

RÉALISATION DU GRAND MIROIR CASSEGRAIN

Le travail des miroirs paraboliques a été exposé en détail § 8 à 48. Quelques indications complémentaires sont utiles pour l'exécution de miroirs percés. Les disques pour miroirs de télescopes peuvent être commandés percés à S.O.V.I.S. ⁽¹⁾ moyennant un supplément de prix de l'ordre de 25 à 30 %. Pour ceux qui voudraient percer un disque déjà livré, donnons quelques conseils.

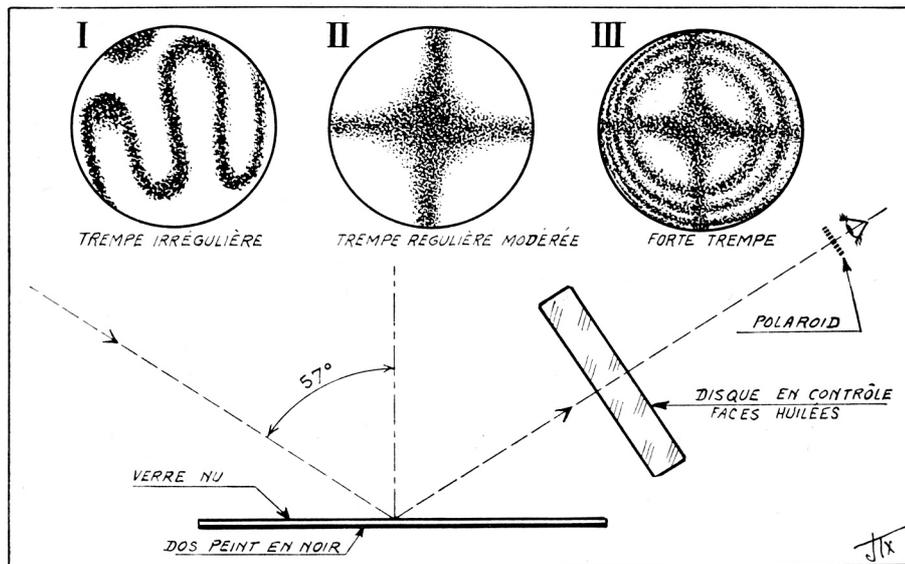


Fig. 77. – Contrôle rapide de la trempe.

69. Contrôle sommaire de la trempe. - Il faut bien comprendre que le forage d'un trou dans un disque de verre épais libère inévitablement des contraintes mécaniques qui peuvent être considérables et conduire à l'éclatement du verre. Le contrôle de la trempe est donc recommandé, particulièrement avec un miroir de fabrication ancienne d'assez grande épaisseur. Même si le disque est bien recuit il est à peine utile de dire qu'une tentative de perçage d'un miroir fini de bonne qualité conduirait à la destruction certaine de la forme d'ensemble, le perçage ne peut être envisagé qu'avant le travail de précision.

⁽¹⁾ Voir adresse § 13.

La trempe est facile à déceler en lumière polarisée au moyen d'un outillage peu dispendieux (fig. 77). Le polariseur, qui doit ouvrir tout le miroir, peut être constitué par une glace non métallisée dont on utilise la réflexion vitreuse sous l'incidence Brewstérienne (57° par rapport à la normale). Pour éviter la dépolarisation de la lumière par les faces grossières du disque brut on peut les enduire d'huile de ricin ou de pétrole. L'analyseur, placé devant l'œil, peut être un petit morceau de Polaroid, une simple lunette de soleil polarisante suffit. Avant interposition du disque miroir, l'incidence Brewstérienne se recherche par tâtonnements jusqu'au moment où le croisement exact de l'axe du polaroïd, par rapport au plan de polarisation de la glace, donne une extinction pratiquement complète d'une source lumineuse étendue telle qu'un ciel nuageux uniforme. Le miroir traversé par la lumière polarisée montre des plages claires ou même des franges colorées dans les régions notablement contraintes ou tendues. Un hublot pris dans une dalle sommairement recuite présente un aspect irrégulier du genre de la figure 77 I. Un disque recuit isolément présente des tensions qui croissent régulièrement du centre vers le bord, on observe une croix noire (fig. 77 II) à peu près centrée, un tel verre peut être percé sans risque excessif de rupture.

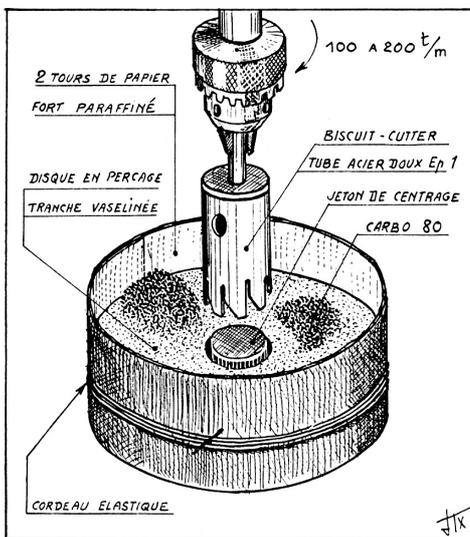


Fig. 78. – Forage du trou dans un miroir Cassegrain

cet outillage mais le « biscuit-cutter » que nous connaissons déjà (p. 102) armé de carbo 80 ou 120 permet de traverser 40 mm de verre en moins d'une heure quand il s'agit de trous d'environ 50 mm de diamètre. On peut utiliser une perceuse ordinaire pourvu que la vitesse de la broche puisse être descendue à 100 ou 200 t/mn. La figure 78 se passe d'une longue description. L'attaque de la coupe est centrée commodément au moyen d'un jeton de quelques millimètres

Par contre les disques anciens un peu épais ont souvent des tensions telles qu'elles correspondent à des différences de marche de plusieurs longueurs d'onde révélées par une série d'anneaux colorés d'ordres supérieurs (figure 77 III). On abstiendra de percer un tel verre, le passage du trépan dans la couche de verre la plus tendue, vers le tiers de l'épaisseur provoquerait probablement l'éclatement ⁽¹⁾.

70. Perçage du trou central. –

Industriellement on utilise des couronnes garnies d'une concrétion de particules de diamant enrobées dans un métal fritté. L'amateur ne peut amortir

⁽¹⁾ Cette mésaventure survint, malgré les précautions méticuleuses prises, lors du perçage de l'ancien miroir Common de 91 cm du Télescope Crossley de l'Observatoire Lick.

d'épaisseur collé à l'arcanson exactement au centre. Le miroir, dont la tranche est vaselinée, constitue le fond d'une cuvette dont les bords sont simplement en papier d'emballage fort paraffiné. Ce récipient peut contenir assez d'eau et de carbo pour assurer un renouvellement constant de l'abrasif. Malgré cela il est bon de ne pas insister, ni appuyer sur de l'abrasif usé, mais dégager souvent le « biscuit-cutter » de la coupe pour éviter un échauffement qui pourrait devenir dangereux.

Le polissage d'un miroir percé ne serait guère praticable sans production d'un bord rabattu considérable près du trou central. Pour l'éviter on peut choisir entre deux procédés

Méthode des frères Henry. - On commence le perçage du disque par la face choisie comme dos et l'on ne traverse pas entièrement (fig. 79). Un réglet

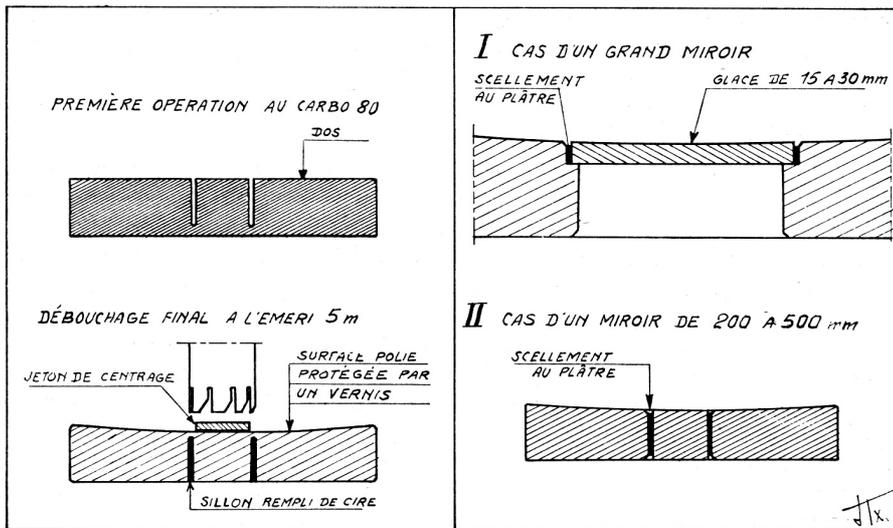


Fig. 79. - Méthode Henry.

Fig. 80. - Méthode Ritchey.

mince et étroit introduit bien à fond dans la coupe permet de vérifier qu'il reste une épaisseur de verre égale à la flèche du miroir (on opère avant l'ébauchage de la face concave) majorée de 2 ou 3 mm. Si le disque est bien recuit on peut espérer avoir libéré presque complètement les tensions résiduelles et achever le miroir, traité comme un miroir ordinaire, le sillon dorsal est rempli de cire ou de plâtre pendant toute la durée du travail. La surface optique étant exempte de toute discontinuité aucune zone notable n'apparaît à l'aplomb du sillon, seule une faible anomalie s'observe quelquefois due à l'écoulement thermique perturbé au voisinage du forage. Pour déboucher le centre du miroir complètement achevé il faut prendre quelques précautions. On évite mieux les éclats dangereux en reprenant le perçage à partir de la seconde face qui est maintenant la surface polie du miroir, qu'il est bon de protéger par un enduit protecteur - film de cire ou gomme laque - le « biscuit-cutter » sera rentré exactement à l'aplomb du forage initial grâce au jeton

collé à l'arcanson sur le verre. Les deux ou trois millimètres restants seront usés prudemment avec de faibles pressions et de l'émeri 5 minutes. On peut aussi avec peu plus de risques terminer la coupe initiale en tournant le biscuit-cutter à la main sans forcer ni appuyer, il est bon de coller sur la face optique un verre protecteur d'environ 20 mm plus grand que le trou. La carotte centrale enlevée, il faut biseauter des deux côtés le bord intérieur du miroir ce qui peut se faire rapidement et exactement au moyen d'un outil sphérique enduit d'émeri 5 minutes et à peu près du rayon convenable pour donner la tangence avec un angle de 45° ; une petite boule de pétanque convient pour des trous d'environ 50 à 60 mm de diamètre. Le principal aléa avec la méthode Henry c'est que l'on n'est jamais sûr que les déformations du miroir seront négligeables au débouchage final. A titre d'indication disons qu'à l'atelier de la Commission sur trois disques de 20 cm, travaillés suivant cette méthode, dont la trempe avait été reconnue négligeable, deux n'ont pratiquement pas bougé tandis que le troisième s'est effondré dans les zones centrales en prenant une surcorrection d'une frange entière. La retouche d'une telle hyperbole, une fois la cale centrale partie, est difficile, elle serait même impraticable si le miroir perdait sa symétrie de révolution.

Méthode de Ritchey. - De toutes manières la méthode précédente serait trop aléatoire avec un grand miroir, que l'on coule d'ailleurs avec le trou venu de fonderie pour éviter les risques d'éclatement. Dans ce cas le « biscuit-cutter » sert uniquement à agrandir le trou au diamètre voulu, un second trépan, un peu plus grand, permettant de fraiser un repos pour une cale en glace de 15 à 30 mm d'épaisseur, immobilisée pendant tout le travail par un scellement latéral en plâtre (fig. 80 I). S'il s'agit d'un miroir d'amateur on utilise simplement la carotte centrale livrée par la fabrique si c'est elle qui a percé le disque que l'on scelle au plâtre coulé bien liquide pour remplir le sillon dont l'épaisseur n'est guère que de 2 mm (fig. 80 II). Après séchage prolongé du plâtre et ébauchage de la concavité, le sillon de plâtre sera gratté à 2 mm environ en dessous de la surface puis verni à plusieurs reprises au vernis gomme laque pour éviter la pénétration de l'eau dans le plâtre et faciliter l'élimination des différents grades d'émeri. La méthode de Ritchey n'évite pas aussi bien les effets thermiques au bord intérieur mais réduit beaucoup les risques de déformation après enlèvement de la cale. Cependant la prise du plâtre s'accompagne parfois de changements de volume et nous avons dû une fois retoucher après débouchage un miroir de 30 cm travaillé suivant ce procédé à l'atelier de la Commission des Instruments.

71. Travail du miroir percé. - La plupart des renseignements donnés § 16 à 26, sont directement applicables. Mentionnons seulement au cours du doucissage d'un miroir à sillon débouché (procédé Ritchey) l'utilité d'un nettoyage soigné du sillon à chaque changement d'émeri ; il est bon de repasser une couche de vernis gomme laque pour fixer les grains d'abrasifs qui pourraient échapper au nettoyage et en même temps éviter la pénétration de l'humidité dans le plâtre.

Au polissage, toujours dans le cas d'un miroir à sillon débouché, on évitera d'employer un polissoir sans dégarnir une petite zone de poix qui tend à prendre du relief à l'aplomb du sillon au cours des pressages. On peut même enlever

complètement la poix au centre de l'outil suivant un cercle égal au diamètre du trou pour être plus sûr de ne pas créer de bord rabattu intérieur par une saillie de poix.

72. **L'écran à échancrures A. Couder.** - Pour les proportions des fenêtres de l'écran rappelons qu'il faut surtout s'attacher à avoir des plages bien pointables afin d'obtenir une bonne égalisation photométrique (§ 38) ; éviter de descendre à moins d'une quinzaine de millimètres pour la largeur de la fenêtre la plus étroite si l'on observe à 3 mètres. La progression arithmétique des hm^2 n'est indiquée que pour donner l'allure générale des proportions relatives des

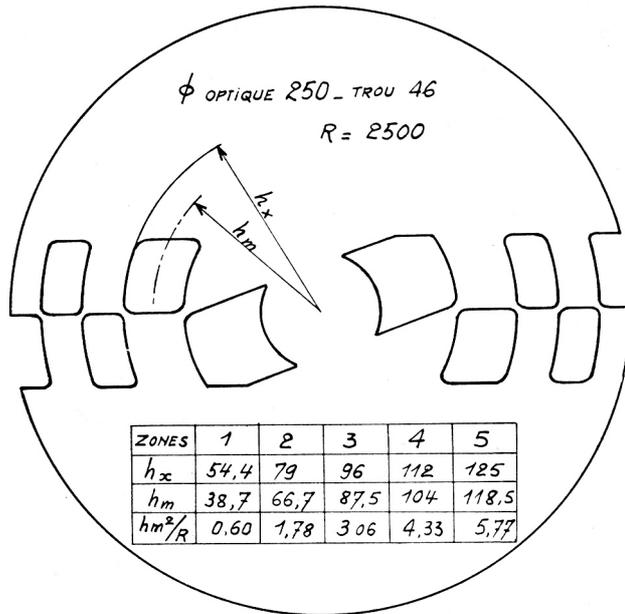


Fig. 81. – Ecran A. Couder pour un miroir Cassegrain de 250 mm.

zones ; on ne doit pas hésiter à retoucher un peu les valeurs théoriques si elles aboutissent à des fenêtres trop disproportionnées, notamment la fenêtre centrale est parfois trop large et peut contenir une petite zone qui rend la définition de la teinte plate impossible. Dans le cas d'un Cassegrain le trou central est naturellement éliminé ce qui réduit cet inconvénient. De toutes façons les mesures à l'écran à échancrures ne sont bonnes que si la surface du miroir est assez douce et exempte de zones étroites. La figure 81 donne les proportions d'un écran à 5 zones qui concerne un miroir Cassegrain de 250 millimètres à $f / D = 5$; ces valeurs pourront être extrapolées à des miroirs pas trop différents en diamètre ou déformation, de même le rayon intérieur de la zone centrale sera modifié sans trop de scrupules pour concorder avec un trou central d'une autre dimension. Si le miroir n'est pas parabolique, b différent de - 1, on remplacera naturellement les valeurs de hm^2 / R par celles de $b \cdot hm^2 / R$ sans autre modification dans le calcul de réduction des mesures.

73. **Parabolisation des miroirs de grande ouverture relative.** - On pourra toujours commencer à paraboliser par la méthode classique (§ 44, méthode A) mais en surveillant à chaque intervention l'allure de la déformation. Le plus souvent il ne sera pas possible de terminer par ce procédé un miroir un peu déformé tel qu'un paraboloïde à $f/D = 5$ ou 4 et *a fortiori* un Ritchey-Chrétien, la poix le plus souvent refuse les déformations trop importantes. On a toujours intérêt cependant à s'approcher de la forme définitive en utilisant un grand outil à action fortement perturbée (méthode C et fig. 49). Les polissoirs locaux ne seront guère avantageux que pour un bord rabattu ou une zone très faible. Les dernières retouches sont à faire après élimination de la cale centrale. Un miroir à $f/D = 5$ donne une figure de diffraction théorique dont le rayon ρ est seulement de $3,4 \mu$ et à $2,7 \mu$ à $f/D = 4$; il faut des soins extrêmes dans les retouches et les mesures pour pouvoir garantir que tous les rayons émergents convergent dans cette image. Bien souvent de faux jugements ont été portés sur les Cassegrains uniquement parce que l'on avait affaire à un principal très ouvert $f/D = 3$ ou 4 dont la mise en forme n'avait pas été assez soignée, en effet il ne faut pas compter en pratique sur le secondaire pour compenser une négligence sur le miroir principal, comme toujours la qualité du grand miroir est fondamentale si l'on veut que toute l'entreprise ait un sens.