

# Le télescope de Schmidt

Autor(en): **Freymann, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(1947)**

Heft 14

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900551>

## **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.

# ORION

Mitteilungen der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

GENEVE

JANVIER 1947

N° 14

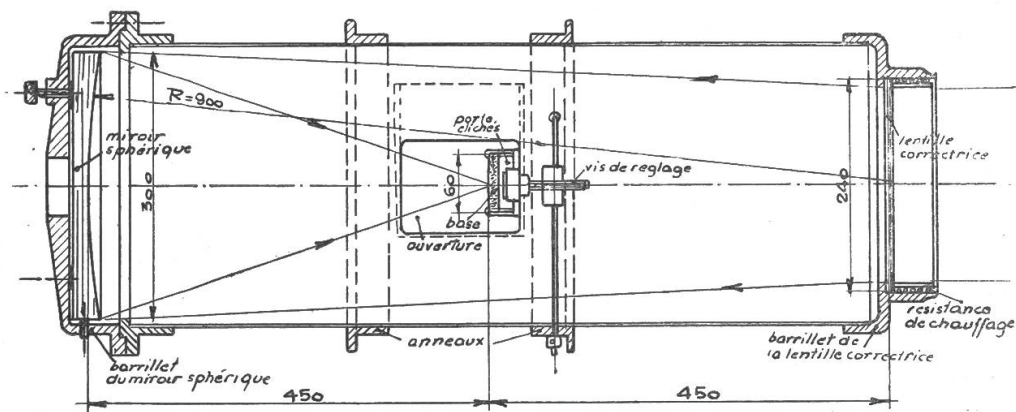
## Le télescope de Schmidt

Par J. FREYMANN, ing., astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève

Les quelques suggestions qui vont suivre ont pour but d'aider l'amateur de photographie céleste à construire une chambre de Schmidt. Cette chambre permet de photographier de grandes surfaces de la voûte céleste et son emploi est très indiqué pour l'étude morphologique de champs nébulaires étendus, la recherche de novae galactiques et extra-galactiques, ou bien pour la photographie de comètes ou d'étoiles filantes.

Les principaux avantages de la chambre de Schmidt résident dans son grand champ et une admirable définition sur toute son étendue. Elle peut être exécutée avec des rapports d'ouverture pouvant atteindre  $F/0,6$ , par conséquent les temps de pose sont considérablement réduits. Par exemple, la chambre que nous avons construite permet de photographier les étoiles de 15<sup>me</sup> magnitude en 15 minutes! Sur les meilleurs clichés, les étoiles juste posées ont un diamètre d'environ 40 microns; les images de ces étoiles seraient encore plus fines si elles n'étaient entachées d'un résidu d'aberration chromatique dû à la lentille correctrice; les images données par des pinceaux lumineux très inclinés sur l'axe sont aussi entachées d'un très léger astigmatisme, qui n'est d'ailleurs nullement gênant.

La chambre de Schmidt comprend un miroir sphérique et sa lentille correctrice, un porte-cliché à base sphérique, ayant pour rayon de courbure la distance focale du miroir; un système mécanique permet le réglage de ces différents organes.



Chambre photographique de Schmidt rapport d'ouverture  $F/1,85$   
 $D=300\text{mm. } d=240\text{mm. } k=1,5$

Fig. 1

La figure 1 donne approximativement, à l'échelle, les proportions d'une chambre de Schmidt ouverte à  $F/2$  et, sans faire la théorie de cette chambre photographique, nous donnerons quelques détails de construction des éléments la composant.

### 1. Miroir sphérique.

Afin d'avoir un champ uniformément éclairé, le diamètre du miroir sphérique doit être d'un tiers plus grand que la lentille correctrice. Nous avons associé à la lentille correctrice de 24 cm de diamètre un miroir de 30 cm de diamètre, ouvert à  $F/1,5$ ; l'ouverture résultante du système est de  $F/1,85$  et, de ce fait, la perte de magnitude n'atteint pas 0,5 au bord du champ. Il est évident que ce rapport d'ouverture peut être choisi à volonté et que celui-ci dépendra du travail que l'on se propose de faire.

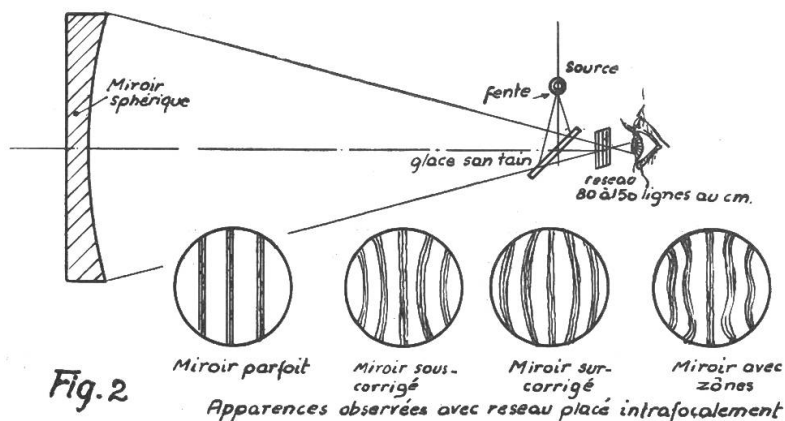
La taille du miroir sphérique ne présente pas de difficultés insurmontables. Néanmoins, c'est un travail long, le volume de verre à enlever étant considérable. Cette tâche est facilitée par l'emploi d'une machine à tailler. Le rodage fin doit être exécuté avec soin, le bord doit être aussi finement rodé que le centre. Si tel n'était pas le cas, le polissage serait ardu et long.

Les polissoirs se préparent comme d'habitude, mais nous conseillons de les faire de la manière suivante: la base en verre est recouverte d'une épaisse couche de résine de dureté moyenne et mise en forme en la pressant à chaud sur le miroir à polir. Lorsque cette couche aura épousé parfaitement la surface du miroir, on interposera entre celles-ci une trame à réseaux polygonaux constituée par un bout de „marquissette“, soit un tissu à larges mailles, tels que ceux employés à la confection des rideaux. Nous obtiendrons ainsi un polissoir dont la surface est composée de multiples facettes. A l'aide d'un large pinceau, on dépose sur ce polissoir une fine couche de cire d'abeilles fondue et très chaude.

Avant de commencer le travail de polissage, il faudra prendre soin de mettre parfaitement en forme le polissoir en le pressant longuement sur la surface finement rodée du miroir. Dès que les facettes de ce polissoir brillent uniformément, le polissage peut être entrepris en ayant soin d'employer du rouge d'Angleterre bien décanté. Ces polissoirs et ceux plus petits servant aux retouches locales produisent de très belles surfaces et, s'ils sont bien conduits, sans zones ni irrégularités.

L'essai des miroirs sphériques de distance focale très courte est habituellement extrêmement laborieux lorsqu'on emploie la méthode de la lame de couteau. Nous remplaçons cet essai avantageusement par le test de Ronchi avec un réseau d'environ 100 lignes au centimètre, fait, par exemple, avec les fils d'un morceau d'étamine bien tendue de laquelle on sort les fils horizontaux. La disposition de cet essai est donné par la fig. 2 ainsi que les apparences que l'on observe avec le réseau placé intra-focalemment.

Les miroirs dont l'ouverture n'atteint pas  $F/2,5$  peuvent être essayés avec la méthode de Foucault en prenant certaines précau-



tions opératoires. Dans ce cas, il sera assez facile de déterminer la méridienne réelle.

## 2. Lentille correctrice.

La mise en forme de la lentille correctrice, quoique longue et délicate, n'est pas impossible pour un constructeur modestement outillé. Les procédés employés habituellement pour le rodage et le polissage des miroirs paraboliques ne conviennent pas au travail de la lentille correctrice. Nous nous servons pour le surfacage de cette lentille, considérablement déformée, de rodoirs et de polissoirs montés sur des bases souples, afin que ceux-ci épousent, à tout moment, la surface avec des pressions unitaires égales.

La méridienne théorique de la surface du 4<sup>me</sup> degré peut être calculée par la formule ci-dessous, la partie postérieure de la lentille correctrice est supposée plane:

$$\Delta\varepsilon = \frac{h^4 - k \cdot h^2 \cdot d^2}{4(n-1)R^3}$$

$h$  = hauteur de la zone calculée.

$d$  = diamètre de la lentille correctrice.

$r$  = rayon de courbure du miroir sphérique.

$n$  = indice du verre utilisé ( $n = 1,52$  crown glass).

$k$  = coefficient à choisir de 1 à 3.

Selon le coefficient que nous choisirons, nous aurons différentes formes de lentilles, mais la méridienne donnant le minimum d'aberration chromatique a pour coefficient  $k = 1,5$ . Les méridiennes obtenues en choisissant  $k = 1$  sont d'une exécution plus aisée que celles dont le coefficient a pour valeur 1,75 à 3. En outre, ces dernières formes de lentilles présentent des aberrations chromatiques très importantes.

Les figures 3 à 6 montrent avec exagération les méridiennes obtenues en donnant à  $k$  ces différentes valeurs. Dès que nous aurons déterminé la constante  $k$ , le diamètre de la lentille correctrice, le rayon de courbure du miroir sphérique étant donné, nous calculerons  $\Delta\varepsilon$  pour une série de zones  $h$  et nous établirons une épure

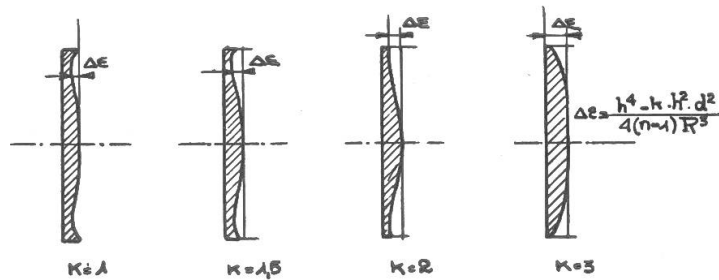


Fig. 3 à 6

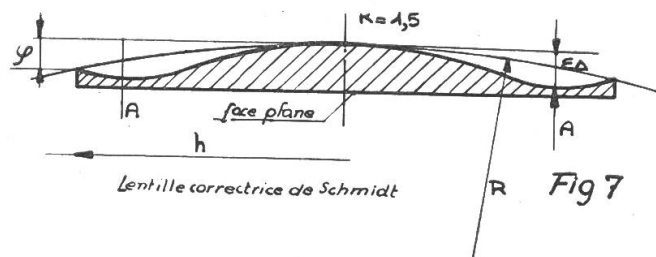
très soignée. Elle nous permettra de nous rendre compte du travail à élaborer ultérieurement.

Par exemple, avec  $k = 1,5$  (meilleure correction chromatique) et en faisant l'épure, nous voyons qu'il est préférable de donner à la surface une certaine convexité préalable ayant pour flèche au bord la quantité  $\varphi$ ; nous pouvons ensuite la travailler facilement avec le rodoir permettant de réaliser la dépression marginale (A).

Voici brièvement décrite la marche du travail:

Le disque de verre choisi (6 à 8 mm), exempt de défauts et si possible parfaitement recuit, est travaillé sur une des faces de la manière habituelle pour obtenir un bon plan. Cette surface soigneusement polie peut être contrôlée aux franges à l'aide d'un bon plan de même dimension ou bien par autocollimation sur un miroir sphérique de long rayon de courbure et exempt de défauts.

Le disque est alors monté dans une boîte circulaire de faible épaisseur laissant émerger la face antérieure, ceci afin de faciliter le travail de cette face. Rendons maintenant cette surface convexe en la travaillant avec un disque de même diamètre afin d'obtenir une convexité égale à la valeur  $\varphi$  au bord du disque (Courbe pointillée de la figure 7).

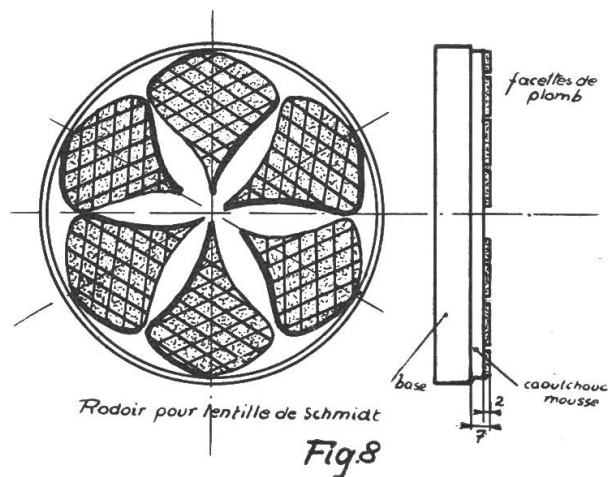


Ce premier rodage devra être fait avec des carborundums fins (350, 500, 800) et le rayon de courbure constamment mesuré avec un bon sphéromètre permettant des lectures voisines du micron. Le rayon de courbure de la lentille correctrice est calculé avec une approximation suffisante par la relation:

$$R = \frac{r^2}{2\varphi} \quad (\frac{1}{2} d = r = \text{rayon de la lentille})$$

Dans notre cas, la lentille a 240 mm de diamètre et son rayon de courbure est de 105 m. A ce stade du travail, la flèche au bord valait 68,4 microns. Le rayon de courbure obtenu, nous construi-

sons avec le bassin ayant servi à faire le rodage un rodoir à facettes de plomb montées sur une base souple de caoutchouc mousse de 4 à 5 mm d'épaisseur. Ce rodoir a pour but d'user la surface proportionnellement au volume du verre qu'il s'agit d'enlever afin d'obtenir la méridienne réelle de Schmidt. Ce rodoir a sur sa face travaillante des facettes de plomb de 20 mm de côté disposées comme l'indique la figure 8.



Pour que ce rodoir travaille dans de bonnes conditions, il faut que ses pétales ne soient pas tous de même forme. Il est impossible de déterminer à l'avance leur dessin, mais, lors du rodage, on pourra toujours par la suite modifier la longueur des courses et leur ellipticité. Pour construire ce rodoir, on colle sur le bassin une forte feuille de caoutchouc mousse de 4 à 5 mm d'épaisseur. Sur celle-ci, on fixe de la même manière les pétales de plomb d'environ 2 mm d'épaisseur et on les rainure profondément à l'aide d'un couteau bien tranchant. Afin d'éviter des zones qui sont toujours à craindre, ces rainures seront faites diagonalement.

Avant d'attaquer notre surface convexe finement rodée, et ayant le rayon de courbure stipulé, ce rodoir devra être mis en forme sur un disque ayant déjà la même convexité que celui de la lentille à travailler. Dès que les facettes de plomb présentent partout le même degré d'usure, nous pourrons entreprendre le travail final de la lentille correctrice. Le rodage devra être fait avec du carborundum No. 500 et des courses  $\frac{1}{3}$ ; il sera bon de donner au rodoir une certaine pression pendant ce travail.

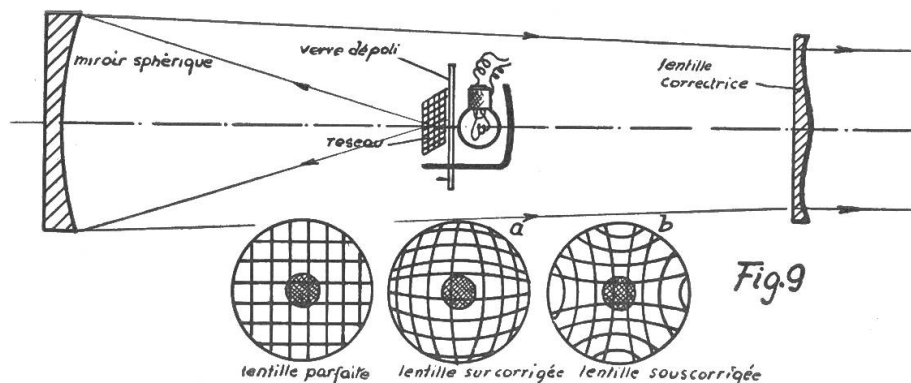
Il est évident que peu à peu il se formera au point marqué A une rigole circulaire de plus en plus profonde, proportionnellement au nombre de courses du rodoir. Ces rodoirs à facettes de plomb travaillent extrêmement lentement mais d'une façon très régulière, l'usure au point d'inflexion est d'environ de 3 à 4 microns par heure. Au fur et à mesure que le travail de rodage avance, il faut contrôler les rayons de courbure de la surface à l'aide d'un bon sphéromètre.

Avant que le travail ne soit complètement terminé, il faudra tester fréquemment la lentille et afin de la rendre transparente

celle-ci est enduite de pétrole. Dès lors, elle laissera passer beaucoup de lumière et en tous cas suffisamment pour pouvoir en faire son contrôle.

Beaucoup de méthodes se prêtent également bien pour tester la lentille de Schmidt, mais nous donnons ici la méthode que nous avons choisie, très simple et ne demandant pas un outillage spécial. Le miroir sphérique et la lentille correctrice seront placés dans leur barillet respectif et dressés l'un par rapport à l'autre avec leur axe de figure bien en ligne. Au foyer présumé, une petite boîte contenant une lampe à incandescence éclaire par transparence un réseau à mailles d'un mm, orthogonales et gravées avec une fine pointe à tracer sur une plaque de verre préalablement noircie au noir de fumée.

Si sur la ligne de visée passant par l'axe optique nous regardons le miroir à environ 20 longueurs focales, sans interposer dans le trajet lumineux la lentille correctrice, nous observons les lignes claires du réseau réfléchies par le miroir sphérique fortement agrandies et déformées, voir figure 9.



Interposons maintenant la lentille correctrice, finement rodée et rendue translucide par l'artifice indiqué plus-haut; si la méridienne est exacte, les lignes que nous avons vues tout à l'heure incurvées seront redressées par celle-ci et seront orthogonales. Au cas où la lentille serait surcorrigée ou sous-correctée, les apparences seraient celles des figures a ou b.

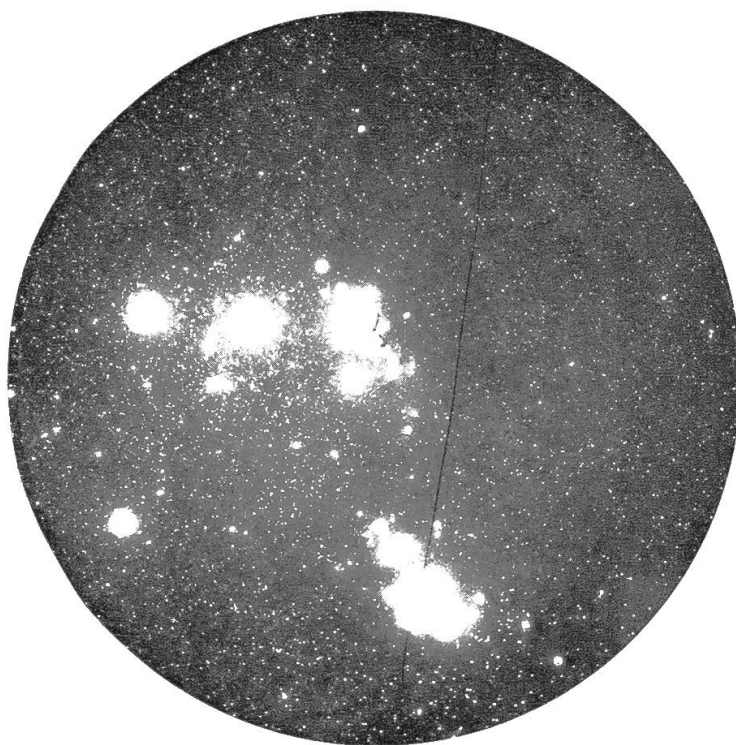
Cette méthode n'est pas extrêmement sensible, mais elle permet néanmoins de faire de bonnes surfaces. Il faut toutefois faire très attention à ce que les lignes observées soient parfaitement droites. Il suffira pour mieux juger la chose de tendre un fil qui permettra, par comparaison, d'en remarquer l'exactitude. D'ailleurs, il nous sera toujours possible, la lentille une fois achevée, de faire un essai à la lame de couteau, avec le miroir sphérique, comme s'il s'agissait de déterminer la méridienne d'un miroir parabolique, sans oublier que l'aberration longitudinale est double. Les dernières retouches pourront alors être faites avec de petits polissoirs.

Dès qu'on jugera l'essai au réseau satisfaisant, nous passerons au polissage de la lentille correctrice. Comme pour le rodage, les po-





Chambre de Schmidt  $D = 300 \text{ mm}$   $m = F/1,85$   
Centre du cliché AR = 20 h 41'  $\Delta = +30^{\circ} 40'$   
Region: 52 Cygni Pose, 30<sup>m</sup>



Chambre de Schmidt  $D = 300 \text{ mm}$   $m = F/1,85$   
Centre du cliché AR = 5 h 35'  $\Delta = -2^{\circ} 5'$   
Region: Orion Pose, 25<sup>m</sup>





lissoirs employés devront être montés sur une base souple. Cette base peut aussi être faite d'une plaque de caoutchouc mousse de 6 à 7 mm d'épaisseur et l'on coulera dessus une certaine épaisseur (3 à 4 mm) de résine ou de poix très tendre, rainurée comme d'habitude, afin que celle-ci puisse épouser continuellement la surface durant le travail de polissage. Ce polissage doit être fait lentement avec des pressions faibles et, par conséquent, c'est une tâche de longue haleine. Il sera bon de temps en temps de tester la lentille et, s'il y a lieu, d'y apporter peu à peu les corrections que l'on jugera nécessaires. A titre d'indication, le polissage de la lentille correctrice de Schmidt que nous avons faite a duré 50 heures. Le travail de polissage peut être entrepris avec un polissoir de  $\frac{1}{3}$  de taille.

#### *Bases des porte-clichés.*

Les bases des porte-clichés seront construites de préférence en bakélite ou en matière moulée assez dure, ce qui permet de les travailler à l'émeri comme nous le faisons habituellement lorsqu'il s'agit de surfacer les miroirs de verre. Le rayon de courbure de ces bases sera pris égal à la distance focale du grand miroir sphérique. Le rodage de ces bases ne présente aucune difficulté. La précision de ce rodage doit être d'environ  $\frac{1}{100}$  de mm.

#### *Monture.*

La monture de la chambre de Schmidt sera extrêmement rigide; celle-ci peut être entièrement construite avec des matériaux légers, tels, par exemple, que l'aluminium, le duraluminium ou l'antico-rodal. Nous conseillons une construction tubulaire avec barillet fondu, de forts anneaux servant à frêter l'ensemble et en même temps comme appuis de fixation. Plusieurs variantes pourront être exécutées au gré du constructeur, mais il faudra toujours tenir compte des flexions, l'axe optique devant être défini d'une façon rigide, quel que soit le modèle de construction employé. A titre d'indication, nous donnons ci-dessus un schéma et quelques cotes de la chambre de Schmidt que nous avons construite (fig. 1).

#### *Règlage.*

Plusieurs méthodes ont été proposées afin d'aligner les pièces optiques composant la chambre de Schmidt. La méthode que nous avons employée consiste à regarder à une certaine distance la lentille correctrice et à travers celle-ci. Si le miroir sphérique n'est pas bien centré, nous verrons le porte-cliché désaxé par rapport au cercle limitant la lentille correctrice; il s'agit, au moyen des vis de réglage du miroir, de le ramener sur l'axe optique qui passe en même temps au centre du porte-cliché. La mise au foyer proprement dite, se fera en prenant une succession de photographies à des distances variables. Dès que le diamètre des images stellaires des étoiles juste posées sera de l'ordre de 30 microns, nous considérerons la mise au point terminée.

### *Résultat.*

Les quelques essais que nous avons faits avec la chambre de Schmidt nous ont prouvé le haut rendement de ce système optique. Malgré un ciel peu propice, nous avons pu obtenir de bonnes photographies sans aberrations; les images d'étoiles sont sur toute la surface du champ absolument rondes et les étoiles juste posées ont un diamètre ne dépassant pas 40 microns. Cette chambre, malgré la petite échelle qu'elle donne des objets, permet l'étude intéressante et variée de vastes régions à la fois et les mesures micrométriques peuvent être faites avec une grande précision, les centres des images étant parfaitement bien définis. 20 à 25 minutes suffisent pour obtenir tout ce dont elle est capable, des poses plus longues entraînent un voile partiel et l'on ne gagne plus rien en augmentant ce temps de pose.

---

## **La photographie de la Lune**

Par S. CHILARDI, Lausanne

Cette question a été étudiée avec un soin extrême par les pionniers de la photographie astronomique: Warren de la Rue, Rutherford, Draper, Loewy et Puiseux, E. Pickering et G. Pease (Mont-Wilson). Tous ont accompli de remarquables travaux. Beaucoup d'amateurs ignorent, malheureusement, leur façon d'opérer. D'autre part, nombreux sont les traités de photographie et revues astronomiques qui ont donné d'excellents conseils techniques sur les instruments, accessoires, etc. Nous omettons volontairement de les répéter ici.

Nous désirons signaler, à ceux que la photographie de la Lune intéresse, quelques unes de nos remarques faites au cours de deux ans d'essais et qui nous paraissent de première importance.

L'instrument utilisé était un télescope Cassegrain de 16 cm d'ouverture et 2 m 89 de distance focale résultante, monté équatorialement. Voici la liste des plaques essayées, dans l'ordre décroissant de sensibilité:

Agfa ISS, Agfa Isopan F, Agfa Isochrom, Perutz Peromnia, Kodak Panatomic, Perutz Silbereosin, Gevaert ortho-normal, Gevaert process-extra. Les temps d'exposition s'échelonnaient entre  $\frac{1}{10}$  et 5 secondes, suivant la phase et la sensibilité de l'émulsion, pour une image focale de 30 mm de diamètre. Les miroirs étaient fréquemment réargentés, de façon à avoir presque toujours le même pouvoir de réflexion.

En 1943, 175 clichés furent pris, mais un dixième à peine étaient satisfaisants. Quelles étaient les causes d'un tel déchet? Ignorance ou inexpérience? On trouvera la réponse dans ce que nous allons écrire.