Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 15 (1962)

Heft: 2

Artikel: Note sur la variation de sensibilité spectrale d'un photomultiplicateur Lallemand avec la tension d'alimentation

Autor: Rufener, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738664

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: 10.07.2025

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

NOTE SUR LA VARIATION DE SENSIBILITÉ SPECTRALE D'UN PHOTOMULTIPLICATEUR LALLEMAND AVEC LA TENSION D'ALIMENTATION

PAR

F. RUFENER

Résumé.

L'effet de la tension d'alimentation sur la sensibilité spectrale d'un photomultiplicateur Lallemand (Antimoine-Césium, 20 étages) est mis en évidence. Lorsqu'on diminue la tension de 1400 V à 650 V, la sensibilité diminue relativement plus pour les petites longueurs d'onde que pour les grandes, donc la courbe de réponse spectrale se déplace vers le rouge lorsque la tension décroît. On donne les valeurs numériques mesurées et la méthode de compensation envisagée pour les mesures de photométrie stellaire.

Ordre de grandeur de la plus grande variation mesurée: 8%.

1. Introduction

Les mesures de photométrie photoélectrique en plusieurs couleurs entreprises par l'Observatoire de Genève sont faites à l'aide d'un photomètre de conception classique [1].

En suivant le faisceau lumineux on rencontre successivement:

a) des diaphragmes interchangeables;
b) le système optique de centrage et de mise au point;
c) les filtres colorés montés sur un barillet;
d) la lentille de Fabry;
e) le photomultiplicateur.

Le photomètre est associé à un télescope Cassegrain de $D = 40$ cm et d'ouverture relative $f/D = 18$. Les observations sont conduites à la

station scientifique du Jungfraujoch. Deux séries de mesures ont été faites afin d'examiner l'influence de la différence de potentiel entre dynodes sur la sensibilité spectrale de la couche photosensible. On va décrire ici:

1) brièvement les éléments instrumentaux;

2) la méthode de mesure;

3) la méthode de réduction;

4) la variation de sensibilité observée;

5) la méthode de compensation utilisée.

2. Instruments et mesures

a) Le photomultiplicateur est à 20 étages, du type développé par M. A. Lallemand à l'Observatoire de Paris. Couche antimoine-césium et fenêtre normale (visible) [2].

b) La tension entre dynodes est fournie par une *alimentation stabilisée de F. Bosson*. Dans les expériences qui suivent on fait varier la tension par un commutateur à plots sans faire usage du potentiomètre pour le réglage fin.

c) La source de lumière utilisée est la *lampe d'étalonnage de M. D. Chalonge* [3]. La lampe est montée en « étoile artificielle » à 1 km de la coupole. On obtient ainsi des conditions d'observation semblables à celles utilisées pour l'observation stellaire.

d) Le courant photoélectrique traverse une chaîne de 10 résistances. Les tensions obtenues lui sont proportionnelles et mesurées par un *millivoltmètre Philips* à haute impédance. (Préamplificateur et millivoltmètre enregistreur électrostatique types PR 7500 et PR 2201 E/21.)

Les rapports des résistances ont été soigneusement mesurés avant chaque série de mesures.

e) Sept filtres ont été utilisés. Ce sont des combinaisons de filtres absorbants en verre (Shott et Corning). La figure 1 montre leurs courbes de réponse $\phi(\lambda)$. On a tenu compte de deux réflexions sur miroir aluminié et de la sensibilité spectrale de la cellule à 1400 V (unités arbitraires). Une étude spéciale de cette sensibilité spectrale a été faite. On peut la comparer en première approximation à la sensibilité du type S-4.

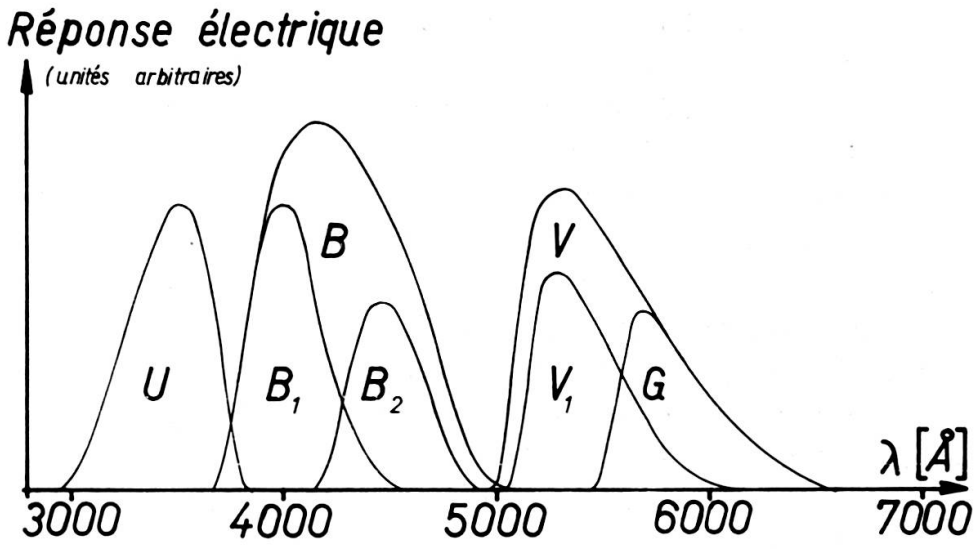

Fig. 1.

Dans la suite chacun des filtres sera caractérisé par sa longueur d'onde moyenne

$$\lambda_0 = \frac{\int_0^\infty \lambda\varphi(\lambda)\,d\lambda}{\int_0^\infty \varphi(\lambda)\,d\lambda}.$$

Méthode de mesure.

Pour étudier l'effet de la tension sur la sensibilité spectrale du photomultiplicateur on a, au cours de deux nuits photométriquement bonnes, observé la source Chalonge à travers les sept filtres; la tension d'alimentation étant de 650 V (32,5 volts par dynode). Nous avons répété cette mesure en montant la tension d'alimentation par plots jusqu'à 1500 V (75 V/dynode). Consécutivement nous avons fait les mêmes mesures en descendant la tension d'alimentation, par plots, de 1500 V à 650 V.

On peut admettre que pendant le temps des mesures, la répartition spectrale de la source Chalonge ainsi que l'extinction atmosphérique sur le trajet de 1 km séparant la source du télescope, restent les mêmes. De toute façon, le fait de procéder à des mesures consécutives par tension croissante et décroissante permettra de minimiser une éventuelle modification de ces deux facteurs.

D'autre part, on peut contrôler à travers le diaphragme que l'image de l'étoile artificielle est parfaitement centrée. Le diamètre de cette

image est huit fois inférieur au diamètre du diaphragme. Les « fonds du ciel » sont mesurés chaque fois dans la même région.

Pour obtenir des déviations du même ordre de grandeur sur le millivoltmètre lorsqu'on fait varier la tension entre dynodes on utilise les dix sorties du potentiomètre de charge. Les rapports de résistances caractérisant ces dix sorties sont mesurés indépendamment de l'expérience. Cette manière de procéder ne peut pas introduire un effet spectral sur la mesure du courant photoélectrique. On pourrait, au plus, avoir un défaut de proportionnalité identique pour chaque filtre. Dans ces conditions, si les déviations lues pour les sept filtres ne sont pas proportionnelles pour toutes les tensions entre dynodes, on ne pourra invoquer qu'un effet de ces tensions sur la sensibilité spectrale du photomultiplicateur.

3. Méthode de réduction et résultats

On dispose donc d'une collection de déviations lues sur le millivoltmètre, d_{ij}

i = indice caractérisant les filtres.

i	1	2	3	4	5	6	7
Filtres	U	B_1	B	B_2	V_1	V	G
λ_0 [Å]	3451	4028	4270	4494	5408	5532	5850

j = indice numérotant les séries de d_i mesurées aux tensions d'abord croissantes, puis décroissantes.

On calcule ensuite le tableau des d^*_{ij} de telle sorte que l'on ait pour chaque j, $d^*_{1j} = 11{,}14$ $\left(\text{par proportionnalité; } d^*_{ij} = d_{ij} \cdot \dfrac{11{,}14}{d_{1j}}\right)$. Pour minimiser un éventuel effet de non-simultanéité des mesures, on calcule le tableau d_{ik} avec k l'indice caractérisant les tensions d'alimentation. d_{ik} est la moyenne des deux d^*_{ij} pour lesquelles la tension est la même que celle de k (l'une obtenue par valeur croissante l'autre par valeur décroissante de la tension).

k	1	2	3	4	5	6	7	8
Tension	650	790	900	1025	1150	1270	1400	1500

On trouve ci-dessous le tableau d_{ik} correspondant aux mesures du 15-16 mars 1961 (tableau I).

TABLEAU I

k \ i		1 U	2 B_1	3 B	4 B_2	5 V_1	6 V	7 G
1	d	11,14	11,36	32,12	10,82	12,22	21,78	5,72
	Δ	0	0,24	0,91	0,30	0,76	1,34	0,42
	ε	0	21,6	29,2	28,5	66,4	65,5	79,5
2	d	11,14	11,39	32,28	10,84	12,13	21,54	5,64
	Δ	0	0,27	1,07	0,32	0,67	1,10	0,34
	ε	0	24,2	34,2	30,4	58,5	53,7	64,2
3	d	11,14	11,22	32,20	10,78	12,00	21,24	5,54
	Δ	0	0,10	0,99	0,26	0,54	0,80	0.24
	ε	0	9,0	31,7	24,7	47,1	39,1	45,3
4	d	11,14	11,16	31,52	10,64	11,76	21,00	5,45
	Δ	0	0,04	0,31	0,12	0,30	0,56	0,15
	ε	0	3,6	9,9	11,4	26,2	27,4	28,3
5	d	11,14	11,21	31,84	10,68	11,72	20,88	5,44
	Δ	0	0,09	0,63	0,16	0,26	0,44	0,14
	ε	0	8,1	20,2	15,2	22,7	21,5	26,4
6	d	11,14	11,11	31,48	10,57	11,60	20,60	5,34
	Δ	0	−0,01	0,27	0,05	0,14	0,16	0,04
	ε	0	−0,9	8,6	4,8	12,2	7,8	7,5
7	d	11,14	11,12	31,21	10,52	11,46	20,44	5,30
	Δ	0	0	0	0	0	0	0
	ε	0	0	0	0	0	0	0
8	d	11,14	11,02	30,94	10,46	11,40	20,30	5,26
	Δ	0	−0,10	−0,27	−0,06	−0,06	−0,14	−0,04
	ε	0	−9,0	−8,6	−5,7	−5,3	−6,9	−7,6

Comme la tension d'alimentation la plus fréquemment utilisée pour la photométrie est 1400 V, elle est choisie comme référence.

Calculons alors les écarts

$$\Delta_{ik} = d_{ik} - d_{i7} ,$$

enfin l'écart relatif en $^0/_{00}$

$$\varepsilon_{ik} = 1000 \cdot \frac{\Delta_{ik}}{d_{i7}} ,$$

naturellement les $\varepsilon_{i7} = 0$.

Représentons graphiquement les ε_{ik} dans le plan (ε, λ) et relions les points à k const. Cette représentation est faite ci-dessous pour les deux nuits (fig. 2).

Un effet spectral très net de la tension d'alimentation se manifeste.

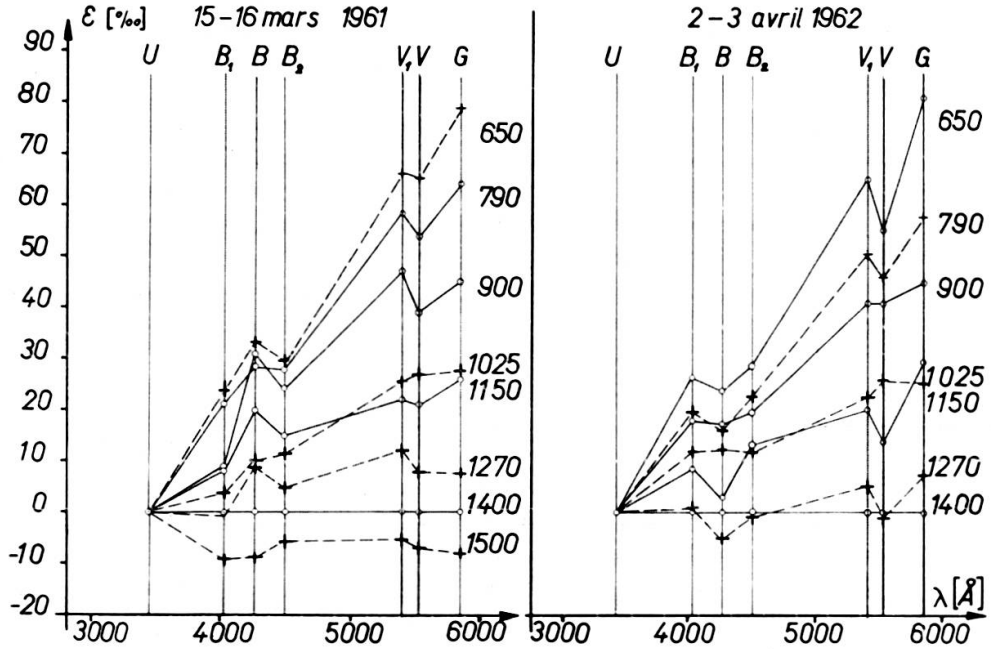

Fig. 2.

Les graphiques ci-dessus suggèrent de caractériser chaque tension par la pente p d'une droite.

Soit donc $p_k = \dfrac{\Delta \varepsilon_k}{\Delta \lambda}$.

Le tableau II résume les valeurs de p_k pour les deux nuits.

TABLEAU II

k	1	2	3	4	5	6	7	8
$P_k \left[\frac{0/00}{3000\,\text{Å}}\right]$ 15-16 mars 1961	99	72	55	41	24	10,5	0	—2
$P_k \left[\frac{0/00}{3000\,\text{Å}}\right]$ 2-3 avril 1962	90	70	53	30,5	29	9,5	1	—
$P_k^* \left[\frac{0/00}{3000\,\text{Å}}\right]$	94,5	71	54	37,5	23	10,5	0	(—5)

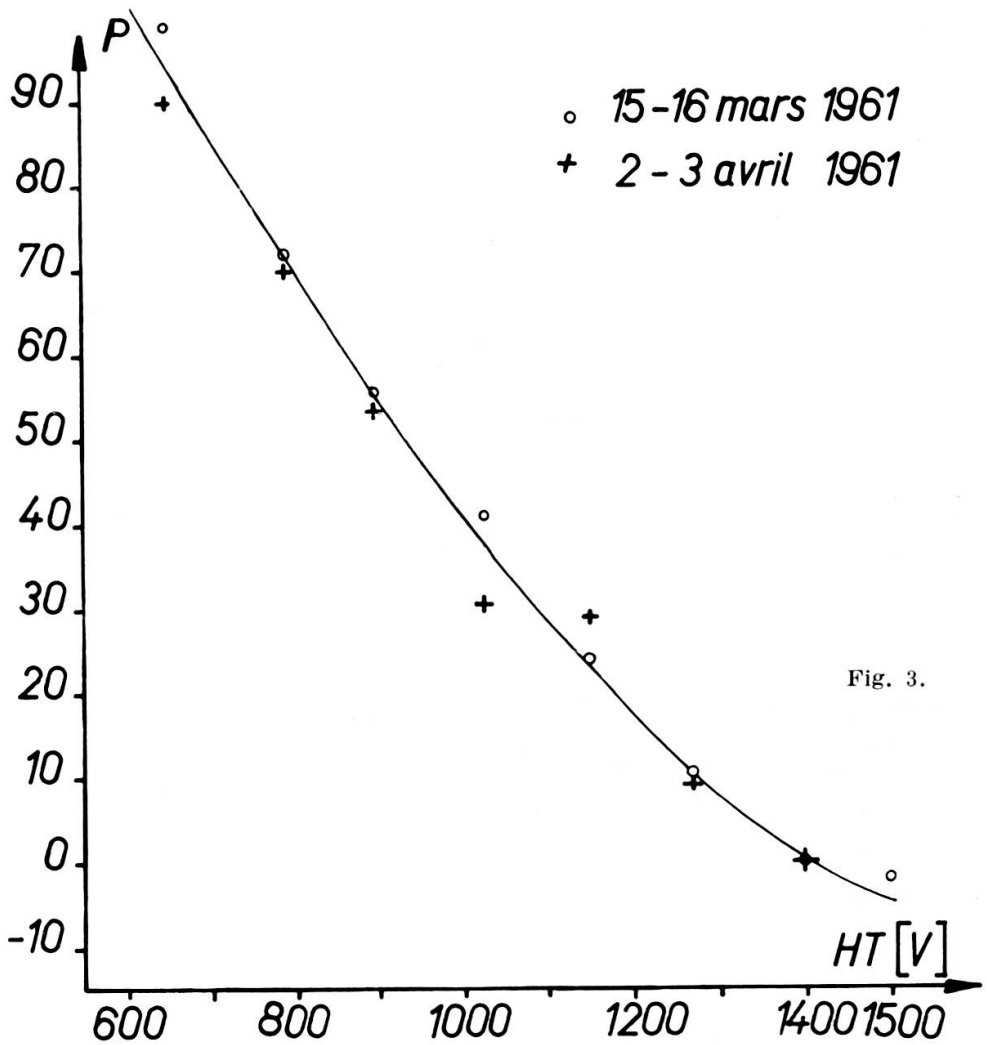

Fig. 3.

Examinons graphiquement p_k en fonction de la tension, ceci pour les deux nuits. On peut caractériser l'ensemble des points par une fonction monotone qui est dessinée en trait plein dans le graphique ci-contre (fig. 3).

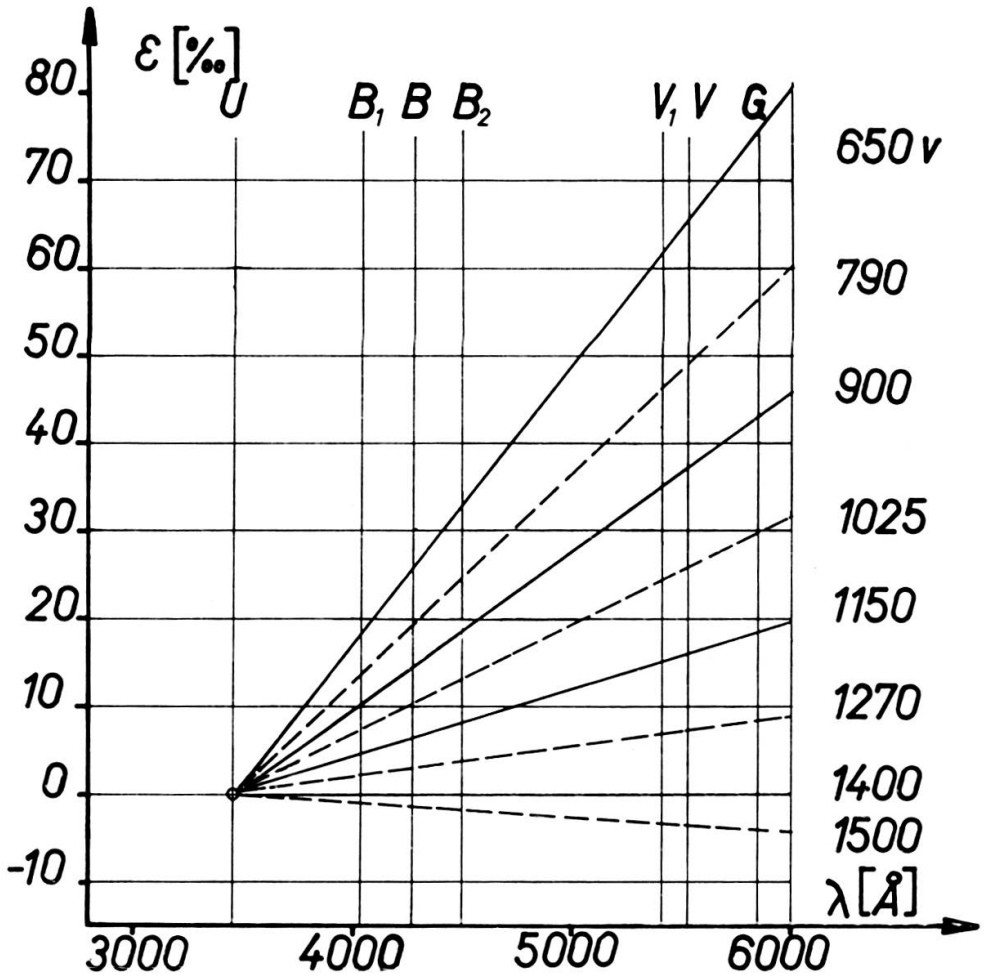

Fig. 4.

Utilisons les valeurs lissées p_k^* (lues sur la fig. 3 et introduites dans le tableau II) pour construire synthétiquement la représentation dans le plan (ε, λ). Cela donne (fig. 4) une image significative de l'influence de la tension sur la sensibilité spectrale du photomultiplicateur utilisé. Cette dernière représentation va permettre d'établir une méthode de compensation.

Remarque : Il est bien clair que la représentation donnée de la variation de sensibilité spectrale avec la tension est relative. C'est arbi-

trairement qu'une même sensibilité a été choisie à 3541 Å pour toutes les tensions.

4. Compensation de la variation de sensibilité spectrale

Les mesures de photométrie stellaire étant faites dans la majorité des cas avec une tension de 1400 V, celle-ci a été choisie comme référence.

Soient a et b les couleurs avec lesquelles on forme un indice.

d_a et d_b les déviations mesurées à 1400 V sur l'étoile E.

L'indice considéré sera au sol

$$C_{a-b} = 2{,}5 \log \frac{d_b}{d_a} \cdot$$

Soit x la tension utilisée pour une autre mesure de la même étoile E.

d_a^x et d_b^x les déviations correspondantes (mesurées avec une autre résistance de charge).

On peut écrire

$$d_a^x = d_a \cdot k\,(1 + \varepsilon_a^x)\,,$$

$$d_b^x = d_b \cdot k\,(1 + \varepsilon_b^x)\,.$$

en utilisant pour ε_a^x et ε_b^x les valeurs lues surle graphique $\varepsilon = f\,(\lambda, HT)$ de la figure 4.

k est un coefficient de proportionnalité (tenant compte du changement de résistance et du rapport des tensions d'alimentation). On aura

$$\begin{aligned} C_{a-b}^{\;x} &= 2{,}5 \log \frac{d_b^x}{d_a^x} \\ &= C_{a-b} + 2{,}5 \log \frac{1+\varepsilon_b^x}{1+\varepsilon_a^x} \\ &\cong C_{a-b} + 2{,}5 \log\,(1 + \varepsilon_b^x - \varepsilon_a^x) \\ &\cong C_{a-b} + 1.086\,(\varepsilon_b^x - \varepsilon_a^x)\,. \end{aligned}$$

Pour trouver, avec la tension x, un indice équivalent à C_{a-b}, il faut faire la correction

$$C_{a-b} = C_{a-b}^{x} - 1.086\,(\varepsilon_b^x - \varepsilon_a^x)$$

Exemple: Calculons la correction à faire sur l'indice B-V d'une étoile mesurée à 900 V pour qu'il soit comparable à la mesure de cet indice faite à 1400 V.

$$\varepsilon_B^{900} = 14{,}5 \cdot 10^{-3} \quad \varepsilon_V^{900} = 36{,}5 \cdot 10^{-3}$$

$$C_{B-V} = C_{B-V}^{900} - 0{,}024\,.$$

BIBLIOGRAPHIE

1. Golay, M. (1959). *Orion*, nº 64, p. 573-581.
2. Lallemand, A. (1955), Chap. 7, Tome 1, *Techniques Générales du Laboratoire de Physique*. J. Surugue. CNRS, Paris.
3. Mehltretter, J. P. (1961). *Annales d'Astrophysique*, Tome 24, nº 1, p. 40.

Observatoire de Genève.
Août 1962.