Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

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

Band: 2 (1949)

Artikel: Recherches de photométrie astronomique faites à la station de Pierre-à-Bot en 1947 et 1948

Autor: Saussure, Maxime de

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739765

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: 21.07.2025

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

RECHERCHES DE PHOTOMÉTRIE ASTRONOMIQUE

faites à la station de Pierre-à-Bot en 1947 et 1948

PAR

Maxime de SAUSSURE

(Avec 7 fig.)

535.24 : 522.6

Nous nous référons aux articles précédents relatifs aux recherches effectuées à la station d'astronomie physique de Pierre-à-Bot sur Neuchâtel, dont celui-ci est la suite [1]. Nous renvoyons aussi à l'article résumé sur la station et ses travaux pendant les cinq premières années de son existence [2].

Une réorganisation des recherches a eu lieu en 1947, en vue de les coordonner sur un plan symétrique dans le domaine de la photométrie astronomique. Chacun des trois instruments a été pourvu d'un récepteur propre et affecté à une certaine catégorie d'astres. C'est ainsi que le télescope photographique est employé à la photométrie des étoiles, la lunette visuelle à celle des planètes ou de la Lune, le réflecteur thermique à celle du Soleil. Ce programme ne diffère d'ailleurs qu'en partie de celui précédemment poursuivi à la station; la nouvelle répartition est une trilogie, utilisant au mieux les possibilités de chaque instrument.

Dans chacune des nouvelles sections de recherches, on a choisi un objet d'études convenable et une méthode appropriée. Dans la section de photométrie photographique stellaire, l'étude de champs choisis d'étoiles a été poursuivie en introduisant la méthode des poses successives avec écrans. Dans celle de photométrie visuelle planétaire, c'est l'intensité lumineuse du globe

terrestre, évaluée par la lumière cendrée de la Lune, qui a été mesurée par un photomètre à lampe auxiliaire. Enfin dans le département de photométrie thermique solaire, on a étudié la radiation violette du Soleil par un calorimètre à eau placé au foyer du réflecteur.

Les appareils ont été aménagés principalement en 1947 et les observations furent faites sur ce plan pendant les deux années dont voici le rapport.

A. Photométrie photographique stellaire.

Dans les précédents articles, nous avons exposé les résultats obtenus par des méthodes dites simultanées, c'est-à-dire ne demandant qu'une pose: c'étaient notre méthode à réflexion, notre méthode du filtre à gouttes, ainsi que celle de l'écran mat. L'avantage principal de ces procédés est de supprimer l'effet de variations de la transparence atmosphérique.

Pour compléter cette analyse de méthodes, nous avons nouvellement introduit, avec le télescope photographique, le procédé classique des poses successives à pleine ouverture et à travers des écrans affaiblissant la lumière dans des proportions connues [3]. Cette méthode exige plusieurs poses consécutives, mais elle a d'autre part l'avantage d'être très simple en elle-même et de donner plusieurs images du champ stellaire réglées à des intensités quelconques. Il faut prendre cependant certaines précautions, non nécessaires chez les procédés simultanés: 1° il est recommandable (et même nécessaire dans des nuits qui ne sont pas de toute première qualité) de contrôler la constance de l'absorption atmosphérique par une photographie indépendante; 2° d'employer un télescope à rapport d'ouverture modéré, afin de réduire le voile de la plaque jusqu'à être en général négligeable, tout en conservant les intensités des étoiles. Sans être aussi rigoureuse que nos méthodes simultanées, celle à poses successives est susceptible, avec les précautions mentionnées, de fournir de bons résultats aussi.

D'une façon générale, nous avons conservé un écran mat devant la plaque photographique, situé à peu de distance de celle-ci; cet écran répartit la lumière de chaque étoile sur une

petite surface et favorise ainsi, bien qu'aux dépens de la luminosité, les mesures photométriques.

Nous avons travaillé sur des *champs choisis d'étoiles* et avons commencé, dès janvier 1947, de faire des poses pleines et affaiblies de 1 et 2 magnitudes par des diaphragmes circulaires, sur les Pléiades puis la Coma Berenices. Les conditions atmosphériques furent peu favorables ces premiers mois, et d'ailleurs le miroir du télescope a dû être réargenté. Pendant ce temps, on a fait construire un dispositif tournant de diaphragmes pouvant être rapidement placés alternativement devant le miroir (fig. 1). D'abord ceux-ci ont porté des diaphragmes circulaires réduisant de 0,75 et 1,5 et 2,25 magn., avec lesquels on a pris des photos des Pléiades en septembre et octobre 1947. Puis les diaphragmes furent remplacés par des écrans à mailles, conservés depuis, qui ont diverses grosseur et structure. A part un obturateur opaque, il y a l'écran grossier (G), l'écran fin (F), l'écran fantaisie (Fa), et celui à double tulle (2 Fa). L'ouverture pleine est indiquée par (O). On a surtout photographié avec (O), (G) et (Fa). L'écran (F) donne des images stellaires légèrement quadrillées dues à la diffraction, ce qui ne se produit pas pour les autres; celui dénommé (Fa) a des mailles de forme un peu spéciale, d'où son appellation; enfin le (2 Fa) affaiblit notamment plus que les autres.

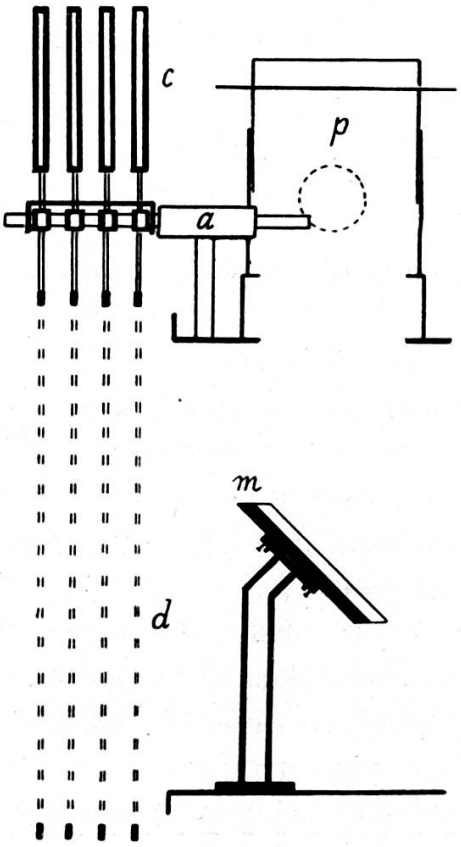

Fig. 1.

Diaphragmes tournants devant le télescope photographique.
d, diaphragmes; *c*, contrepoids; *a*, axe; *m*, petit miroir; *p*, porte-plaques et porte-oculaire latéral.

En même temps, on a installé dans l'oculaire un réticule spécial à cinq fils, permettant de faire rapidement des poses juxtaposées, en laissant glisser entre les poses (avec interposition de l'obturateur) l'étoile-guide d'un fil au suivant. Ces fils sont enduits de matière phosphorescente visible la nuit, permettant de viser entre leurs pointes l'étoile-guide.

Certaines nuits où cela semblait indiqué, un petit appareil fixe enregistrait des traits d'étoiles pendant les poses effectuées au télescope, afin de contrôler la transparence atmosphérique.

Les poses par écrans à mailles ont débuté en décembre 1947 par deux images des Pléiades, puis ont été continuées régulièrement l'année suivante. On a pris de janvier à mars 1948 dix clichés des Pléiades et six de Praesepe, en mai et juin cinq de Coma, de juin à septembre dix diverses photos des amas χ-h Persei, près β Ophiuchi, R Scuti et notamment du groupe autour de 4 et 5 Vulpeculae; enfin trois clichés des Pléiades en septembre et novembre et deux des Hyades en décembre 1948. Les plaques ont été des Lumichrome (ortho) et des Gevaert Panchro.

Cinq de ces régions ont été retenues, et les clichés suivants ont été mesurés:

Cliché	Amas	Ecrans	Plaque	Date	Exp. chacun
DB 8, 9	Pléiades	O Fa 2Fa	Lum.	14.12.1947	2 et 4 min.
13	Praesepe	O G F	»	15. 2.1948	2 et 4
20, 21	Pléiades	O G Fa, F	»	5. 3.	3
24, 25	Pléiades	O G Fa	»	11. 3.	5
26, 27	Coma	O G Fa	»	31. 5.	5
38, 39	Vulpecula	O G Fa	»	8. 9.	5
41	Vulpecula	O G Fa	»	27. 9.	10
42, 43	Pléiades	O G Fa	Gev.	25.11.	10
DB 44	Hyades	O G Fa	»	30.12.1948	10

Les plaques DB 24 et 25, prises apparemment en de très bonnes conditions, sont spéciales. Elles ont permis de mesurer plus d'étoiles que les autres. Le cliché DB 24 est reproduit ici (fig. 2).

Les mesures ont été faites au microscope déjà utilisé en 1943 et 1946. On a déterminé comme la dernière fois le diamètre

maximum des taches stellaires, e^{max}; mais en outre la diamètre de la partie centrale des taches, e^{cen}. On a utilisé un verre orangé pour augmenter un peu le contraste, car les mesures sont un peu difficiles par suite du dégradé en direction radiale. Une séquence de comparaison, comme celle prise pour la mesure des clichés par la méthode du filtre à gouttes serait plus pra-

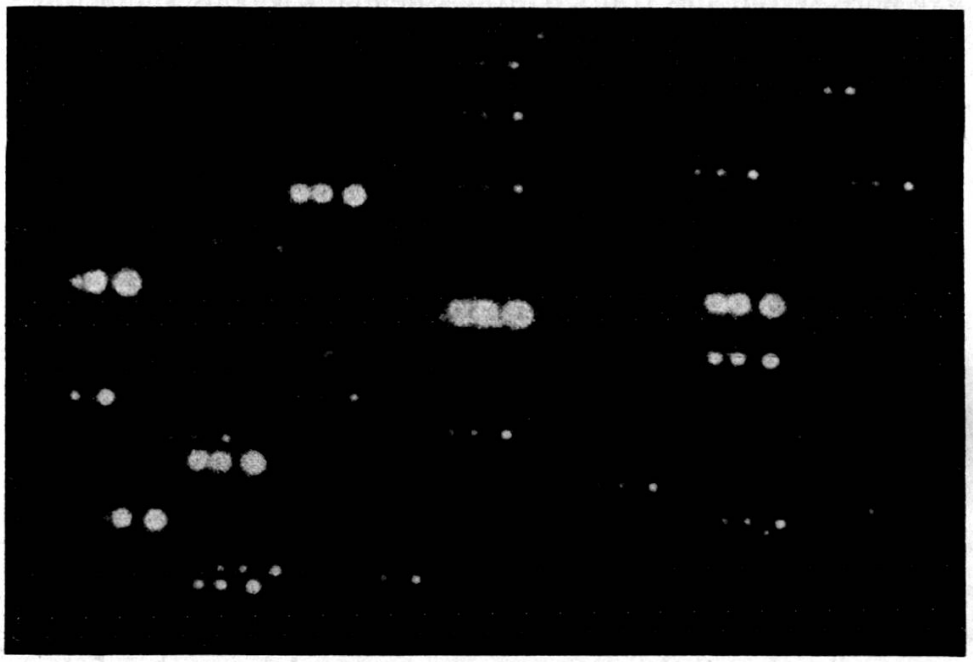

Fig. 2.

Cliché des Pléiades pris le 11 mars 1948. Images à pleine ouverture et à travers les écrans G et Fa. Ecran mat diffusant devant la plaque. (Des images secondaires de trois étoiles à droite sont affaiblies ou supprimées par le bord du champ.)

tique; mais cette séquence manquait actuellement. On a mis les diamètres, exprimés en unités de l'échelle (= 0,054 mm), en regard des magnitudes connues des étoiles. Ces magnitudes sont tirées des nouvelles déterminations graphiques d'Harvard [4], désignées ici par HOM, pour les Pléiades, qu'on pourra comparer à celles précédemment utilisées de Graff; pour les régions Hyades, Praesepe, Vulpecula on a aussi utilisé les Mimeograms, tandis que pour Coma située en dehors de la zone que nous possédons, la Revised Harvard Photometry [5], désignée ici par RHP, a fourni le nécessaire.

On a cherché à déterminer les constantes d'affaiblissement pour chaque écran à mailles. Les écrans G et Fa sont les plus employés et les mieux déterminés. Sous chaque désignation d'écran le premier chiffre donne e^{cen}, le deuxième e^{max}. Un point après le chiffre veut dire qu'il faut ajouter 0,5. Les nombres entre parenthèses sont incertains. Les étoiles brillantes sont mesurées deux fois dans deux directions perpendiculaires, dont on a pris la moyenne.

TABLEAU 1 *(fin)*.

Etoile	Magn.	Praesepe, DB13			
HD	HOM	O		G	F
73731	6,32	6	10.	8	8
73666	6,68	6	10	7.	8
73712	6,70	6	9	6	(5)
73819	6,75	6	9	5	5
73785	7,01	4	9	6	5
73575	7,13	5	9	7	6
73665	7,30	5	7	(4)	(4)
73710	7,38 [1]	6	8	(5)	
73711	7,48		(6)		
73598	7,65		8		
73449	7,67		6		
73576	8,02		(7)		

On a représenté graphiquement ces mesures, séparément pour chaque plaque; chaque écran donne une courbe, tirée au mieux; la différence des ordonnées correspondant à une même abcisse, pour diverses courbes, donne la différence de magnitude correspondant aux divers écrans. Si on compare les courbes des divers écrans avec celle représentant les observations à pleine ouverture, on a les nombres cherchés donnant l'affaiblissement par chaque écran.

D'une façon générale, les e^{max} ont fourni de meilleures courbes que les e^{cen}. Ces dernières, bien qu'assez parallèles entre elles, tendent à être plus inclinées que les premières. Les

[1] double = B. D. + 20° 2166, m = 7,3.
Comp. 2165, m = 8,5.

TABLEAU 1.

Etoile	Magn.	Pléiades, DB20			Pléiades, 21			Pléiades, 24			Pléiades, 25			Pléiades, 42			Pléiades, 43		
	HOM	O	G	Fa	O	G	Fa	O	G	Fa	O	G	Fa	O	G	Fa	O	G	Fa
η	2,89	13. 34.	11 31	10 28	15. 29	11. 23	10 22.	20 32.	16. 27	16 26	17. 33	14. 28	14. 26	12 28	9. 22.	8 22	13 30.	11 23	9 22
f	3,56	12 26.	8 23	6. 21.	11. 22	10 17	8. 17	17 28	13 23.	10. 22	15 27.	13 23.	12 23	9 26.	6. 19.	5 18.	11 26.	9 20	7. 17.
b	3,57	10. 27	6 24		11. 22	8. 19.		15 27.	12 23		15 26.	12 23		9 25	6 17	5. 16.	9 24.	7 17	7 17
c	3,85	10. 26.	6 19.	6 18	11 22.	9 18.	6 14.	13. 25.	11. 21.	11 21	14 25	11. 20.	11 21	8 21	7 18	7 17	9 23	8 19	5. 16.
d	4,20	8. 26.	6 21.	5 19	11. 21.	8 17	7. 16	13. 24	11 20.	10. 20.	13. 23.	10. 19	9 19	8 21	6. 16.	6 13.	9. 24	7. 17.	6 14.
e	4,21	7. 24.	7 18		9. 18	7. 14.		12. 25	11 20		13 21.	9. 18	•				10 22	6 16	
h	4,84	4 18	5. 15.	2. 14	7. 14.	5. 10	5 9	10. 19	8. 15.	8 15	10. 16.	9 14.	7 12.	3. 15	10	8	8 11.	9	9
g	5,47				7 12.			8. 16			9 16.						6 13		
k	5,68	3 14.	2 10	9	5. 11.	5	(4)	8. 16.	5 13	4 11	6. 13.	5 10.	4 9.	5 12	4 8	6	13.	(8)	(8)
l	6,23	3 13	7		(3) 8.			6 13	4 9	3 7	6 12	(3) 8	(3) 7				9.		
34	6,26	8			6			4 10	8		4 10	9		3 9	5		8		
32	6,46							5 13	8	7	5 11	9	6						
12	6,64	12			8			7 11	8	7	5 11	6	6				7		
24	6,81	12			7			5 13	3 8	3 8	4 9	7	6	9			8		
—	6,87	11			4 9			7 11	2 7	7	5 10	(8)	(7)	8			8		
38	6,91				7			5 11	7	7	4 12	8	7	7			7		
22	6,98	8			6			4 11	7	5	4 10	(6)	(6)	6			7		
29	7,00	10			7			7 12	7	7	5 10	7	6	7			8		
19	7,14	7			7			6 10			4 10	(8)	(7)				9		
—	7,27							8			8								
10	7,39							9			9								
17	7,41							8	(7)	(6)	9								
23	8,09							7			7								

TABLEAU 1 *(suite)*.

Etoile	Magn.	Coma, DB26			Coma, 27		
HR	RHP	O	G	Fa	O	G	Fa
4707	4,78	10 22	7. 18	7. 14.	11 20	8. 16.	6. 16
4717	5,10	9. 20	8 17	8 14.	9. 19	8 15	7. 14
4719	6,31	7 13	10	9	5 14	9	(8)
DM 2343	6,65	8 12	9	(7)	5 12	8	(7)

HD	HOM	Vulpecula, DB38			Vulpecula, 39			Vulpec., 41	
		O	G	Fa	O	G	Fa	O	G
182919	5,62	8. 18.	6. 13	6 11.	8 17	6 12	6 10	7 16	5. 10
182761	6,00	5. 13.	(4) 9.	7	6. 12.	5 8	6.	6 12.	3. 7.
182762	6,00	6. 15	5. 10.	5. 9.	6. 15	5. 10	5 9.	6 13.	4. 8.
182422	6,20							6 10.	
182972	6,30	6 11	(6)	(5)	5 12	8	7	5 10	(6)
183261	6,40	6 10	(6)		5 9			5 7	
182620	7,14	5 8			8			5 7	
182955	7,28	5 10	6	(4)	6 10	6	5	5 9	(5)

HD	HOM	Hyades, DB44		
		O	G	Fa
28319	3,79	12. 25	10. 22	9 21
28307	4,92	10 20	9 17	9 15
28527	4,96	6 16	11	9
28052	5,01	8 18	7 13	5 12
28292	5,87	6 14	9	7
28546	5,90	7 14	8	6
28485	6,02	6 10	6	5

HD 182955 a deux compagnons de 9,5 mag. d'après BONNER, *Durchmusterung*.

Pléiades, DB20, 21			Pléiades, 8			Pléiades, 9		
Etoile	F	F	O	Fa	2Fa	O	Fa	2Fa
z	9 31	10. 23	12. 26.	11 20.	4. 12	12 27.	11 25	
f	7 24	8 17	11 22	8 17	6	11 22.	8 19	4 13
b			10. 21	8. 17.	7.	9. 24	9. 22	
c						8 20.	7 19	10
d	2 22	7 14.	9. 18.	7. 14	(7.)	8 22	6 20	9
e			9 17	7 13				
h	3 16	4. 8	8 14	7 11		8 16.	4. 14	
g								
k	10		7 13	5 10		8 15	9 10.	
l			6 10	7		(3) 13	8	
34						12	10	
32			8			6 15	8	
12			9			(5) 11	8	
24			9			6 11	7	
—			7			6 11	8	
38								
22			7			6 11	6	
29								
19			8			5 11	8	

HD = désignation dans HOM.

HR, DM = désignation dans RHP.

Pléiades ont donné les résultats les plus complets; seulement pour elles les diamètres centraux ont été considérés à côté des diamètres maxima.

Voici quelques-unes des courbes obtenues (fig. 3). Les points désignent les observations à pleine ouverture, les cercles celles avec l'écran G, les croix celles avec l'écran Fa. Les courbes correspondant aux e^{max} sont à droite, celle des e^{cen} à gauche; dans chacun de ces groupes la courbe inférieure correspond à l'ouverture pleine, la moyenne à l'écran G et la supérieure à l'écran Fa. Le pointillé sépare les groupes là où il pourrait y avoir confusion.

Des diverses plaques on a tiré les valeurs suivantes des différences O-G et O-Fa. On a formé la moyenne des groupes: Pléiades, e^{max}; Pléiades, e^{cen} autres amas, e^{max}. Enfin la moyenne générale, en attribuant aux groupes précédents les poids indiqués (tableau 2).

TABLEAU 2.

Constantes des écrans.

Plaque	e^{max} O-G	e^{max} O-Fa	e^{cen} O-G	e^{cen} O-Fa	Plaque	e^{max} O-G	e^{max} O-Fa
DB 20	$0^m,92$	$1^m,22$	$0^m,65$	$0^m,85$	DB 26	$0^m,60$	$0^m,95$
21	0 ,75	1 ,02	0 ,85	1 ,15	27	0 ,88	1 ,10
42	1 ,02	1 ,29	0 ,60	0 ,60	44	0 ,70	0 ,90
43	1 ,00	1 ,20	0 ,70	1 ,10	13	0 ,80	0 ,80
8	—	0 ,93	—	0 ,88	38	0 ,90	1 ,20
9	—	0 ,91	—	0 ,65	39	0 ,75	0 ,90
24	0 ,85	1 ,12	0 ,68	0 ,96	41	0 ,85	—
25	0 ,72	0 ,96	0 ,74	0 ,96			
Moyenne de groupe	$0^m,87$	$1^m,08$	$0^m,70$	$0^m,89$		$0^m,78$	$0^m,98$
Poids	3		1			2	
Moyenne générale	O-G = $0^m,81 \pm 0^m,08$; O-Fa = $1^m,02 \pm 0^m,10$						

Les différences O-F et O-2Fa ne reposent que sur un petit nombre de mesures, non détaillées ici. Nous avons tiré les nombres approximatifs pour ces écrans, comme suit:

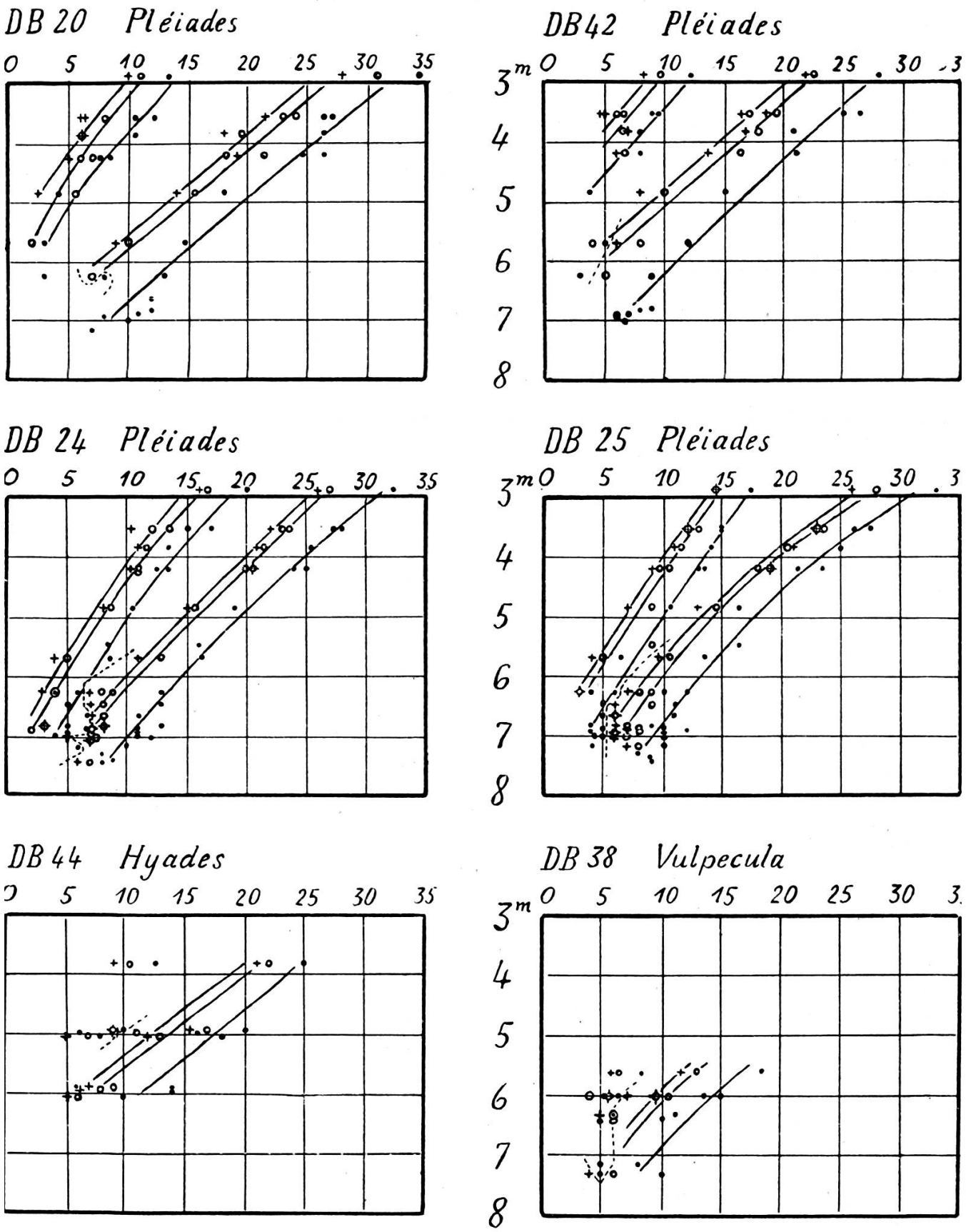

Fig. 3.

Application de la méthode des écrans. Détermination des constantes d'affaiblissement.

Autres écrans, valeurs approximatives :

$$O\text{-}F = 0^m,91 \; ; \qquad O\text{-}2Fa = 2^m,89.$$

L'erreur probable de quelques plaques individuelles est la suivante :

	e^{max}			e^{cen}		
	O	G	Fa	O	G	Fa
DB 20	$\pm$ 0m,24	0m,16	0m,13	$\pm$ 0m,16	0m,24	0m,12
21	0 ,20	0 ,17	0 ,13	0 ,14	0 ,14	0 ,20
24	0 ,15	0 ,16	0 ,20	0 ,24	0 ,08	0 ,26
25	0 ,18	0 ,16	0 ,20	0 ,15	0 ,12	0 ,22

valeurs que l'on peut comparer à celles des méthodes étudiées antérieurement par nous.

Discussion. — Ces erreurs probables, données par les poses successives et variant de $0^m,08$ à $0^m,26$, sont dans l'ensemble supérieures à celles obtenues par la méthode simultanée du filtre à gouttes ($0^m,07$ à $0^m,13$). Elles dépassent également celles de la méthode de l'écran mat ($0^m,06$ à $0^m,16$).

L'erreur probable des constantes également, est plutôt supérieure à celle avec laquelle les constantes du filtre à gouttes furent déterminées ($0^m,03$ à $0^m,08$).

Quand on remarque que la mesure des clichés au filtre à gouttes a été faite par une séquence d'images artificielles, et celle des photos à l'écran mat par des diamètres déterminés au microscope, sans grande différence de précision; que les images à poses successives ont été mesurées par les mêmes procédés que ceux à l'écran mat, et que dans les nouvelles observations on a même mesuré deux sortes de diamètres différents, on serait conduit à conclure que les méthodes simultanées ou à pose unique sont plus précises.

Cela tendrait à confirmer ce que nous exprimions dans notre leçon inaugurale [6]. Les poses successives sont plus onéreuses et moins précises; lorsqu'on peut s'en contenter, elles constituent une méthode simple. L'exactitude des méthodes à pose unique vient certainement de ce que les images sont obtenues dans des conditions identiques.

En ce qui concerne la méthode à réflexion, simultanée elle aussi, la comparaison est moins aisée, parce que les essais avaient été faits alors sans écran mat diffusant. Aussi là, cependant, les erreurs probables ($0^m,12$ à $0^m,19$) restent en dessous des limites atteintes par celles à poses successives.

B. Photométrie visuelle planétaire.

Le réfracteur visuel de la station possédait depuis quelques années un aménagement destiné à un photomètre du type

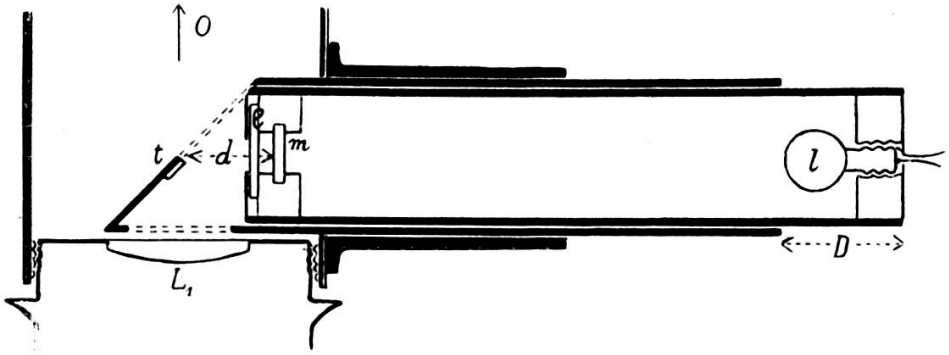

Fig. 4.

Le photomètre visuel planétaire.
l, lampe; *t*, tache claire; *m*, écran diffusant; *e*, filtre bleu; D, distance mesurée; *d*, distance de la table claire à l'écran diffusant; L, première lentille de l'oculaire terrestre; O, direction de l'objectif.

Zöllner, consistant en un tube latéral disposé près de l'oculaire pour contenir une étoile artificielle et des lentilles formant son image après réflexion sur une glace à 45°, sur l'axe optique. Pour l'adapter à la photométrie d'objets étendus, on a disposé à la place de la glace réfléchissante, un écran mat opaque à 45° également et couvrant une moitié du champ; cet écran est teint en noir à l'exception d'une tache claire contiguë à l'axe. Cette plage claire est éclairée de côté par une lampe quasi ponctuelle avec intermédiaire d'un écran diffusant et d'un filtre coloré bleu diaphragmés, le tout à une distance variable et réglable de ladite plage (fig. 4).

On pose l'intensité de la plage claire proportionnelle à sa distance de l'écran diffusant, qui agit sur lui comme source éclairante, c'est-à-dire

$$\frac{i}{i_1} = \frac{d_1^2}{d^2}$$

où $i_1 = 1$ pour d_1, qui correspond sensiblement à la plus petite distance utilisée (11,5 mm). On mesure la longueur D dont sort le tube portant la lampe, de celui fixé à la lunette, et on a $d = D - 2{,}5$ mm. Le courant de la lampe est fourni par une pile (P), dont le voltage est contrôlé par un voltmètre (V) tenu constant par un rhéostat (R). La tension pour les observations ici décrites est 1,2 volt.

Avec cet arrangement, on peut mesurer la brillance d'un objet céleste par comparaison avec celle de la plage claire qui peut être réglée à volonté. Nous avons entrepris des mesures visuelles de la *lumière cendrée lunaire*, plus exactement d'un petit morceau déterminé de celle-ci, ce qui rend l'observation comparable à celle d'une planète [1]. On sait que l'intensité de la lumière cendrée fournit des indications sur le pouvoir réflecteur du globe terrestre.

La variation de d n'est pas assez grande dans notre appareil, ni l'intensité de l'écran assez considérable, pour effectuer des comparaisons directes de la lumière cendrée à la partie éclairée de la Lune. Mais on peut facilement égaliser la plage claire de notre photomètre alternativement avec un morceau de la lumière cendrée au bord de la Lune et avec le fond du ciel contigu. La teinte bleuâtre de ces objets est imitée par le filtre bleu interposé devant l'écran diffusant.

Si l'on fait ainsi les comparaisons, on a l'avantage d'une faible différence de luminosité à mesurer. D'un autre côté, il faut réduire la mesure à ce qu'elle serait en l'absence d'illumination par le croissant lunaire et le crépuscule éventuel, c'est-à-dire ramener au fond noir du ciel; en outre, corriger de

[1] Des mesures photographiques de la lumière cendrée ont été faites à la station en 1943 et 1944, voir rapports précédents.

l'extinction atmosphérique en combinant les chiffres trouvés à différentes hauteurs sur l'horizon.

Egalisant la luminosité J_l de la Lune, respectivement du fond du ciel J_f, avec celle de la tache claire i_l, i_f, on a

$$J_l = i_l = \frac{d_1^2}{d_l^2} \qquad (i_1 = 1)$$
$$J_f = i_f = \frac{d_1^2}{d_f^2} \tag{1}$$

La luminosité de la Lune sur fond sombre est

$$J_l = J_f = d_1^2 \left(\frac{1}{d_l^2} - \frac{1}{d_f^2}\right) = J_z \tag{2}$$

à la distance zénithale z. La brillance vraie J, corrigée de l'extinction, est donnée par

$$\log J = \log J_z - \sec z \log a \tag{3}$$

si z ne dépasse pas 80° environ, a étant le coefficient de transmission vertical de l'atmosphère. Combinant deux observations faites à des distances zénithales z et z', il vient

$$\log J_z = \log J + \sec z \log a$$
$$\log J_{z'} = \log J + \sec z' \log a$$

d'où on tire

$$\log a = \frac{\log J_{z'} - \log J_z}{\sec z' - \sec z}$$

et on a $\log J$ par l'équation (3).

Si on corrige encore ces intensités vraies de la variation de distance δ de la Lune relativement à sa distance moyenne δ_0, et si on les rapporte en fonction de l'angle p de la Lune au Soleil, on peut comparer les illuminations du morceau envisagé de la Lune par le globe terrestre, c'est-à-dire obtenir des *intensités relatives de la Terre* vue à divers angles de phase.

En dehors de l'angle de phase, divers facteurs peuvent influencer ces intensités: état météorologique du côté visible

de la Terre, propriétés de certaines couches de son atmosphère, etc. [7].

L'appareil utilisé a été mis au point en 1947. Les observations faites en 1948 sont données au tableau 3. Les régions choisies

TABLEAU 3.

Observations du soir.

Date	Heure	p	δ	h_l	h_s	d_f		d_l		J	J_{mr}
1948	h		$\delta_0 = 1$			O	E	O	E		
Avril 12	20.40	39°,3	0,993	20°,2	— 14°,4		91,0	21,5	19,4	0,51	
	20.50	Age		18°,5		93,8					
	20.55	+ 3^d,3		17°,8			93,2	18,2	20,1	0,50	
	21.05			16°,0		93,2					0,52
	21.15			14°,5			97,0	23,2	21,3	0,50	
	21.25			13°,0		100,2					
	21.40			10°,3	— 22°,6		(103,0)	(21,8)	(23,0)	0,57	
Avril 13	21.45	52°,9	0,984	21°,4	— 24°,4		41,5	19,2	20,0	0,216	
	21.50	Age		20°,3		43,5					
	22.00	+ 4^d,3		18°,4			43,5	21,2	20,0	0,217	
	22.10			16°,3		44,5					0,209
	22.15			15°,5			46,6	18,2	20,0	0,217	
	22.23			14°,0		49,5					
	22.35			13°,2	— 28°,4		49,6	21,8	20,0	0,214	
Avril 14	22.35	65°,8	0,973	23°,5	— 28°,2		44,0	25,2	25,2	0,092	
	22.45	Age		21°,8		42,2					
	22.55	+ 5^d,3		20°,2			37.3	26,2	26,2	0,060	
	23.05			18°,5		32,2					0,070
	23.15			17°,0			33,8	24,8	24,8	0,056	
	23.23			15°,7		34,2					
	23.35			13°,9	— 32°,4		31,5	20,8	20,8	0,086	
Juin 10	21.45	44°,5	0,950	17°,4	— 10°,7		47,5	21,5	21,5	0,135	
	21.55	Age		15°,5		46,5					0,123
	22.05	+ 3^d,3		14°,0			45,0	20,2	20,2	0,136	
	22.15			12°,5		42,8					
	22.25			11°,0			—	(20,2)	—		
	22.32			9°,9	— 15°,1	(20,2)					

$d^3 = 11{,}5$ mm
$\varphi = 1{,}2 \pm 0{,}1$ volt

TABLEAU 3 *(suite).*

Observations du matin.

Date	Heure	p	δ	h_l	h_s	d_f		d_l		J	J_{mr}
1948	h		$\delta_0 = 1$			O	E	O	E		
Août 1	2.25	56°,7	0,970	16°,2	— 20°,8		30,5	17,5	15,8	0,58	
	2.30	Age		17°,0		28,5					
	2.37	— 4^d,1		18°,2			25,5	12,5	13,8	0,71	
	2.45			19°,6		22,8					0,57
	2.52			20°,8			20,0	13,2	13,0	0,63	
	3.00			22°,3		18,5					
	3.05			23°,1	— 17°,4		17,0	12,8	12,8	0,47	
Août 31	3.00	48°,2	0,943	15°,3	— 25°,5		33,8	21,2	20,0	1,10	
	3.10	Age		17°,0		27,8					
	3.17	— 3^d,4		18°,1			23,5	14,5	16,0	1,11	1,09
	3.25			19°,5		18,8					
	3.40			21°,7	— 20°,7		12,5	14,8	13,8	—	
Sept. 1	4.15	34°,4	0,934	15°,7	— 16°,0		38,5	13,2	13,0	0,64	
	4.23	Age		16°,6		35,8					
	4.30	— 2^d,3		17°,8			31,0	11,2	11,5	0,80	0,64
	4.32			18°,6		27,8					
	4.40			20°,0			24,5	12,2	11,5	0,72	
	4.43			20°,3	— 11°,8	24,8					
Sept. 29	3.42	51°,2	0,934	30°,4	— 28°,0		19,0	13,8	14,2	0,82	
	3.47	Age		31°,4		19,8					
	3.52	— 3^d,6		32°,0			21,0	15,5	15,0	0,75	0,70
	3.55			32°,6		23,8					
	4.00			33°,5			23,0	14,2	15,0	0,83	
	4.05			34°,3	— 24°,4	22,8					

de la Lune ont été: le soir, région à l'est de Mare Humorum; le matin, celle située au sud-ouest de Mare Fecunditatis; les deux parties sont continentales, se trouvent près du bord et sont de ce fait bien comparables au fond du ciel contigu. On a noté: date, heure, âge de la Lune; tension de la lampe (v); lectures D_f pour le fond du ciel, D_l pour la lumière cendrée, d'où d_f *et* d_l. Les observations des deux sortes ont été faites alternativement, chacune en général plusieurs fois.

Les valeurs observées d_f et d_l (O) ont été adoucies (E); les valeurs d_f ont été interpolées de façon à avoir des nombres dont

les temps s'accordent avec ceux de d_l. On a ensuite calculé les hauteurs de la Lune, h_l, et aussi les dépressions du Soleil, h_s. Puis on a calculé les J_z; et, combinant des observations deux à deux, les différences $\Delta \log J_z$ et $\Delta \sec z$, d'où on a tiré a, dont on a pris une moyenne pour chaque jour d'observation. Enfin, pour chaque z on a déduit une valeur de J; et les nombres finaux J_{mr} représentent les luminosités moyennes de l'élément considéré de la Lune, ramenées à la distance δ_0.

Dans le tableau 3, on donne les principales de ces valeurs, auxquelles on a ajouté l'angle p et la distance δ, rapportée à δ_0 comme unité.

Les luminosités J_{mr} exprimées en l'unité arbitraire spécifiée précédemment ($i_1 = 1$ pour $d_1 = 11{,}5$ mm), sont corrigées de l'illumination du fond du ciel et de l'extinction atmosphérique. On est obligé d'observer une certaine tolérance dans les résultats, par suite de la complexité du problème, de l'incertitude qui règne toujours sur les observations à faible hauteur sur l'horizon, ainsi que de l'exactitude limitée de notre appareil. C'est ainsi que le coefficient de transmission vertical de l'atmosphère, qui est voisin de 0,85 normalement, contient parfois une incertitude de l'ordre de 20%. Cependant les luminosités ne dépassent en général pas cette marge, relativement à leur moyenne, et cela voudrait dire qu'elles seraient déterminées à un quart de magnitude près environ.

Si on représente les valeurs de J_{mr} en fonction de l'angle de phase, on trouve, pour certaines observations du moins, une dépendance raisonnable de cet angle (fig. 5). Pour les observations du soir en avril, la lumière cendrée décroît régulièrement avec la phase croissante. L'observation de juin, en défaut de luminosité, est faite en des conditions médiocres. Quant aux observations du matin, faites généralement dans de bonnes conditions, on constate aussi, symétriquement, une augmentation avec la phase décroissante aux dates des 1er août et 29 septembre; cette allure, prolongée, concorde assez bien avec la moyenne des autres observations, dont l'une serait en défaut, l'autre en excès de luminosité. En général, on constate une plus forte luminosité dans les observations du matin que dans celles du soir. Ceci pourrait s'interpréter — en moyenne

et abstraction faite des variations météorologiques — par le fait que la Terre tournait le matin vers la Lune un hémisphère plus continental (bloc asiatique avec la moitié de l'Afrique et de l'Australie) que le soir (les Amériques avec la moitié du Pacifique et de l'Atlantique).

Discussion. — Notre méthode pour l'observation de la lumière cendrée compare deux plages peu différentes (l. c. et

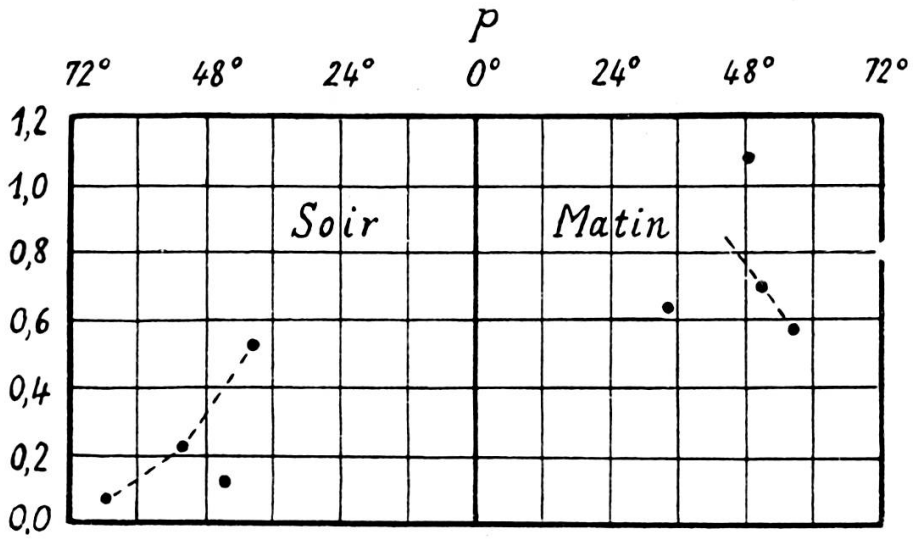

Fig. 5.

Intensité de la lumière cendrée lunaire, en fonction de l'angle de phase p.

fond du ciel avoisinant); elle évite le rattachement au croissant très brillant. Par l'élimination du fond et de l'extinction, elle donne des valeurs extra-terrestres, comparables directement au pouvoir de réflexion de la Terre. Evidemment le fond du ciel est variable, mais on en tient compte; d'autre part l'extinction varie rapidement aux faibles hauteurs, ce qui favorise sa détermination, mais il faut que le ciel soit bien pur. A condition de prendre ces précautions, il semble possible de mesurer les variations de la lumière cendrée avec la phase et éventuellement de déceler des variations d'une certaine importance dans l'albedo de la Terre.

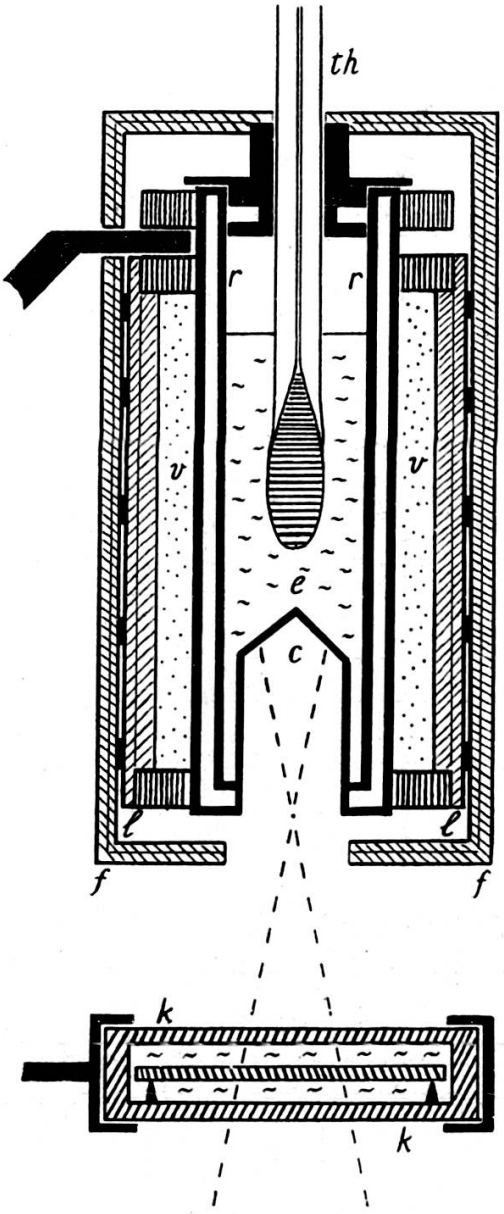

Fig. 6.

Le nouveau récepteur du réflecteur thermique.

r, récipient en laiton; *c*, cavité noircie; *l*, *v*, *f*, diverses protections respectivement en liège, laine de verre et carton feutré; *th*, thermomètre de précision; *e*, eau; *k*, cuve de verre contenant le filtre coloré immergé dans l'eau.

C. Photométrie thermique solaire.

Le réflecteur thermique établi les années précédentes a été pourvu d'un nouveau récepteur. Ce dernier est construit de façon à absorber autant que possible tout le flux réfléchi par le miroir; pour cela il a été pourvu à sa partie inférieure d'une cavité noircie intérieurement, pont la paroi pénètre dans un récipient cylindrique à double paroi contenant l'eau à chauffer. Dans celle-ci s'immerge un thermomètre, qui passe à travers un couvercle servant à dégager le récipient. Ce dernier est construit en laiton; à ses deux bouts deux anneaux portent une gangue de liège avec interposition de laine de verre, pour protéger contre les pertes de chaleur. Le thermomètre est lisible de 10° à 30° et gradué en dixièmes de degré. Le tout se place et s'enlève facilement sur la tige portatrice du réflecteur (fig. 6).

Avec cet appareil on a entrepris la mesure de la *radiation solaire violette*; c'est celle qui semble présenter des variations

sensibles (de l'ordre de 15% dans le proche ultra-violet [8], tandis que dans les grandes longueurs d'onde il ne paraît pas avoir de variations dépassant l'ordre de 1%. Un filtre (Schott BG 12) transmet une partie de l'ultra-violet, le violet surtout et le bleu (fig. 7); il est placé en avant du récipient. A cause de la forte absorption calorifique de ce verre, qui le ferait se briser en un court moment par la chaleur solaire, on a placé ce filtre dans une cuve de verre borosilicate, plane-parallèle et remplie

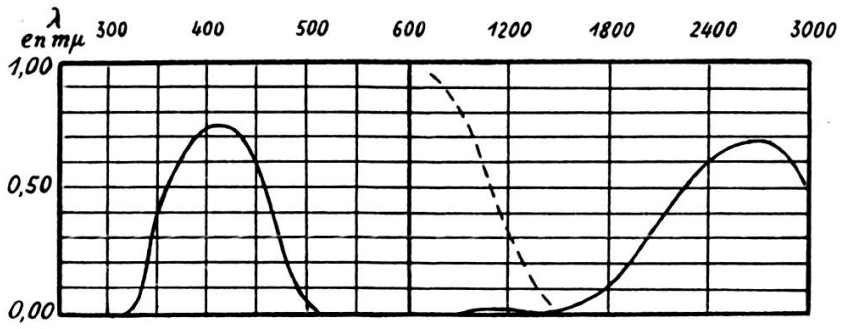

Fig. 7.

Courbe de transmission du filtre BG12 à l'épaisseur 2 mm (trait plein) et de l'eau à l'épaisseur 10 mm (trait coupé). La transmission infra-rouge est pratiquement supprimée.

d'eau. L'absorption infra-rouge de l'eau sous l'épaisseur de 1 cm supprime la transmission à grande longueur d'onde du filtre violet. L'appareil supporte ainsi 5 à 10 minutes d'insolation sans danger.

Nous avons fait, à diverses hauteurs du Soleil, des mesures de l'élévation de température en différents intervalles de temps, le plus souvent 5 minutes. En outre, nous avons utilisé parfois un diaphragme (D), qui affaiblit le flux de 36% et permet de faire un calibrage des mesures, en observant alternativement avec et sans diaphragme. Nous référant à l'équation (1) du précédent rapport (p. 248), en négligeant la perte de chaleur P, le rapport de deux lectures J et J' est égal au rapport des élévations de température correspondantes $T - T_0$ et $T' - T_0$. Il n'y a donc en principe pas besoin de connaître le pouvoir

TABLEAU 4.

Observations en 1947 (Extrait).

$W = 20$ cm³.

Start		To	ΔT 2½	5	7½	10 min.	V	A
Juill. 19	10,5 h.	23,3°	1,1°	2,3°	3,2°	4,1°	1	
	11,5	28,4	1,2	2,1	3,0	3,6	1,5	23°
Juill. 23	9,5 h.	25,2°	1,2°	2,3°	3,4°	4,3°	1	
	10,8	29,0	1,2	2,2	3,0	3,8	1	
	12,0	30,0	1,1	2,0	3,0	3,9	1	25°
Juill. 25	12,0 h.	30,2°	1,4°	2,6°	3,6°	4,6°	1	
	14,0	31,5	1,5	2,5	3,4	3,9	1	
	15,0	32,6	1,2	2,2	2,8	3,7	1,5	29°
Juill. 30	10,0 h.	27,9°	1,3°	2,6°	3,6°	4,5°	1	
	11,0	30,3	1,1	2,4	3,5	4,5	1	
	12,0	32,0	1,0	2,0	2,6	3,3	1	32°

Start		T_0	ΔT 5 min.	D	V	E	A
Oct. 1	9,2 h.	11,40°	1,00°	—	2	w	
	9,5	12,40	1,00	D	2½		
	10,2	11,80	1,80	—	1½		
	10,5	13,80	1,20	D	1½		
	11,2	13,80	1,75	—	1½	m	
	11,5	15,50	1,00	D	1½		14°,5
Oct. 2	9,3 h.	11,90°	1,40°	—	2	n	
	9,5	13,30	0,95	D	1½		
	10,3	13,00	1,65	—	1		
	10,5	14,65	1,15	D	1	w	
	11,2	14,40	1,75	—	1½	m	
	11,5	16,10	1,30	D	1½	a	16°
Oct. 4	9,2 h.	11,55°	1,30°	—	1	w	
	9,5	12,65	0,60	D	1		
	10,2	11,60	1,10	—	1		
	10,5	12,40	1,00	D	1		
	11,2	12,10	1,40	—	1	m	
	11,5	13,45	0,90	D	1		12½°
Oct. 8	9,3 h.	13,00°	1,90°	—	1	n	
	9,5	14,90	1,50	D	1		
	10,2	15,40	2,00	—	1	w	
	10,5	17,35	1,10	D	1	n	
	11,2	17,30	2,00	—	1	w	
	11,5	19,25	1,55	D	1		18½°

réflecteur du miroir qui est ici égal à r [1], si la quantité d'eau $W =$ const. et tout particulièrement si on veille à avoir une bonne isolation thermique garantissant la faiblesse de P. Cette dernière condition a été la plus difficile à remplir pour notre récipient.

En 1947, pendant les grandes chaleurs, nous avons fait les premières mesures, partant d'une température T_0 et lisant l'élévation ΔT de 2½ en 2 ½ min. d'intervalle, en ayant soin chaque fois d'attendre l'équilibre thermique: ceci est ici très nécessaire, où il s'agit de mesurer de petites différences que donne la radiation violette qui est relativement faible. La visibilité V et la température de l'air A ont été notées: échelle de V comme précédemment. Dans l'automne suivant, les observations ont été groupées de $9^1/_4$ à 11½ h.; d'heure en heure, on a fait des observations par paires avec diaphragme (D) et sans celui-ci (—), Intervalle 5 min. On a ajouté les indications du vent (E), suivant l'échelle: n = nul, w = faible, m = modéré, a = assez fort, f = fort.

Les observations de 1947 montrent, en juillet, une croissance assez régulière des valeurs ΔT; cependant les hautes valeurs de T donnent des valeurs moindres pour l'élévation de température, dues probablement au refroidissement plus marqué. Dans les mesures d'octobre, réparties aux mêmes heures, on note la croissance plus ou moins régulière des valeurs pendant la matinée et le parallélisme des nombres obtenus avec et sans diaphragme.

En 1948, les observations ont été poursuivies au mois de mai, avec un schéma analogue à celui d'octobre précédent; seulement, les observations sans diaphragme ont été startées à chaque heure entière de 9 à 12 h., les observations avec diaphragme aux demi-heures intermédiaires. Ces observations, peu nombreuses, ne sont pas données ici. Après la période de mauvais temps qui sévit une partie de l'été, les mesures furent

[1] Une valeur approchée pour la lumière entière était $r = 0{,}55$; voir M. de Saussure, Recherches de photométrie astronomique, *Arch. sc. phys. et nat.* 5e par. *29*, 254, 1947.

reprises dès fin juillet. Pour analyser plus exactement la faible variation thermométrique à déceler, on a fait les lectures de minute en minute — ce sont des indications apparentes — partant de — 2 min. à l'ombre, puis avec exposition au rayonnement de 0 à + 5 min., enfin à l'ombre jusqu'à + 9 min. Les temps d'équilibre T_0 et T_1 avant et après l'exposition étaient déduites de la constance approchée des nombres initial et final. Cette manière de procéder renseigne exactement sur ce qui se passe au cours de l'observation. Aussi les nombres donnés à partir d'août sont mieux déterminés. Ils correspondent aussi à des intervalles équidistants.

D'autre part, la protection du récepteur fut améliorée à partir du 20 septembre; une enveloppe de carton doublé de feutre fournit cette précaution additionnelle. En même temps on a renoncé aux observations avec diaphragme, à cause de la précision individuelle encore insuffisante; on a pensé mieux faire en se bornant à des observations à pleine ouverture et plus nombreuses. Ce faisant la quantité ΔT — en admettant que la chaleur spécifique du récipient reste constante — serait proportionnelle à l'énergie reçue.

Les désignations sont les mêmes que précédemment.

TABLEAU 5.
Observations en 1948 (Extrait).
$W = 20$ cm³.

Start			T_0	ΔT (5 min.)	D	V	E	A
Août	1	9,1 h.	21,30°	1,40°	—	1	w	
		9,5	22,40	1,65	D	1		23°
		10,0	22,85	1,80	—	1	n	
		10,5	24,50	1,50	D	1		
		11,0	23,85	1,75	—	1		
		11,5	24,30	1,95	D	1	w	
		12,0	24,60	2,15	—	1	n	26
Sept.	9	9,6 h.	16,40°	1,10°	D	1	n	14°
		10,0	16,30	1,65	—	1		
		10,5	16,75	1,30	D	1	w	
		11,1	17,00	2,00	—	1		
		11,5	17,95	1,70	D	1		
		11,9	18,50	1,85	—	1	n	18

TABLEAU 5 *(suite)*

Start		T_0	ΔT (5 min.)	D	V	E	A
Sept. 14	9,2 h.	11,20°	1,20°	—	1	w	
	9,7	12,30	1,10	D	1		12°
	10,1	13,05	1,20	—	1	m	
	10,5	13,50	0,80	D	1		
	11,0	13,55	1,25	—	1½		
	11,5	14,40	1,55	D	1½		
	12,2	16,05	1,55	—	2		15
Sept. 18	9,0 h.	11,30°	1,95°	—	1	w	13°
	9,5	13,85	1,55	D	1		
	10,0	15,25	1,65	—	1		
	10,5	16,20	1,55	D	1		
	11,0	17,35	1,55	—	1		
	11,5	17,30	1,70	D	1		
	12,0	17,50	2,35	—	1	w	17
Observations sans diaphragme, avec nouvelle protection.							
Sept. 22	9,1 h.	14,30°	0,25°	—	1	m	
	9,5	14,00	0,50	—	1		10°
	10,1	13,80	0,50	—	1		
	10,5	13,60	0,60	—	1	a	
	11,0	13,60	0,95	—	1		
	11,5	14,15	0,90	—	1		12
	12,0	14,60	0,95	—	1	a	
Oct. 1	9,6 h.	16,85°	0,75°	—	2	a	
	10,1	17,10	0,50	—	2½		14°
	10,6	17,00	0,50	—	3		
	11,0	17,15	0,50	—	3		
	11,5	17,40	0,40	—	3½		15
	12,0	18,10	0,50	—	4	a	
Oct. 21	9,7 h.	10,22°	0,36°	—	1½	n	8°
	10,2	10,30	0,80	—	1½		
	10,6	10,58	1,02	—	1	w	
	11,0	11,23	0,96	—	1½		
	11,5	11,60	1,13	—	1		
	12,0	12,21	0,99	—	1½	w	9½
Oct. 22	10,2 h.	9,81°	0,77°	—	2	n	7½°
	10,6	10,30	0,88	—	2	w	
	11,1	10,85	0,80	—	3½		
	11,5	11,50	1,16	—	2		
	12,2	12,10	1,00	—	1½	w	11½

La nouvelle isolation tend à diminuer l'amplitude de ΔT. (Le 1er octobre la visibilité diminuait constamment.)

Voici, d'autre part, le détail des mesures, comme expliqué précédemment, à titre d'exemple pour trois jours d'excellente visibilité (cote 1).

TABLEAU 5*a*.

Détail des lectures thermométriques.
Températures apparentes (1948).

Start	Minutes comptées à partir du start											
Août 1	— 2	— 1	0	+ 1	2	3	4	+ 5	6	7	8	+ 9
9,1 h.	21,30°	21,30°	21,30°	21,40°	21,70°	22,00°	22,20°	22,45°	22,60°	22,65°	22,65°	22,70°
9,5	22,35	22,40	22,45	22,60	22,95	23,25	23,50	23,80	23,95	24,00	24,05	24,05
10,0	22,80	22,85	22,90	23,10	23,45	23,80	24,10	24,45	24,60	24,65	24,65	24,65
10,5	24,50	24,50	24,55	24,85	25,10	25,40	25,60	25,80	25,90	26,00	26,00	26,00
11,0	23,80	23,85	23,90	24,10	24,50	24,80	25,15	25,45	25,60	25,60	25,60	25,60
11,5	24,25	24,30	24,35	24,60	24,95	25,40	25,70	25,95	26,10	26,20	26,25	26,25
12,0	24,55	24,60	24,70	24,95	25,40	25,80	26,15	26,50	26,65	26,70	26,70	26,75
Sept. 9												
9,1 h.	14,90°	14,90°	14,90°	14,95°	15,25°	15,60°	15,95°	16,40°	16,70°	16,80°	16,90°	16,90°
9,6	16,40	16,40	16,40	16,60	16,80	17,05	17,20	17,40	17,50	17,50	17,50	17,50
10,0	16,35	16,35	16,30	16,50	16,80	17,15	17,50	17,75	17,85	17,90	17,95	17,95
10,5	16,75	16,75	16,75	16,80	17,10	17,35	17,60	17,85	18,00	18,00	18,05	18,05
11,1	17,00	17,00	17,05	17,25	17,70	18,10	18,45	18,75	18,90	19,00	19,00	19,00
11,5	17,95	17,95	18,00	18,15	18,50	18,80	19,10	19,40	19,50	19,60	19,65	19,65
11,9	18,50	18,50	18,55	18,80	19,15	19,50	19,85	20,10	20,30	20,35	20,35	20,35
Sept. 18												
9,0 h.	11,30°	11,30°	11,30°	11,40°	11,80°	12,10°	12,55°	12,90°	13,05°	13,15°	13,20°	13,25°
9,5	13,90	13,90	13,85	13,90	14,20	14,50	14,80	15,10	15,25	15,30	15,35	15,40
10,0	15,30	15,30	15,25	15,40	15,75	16,15	16,45	16,75	16,85	16,90	16,90	16,90
10,5	16,20	16,20	16,25	16,40	16,70	17,00	17,30	17,60	17,70	17,70	17.75	17.75
11,0	17,30	17,35	17,40	17,55	17,90	18,25	18,50	18,80	18,90	18,90	18,90	18,90
11,5	17,30	17,30	17,30	17,50	17,80	18,15	18,45	18,70	18,80	18,90	18,95	19,00
12,0	17,50	17,50	17,55	17,85	18,30	18,75	19,20	19,60	19,75	19,80	19,85	19,85

Ce détail montre comment la température d'équilibre au début (T_0) est donnée par les lectures faites avant l'exposition; comment pendant celle-ci, qui dure de 0 à + 5 min., la température augmente d'abord lentement, puis plus vite, et continue encore de monter après l'exposition pour atteindre la température d'équilibre à la fin (T_1).

Les observations de 1948 montrent que l'ordre de grandeur des valeurs d'énergie données par les élévations de température ΔT est le même que celui de 1947 (octobre). Les mêmes

remarques s'appliquent ici. L'allure des valeurs semble indiquer une certaine dépendance de la température de l'air.

Les observations faites avec et sans diaphragme continuent de montrer des courbes parallèles et croissant pendant la matinée; la constante du diaphragme, déterminée géométriquement, a été donnée précédemment (p. 464). Les courbes uniques obtenues sans diaphragme offrent l'avantage sensible d'un plus grand nombre de mesures.

Extinction atmosphérique. — Les observations étant faites à diverses distances du zénith, il faut connaître les facteurs d'absorption de l'atmosphère. Dans la région la plus réfrangible du spectre, l'extinction varie beaucoup avec la longueur d'onde; strictement il faudrait la déterminer par des observations monochromatiques. Les appareils pour ce faire nous faisant défaut, nous donnons ici des facteurs d'extinction se basant sur une constante moyenne pour le violet et probablement suffisants pour la précision actuelle des mesures.

Admettant le coefficient de transmission zénithal pour la longueur d'onde $0^{\mu},43$ (λ effective du filtre) comme étant $a = 0,67$ [9], on trouve par la formule, où z est la distance zénithale à laquelle l'intensité J_z a été mesurée:

$$\log \frac{J_z}{J} = \log a \sec z$$

les rapports suivants $J : J_z$ avec lesquels J_z est à multiplier pour obtenir la radiation extra-terrestre. Les heures indiquées h correspondent en moyenne à l'angle horaire du Soleil mentionné en dessous.

TABLEAU 6.

Valeurs de $\frac{J}{J_z}$.

h / H / Déclin.	9 h. — 3,5 h.	10 h. — 2,5 h.	11 h. — 1,5 h.	12 h. — 0,5 h.
+ 20°	1,87	1,70	1,61	1,57
+ 10	2,11	1,84	1,71	1,66
0	2,62	2,10	1,89	1,81
— 10°	4,16	2,69	2,24	2,11

On remarque l'importance de l'extinction dans ce domaine spectral, beaucoup plus notoire que dans le domaine visuel.

Discussion. — Les observations faites en 1947-1948 sur la radiation violette au réflecteur thermique solaire pendant certaines matinées choisies ont donné des nombres relatifs, qui ne doivent être considérés que comme provisoires. Ils ont été obtenus avec diverses améliorations successives. Parmi celles-ci, l'isolation thermique aussi parfaite que possible, la multiplicité des observations faites plutôt sans diaphragme, ainsi que l'étude des équilibres de température ont indiqué la voie à suivre pour perfectionner les résultats.

D'autre part, la radiation violette du Soleil, transmise par le filtre BG 12, est faible; elle ne comporte qu'environ $^1/_{15}$ de l'énergie totale. C'est ce qui rend sa mesure difficile avec le calorimètre à eau, du moins en tant qu'il s'agirait de déceler ses variations; en outre l'influence de l'extinction atmosphérique est forte. Dans un domaine spectral moins réfrangible, l'énergie plus grande donnerait une élévation de température plus sensible au calorimètre, et par suite une sûreté plus grande des mesures. Un filtre de longueur d'onde effective située dans le jaune ou dans le rouge permettrait ceci et fournirait un bon contrôle des valeurs en lumière violette, les radiations jaunes et rouges étant sensiblement invariables.

Annexe.

Magnitudes et couleurs de Mars et Saturne.

En 1947-1948 les deux planètes, dont les oppositions avaient lieu les 17 et 9 février respectivement, étaient de nouveau voisines, comme à l'apparition précédente. Les deux égalités de magnitude ont été observées (œil nu et jumelle, comme pour les observations de couleur). Le schéma est le même que pour les observations de 1945-1946 (voir précédent rapport).

TABLEAU 7.

Magnitudes.

		Observations	Magnitudes calculées [10]			Diff. corr.	Valeur du degré
			Mars	Saturne	Diff.		
1947			Magn.	Magn.	Magn.	Magn.	Magn.
Oct.	4,2	♄ 3,5 ♂	+ 1,3	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,5	0,15
	19,2	♄ 2,5 ♂	+ 1,15	+ 0,7	+ 0,45	+ 0,35	0,14
Nov.	7,1	♄ 1 ♂	+ 0,95	+ 0,7	+ 0,25	+ 0,15	0,15
	12,2	♄ 1 ♂	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,1	0,10
	27,2	♂ 0,5 ♄	+ 0,7	+ 0,65	+ 0,05	— 0,05	0,10
Déc.	12,2	♂ 1 ♄	+ 0,35	+ 0,55	— 0,2	— 0,3	(0,30)
	30,0	♂ 2,5 ♄	0,0	+ 0,4	— 0,4	— 0,5	0,20
1948							
Jan.	9,2	♂ 3,5 ♄	— 0,2	+ 0,35	— 0,55	— 0,65	0,18
Mars	26,9	♂ 5,5 ♄	— 0,3	+ 0,4	— 0,7	— 0,65	0,12
Avril	3,0	♂ 4 ♄	— 0,1	+ 0,45	— 0,55	— 0,5	0,12
	13,0	♂ 2 ♄	+ 0,1	+ 0,5	— 0,4	— 0,35	0,17
	27,0	♂ = ♄	+ 0,45	+ 0,55	— 0,1	— 0,05	—
Mai	1,9	♄ = ♂	+ 0,55	+ 0,55	0,0	+ 0,05	—
	19,9	♄ 2 ♂	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,3	+ 0,35	0,17
	31,9	♄ 2,5 ♂	+ 1,0	+ 0,65	+ 0,35	+ 0,4	0,16
Juin	5,9	♄ 3 ♂	+ 1,1	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,45	0,15

(Des comparaisons entre α et β Gemin. en cinq soirs ont donné: 1 degré = $0^m,14$ en moyenne.)

Première égalité théorique: 29 novembre. Observée vers le 24 novembre, différence théorique + 0,1 magn. Deuxième égalité théorique: 3 mai. Observée vers le 30 avril, différence théorique — 0,05 magn. A la première de ces phases, l'excès d'éclat de Mars, constaté précédemment (+ 0,15), s'est répété, un peu moins marqué; à la seconde, il y a eu un léger écart dans le sens contraire. L'exactitude des égalités observées atteint, d'après les courbes relevées aux degrés, ± 2 jours ou ½ degré.

Le petit changement observé pourrait donc être réel.

Les observations de couleur ont été reprises dans l'échelle d'Osthoff.

TABLEAU 7*a*.

Couleurs.

		Mars	Saturne			Mars	Saturne
1947				1948			
Oct.	4,2	6c	2c	Févr.	16,0	5½c	2c
	19,2	5	2		27,9	5½	2
Nov.	7,1	5	2	Mars	13,0	5½	2
	12,2	5½	2		26,9	6½	2½
Déc.	12,2	6	2	Avril	3,0	5½	2
	30,0	5	2		27,0	6	2
				Mai	1,9	5½	2
1948					19,9	5½	2½
Jan.	21,0	6	2½		31,9	5½	2½
Févr.	12,0	5	2				

Bételgeuse: Févr. 12, 6c; mars 13, 7c.

Couleur moyenne de Mars 5½c, de Saturne 2c; Mars a été dans l'ensemble de 3½c plus rouge que l'autre planète, exactement comme à l'opposition précédente.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. *Arch. des Sciences phys. et nat.*, 5e pér., *29*, 239, 1947.
2. « Orion », *Bull. Soc. astr. de Suisse*, 430, 1948.
3. BRUHAT, *Les Etoiles*, p. 25. Paris 1939.
4. *Harvard Observatory Mimeograms*, série I, nº 2, 1935.
5. *Harvard Observatory Annals*, vol. 50 et 54.
6. Les méthodes de la photométrie photographique stellaire. *Annales Guébhard Séverine*, Neuchâtel, *16-17*, 1940-1941.
7. RUDAUX et DE VAUCOULEURS, *Astronomie, les Astres, l'Univers*, p. 96.
8. *Astrophys. Observatory of Smithsonian Institution*, vol. V, p. 29.
9. GRAFF, *Grundriss Astrophysik*, p. 262.
10. R. A. NAEF, *Le Ciel étoilé*, 1947, p. 79-81; 1948, p. 90-92.