

# Recherches de photométrie astronomique : faites à la station de Pierre-à-Bot en 1944

Autor(en): **Saussure, Maxime de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **28 (1946)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-742865>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# RECHERCHES DE PHOTOMÉTRIE ASTRONOMIQUE

faites à la station de Pierre-à-Bot en 1944

PAR

**Maxime de SAUSSURE**

Privat-docent à l'Université de Neuchâtel.

(Avec 3 fig.)

---

## INTRODUCTION.

La station d'astronomie physique de Pierre-à-Bot sur Neuchâtel a été décrite dans une publication précédente [1]. Nous rappellerons ici qu'elle a été fondée en 1942; rattachée au programme d'astronomie physique enseigné par l'auteur à l'Université, elle est consacrée à des recherches portant actuellement sur la photométrie des corps célestes. La station est située au-dessus de la ville, sur un plateau rural à 690 mètres d'altitude; elle domine souvent les brouillards et se trouve loin des lumières artificielles. Elle se compose d'un pavillon transportable à toit roulant. Ses principaux instruments consistent en un réflecteur photographique de 20 cm d'ouverture et un réfracteur visuel de 10,8 cm, fixés sur la même monture. Des appareils complémentaires destinés aux recherches de photométrie s'y ajoutent. Les premiers travaux faits en 1943 ont déjà paru [2]; ils comprennent une section de photométrie stellaire, dans laquelle on étudie une méthode dite à réflexion; une section de photométrie lunaire, concernant l'étude de deux

éclipses de Lune et de la lumière cendrée; enfin les variations d'éclat d'une comète (Whipple-Fedtke, 1942 *g*). Dans l'article présent nous exposons la suite de ces recherches.

#### A. PHOTOMÉTRIE STELLAIRE.

En 1944 nous avons commencé, au télescope réflecteur, de photographier des étoiles en plaçant tout près en avant de la plaque photographique un écran mat [3] consistant en un verre dépoli, enduit de graisse afin de le rendre plus transparent. A travers cet écran, les étoiles donnent sur la plaque photographique de petites taches floues, dont le diamètre et le noircissement varient avec la magnitude d'une façon plus marquée que chez les images focales ordinaires. D'un autre côté, de petites erreurs de forme provoquées par l'optique utilisée ou par le mouvement d'entraînement du télescope sont de beaucoup atténuées. Ce sont ces deux raisons qui nous ont incité à introduire cet écran.

D'autre part, nous avons imaginé, aussi en 1944, une nouvelle méthode de photométrie photographique des étoiles. Nous la dénommons *méthode du filtre à gouttes*. Elle est basée sur un tout autre principe que la méthode à réflexion expérimentée l'année dernière [4], et travaille indépendamment de celle-ci. Dans le nouveau procédé, deux plaques de verre sont collées ensemble par une série de gouttes de baume du Canada ou d'un corps analogue, pressées entre elles, de forme et de répartition aussi régulière que possible. Après ce collage les plaques doivent former entre elles un petit angle; on met le tout à une certaine distance de la plaque photographique. Des rayons qui traversent ce dispositif, une partie passe entre les gouttes et ceux-ci conservent leur direction; tandis que l'autre partie traverse les gouttes et ceux-là subissent une déviation (voir fig. 1). Sur la plaque photographique chaque étoile donne ainsi deux images voisines; le rapport de leurs intensités est donné par le rapport des surfaces totales effectives couvertes par les gouttes à la surface restant libre entre elles. La déter-

mination de la courbe d'étalonnage à partir de telles images est alors possible [5].

Cette méthode a les avantages suivants: l'appareil est simple; il se met et s'enlève facilement dans le télescope; le rapport d'intensité des images peut se calculer et être choisi à volonté; les images sont neutres si l'en emploie un baume incolore; la luminosité est élevée.

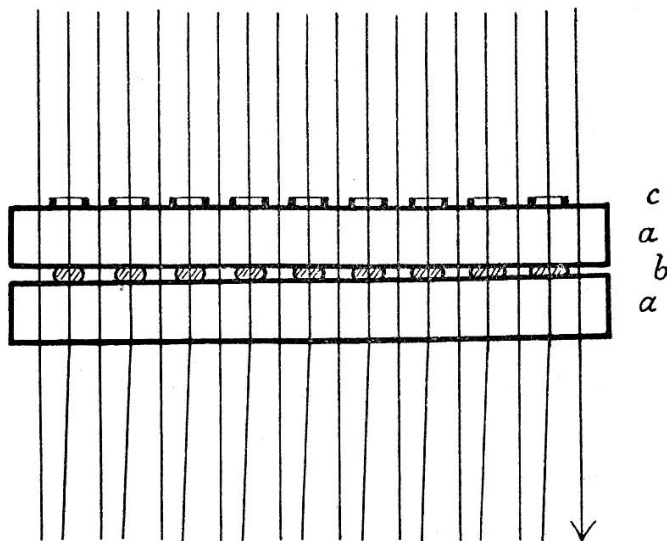


Fig. 1.

Filter à gouttes, dans faisceau incident supposé parallèle.

*a*, plaques de verre. *b*, gouttes.

*c*, anneaux (diaphragmes).

Dans l'application le faisceau est généralement convergent.

L'épaisseur des gouttes étant de quelques dixièmes de millimètre au plus, la différence de foyer des deux images, qui n'est qu'un tiers de cette épaisseur, est inappréciable. Les gouttes seront choisies assez larges, quelques millimètres, pour éviter des phénomènes de diffraction; et assez petites cependant, relativement à la section du faisceau, pour être régulièrement réparties sur tous les faisceaux correspondant aux diverses étoiles. Enfin, pour éviter l'effet d'inégalités à l'extrême bord des gouttes, on peut fixer sur la face extérieure d'un des verres de petits anneaux opaques, un sur chaque goutte et recouvrant les bords de celle-ci (fig. 1). Ce dernier artifice n'est pas nécessaire en cas d'égalité suffisante.

On pourrait étendre la méthode, de façon à donner trois, quatre... images en collant trois, quatre plaques de verre avec des gouttes ne se superposant pas; on pourrait même colorer les gouttes en utilisant des baumes teintés, par exemple du baume du Canada jaune, etc., ce qui permettrait de faire de la colorimétrie.

Nous avons réalisé en 1944 divers échantillons de tels filtres [6], en nous bornant à deux images à peu près neutres. Des plaques de verre optique ont été employées, mais de bonnes glaces planes ordinaires suffisent aussi. On commence par fixer l'un des verres horizontalement, couvrant un papier sur lequel on a marqué d'avance la position de chaque goutte. On place au bord du verre, à trois points équidistants, des lamelles de stanniol d'épaisseur totale supérieure à la distance qu'auront les plaques. Pour faire les gouttes, le baume du Canada donnait les meilleurs résultats; le Caedax employé occasionnellement était moins satisfaisant. On plonge dans le baume un bâton de verre, qu'on a soin d'enfoncer chaque fois à une profondeur constante; puis on le place à faible hauteur au-dessus du point choisi sur le verre; la goutte glisse, et après sa chute on décolle soigneusement. Une fois toutes les gouttes prêtes, on place la seconde plaque de verre, qui doit alors reposer sur les lamelles de stanniol sans encore toucher les gouttes. Retirant alors doucement les lamelles l'une après l'autre, sur les trois points d'appui, la plaque de dessus vient peu à peu en contact avec les gouttes et les écrase lentement. On a soin de laisser plus de lamelles à l'un des points qu'aux deux autres, afin que la plaque de dessus soit légèrement inclinée, ceci étant nécessaire pour provoquer la déviation des rayons. L'inégalité résultante des gouttes sera compensée par les anneaux. Après étalement complet de toutes les gouttes, on laisse le tout sécher assez longtemps, au moins plusieurs jours. On fixe ensuite les petits anneaux décrits ci-dessus, par exemple en caoutchouc durci et collé sur le verre, de façon que leur surface intérieure soit couverte par les gouttes et leur surface extérieure franche. Le rapport des surfaces totales, couverte et franche, donne le rapport d'intensité; si ce rapport est par exemple de 1 à 2,5, les deux images différeront d'une magni-

tude stellaire. En choisissant la largeur des anneaux, on tiendra compte de la convergence des rayons.

Les divers filtres essayés en 1944 ont été montés dans le télescope newtonien de 20 cm d'ouverture et 172 cm de foyer. Afin d'avoir une distance suffisante au plan focal, le filtre a été placé en avant et près du petit miroir plan. Sa distance à la plaque photographique est ainsi de 37 cm; la séparation des images atteint 1,0 mm. Le principe de ce montage est indiqué à la figure 2.

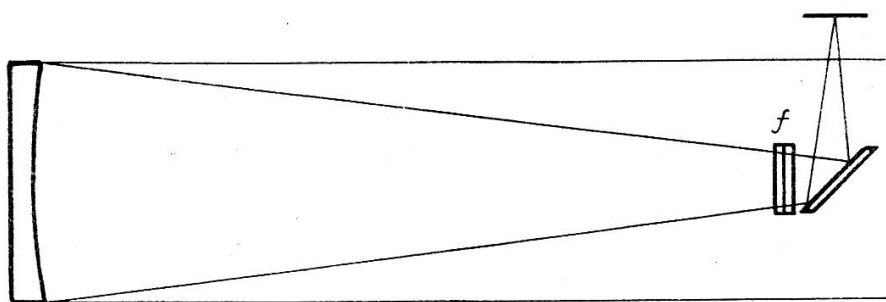


Fig. 2.

Filtre ( $f$ ) monté dans le télescope de Newton.

Nous donnons ici les principales caractéristiques de ces filtres, avec lesquels nous avons fait un certain nombre de clichés d'amas stellaires. Certains filtres étaient à gouttes de baume blanc, très rare actuellement, ou de produits synthétiques (Caedax). Les autres avaient des gouttes jaunes; circonstance de peu d'importance si leur épaisseur est faible, de façon que leur teinte soit peu sensible. Les petites gouttes, étalées, mesuraient 2 à 3, les larges 5 à 6 mm; leurs distances de milieu à milieu variaient, suivant le filtre, de 6 à 12 mm. Une répartition dite irrégulière signifie que les gouttes sont réparties au hasard quant à leur position, mais que leur surface totale est en moyenne répartie régulièrement; la distribution dite régulière indique un placement en grille à deux dimensions. Les gouttes encadrées le sont par de petits anneaux ou diaphragmes posés, ou peints, sur la face externe d'un des verres. On voit que nous avons aussi utilisé des filtres sans anneaux.

*Filtres à gouttes utilisés en 1944.*

Désignation	Caractère des gouttes	Nombre de clichés, amas
Col. I . . . . .	jaunes, petites, irrégulières	2 Pléiades, Hyades
» II . . . . .	» »	3 » »
» III . . . . .	» larges, »	2 » »
» IV . . . . .	» » »	
	encadrées	2 » »
» V . . . . .	jaunes, larges, régulières	2 » »
» VI . . . . .	» » »	2 Coma Berenices
» VII . . . . .	» » »	
	encadrées	1 » »
Au Zapon . . . .	blanches, larges	3 » »
Au Caedax, avec écran mat . .	» » régulières	2 Pléiades
Au baume blanc, avec écran mat	» moyennes, irrégulières	2 »

Le type des gouttes blanches, larges et régulières semble être le meilleur.

Au stade des expériences de 1944, on avait surtout en vue d'obtenir l'égalité de structure des deux images. Or avec tous les premiers appareils, utilisés sans écran mat, les images secondaires apparaissent plus étalées que les images primaires; cet effet a été de beaucoup réduit par l'écran mat; ainsi le filtre au Caedax (qui ne vaut cependant pas le baume) ou le filtre à baume blanc (qui donnait encore une séparation d'images trop faible), ont apporté un progrès dans cette direction. Mais ce n'est que la combinaison d'un filtre à baume véritable et séparant suffisamment les images, avec l'écran mat, qui a enfin donné des clichés réguliers et avantageux à mesurer. Ces clichés-là n'ayant été obtenus qu'en 1945, nous renvoyons leur discussion au prochain rapport. Plusieurs plaques ont pu être mesurées et on en a pu déduire les constantes photométriques.

Nous avons donné tous ces détails pour montrer que la confection de filtres à gouttes est une question de patience, qui semble être justifiée par les avantages qu'on peut en attendre et par le fait qu'on peut les faire soi-même avec quelque expérience.

B. PHOTOMÉTRIE LUNAIRE.

1. *Eclipses de Lune.*

L'année 1944 n'a pas eu d'éclipse de Lune proprement dite. Dans un mémoire [7], nous avons examiné la question des éclipses de Lune par la pénombre. Quatre de ces phénomènes ont eu lieu cette année, dont trois visibles en partie en Suisse. Soit à cause des nuages, soit par suite du voisinage de l'horizon et du crépuscule, on n'a pas pu faire de photographies. Les observations des éclipses pénombrales du 9 février et du 6 juillet ont été brièvement relatées dans le mémoire cité. Celle du 29 décembre a été le mieux suivie; voici les observations visuelles qualitatives:

Heure	Description	Instrument: jumelle
(15 h. 56 min.)	Milieu du phénomène	—
17 0	Apparition de la Lune, ciel clair, crépuscule	—
17 05	<i>c</i> semble légèrement assombri (fig. 3a)	—
17 10	<i>d</i> est la partie la plus claire	Avec coin, sombre
17 20	<i>c</i> presque aussi clair que <i>d</i>	Sans coin
17 25	Assombrissement passé à droite et devenu peu marqué (fig. 3b)	Sans coin et avec coin, clair
17 55	Fin du phénomène: <i>c</i> légèrement plus brillant que <i>d</i>	—

L'utilisation d'un coin facilite l'observation directe, en permettant de varier les tonalités. L'assombrissement est indiqué schématiquement en pointillé sur les figures.

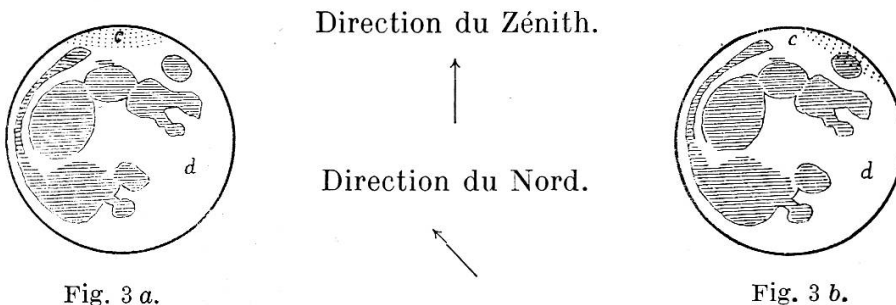


Fig. 3 a.

Fig. 3 b.

Eclipse pénombrale du 29 décembre 1944.



Nous référant au diagramme de l'article précité, la pénombre aurait été sensible un peu au delà du milieu de la distance entre les bords d'ombre et de pénombre.

## 2. *Lumière cendrée.*

Deux plaques ont été prises le 26 février 1944, à pleine ouverture et avec diaphragme réduisant la lumière de 6 et 7 magnitudes. Exposition 30 sec., plaques Lumichrome. Leur évaluation a donné: lumière cendrée à pleine ouverture = croissant à 1'-2' du terminateur affaibli de 6 magn. = croissant à 3'-4' du terminateur affaibli de 7 magn. Comparée aux résultats du dernier rapport [8], la lumière cendrée a été un peu plus intense, d'environ  $\frac{1}{4}$  de magn.; mais l'âge de la Lune n'était que de 2,7 jours, tandis qu'en 1943 l'écart à la nouvelle Lune était de 4 à 5 jours.

Deux autres plaques ont été faites le 25 mai, 3,6 jours après la nouvelle Lune. Une plaque à pleine ouverture et diaphragmée de 6 et 7 magn. a donné: lumière cendrée à pleine ouverture = croissant à 1'-2' du terminateur affaibli de 6 magn. = croissant à 3' du terminateur affaibli de 7 magn. L'autre plaque à pleine ouverture, exposée 4 sec. seulement sur le croissant, contient en outre deux images de la pleine Lune prises le 6 juillet, à peu près à la même hauteur, et avec même temps de pose; elles sont diaphragmées de 1 et 3 magn. respectivement. Sur des parties du cliché où le voile dû à la pleine Lune affecte de même les images à comparer, et considérant les mêmes régions sur la pleine Lune que sur la lumière cendrée, on a trouvé: pleine Lune affaiblie de 3 magn. = croissant à 3' du terminateur à pleine ouverture. On trouve donc, en combinant ceci avec la plaque précédente: lumière cendrée à pleine ouverture = pleine Lune affaiblie de 10,0 magnitudes. Le rapport d'intensité de la Terre, 3½ jours après sa pleine phase, au Soleil, serait ainsi de 1 à 10 000 environ.

D'autre part, le rapport de la pleine Lune (dont l'albedo est 0,073) au Soleil est de 1:465 500 [9]. La Terre ayant une surface apparente 13,4 fois plus grande et une albedo de 0,445 (d'après Russell), on aurait le rapport théorique des pouvoirs éclairants:

$$\frac{\text{Terre}}{\text{Soleil}} = \frac{\text{Lune}}{\text{Soleil}} \cdot \frac{\text{Terre}}{\text{Lune}}$$

$$= \frac{1}{465500} \cdot 13,4 \frac{0,445}{0,073} = 1 : 5700 .$$

Il faut remarquer que ce rapport, correspondant à la pleine phase de la Terre, atteint alors sa valeur maxima. Notre chiffre trouvé ci-dessus indique une diminution sensible à quelques jours de cette phase, l'accord est donc plausible.

### C. COMPARAISON DES ÉCLATS DE MARS ET DE SATURNE.

Parmi les planètes brillantes (en exceptant Mercure, qui reste toujours dans le voisinage du Soleil), Mars et Saturne d'une part, rarement Mars et Jupiter d'autre part, sont les seuls couples dont l'éclat peut arriver à s'égaliser à certaines époques. Au voisinage de telles positions, on peut faire des comparaisons par la méthode des degrés, et déterminer le moment de l'égalité d'éclat.

Nous avons fait quelques comparaisons de ce genre au début de 1944, alors que Mars et Saturne étaient voisins l'un de l'autre et que le premier, s'éloignant de nous, était d'abord plus brillant que le second, et plus tard inférieur à celui-ci.

	Observations	Magnitudes calculées			Différences de magn. corrigées	Valeur du degré	
		Mars	Saturne	Différence			
Janvier	20	♂ 2-3 ♄	magn. — 0,4	magn. — 0,2	magn. — 0,2	magn. — 0,4	0,16
	29	♂ 1 ♄	— 0,1	— 0,1	0,0	— 0,2	0,20
Février	8	♂ = ♄	+ 0,2	0,0	+ 0,2	0,0	—
	24	♄ 1 ♂	+ 0,5	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,2	0,20
	26	♄ 2 ♂	+ 0,6	+ 0,1	+ 0,5	+ 0,3	0,15
Mars	15	♄ 4 ♂	+ 0,9	+ 0,2	+ 0,7	+ 0,5	0,12
	22	♄ 6 ♂	+ 1,0	+ 0,2	+ 0,8	+ 0,6	0,10

Les différences en degrés forment une échelle qui, bien que la valeur du degré ne soit pas connue à priori, peut être mise en regard des différences de magnitude théoriques, et on peut comparer l'allure des deux courbes. Voici nos observations (tableau, p. 117), accompagnées des magnitudes calculées [10].

L'égalité théorique se plaçait le 30 janvier. Elle a été observée le 8 février, la différence théorique étant alors de  $+ 0,2$  magn. Si l'on corrige les différences calculées de cette quantité, on obtient une meilleure représentation de nos observations, la valeur du degré étant alors comprise entre 0,1 et 0,2 magn.

Ces observations sont rendues quelque peu difficiles par le fait que Mars est nettement plus rouge que Saturne; de là vient un effet systématique, et il n'est pas exclu qu'il puisse contribuer à expliquer le retard de 9 jours entre l'égalité d'éclat observée et celle calculée. Au reste, les observations ont été faites sans connaître d'avance les valeurs théoriques, donc sans idée préconçue.

Neuchâtel, janvier 1946.

#### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. *Bull. Soc. neuchât. des Sciences nat.*, 69, 1944, p. 131 et suiv.
2. *Bull. Soc. neuchât. des Sciences nat.*, 69, 1944, p. 137 et suiv.
3. *Handbuch der Astrophysik*, 7, p. 96. (L'écran n'est cependant pas employé ici pour l'étalonnage.)
4. Cit. 2, p. 137.
5. *Annales Guébbhard Séverine*, 16-17, 1940-41, p. 260.
6. Cit. 1, p. 133, ligne 12.
7. « Orion », *Bull. Soc. astr. de Suisse*, octobre 1944.
8. Cit. 2, p. 143.
9. GRAFF, *Grundriss der Astrophysik*, p. 268 et 446.
10. R.-A. NAEF, *Le Ciel étoilé*, 1944, p. 63-64.