluctuations de l'intensité lumineuse de l'étoile dues à la scintillation.

Nous prenons l'écart quadratique moyen de ces fluctuations comme mesure de l'erreur. Dans ces conditions, l'erreur en magnitude  $e_m$  des premières fluctuations est donnée par

$$e_m = \sqrt{\frac{2e \Delta f \delta}{\delta - 1}} \sqrt{\frac{\delta^2}{\delta - 1} \frac{i_t + i_c}{i_c}}$$

où :

- $e$  = charge de l'électron =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  cb
- $\delta$  = gain par étage du multiplicateur
- $\Delta f$  = bande passante du circuit de mesure
- $i_t$  = courant d'obscurité de la cathode
- $i_c$  = courant de la cathode.

Rappelons que  $i_t$  est d'origine thermique. C'est le courant débité par une cellule photoélectrique même lorsqu'il n'y a pas de lumière. Le courant  $i_c$  de la cathode est proportionnel au flux lumineux.

Dans cet article, nous n'envisageons que le cas des cellules RCA. 1P21 qui se trouvent facilement et à un prix abordable. Le graphique suivant — figure 1 — permet de calculer l'erreur  $e_m$  en fonction de la magnitude d'une étoile pour divers diamètres et diverses bandes passantes. Dans ce graphique, nous avons pris le cas d'une

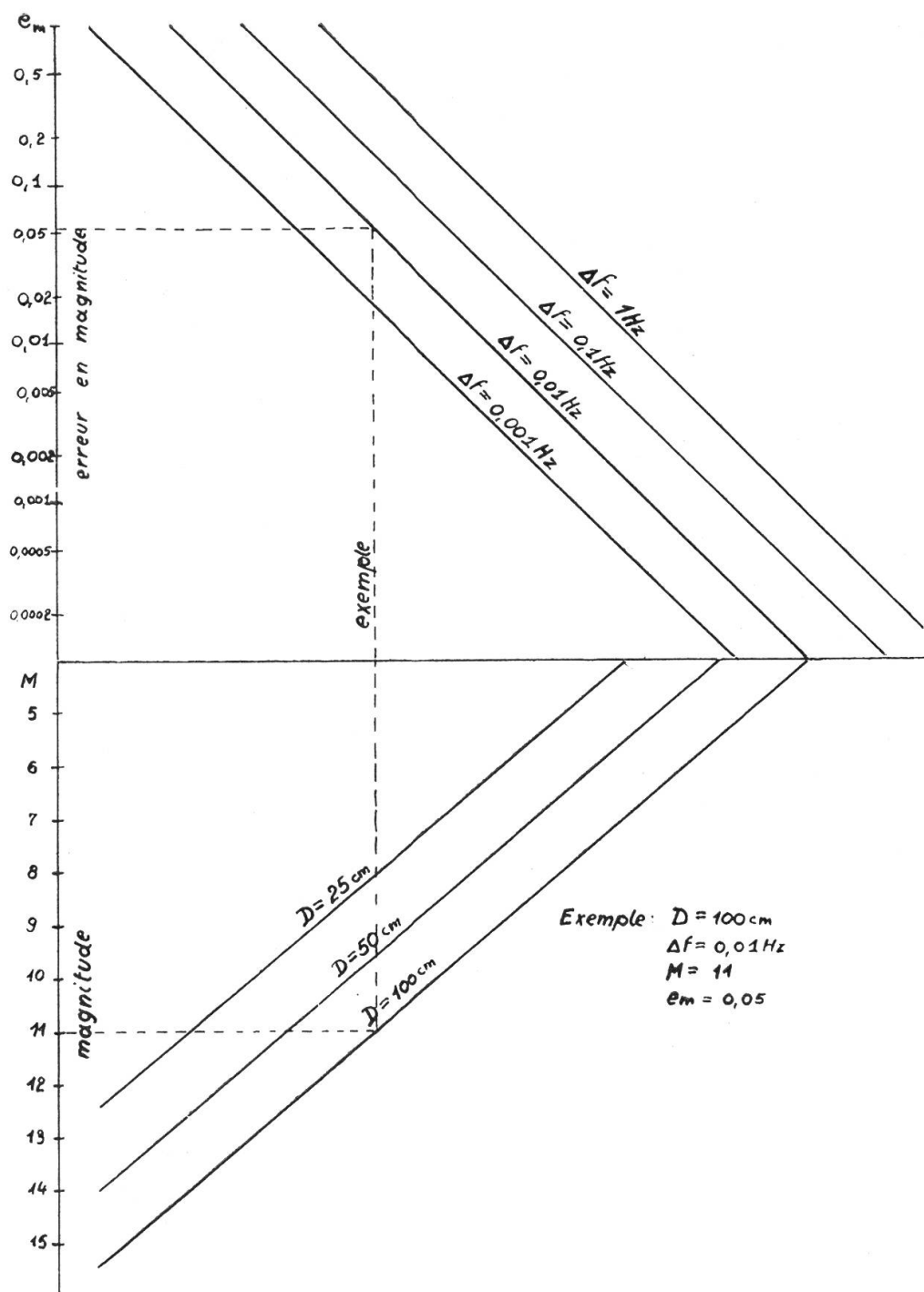


Fig. 1

cellule 1P21 ayant un courant d'obscurité de  $10^{-14} \text{ A}$  et une différence de potentiel de 100 volts entre chaque étage multiplicateur et de 250 volts entre le dernier étage et l'anode. Dans de telles conditions, le coefficient  $\delta$  vaut 5 et la sensibilité de la cathode est de  $20 \mu\text{A/lum.}$

Ce graphique fait ressortir, d'un côté, le rôle important du diamètre et l'avantage de faire de la photométrie avec de grands instru-

ments, de l'autre, le fait que l'erreur  $e_m$  diminue avec la bande passante  $\Delta f$ :

$$e_m = e_g \sqrt{\Delta f}$$

où  $e_g$  est l'erreur lue sur le graphique pour une bande passante de 1 Hz. Par exemple, si pour une étoile de magnitude 11 avec un diamètre de 100 cm l'erreur est de 0,5 magnitude avec une bande passante de 1 Hz, elle sera seulement de:

$$e_m = 0,5 \sqrt{0,01} = 0,05$$

lorsque la bande passante est de 0,01 Hz.

Il va de soi que ce chiffre n'est pas un record de précision, au contraire c'est un résultat très moyen. Il existe en effet des multiplicateurs à courant d'obscurité très faible qui sont susceptibles de mesurer des étoiles de 12e magnitude avec une précision de 1,5/100 de magnitude pour un diamètre de 100 cm.

Examinons maintenant la deuxième cause d'erreur, celle due à la scintillation des étoiles. Nous pouvons mettre cette erreur sous la forme mathématique suivante:

$$e_a = \frac{200}{D^{0,8}} \sqrt{\sec Z} \sqrt{\Delta f}$$

avec  $Z$  = distance zénithale et  $D$  en mètre. Expression approchée, valable pour une nuit moyenne et dont les coefficients constants peuvent être sujets à de grandes variations. Cette erreur atteint 1,4/100 de magnitude avec un instrument de 1 m et cause une limitation fondamentale de la précision des mesures photoélectriques. Comme le fait ressortir l'expression mathématique, cette erreur croît en diminuant le diamètre de l'instrument et peut atteindre plus de ½ magnitude avec un diamètre de 10 cm. De même, l'erreur croît en se rapprochant de l'horizon. Là encore il y a avantage à diminuer la bande passante pour réduire les erreurs.

Examinons de plus près ce qu'est la bande passante d'un circuit électronique quelconque. Tout circuit électronique se comporte, à l'égard des fréquences des phénomènes électriques, comme des filtres optiques à l'égard des fréquences des spectres de lumière. Par exemple, vis-à-vis des fréquences de fluctuations statistiques du courant photoélectrique, un circuit tel que celui de la figure 2 a une bande passante:

$$\Delta f = \frac{1}{4 RC}$$

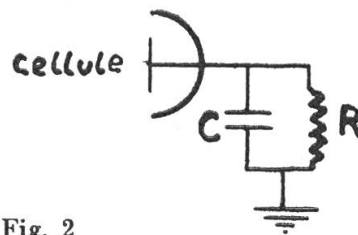


Fig. 2

Si nous prenons un galvanomètre pour effectuer la mesure du courant photoélectrique, sa bande passante sera :

$$\Delta f = \frac{1}{8\tau}$$

$\tau$  étant le temps d'indication du galvanomètre lorsqu'il est à l'amortissement critique.

Nous voyons alors que pour mesurer avec précision les magnitudes, nous devons augmenter la valeur du produit RC ou encore le temps d'indication du galvanomètre.

Cette constatation nous conduit à distinguer 2 méthodes de mesure :

1. Mesures galvanométriques à temps d'indication réduit mais à enregistrement continu de l'intensité.
2. Mesures électrométriques en mesurant le temps nécessaire pour charger, jusqu'à un potentiel arbitraire, une capacité alimentée par le courant photoélectrique, ou encore en mesurant le potentiel atteint après un temps arbitraire.

Un procédé élémentaire et sensible, consistant à compter le nombre de décharges d'une lampe à gaz pendant un temps donné dérive de la deuxième méthode.

A l'Observatoire de Genève, nous avons utilisé le procédé 2 et le procédé dérivé. La méthode électrométrique est recommandée dans les cas où les cellules 1P21 utilisées ne sont pas spécialement sélectionnées, ce qui nous permet de réduire considérablement la bande passante. Par contre, la méthode galvanométrique doit être utilisée lorsque nous disposons de cellule de grande qualité. L'observatoire dispose maintenant d'une cellule Lallemand et nous transformons notre installation en vue d'introduire la méthode galvanométrique.

Les cellules à multiplicateur d'électrons sélectionnées étant d'un prix très élevé, l'amateur qui se propose de faire de la photométrie photoélectrique aura avantage à utiliser la méthode simple du comptage des décharges d'une lampe à gaz. Pour augmenter la précision de la mesure, il suffit d'augmenter le temps de comptage car la bande de fréquence est :

$$\Delta f = \frac{1}{2t}$$

$t$  = durée de comptage.

Le schéma est alors indiqué sur la partie droite de la figure 3. Le tube à décharge peut être un 85 A1 et les capacités C s'échelonnent de 100 pF à 2 ou 3/100  $\mu$ F. Il va de soi que les capacités sont de première qualité et isolées au polystyrène. Il faut effectuer 2 séries de mesures, l'une donne le courant d'obscurité de la cellule  $i_0$  et l'autre le courant  $i_0 + i_e = i$  où  $i_e$  est le courant dû au flux lumineux. Soit  $N_0, N$ , les nombres de décharge pendant le temps  $t$  correspondant à  $i_0, i$ , nous avons :

$$i_0 = \frac{N_0}{t} \quad i = \frac{N}{t}$$

donc :

$$i_e = \frac{N}{t} - \frac{N_0}{t}$$

et la magnitude de l'étoile est donnée à une constante près :

$$m = -2,5 \log . i$$

La constante se détermine par rattachement à une étoile de magnitude connue.

Un problème important est l'alimentation haute tension du photomultiplicateur. En effet, le multiplicateur est sensible à la plus petite fluctuation de la source HT et il faut s'en protéger par une stabilisation et un redressement très poussé.

Nous avons appliqué le circuit suivant réalisé par Butler — figure 3. Dans tous ces montages, l'isolement doit être très soigné et les câbles reliant la source haute tension au multiplicateur doivent être blindés.

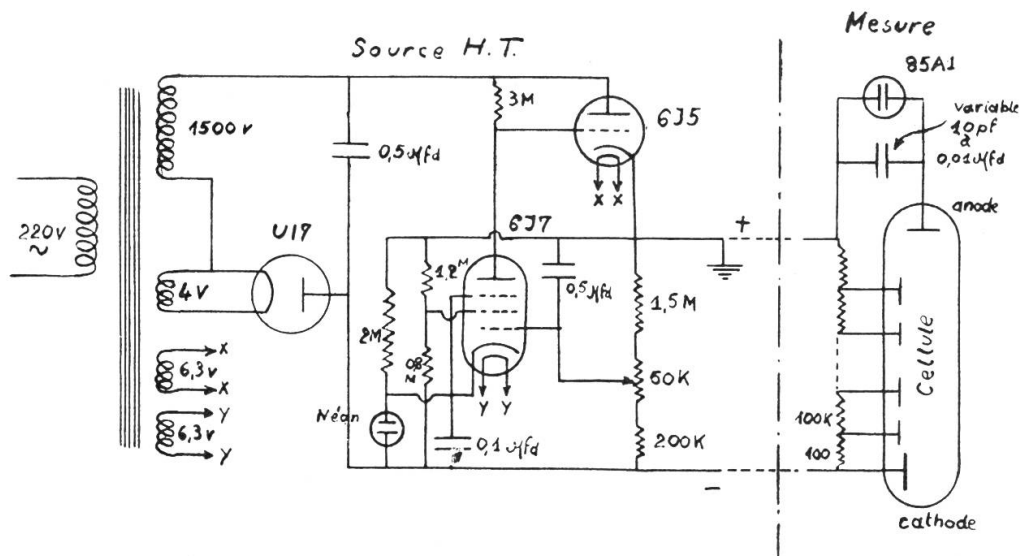


Fig. 3

Au point de vue optique, l'application d'une cellule à un télescope est très simple, il suffit de prendre la précaution de placer une lentille de Fabry devant la cellule — montage identique à celui utilisé dans la photométrie par plage. Cette lentille donne sur la cathode une image uniformément éclairée de l'objectif, ce qui permet de négliger les variations de sensibilité de la surface cathodique et d'accepter de petites erreurs de guidage pendant la mesure.

Cet article n'a pas pour but de donner tous les détails techniques sur la réalisation d'un photomètre électronique mais plutôt de donner une idée des possibilités de cette méthode. Insistons cependant sur l'importance de celle-ci pour l'observation des étoiles variables

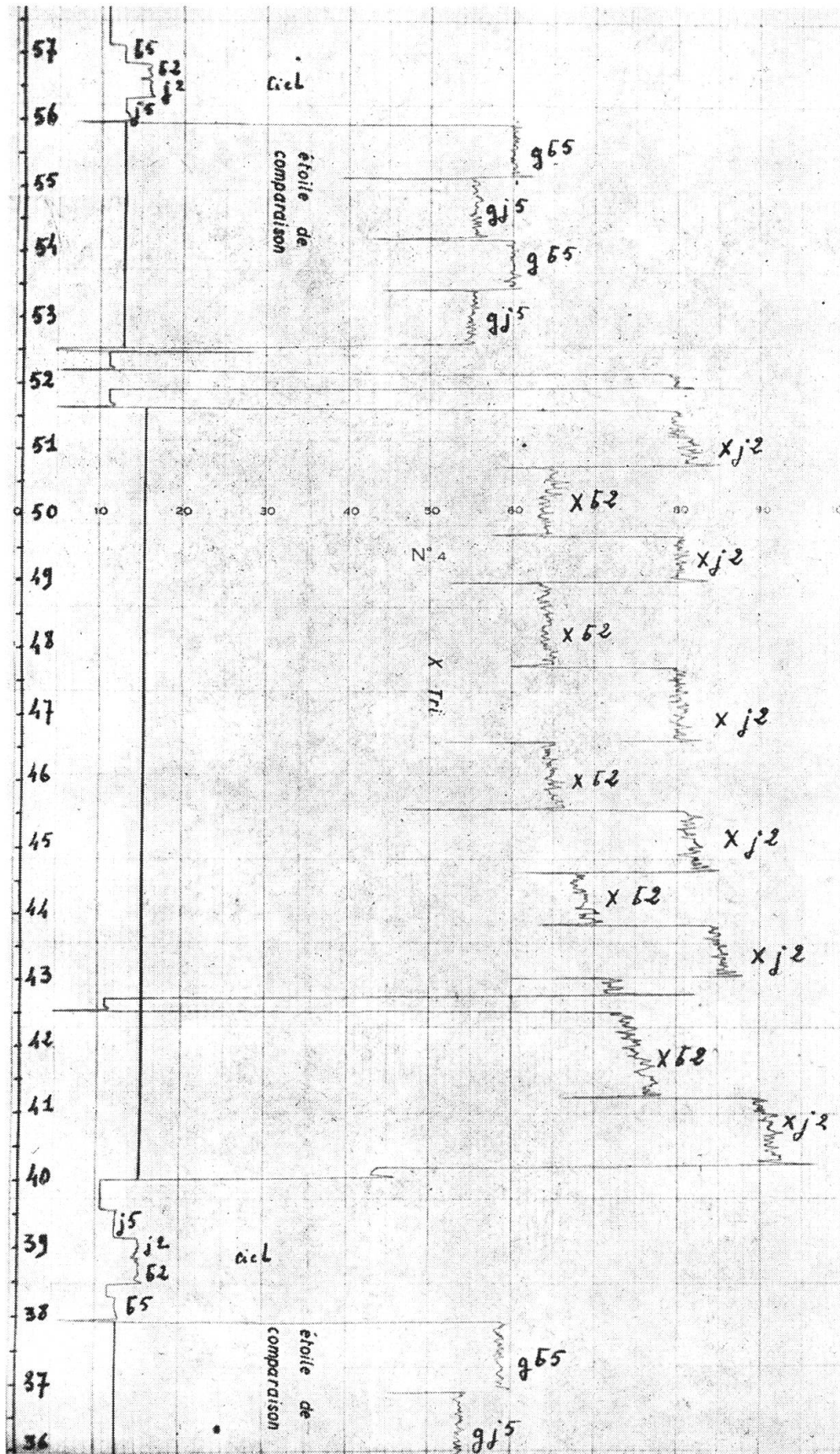


Fig. 4

et sur le fait qu'elle est susceptible de donner plus d'homogénéité à l'ensemble des résultats obtenus par les nombreux observateurs différents.

A titre d'exemple, le figure 4 présente un enregistrement effectué par M. Lenouvel à l'observatoire de Haute-Provence, de l'étoile variable XTri. au moment de son minimum. Les chiffres inscrits horizontalement sont les minutes et on peut constater le début du minimum vers la 46e minute et la fin vers la 50e minute. Pour se rendre compte de l'échelle du dessin, signalons que sur le graphique original, un intervalle de 1 minute est représenté par 2 cm. L'enregistrement est effectué alternativement au travers d'un filtre bleu (Xb2) et d'un filtre jaune (Xj2) pour l'étoile et pour le fond du ciel. Ainsi, en une seule mesure la durée du minimum est obtenue à 10 secondes près. Il est évident que le procédé électrométrique, nécessitant un temps d'indication élevé, ne peut donner un tel résultat et doit être réservé à des étoiles ayant une variation plus lente.

Ces méthodes si délicates et si différentes de celles de l'astronomie classique ont introduit l'électronique dans les observatoires, les obligeant à transformer leurs instruments. La technique électronique est devenue maintenant très courante et commune et il n'y a aucune raison pour que l'amateur d'astronomie n'en fasse pas également usage.

---

## **Radioinformation anlässlich der Sonnenfinsternis vom 30. Juni 1954**

Am 30. Juni 1954 findet von 8<sup>h</sup>—9<sup>h</sup> Weltzeit eine Gemeinschafts-sendung der Mittelwellensender des Bayerischen Rundfunks, des Nordwestdeutschen Rundfunks und des Schwedischen Rundfunks statt.

In dieser Sendung werden vom Observatorium Wendelstein um  
8<sup>h</sup>30<sup>m</sup> und 8<sup>h</sup>45<sup>m</sup> Weltzeit

die vor Eintritt der Finsternis erhaltenen Koronographen-Beobachtungen in deutscher, englischer, französischer und schwedischer Sprache mitgeteilt.

Es werden durchgesagt:

1. Position und Höhe von Protuberanzen,
2. Position, Intensität (Wendelstein-Skala) von monochromatischen Koronastrahlen ( $\lambda$  5303 und 6374).

Positionswinkel gerechnet vom Sonnen-Nordpol von 0° — 360° über Ost-Süd-West.

(Nachr. Bl. Astron. Zentralstelle. Vorl. Mittlg. No. 213.)