

Comment fabriquer son miroir de télescope ?

par Liliane SARRAZIN,
Ecole Normale, Limoges.

Dans son livre « La lumière », Bernard MAITTE explique comment les artisans verriers du Moyen Age découvrirent les propriétés des verres qui grossissaient les dessins sur lesquels ils étaient posés.

BACON (1214-1294) écrivit avec enthousiasme au sujet des lunettes : « nous pourrions également obtenir que le Soleil, la Lune et les Etoiles semblent se rapprocher et descendre vers nous ».

700 ans après, nous pouvons ressentir la même joie que BACON lorsque nous pointons un instrument vers le ciel, même si les étoiles ne « descendent pas vers nous ».

Le but de cet article est de présenter, le plus simplement possible, la construction d'un miroir de télescope.

Dans le télescope, un miroir concave concentre la lumière en son foyer. Le rayon de courbure (ou concavité) du miroir est égal au double de sa distance focale (fig. 1).

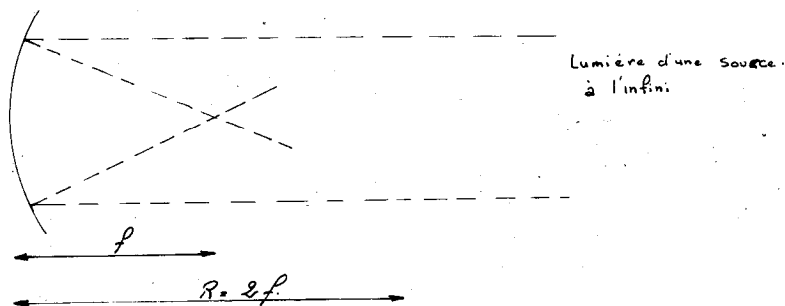


Fig. 1

Si nous désirons fabriquer un miroir de 200 mm de diamètre et de 1 200 mm de distance focale, sa concavité sera donc : $R = 2f = 2\,400$ mm.

PRINCIPE DE FABRICATION.

Il faut frotter, l'un contre l'autre, deux disques en interposant un abrasif humide entre les deux. Le disque qui est dessous (le disque outil) tend à devenir convexe ; celui de dessus (le futur miroir) tend à devenir concave.

Puis, on affine au maximum la surface, en utilisant des abrasifs de plus en plus fins. Enfin, on polit le miroir et on le fait aluminer par une entreprise spécialisée.

MATERIEL NECESSAIRE.

— 2 disques de 200 mm de diamètre et de 30 mm d'épaisseur environ. Celui qui deviendra le miroir est en pyrex car ses propriétés thermiques sont excellentes, l'autre est en verre,

— les abrasifs suivants :

Opération	Quantités (g)	Grosseur (μm)	Carbo	Corindon Mercier
Ebauche	1 000	200	80	
Doucissage	500 400 250 150 100 50 50	100 50 25 19 12 10 8		120 W 180 W 1 W 2 W 3 W 4 W 5
Polissage	1 000	poix optique		
	250	rouge à polir B M 309 - oxyde de zirconium		

1^{re} étape : L'EBAUICHE.

Le disque outil repose sur un morceau de tissu épais et sur une table solide de 40×60 cm de dimensions.

On remplit aux $3/4$ un verre d'abrasif le plus gros de la série (le carbo 80) et d'un quart d'eau. Versons 1 à 2 cm^3 de cette préparation sur le disque outil et posons dessus le disque miroir. Il faut frotter le disque du dessous avec un mouvement de va-et-vient de 5 cm environ sur le disque outil. Ce mouvement doit être effectué en tournant légèrement d'une fraction de tour le miroir et cela dans le même sens, l'opérateur tourne également autour du poste de travail, afin de toujours changer les surfaces de contact (fig. 2).

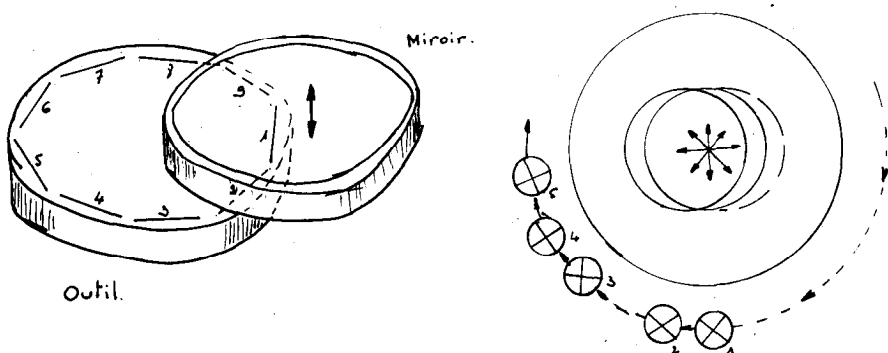


Fig. 2

Lorsque, au bout de 2 ou 3 minutes, l'attaque du verre ne se fait plus (on n'entend plus le bruit de l'abrasion), il faut laver le miroir, l'outil, les essuyer et recommencer. L'opération précédente est une « séchée » lorsque la concavité du miroir est visible, il faut la vérifier à l'aide d'un « gabarit ».

On fabrique, pour cela, un grand compas de rayon $2f$, la pointe du compas est un cutter qui découpe un cercle dans un morceau de carton qui sera le gabarit. Tant que le miroir n'épouse pas la forme de ce calibre, il faut continuer le travail (fig. 3).

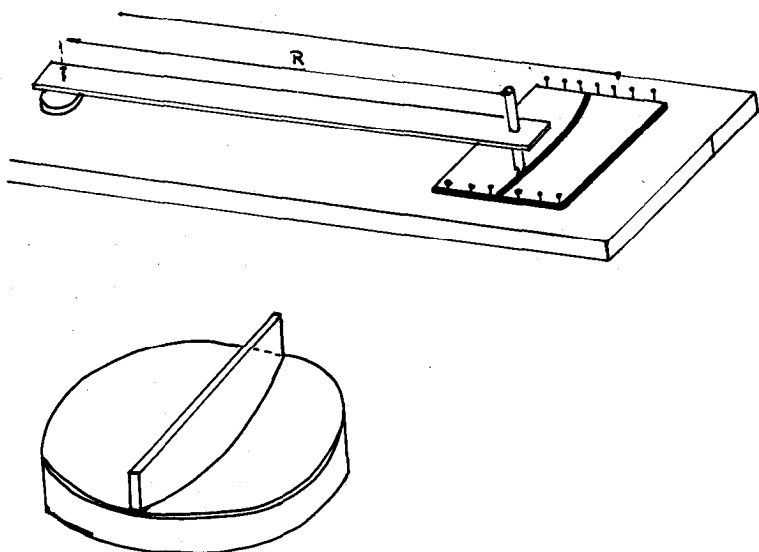


Fig. 3

Remarque.

Si le miroir est trop creusé, il faut travailler miroir dessous et outil dessus (c'est, en effet, toujours le disque qui est dessus qui tend à se creuser).

Lorsque le rayon de courbure est correct, l'ébauche est terminée, il faut tout laver (miroir, outil, table, cales, verres, opérateur...), changer de torchon car un seul grain de l'abrasif précédent suffira à créer une merveilleuse rayure qui gâchera l'esthétique du miroir.

2^e étape : DOUCISSAGE.

Cette opération est identique à celle de l'ébauche, elle est caractérisée par des mouvements de va-et-vient de plus grandes amplitudes (7 cm) et des déports de 2 ou 3 cm. L'abrasif est plus fin.

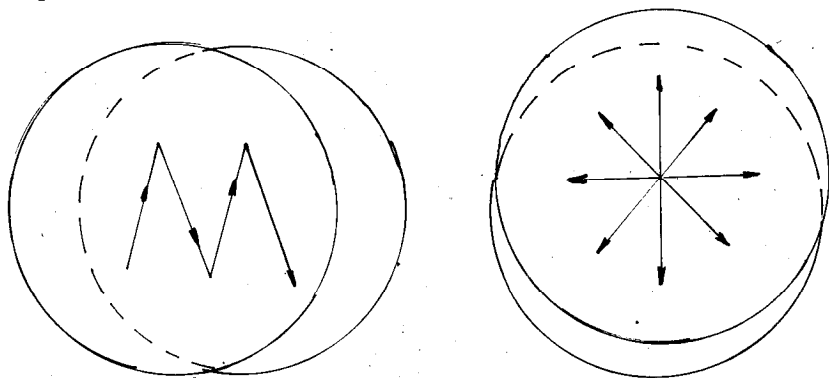


Fig. 4

Il faut que les grains obtenus par le carbo 80 aient complètement disparu. On vérifie avec une loupe que la surface ne comporte pas d'écailles de verre plus grosses que les autres.

Voici, à titre indicatif, le nombre de séchées nécessaires pour éliminer le grain précédent :

Corindon 120	20	séchées
Corindon 180	15	»
W 1	10	»
W 2	6	»
W 3	6	»
W 4	4	»
W 5	3	»

Il est nécessaire de tout laver à chaque changement d'abrasif. Progressivement, on presse de moins en moins afin qu'aux 2 derniers abrasifs, seule la pression due au poids du miroir ou de l'outil agisse.

Pour ne pas modifier la courbure du miroir, il faut travailler alternativement avec le miroir dessus puis dessous. Pour vérifier le rayon de courbure, il faut mouiller le miroir et utiliser le montage (fig. 5).

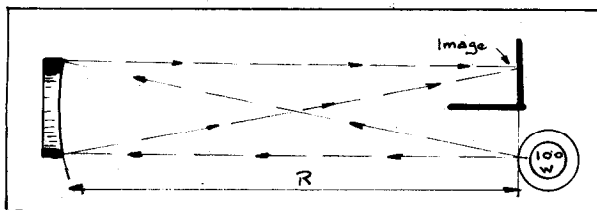


Fig. 5

Le but de ce montage est d'obtenir une image nette de la lampe à la distance R . Après avoir utilisé le premier abrasif, on voit l'image de la lampe à 10 cm près.

Au cours de l'opération de doucissage, plus les abrasifs utilisés sont fins, plus cette distance diminue.

3^e étape : PREPARATION DU POLISSAGE.

Avant de polir le miroir, il faut préparer des carrés de poix de 20 mm de côté et de 8 mm d'épaisseur. Pour cela, on fait fondre la poix doucement dans une casserole (sacrifiée) et on la verse dans un moule de bois préparé auparavant (fig. 6).

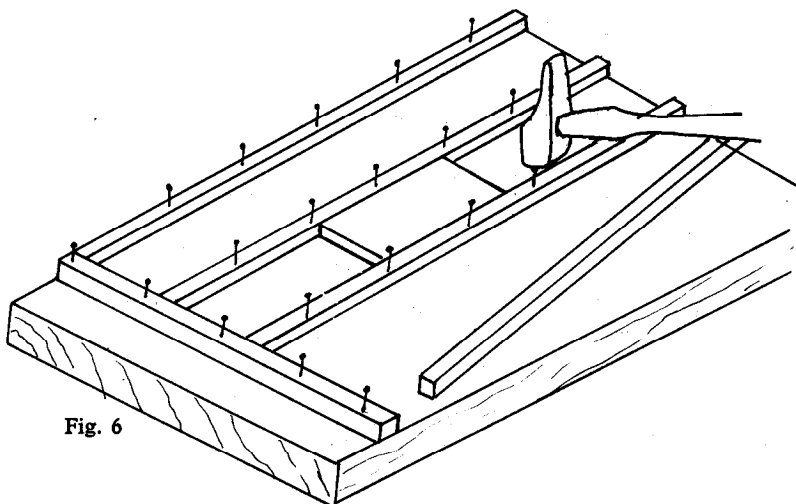


Fig. 6

Avant de démouler les bandes de poix, il vaut mieux placer le moule un quart d'heure au réfrigérateur, puis il faut découper avec un couteau à lame fine chauffé avec la flamme d'une bougie, des carrés de 20 mm de côté.

Sur le disque outil, on a dessiné des carrés de 20 mm espacés de 7 mm et versé une mince couche de cire d'abeille chaude (achetée en quincaillerie).

Le centre de l'outil ne doit pas se trouver sur un intervalle ni au centre d'un carré (fig. 7).

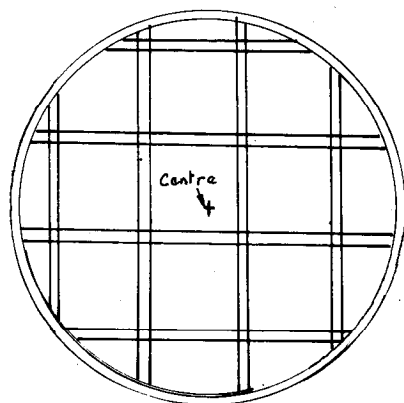


Fig. 7

Pour coller les carrés de poix sur le disque outil, il faut les présenter au-dessus de la flamme d'une bougie jusqu'à ce qu'une goutte soit sur le point de tomber. Alors, on applique chaque carré, en pressant doucement.

Afin d'avoir un polissoir circulaire, il faut rogner correctement les carrés de poix de la superficie à l'aide d'un ciseau à bois bien affûté.

4^e étape : a) **PRESSAGE A CHAUD.**

Préparons le sandwich suivant : de bas en haut : le polissoir, un papier calque, le miroir (immergé auparavant dans un bain à 30°C pendant 20 minutes) et quelques masses marquées (5 à 10 kg) (fig. 8).

Le polissoir va se déformer pour épouser exactement la forme du miroir. Les grains du produit à polir s'incrudent dans la poix car ils étaient trop gros. La poix corrige les défauts de la surface du miroir.

Lorsque la poix est grise, il faut retailler les carrés car certains se sont écrasés (aucun carré ne doit se toucher).

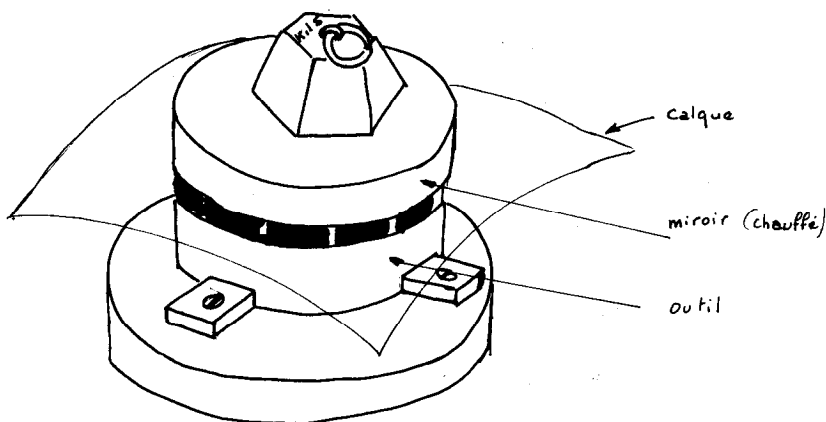


Fig. 8

b) PRESSAGE A FROID.

Fabriquons un pinceau avec une baguette plate de bois entourées de bandes de tissu.

Remplissons un récipient plat, d'eau, dans lequel on a placé une cuillerée à café d'oxyde à polir.

Etalons avec la baguette cette mixture sur les carrés du polissoir. Posons directement le miroir sur le polissoir pendant 30 minutes à une heure.

5^e étape : LE POLISSAGE.

Le local dans lequel on opère doit être propre, à température constante (environ 20°C), pas trop humide.

Les mouvements sont identiques à ceux du doucissage avec, cependant une rotation d'un quart de tour du disque de dessous toutes les 15 minutes.

Il faut travailler alternativement miroir dessus - miroir dessous toutes les heures ; ne pas appuyer sur le disque de façon irrégulière, éviter les à-coups.

Pendant les deux premières heures, le disque glisse mal, il se produit des accrochages.

Selon la dureté du verre et la qualité du doucissage, le polissage durera 10 à 30 heures, parfois plus !

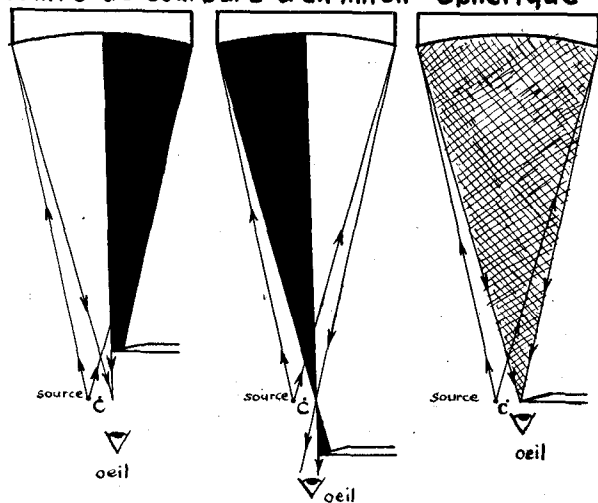
Théoriquement, le miroir est parfait, il faut cependant le contrôler à l'aide d'un « appareil à Foucault ».

6^e étape : CONTROLE DE LA SPHERICITE DU MIROIR.

Le principe est le suivant : on éclaire le miroir avec une source ponctuelle placée en son centre de courbure : l'œil placé à côté de la lampe intercepte les rayons réfléchis.

La source ponctuelle est constituée d'une lampe de 40 watts placée derrière un carton troué devant lequel on place 2 lames de rasoir écartées de 1/100 de mm.

Le collègue CHAPPELLE, lors du dernier Congrès de l'U.d.P. a eu la gentillesse de me laisser le document ci-joint pour compléter cet article (fig. 9).

I. Méthode de Foucault : recherche du centre de courbure d'un miroir sphérique


Si on coupe entre le centre de courbure et le miroir, l'œil voit la moitié droite du miroir s'éteindre la première.

Si on coupe au delà du centre de courbure, l'œil voit la moitié gauche du miroir s'éteindre la première.

Si on coupe au centre de courbure, l'œil voit le miroir entier devenir gris puis s'éteindre.

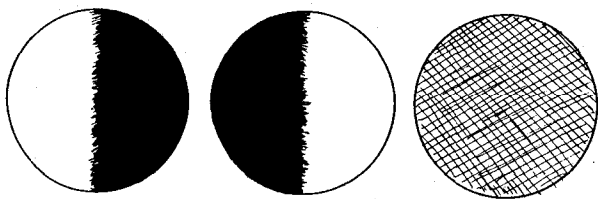


Fig. 9 a

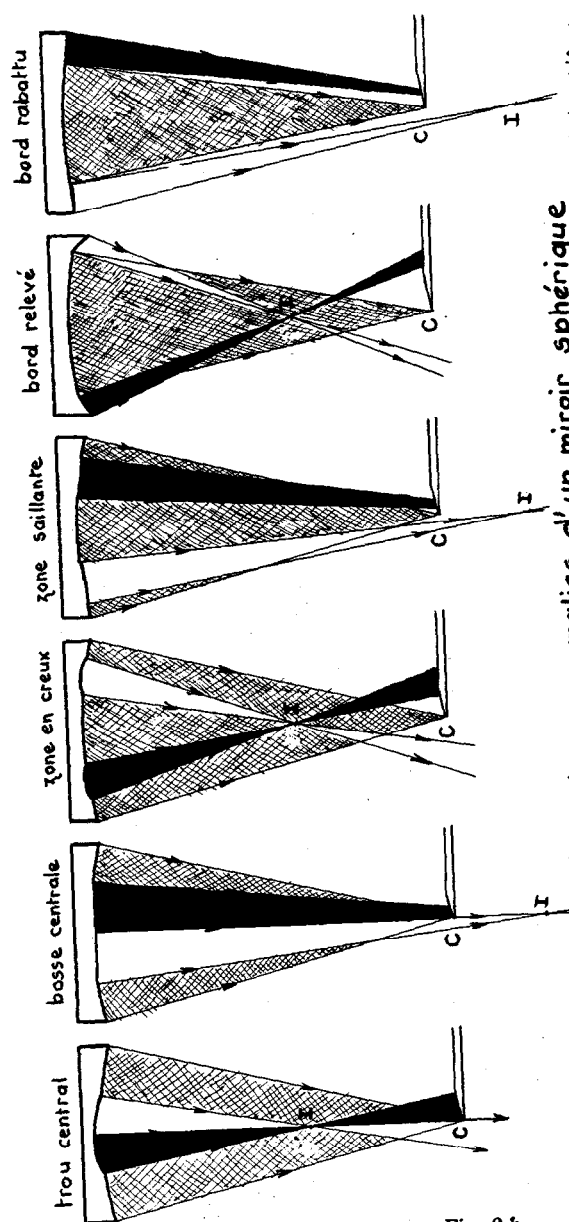


Fig. 9 b

II - Foucaultgrammes de quelques anomalies d'un miroir sphérique

Dans chacun des cas on constate que, pour l'œil qui observe le miroir, tout se passe comme si les défauts de surface du miroir étaient mis en évidence par une lumière rasante émise de la gauche. Les zones qui sont trop creusées apparaissent comme des trous ; les zones qui ne sont pas assez creusées apparaissent comme des bosses.

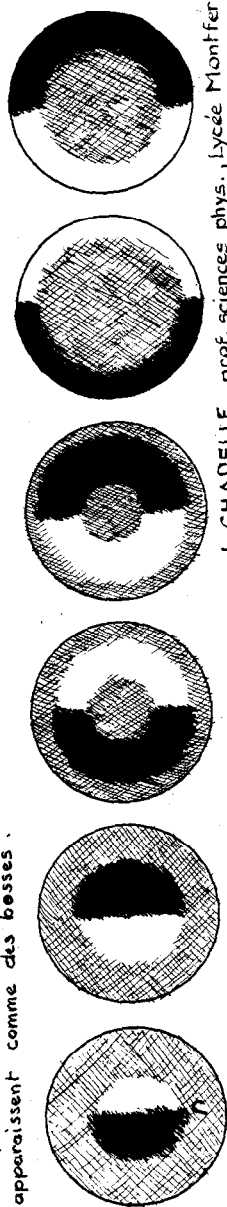




Fig. 10

Ouf ! le miroir est terminé.

Cependant, s'il arrive un malheur (fig. 10), évitez la dépression nerveuse, écrivez à l'artisan, astronome amateur, qui peut vous procurer :

- des disques bruts - abrasifs et produits à polir,
- un kit complet pour tailler un miroir, des pièces détachées (tube, araignée, oculaire, objectifs, le livre « Comment réaliser votre télescope ») et des miroirs tout prêts de diamètre 150 à 400 mm !

chez : A.S.T.A.M., Viry, 39360 Vaulx-lès-Saint-Claude.