

**REALISATION D'UN TELESCOPE DE 500 mm
ET DE SON ABRI**

I. CHOIX DE L'INSTRUMENT

**II. HISTORIQUE
DIFFICULTES RENCONTREES**

III. DETAILS. PARTICULARITES

IV. CONCLUSIONS

Date : 27 Novembre 2005
Auteur : Maurice WIERCZYNSKI
Mail : m.wierczynski@libertysurf.fr
Site: www.astrosurf.com/binou

I. CHOIX DE L'INSTRUMENT

Pendant environ 8 ans j'ai utilisé un télescope de $\text{\O} 305$ mm, type Newton – F/D 6 – sur monture à berceau. (Voir Pulsar n° 706 Jan/Fév 1995).



Malgré les quelques inconvénients que présente ce type d'instrument, j'ai souhaité capitaliser l'expérience acquise ; j'ai ainsi repris la construction du même type de monture et de configuration optique mais, cette fois, avec un miroir de $\text{\O} 500$ mm.

Bien sûr, le bilan de 8 années d'utilisation du T 305, m'a permis d'apporter quelques améliorations sur lesquelles j'insisterai.

A. DESCRIPTION DU TELESCOPE

- LA MONTURE

Le berceau est en bois lamellé-collé, de section 200x100 mm.

Dimensions : 2,4 mètres par 1,3 mètre.

Avantages du lamellé-collé en contre-plaqué extérieur, par rapport au métal :

- Absorbe les vibrations
- Plus léger
- Thermiquement plus stable
- Ne se déforme pas



(Voir plus loin la technique du lamellé-collé)

- **LE TUBE**

Il est réalisé en contre-plaqué extérieur d'épaisseur 24 mm, pour les parties supportant les miroirs primaire et secondaire.

La partie centrale est constituée de plaques de verre époxy décuivré, maintenues par une armature en cornière acier.



Dimensions : longueur 3 mètres ; section (intérieure) : 628x628 mm



- **LE MIROIR PRIMAIRE**

Utilisation du colis ASTAM comprenant : 1 miroir primaire, 1 miroir outil, 2 kits émeris et poix.

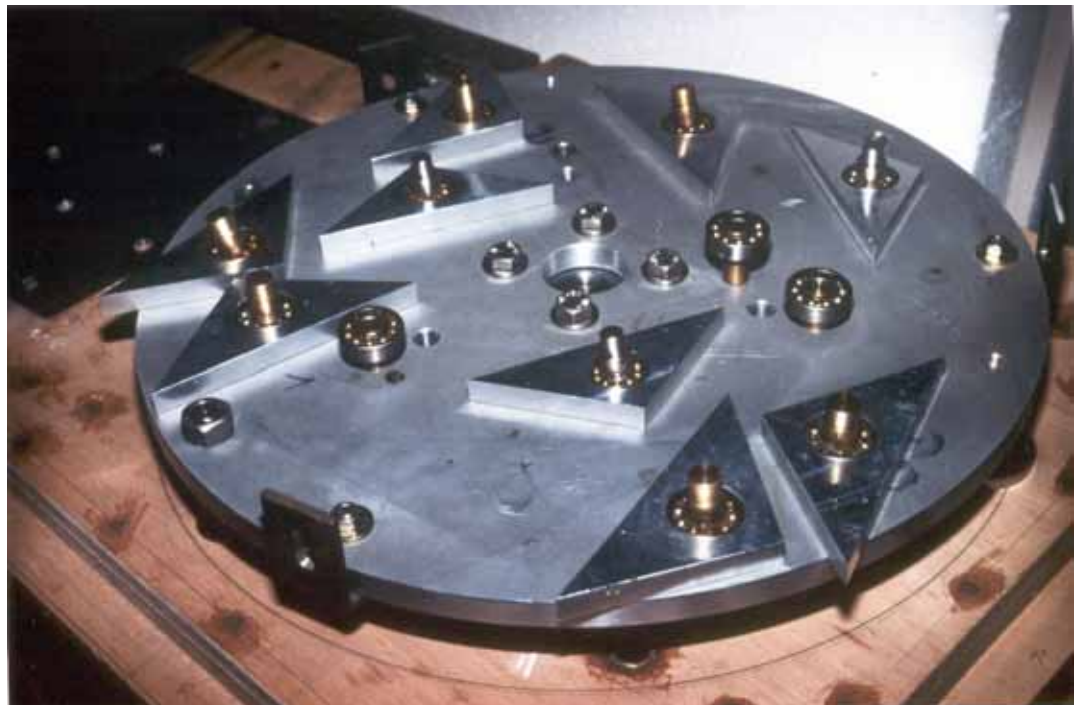
Caractéristiques finales du miroir : \varnothing 500 mm ; F/D 6 ; $\lambda/12.1$

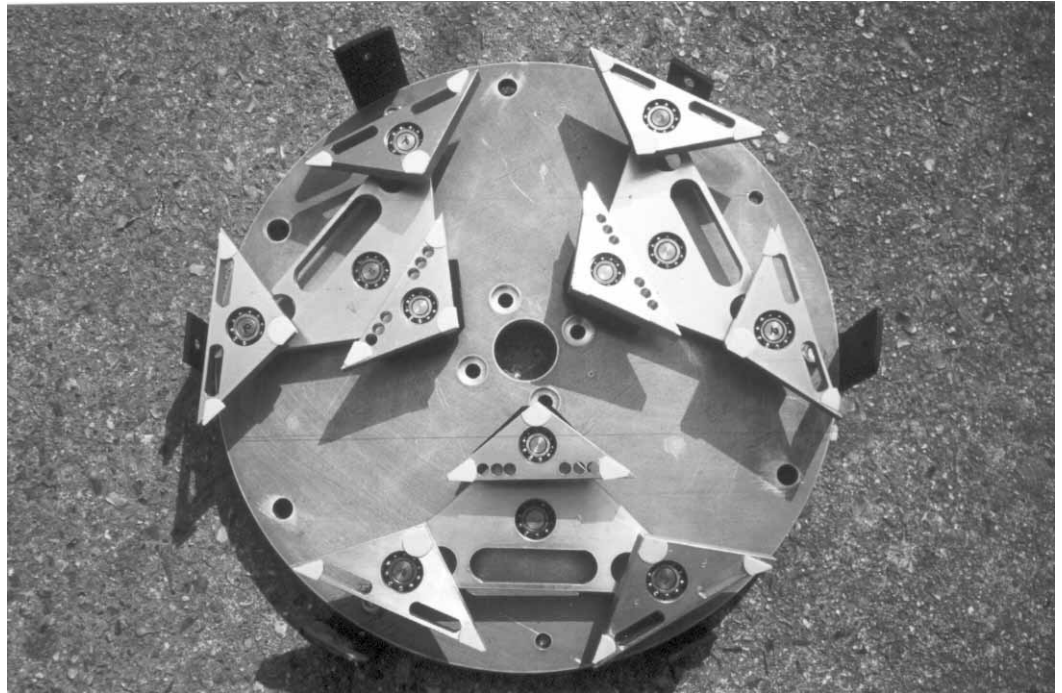


- **LE BARILLET PRIMAIRE**

Il est réalisé en dural ; le miroir repose sur 27 touches.

L'ensemble est composé de 2 niveaux de triangles montés sur des roulements à billes oscillants.





- **MIROIR SECONDAIRE**

Otique ASTAM de forme octogonale, de petit axe 110 mm
(Obstruction centrale : 22% en diamètre ; 4,84% en surface)





- **ENTRAINEMENT**

ASCENSION DROITE :

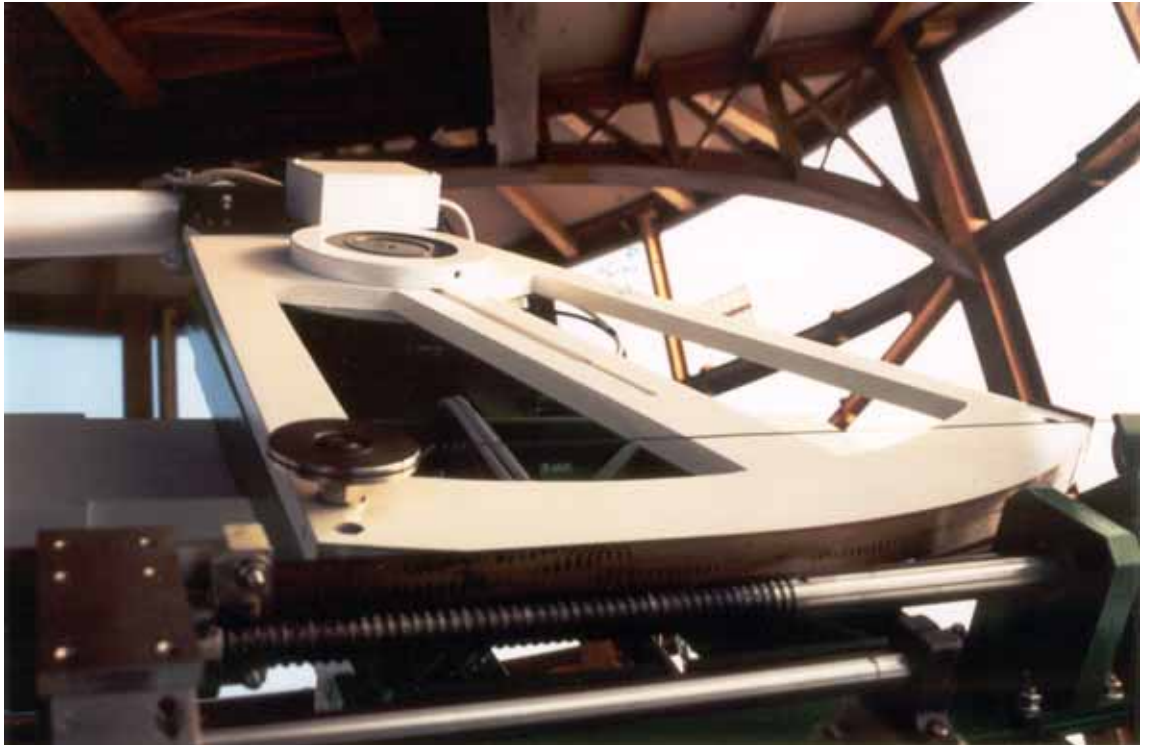
Moteur pas à pas ; sortie réducteur 0,5 t/mn; puissance 2 A sous 24 volts.

Vitesses lunaire, planétaire, solaire et stellaire pré réglées par roues codeuses.

Vis d'entraînement en inox rectifié de \varnothing 40 mm ; longueur 800 mm ; écrou à billes.



Secteur $r = 600$ mm en verre époxy ép. 20 mm.



Le blocage du secteur sur l'axe Nord du télescope est réalisé par un vérin électrique commandé à partir de la raquette.



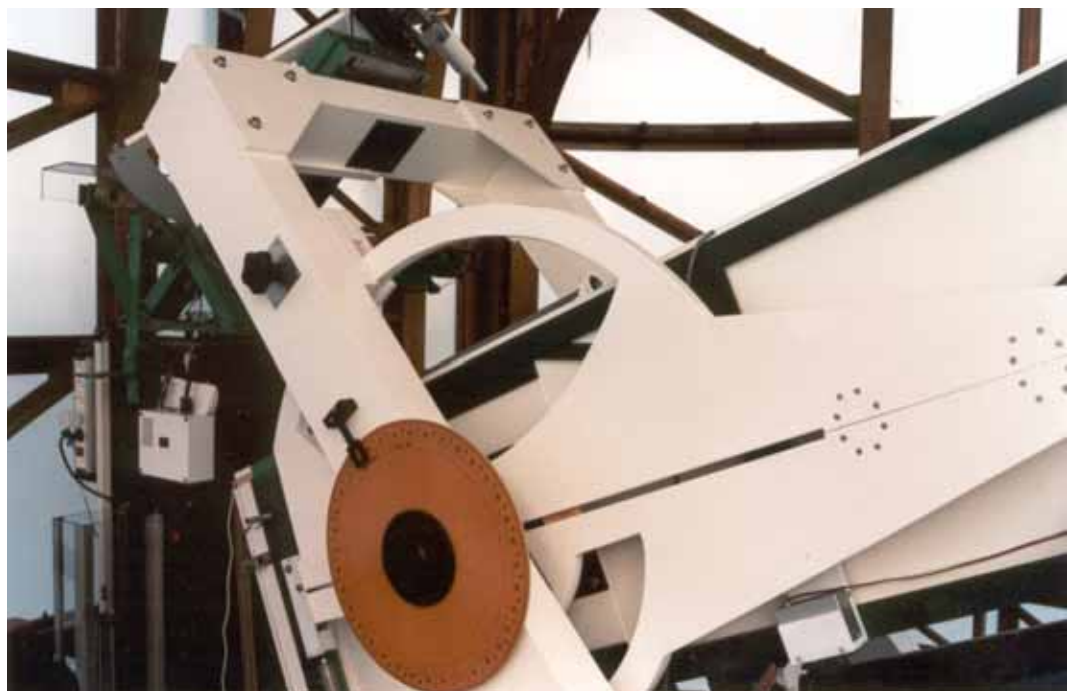
DECLINAISON :

**Moteur à courant continu 24 volts – 35 watts.
Démultiplication vitesse rapide/vitesse lente par potentiomètre (sur la raquette) et courroie crantée.**

Vis en laiton Ø 16 mm et long. 250 mm, montée sur roulements à billes ; pas de 0,5 mm.



**Secteur d'entraînement en contre-plaqué extérieur
d'épaisseur 32 mm et de long. 1,8 mètre.**

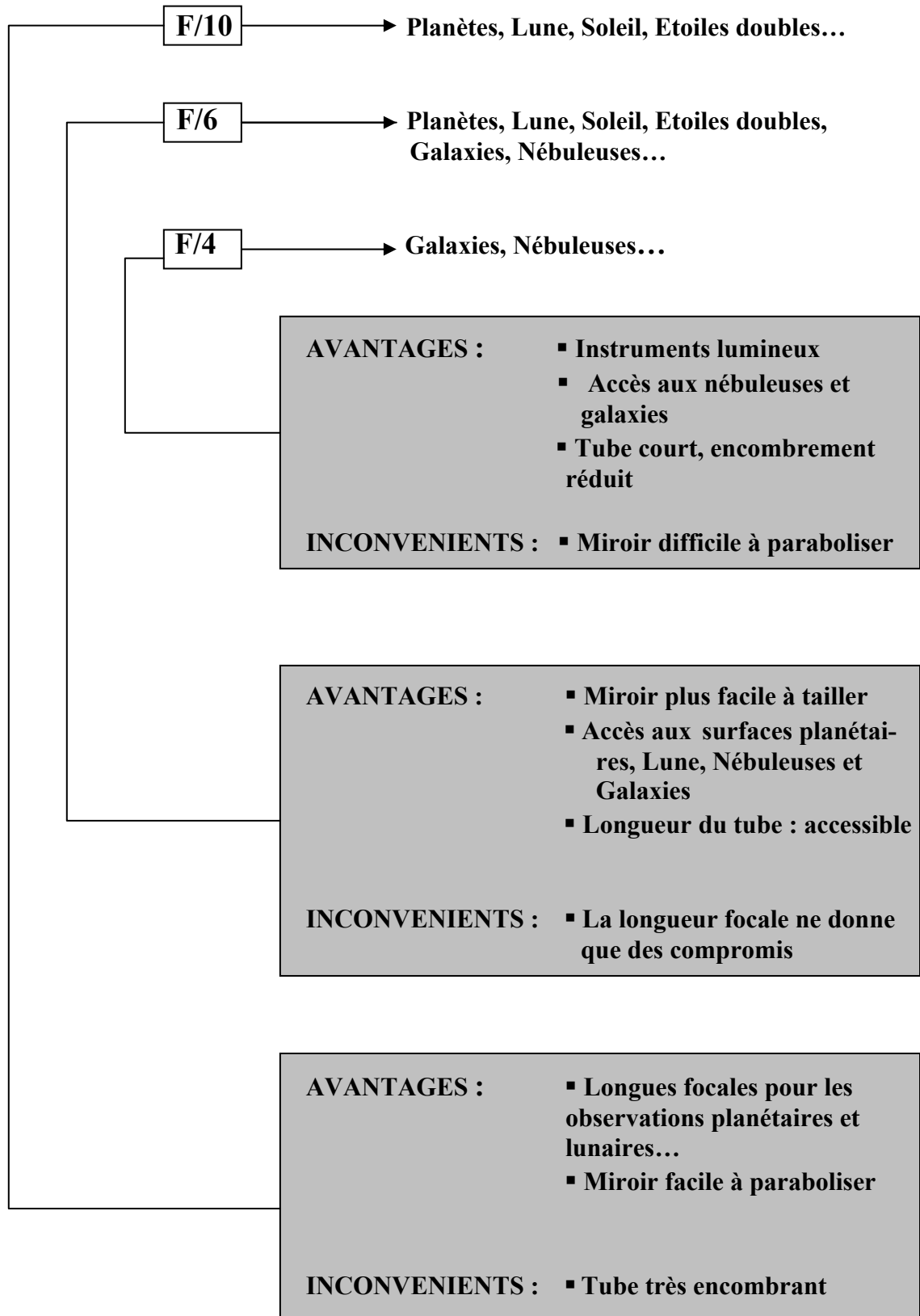


Deux blocages du secteur sont en place : le premier sur le berceau, le second en bout de secteur par pincement direct sur l'axe de déclinaison.

La raquette de commande me donne accès aux 2 moteurs d'entraînement, au moteur du porte-oculaire (vitesse réglée par potentiomètre), au vérin de blocage de l'axe polaire ainsi que de la fonction autoguidage.

B. POURQUOI UN TELESCOPE DE 500 mm ?

1. CHOIX DU RAPPORT F/D



Les amateurs des surfaces planétaires choisiront un rapport F/D élevé ($F/D \geq 8$) ; ceux des nébuleuses et galaxies, un rapport F/D faible ($F/D \leq 4$). Quant à moi j'ai retenu un rapport intermédiaire $F/D = 6$.

Voici quelques exemples de mesures qui m'ont conforté dans mon choix :

• LONGUEUR FOCALE

F/10	L=5 m
F/6	L=3 m
F/4	L=2 m

• CLARTE

$$C = \lfloor D/6 \rfloor^2 \quad \text{avec } D = \text{\O} \text{ du miroir en mm}$$

Avec D = 152 mm	C = 641
Avec D = 305 mm	C = 2584
Avec D = 500 mm	C = 6945

• POUVOIR SEPARATEUR

P = 120/D	
Avec D = 152	P = 0,79" d'arc
Avec D = 305	P = 0,39" d'arc
Avec D = 500	P = 0,24" d'arc

• MAGNITUDE LIMITE VISUELLE

Mag = 7,1 + 5 log D	
Avec D = 152	Mag = 13
Avec D = 305	Mag = 14,5
Avec D = 500	Mag = 15,6

II. HISTORIQUE DIFFICULTES RENCONTREES

A. HISTORIQUE DE L'INSTRUMENT

• ANNEE 1991

Etudes, demandes de renseignements, conseils...Aux vacances de Noël 1991 le projet est dans la tête.

Dessins des premiers plans.

Je savais que je pouvais compter sur l'aide de ma famille ainsi que de mes voisins et amis.

Quant au financement de ce projet, je ne voulais compter que sur mes deniers personnels (à l'exclusion de toute demande de subvention) ce qui fut le cas.

- ANNEE 1992

Fabrication du berceau : section 100x200, réalisé en contre-plaqué extérieur lamellé et collé.

Dimensions : 2,4 m x 1,3 m ; poids : 150 kg.

Axes nord et sud en acier \varnothing 70 mm ; axes de déclinaison : \varnothing 40 mm.

Eléments du tube en contre-plaqué extérieur ép. 24 mm : mesures intérieures : 628 mm x 628 mm.

Réalisation de diverses pièces mécaniques (supports pour les roulements à billes des axes α et δ ...) ainsi que des 2 cadrans de coordonnées (\varnothing 600 mm en verre époxy ép. 6 mm)

- ANNEE 1993

Réalisation du barillet primaire (2 niveaux de triangles en dural montés sur des roulements à billes oscillants assurent un parfait maintien du miroir et suppriment les tensions dans le verre). Le miroir repose ainsi sur 27 touches.

Pièces de soutien du berceau sur le pilier nord.



Diverses pièces mécaniques.

- ANNEE 1994

Enduit gras sur les bois du tube et du berceau.

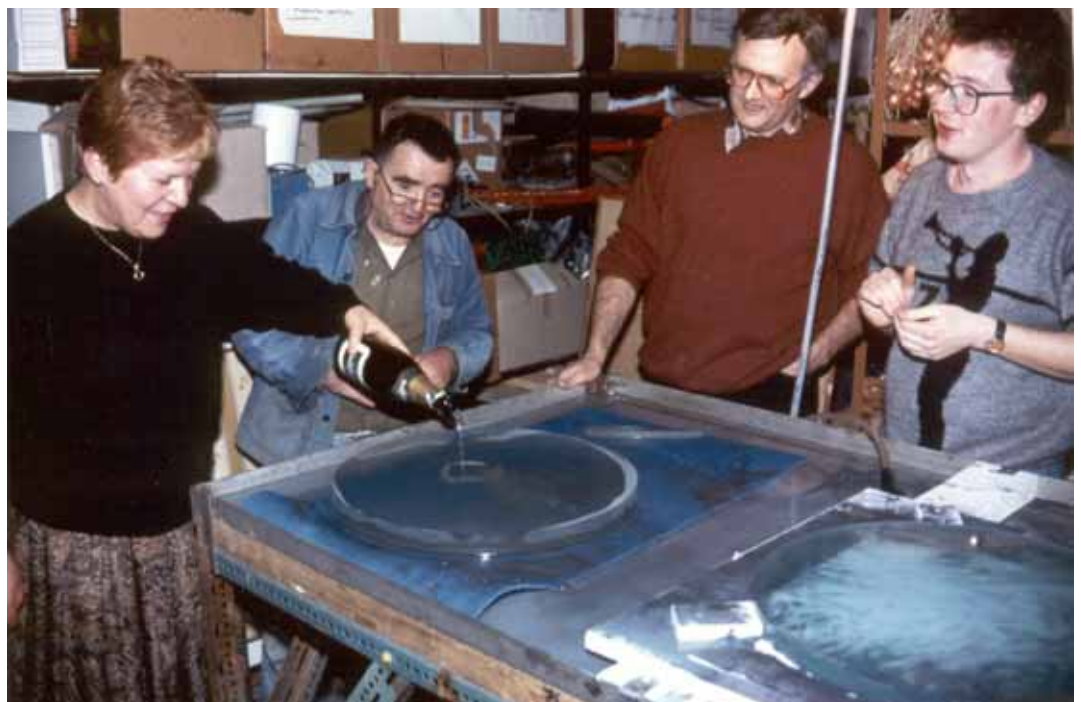
Mise en place de la table de travail pour la taille du miroir.



Diverses pièces mécaniques.

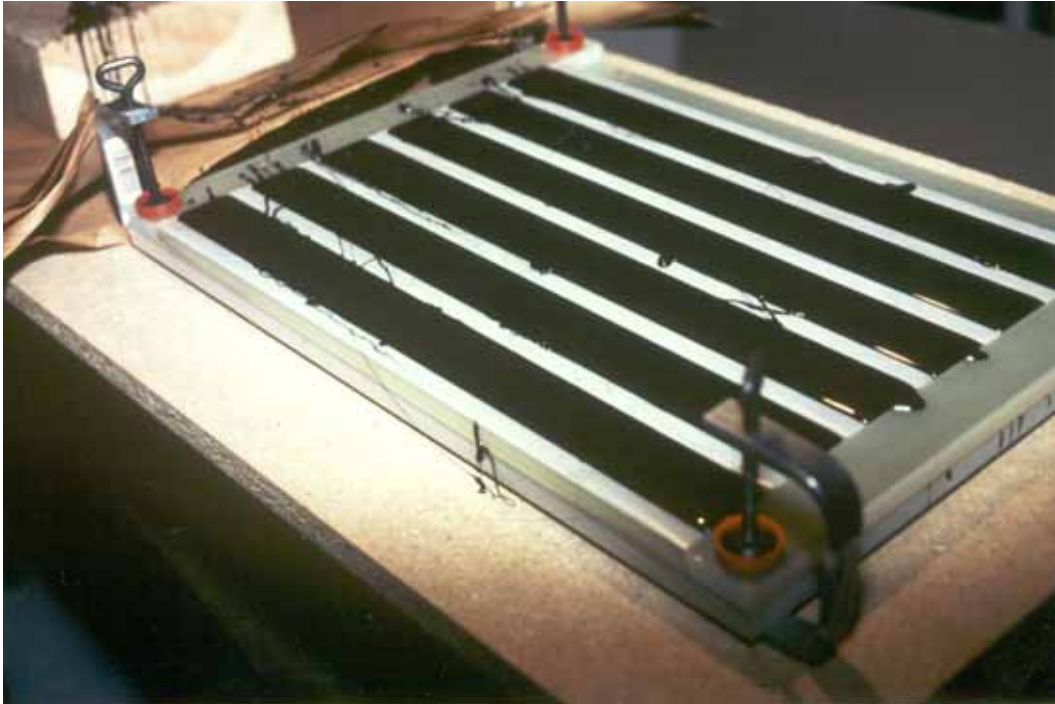
- ANNEE 1995

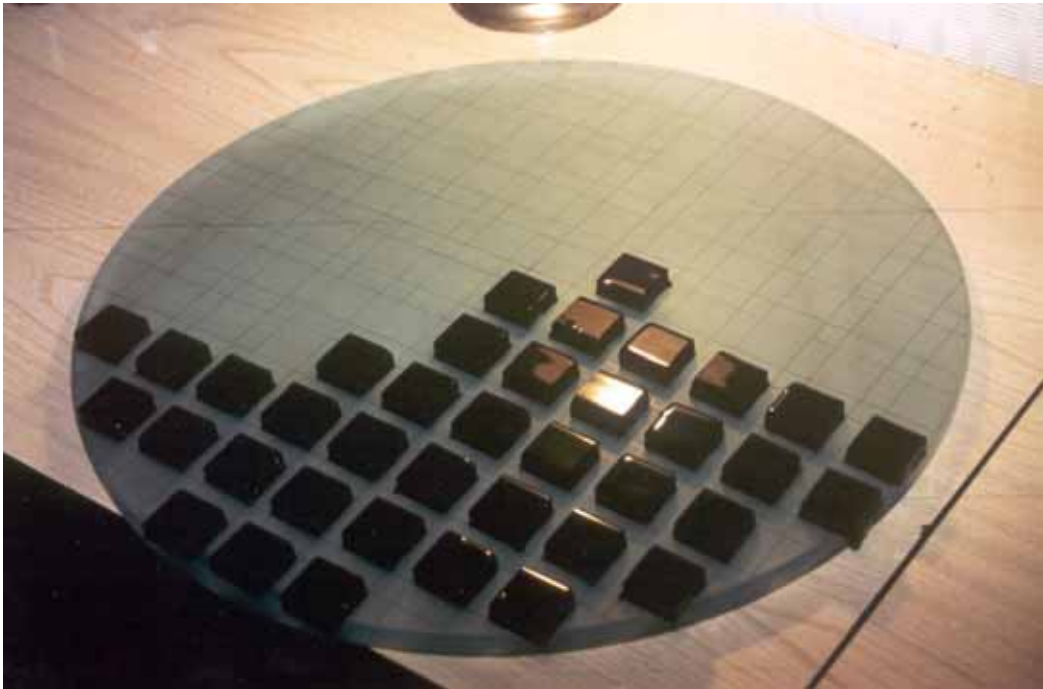
Début de la taille du miroir primaire (Janvier).





Année réservée au travail sur le miroir ...





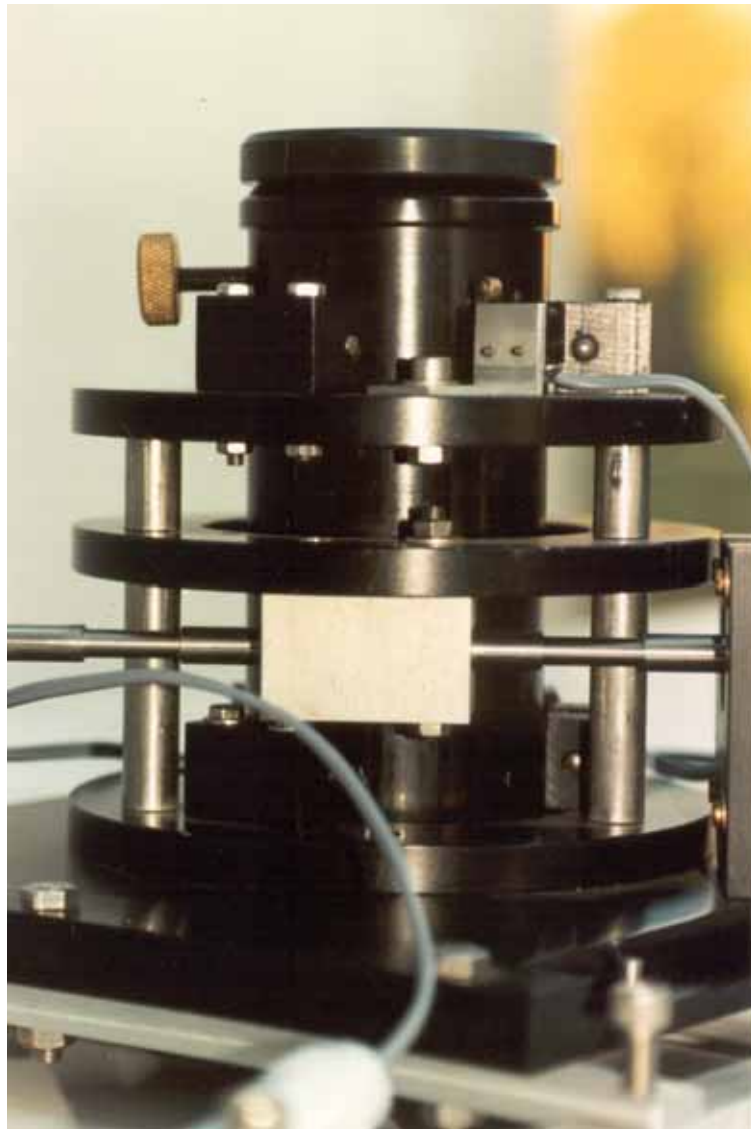


- ANNEE 1996
Fin du travail sur le miroir primaire : parabolisation, contrôles...





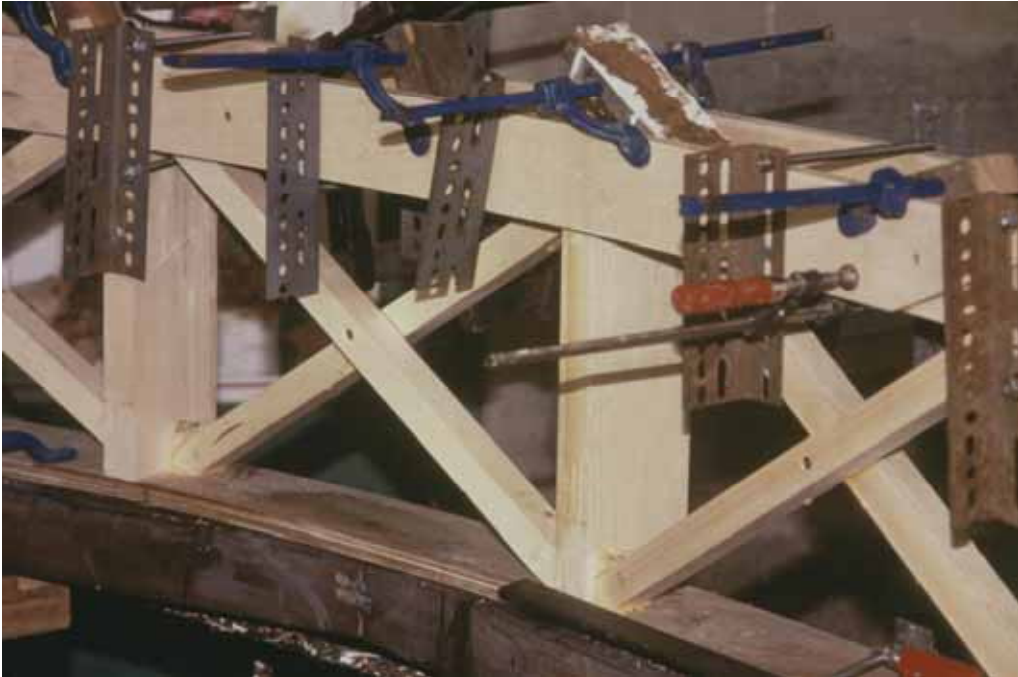


Réalisation du barillet secondaire et du porte-oculaire.

Divers travaux de graissage, anti-rouille, ajustage, réglage...

Avec l'aide de mon voisin Henri CACHELOU, travail sur le caisson principal supportant la partie tournante de l'abri (Ø 5 mètres ; matériau : contre-plaqué extérieur ; technique d'assemblage en lamellé-collé).







Traçage des fondations pour les piliers supportant le télescope ainsi que celles de l'abri (pelle, pioche, barre à mine...).





Coulage des fondations : 6 m³ de béton !!
Préparation de l'armature de l'abri : découpe et collage des lices, grattage des surplus de colle, ponçage, application de lazure sur le bois...(toujours technique du lamellé-collé).

- ANNEE 1997
Assemblage des éléments de l'abri.









Coulage des piliers nord et sud:section : 520 mm x 520 mm



**Réalisation du cimier et de son installation sur l'abri
(largeur 1,4 m ; poids environ 350 kg).**



**En 2 étapes, octobre et novembre, l'abri fut monté à 2,2 m
de hauteur puis à 3,5 m.**



Entre ces 2 étapes, construction du mur de soutien en parpaings de 20cm.



Chemin de roulement de l'abri : épaisseur du béton:10 cm avec un ferrailage particulier type " balcon".



L'abri tourne sur 10 roulettes de largeur 40 mm et de Ø 190 mm. Elles sont recouvertes de caoutchouc afin d'éviter les grincements pendant la nuit.



- ANNEE 1998

**Mise en place de la protection extérieure de l'abri
(Makrolon blanc d'épaisseur 10 mm).**



**Pose du plancher à 3,5 mètres de hauteur ; fixation de
l'escalier.**

Trappes d'accès au télescope.



En avril, mise en place du berceau, grâce à un système de niveau et de gabarit à 49° (49° étant ma latitude du lieu).



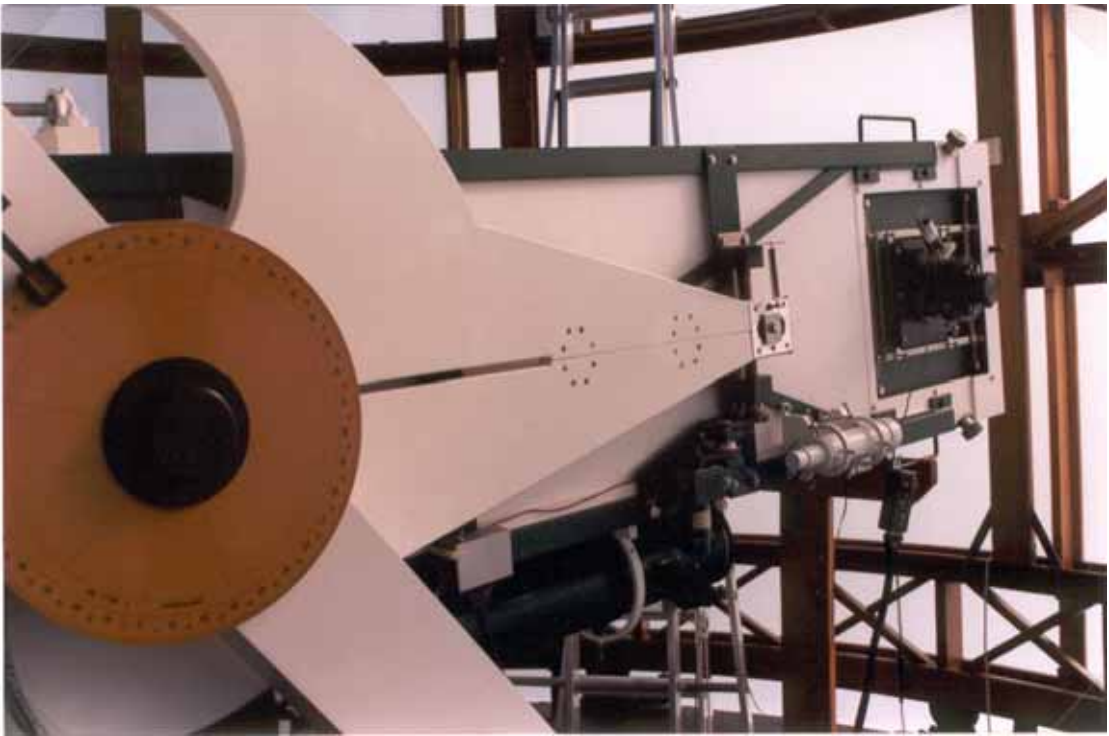
Fenêtres, porte, électricité de l'abri (par exemple, montage d'un rhéostat sur l'éclairage afin de diminuer puis de couper progressivement celui-ci).

Mise en place du tube.

Finitions, peinture...











14, 15 et 16 Août 1998

Ces journées étaient attendues depuis 7 ans : ce fut un week-end rempli d'émotions : mon rêve d'enfant se réalisait et, de plus, mes meilleurs amis astronomes étaient là...

**Montage des miroirs
Equilibrage de l'instrument
Alignement des miroirs**



Premières images de M 13, M57, M 92, Altair, Véga...

Tous les observateurs de ces objets dans un grand instrument ont connu ces instants d'intense émotion.

Ensuite, jusqu'à fin 1999, diverses mises au point : aménagement en bureau du rez-de-chaussée ; système d'évacuation de l'air chaud de l'abri (4 petites grilles d'aération type salle de bain plus 1 extracteur) ; sécurités début et fin de course pour le cimier...

Egalement, chauffage de l'intérieur du tube et des placards ; protection du contre-poids de rappel sur l'ascension droite.

B. DIFFICULTES RENCONTREES

- **TECHNIQUE DU LAMELLE-COLLE**
- **PIECES MECANQUES**
- **TAILLE D'UN MIROIR DE Ø 500 mm**
- **PRIX DU PROJET**

- TECHNIQUE DU LAMELLE-COLLE

Afin d'éviter les déformations du berceau et de l'abri, j'ai utilisé la technique de collage de plaques minces de contre-plaqué collées entre elles

En effet, le bois massif se déforme et se fendille ; le métal est très lourd et emmagasine la chaleur pendant la journée puis la restitue en début de nuit.

Le lamellé-collé consiste à coller et visser entre-elles, de fines couches de contre-plaqué extérieur maintenues serrées par des serre-joints.

La finesse de ces couches (4, 6 ou 8 mm) permet de leur donner la forme désirée (droite, courbes...).

Par exemple pour obtenir une lice de 32 mm d'épaisseur il faut coller successivement, 4 fois dans ce cas, et toutes les 6 heures environ, une lame de 8 mm.

La technique est assez facile mais très longue. Pour gagner du temps il faut travailler sur plusieurs éléments en même temps : aussi prévoir un nombre de serre-joints très conséquent ; en effet il faut mettre un serre-joint tous les 10 cm ; dans mon cas, j'ai utilisé jusqu'à 52 serre-joints en même temps.

Je remercie particulièrement Henri Cachelou, mon voisin, qui a passé des jours et des jours à découper et coller toutes les lices de l'abri (ce qui correspond à 39 plaques de contre-plaqué de dimensions 1,2 x 2,5 mètres).

- PIECES MECANIQUES

Avec l'expérience acquise par la construction du télescope de 305 mm, quelques pièces furent modifiées, améliorées ou simplifiées (et ceci surtout pour les parties mobiles).

Bien sur, pour assurer un parfait fonctionnement du télescope, il m'a fallu le concours d'un tourneur-fraiseur émérite : en effet certaines pièces sont usinées à +/- 1/100 éme de mm.

- TAILLE D'UN MIROIR DE Ø 500 mm

N'ayant participé à la taille d'aucun grand miroir (seulement un Ø 255 mm et jusqu'au polissage d'un Ø 300 mm), je peux dire que mon expérience personnelle était pratiquement nulle.

Cependant, grâce aux conseils de la Société ASTAM, de Jean DIJON, de Pierre CHARPENTIER, de Michel ROUSSET, de Raymond LACAÏLLE et de Nicolas WIERCZYNSKI la taille du

miroir s'est déroulée sans gros problèmes (sauf la période du couvercle de poubelle !!).

Mes livres de références :

- **La Construction du Télescope d'Amateur,**
par J. Texereau
- **Taillez votre miroir de télescope,** par L.
Koechlin
- **Depuis j'ai acquis le livre de Karine et J.M.**
Lecleire. Ce livre est une mine de renseigne-
ments et de conseils :à acheter impérativement.

TRAVAIL SUR LE MIROIR

EBAUCHAGE

• CARBO 36	15h30	4 kg	35 séchées
• CARBO 80	13h	4 kg	69 séchées

REUNISSAGE

• CORINDON 120	10h	1,25 kg	32 séchées
• CORINDON 180	13h	1,20 kg	37 séchées

APPRET

• W 1	8h30	500 gr	30 séchées
• W 2	4h25	300 gr	17 séchées

DOUCISSAGE

• W 3	4h	200 gr	12 séchées
• W 4	3h45	100 gr	9 séchées
• W 6	3h	100 gr	7 séchées

POLISSAGE

• RZ	22h40	350 gr
------	-------	--------

PARABOLISATION

RETOUCHES

• RZ	46h	300 gr
------	-----	--------

CONTROLES

Environ 60h

NETTOYAGE

Au moins 20h

DUREE DES SECHEES :

CARBO 36 :	3 à 4 mn (pendant la séchée j'ai remis 1 ou 2 fois du Carbo 36)
CARBO 80 :	3 à 4 mn (pendant la séchée j'ai remis 2 fois du Carbo 80)
CORINDON 120 :	10 mn
CORINDON 180 :	10 mn
W1:	7 mn
W2:	12 à 15 mn
W3:	15 mn (les 2 dernières séchées, 20 mn)
W4 :	les 6 premières séchées : 15 mn, les 3 dernières : 25 mn.
W6 :	les 4 premières séchées : 20 mn, les 3 dernières : 25 mn.
POLISSAGE :	tout seul : 1h à 1h15 mini ; à deux ou plusieurs : 2h à 2h30 et plus.

QUELQUES CONSEILS POUR LA TAILLE DU MIROIR

- **Après chaque émeri ou poudre :**
 - **Sortir le poste de travail pour nettoyage complet avec dégraissant à vaisselle, éponge et jet d'eau.**
 - **Repeindre le plan de travail.**
 - **Passer l'aspirateur dans le local.**
 - **Laver les vêtements et les paillasons.**
 - **Ne pas travailler sur le miroir avec des bagues ; pas de vêtements flottants...**
 - **Fixer un drap au plafond (pour éviter les chutes de particules).**
 - **Mettre le poste de travail de niveau.**
 - **Rinçage des miroirs à l'aide d'une "pissette" avec filtration de l'eau.**
 - **Dans mon cas, je n'ai pas utilisé d'éponges pour essuyer les surfaces optiques mais seulement la pissette et la paume de la main comme raclette.**
 - **Au Corindon 120, tracer des lignes à l'Onyx Marker sur le miroir, celles-ci étant espacées de 5 cm environ. Ceci permet de contrôler les zones qui vont être travaillées.**
 - **A partir du Corindon 120, faire une séchée miroir dessus puis une séchée outil dessus et ceci en alternance afin de conserver le rayon de courbure (en fin de compte, la focale) car :**
- **POUR AUGMENTER LA FLECHE (OU DIMINUER LA FOCAL) TRAVAILLER MIROIR DESSUS.**
- **POUR DIMINUER LA FLECHE (OU AUGMENTER LA FOCAL) TRAVAILLER OUTIL DESSUS.**

- **TOUTES LES 2 OU 3 SECHEES EFFECTUER UNE SERIE DE MESURE AFIN DE CONTROLER LA LONGUEUR FOCALE (DANS LE CAS D'UNE DERIVE FAIRE DAVANTAGE DE SECHEES MIROIR DESSUS OU MIROIR DESSUS JUSQU'A REMISE A LA BONNE VALEUR).**

- Au Corindon 180 mettre une épaisseur de feutrine sur le poste de travail.
- Contrôler la bonne planéité de la feutrine : absence de plis sous le disque optique, aucun bourrelet entre les cales de maintien et le disque optique.
- A la fin du Corindon 180, j'ai mis de l'huile sur la surface du miroir pour déterminer plus précisément le rayon de courbure.
- A partir du W3 j'ai placé 2 épaisseurs de feutrine sur le poste de travail.

- **TRES IMPORTANT :**

Refaire les chanfreins sur l'outil et le miroir dès qu'ils sont inférieurs à 2 mm. Les remettre à 5 mm environ.

IL NE DOIT PAS Y AVOIR D'ARETES VIVES.

NE JAMAIS TRAVAILLER A SEC :

- vernir les bords et le dos du miroir et de l'outil (évite ainsi les filandres).
- en fin de parabolisation, enlever le vernis avec du trichlore.

METHODES DE CONTROLE

- I. **JUSQU'A $e = 5 \text{ mm}$**
(e représente la flèche, c'est-à-dire la profondeur à creuser)

Utilisation de cales à bougie.

- II. **A PARTIR DE $e = 5 \text{ mm}$**

Utilisation d'une jauge de profondeur graduée au 1/100 ème de mm.

Faire 4 ou 5 mesures après avoir déplacé le vé de fraiseur autour du miroir ; prendre la moyenne.

POLISSAGE

- Cuisson de la poix ASTAM pendant 2 heures à feu doux
 - Utilisation d'un démoulant pour couler la poix (feuille très fine, d'environ 250 µm, très résistante mécaniquement et thermiquement $\theta^{\circ} > 200^{\circ}\text{C}$; sans plis ; ne présente aucune adhérence).
 - Nettoyage de la poix avec du chlorure de méthylène ou du trichlore.
 - Pressage du polissoir : mettre un démoulant entre le miroir et le polissoir. Poser une planche et un contre-poids d'environ 50 kg. (Auparavant, mettre le miroir dans la baignoire pendant 1 heure avec de l'eau à 40-50°C).
 - Après ce pressage, il y avait 5 carrés écrasés aux 1/3 (la poix bien pressée devient mate) j'ai néanmoins commencer le polissage, 98 carrés étant bien mats.
 - Polissage miroir dessus (évite les bords rabattus ; en réalité on obtient toujours un bord plus ou moins rabattu : le meilleur remède contre est de placer un masque de largeur 5 à 7 mm sur le pourtour du miroir en place dans son barillet).
 - Faire des ∞ pour éviter le mamelonnage.
 - Ne jamais polir à 2 personnes l'une en face de l'autre en tirant ou en poussant sur le miroir : à chaque fois que nous l'avons fait cela a provoqué un mamelonnage important.
-
- En cours de polissage, surveiller l'affaissement des carrés de poix. Retailer les bords écrasés.
 - Dimension des carrés de poix : 30 x 30 mm ; épaisseur : 10 mm
 - Positionner ces carrés à 15 mm les uns des autres.
 - Excentration des carrés par rapport au centre de l'outil:5 mm
 - Mettre les carrés de poix jusqu'au bord de l'outil.
 - Avec un pinceau et de l'eau, bien frotter entre les carrés de poix (et surtout bien rincer à la pissette) afin d'enlever les souillures et agglomérats de poix et de blanc : ceux-ci peuvent tomber sur le miroir si l'on doit travailler outil dessus. Bien sur, j'ai eu ce problème : il a fallu une séchée de 2 heures pour faire disparaître de légers sillons mâts.
 - Pour la dernière heure de polissage, mettre du blanc avec beaucoup d'eau ; exécuter la séchée très doucement, sans forcer.
 - J'ai contrôlé la surface du miroir après 22h40 de polissage avec une binoculaire x40 (mettre un poil de barbe sur la surface polie du miroir sinon on fait la mise au point sur la face arrière du miroir beaucoup plus rugueux : cela évite les frayeurs !!)
 - La surface ne présentant aucune piquûre, arrêt du polissage.

PARABOLISATION

J'ai suivi pas à pas le livre de Jean Texereau ; malheureusement j'ai fait une grosse erreur de jeunesse : je n'ai effectué aucun contrôle du miroir avant la parabolisation ; c'est peut-être par cet oubli que je suis passé par l'étape du "couvercle de poubelle".

Je remercie particulièrement Jean Dijon pour avoir passé une journée devant le poste de travail et m'avoir aidé à rattraper cette bévue.

Je suis disponible à toute demande de renseignements ; il m'est difficile de décrire ici toutes les retouches et contrôles subi par le miroir ; sachez que la zone 0.7 a été retouchée avec un outil de \varnothing 210 mm.

Après toute une série de contrôles, Jean trouva le miroir à $\lambda/23$ (il avait ôté les 2 ou 3 plus mauvaises mesures).

J'ai refait toute une série de mesures une semaine plus tard avec Michel Rousset, en conservant toutes les mesures : nous avons trouvé le miroir à $\lambda/12.1$. Ce qui donne 46 nm comme plus grand écart par rapport à la parabole théorique.

TABLEAU RECAPITULATIF :

ZONES	1	2	3	4	5	6
Hm	25	75	122,5	165	202,5	235
(hm) ² /R	0,1	0,93	2,5	4,53	6,83	9,2

III. DETAILS – PARTICULARITES

Les quelques détails et particularités suivantes m'apportent un plus grand confort d'observation et une plus grande souplesse dans l'utilisation du télescope ou de l'observatoire :

a. L'ABRI

- Les placards contenant cartes, atlas, divers documents, appareils photo, oculaires, filtres, accessoires...sont chauffés par des résistances de 120 watts sous 24 volts (de ce fait, il n'y a aucune humidité et, par exemple, mes documents sont toujours parfaitement secs).
- 4 évacuations 200 mm x 200 mm type "salle de bain" sont placés en opposition sur l'abri du télescope (2 près du sol, 2 près du sommet) afin de le ventiler.
- De plus j'ai monté 1 extracteur 90 m³/heure pour évacuer la chaleur vers l'extérieur dès que la température atteint 23°C dans l'abri.

b. L'INSTRUMENT

- Les alimentations électriques du télescope sont commandées par un seul interrupteur Marche/Arrêt et sont toutes en 6, 12 et 24 volts.
(l'ensemble de ces alimentations est placé au rez de chaussée afin d'éviter la chaleur près du télescope).
- Un vérin électrique fixé sur l'axe nord du berceau permet, à partir de la raquette de commande, le blocage-déblocage du télescope.
- L'intérieur du tube est chauffé par un résistance de 120 watts sous 12 volts (ceci évite toute condensation sur les miroirs et, de ce fait, protège les aluminures). Environ 2 à 3 heures avant les observations, j'enlève cette résistance – qui est montée sur une plaquette en bois – et je mets en marche 2 ventilateurs (Ø 100 mm et branchés sous 24 volts) situés au fond du tube et placés de chaque côté du miroir.
- 5 ventilateurs type ordinateur sont fixés sur la face en dessous du tube et soufflent parallèlement à la face avant du miroir primaire : je les mets en service 2 à 3 heures avant les observations mais ceux-ci restent en service toute la nuit.
- L'axe sud du berceau est terminé par une bille de Ø 40 mm placée dans un logement contenant une multitude de petites billes.



Cette bille de 40 mm repose sur une plaque cimentée et rectifiée ce qui évite tout frottement.

- Le cadran des coordonnées en Ascension Droite est monté en horloge sidérale : je retrouve facilement tous les objets du ciel profond.

Depuis août 2005 le télescope est équipé d'encodeurs, ce qui nous facilite la recherche de ces objets.

Depuis cette époque également nous avons installé un autoguidage réalisé par une Webcam placée sur le télescope guide.

IV. CONCLUSIONS

Nous venons de vivre ensemble un événement extraordinaire qui a duré 8 ans.

C'est le moment de nous quitter...et de remercier mon voisin Henri Cachelou

(coupole, tube du télescope...), Pierre Charpentier, Michel Rousset, Alain Simard et Jean Dijon (taille du miroir, parabolisation, électronique...), Raymond Lacaille (taille du miroir, plancher, escalier...), mes frères et beau-frère pour la construction de l'abri (béton, ciment, enduits...), mon fils Nicolas (sur tous les problèmes et ma formation en informatique !!!) et surtout Nicole mon épouse, qui a supporté pendant 8 ans des travaux non faits dans la maison, des repas sans nombre, qui m'a remonté le moral dans les périodes difficiles...et qui a su toujours accueillir avec le sourire.

Un dernier conseil : ne jamais penser qu'il y aura des problèmes, vous ne commencerez jamais et, des années plus tard, vous vous direz...si j'avais su...

Pendant ce temps-là, pendant ce temps perdu, que de merveilles seront passées au-dessus de votre tête...laissez venir les étoiles dans vos yeux...

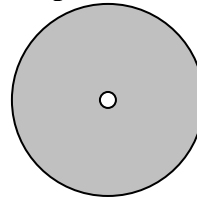
ADDITIF N° 1**COLLIMATION PAR RAYON LASER**

- **Définition du laser : Module diode laser avec focalisation réglable ; 1mW Vendu chez SELECTRONIC.**
- **Régler le bon positionnement du rayon laser avec un vé de fraiseur (faire tourner le corps en laiton sur ce vé ; sur une mire située à la distance focale de l'instrument, vérifier que le rayon ne "tourne" pas).**
- **Mettre une pastille de centrage sur le miroir primaire :**

- **Modèle de pastille :**

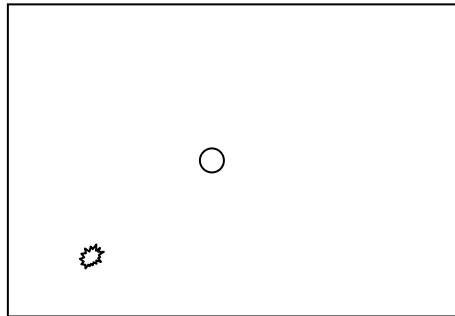


- **Faire 1 rond en carton d'épaisseur 1 mm de diamètre égal à celui du miroir :**

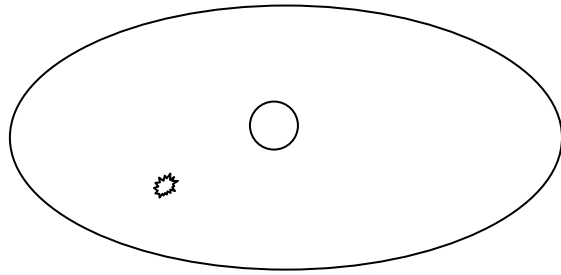


- **Coller une bande de 5 ou 6 pastilles au centre de ce carton en positionnant parfaitement une pastille sur le trou du carton.**
- **Maintenant superposer le carton sur le miroir et appliquer la pastille sur le verre en frottant légèrement avec un crayon (pastille de type Mécanorma).**
- **Remettre le miroir dans son tube.**
- **Re-aligner approximativement les 2 miroirs (il faut qu'ils soient visibles en regardant dans le porte-oculaire).**
- **Installer le support laser dans le porte-oculaire ; allumer le laser.**
- **Déplacer le miroir secondaire jusqu'à ce que le rayon soit dans le centre de la pastille du miroir primaire.**
- **Ensuite observer le retour du rayon : pour cela, tenir à la main et à l'intérieur du tube, un carton avec un trou central de 3 ou 4 mm.**

Déplacer le carton jusqu'à laisser passer le rayon ; vous avez par exemple :



Ensuite régler le miroir primaire jusqu'à amener le retour du rayon dans le trou du carton : alors, le point rouge se voit sur le biseau de la pièce supportant le laser à l'extérieur du tube.



Arrivé à ce stade du réglage, facilement, de derrière le tube agir sur le primaire pour amener le retour dans le trou de départ du rayon.

Contrôle : bouger le tube dans toutes les directions pour voir si le rayon reste toujours en bonne position. (dans le cas contraire revoir le montage des miroirs).

