

MANIPULATION DU PETIT EQUATORIAL DE L'OBSERVATOIRE DE NICE (COUPOLE CHARLOIS)

J.P. RIVET

20 novembre 1998
révisé le 24 novembre 2005

1 RÈGLES DE SÉCURITÉ

- L'USAGE DE L'INSTRUMENT DOIT FAIRE L'OBJET D'UNE HABILITATION DÉLIVRÉE PAR LE RESPONSABLE DES ÉQUATORIAUX.
- NE JAMAIS OBSERVER SEUL.
- NE JAMAIS QUITTER LA COUPOLE EN LAISSANT LA MOTORISATION SOUS TENSION, MÊME UN COURT MOMENT.
- NE JAMAIS SORTIR DE LA COUPOLE SANS EN AVOIR LA CLEF AVEC SOI (LA PORTE PEUT SE REFERMER TOUTE SEULE PAR COURANT D'AIR, ET NE S'OUVRE DE L'EXTÉRIEUR QU'AU MOYEN DE LA CLEF).
- NE JAMAIS TENTER D'INTERVENIR SUR LES PIÈCES MÉCANIQUES OU ÉLECTRIQUE EN L'ABSENCE D'UN PERSONNEL QUALIFIÉ.
- PRENDRE GARDE AUX COLLISIONS "LUNETTE-PILIER" (voir Section 8).
- EN DEBUT ET FIN DE NUIT, EFFECTUER SCRUPULEUSEMENT ET DANS L'ORDRE PRESCRIT LES OPÉRATIONS DÉCRITES EN SECTIONS 10 et 11.

2 Caractéristiques de l'instrument

L'instrument est un réfracteur de 50 *cm* de diamètre ouvert à $F/15$, sur monture équatoriale allemande. Il est appelé "Petit équatorial" par opposition avec le "Grand équatorial" de 76 *cm*, abrité par la coupole Bischoffsheim.

2.1 L'objectif actuel

L'objectif actuel est un doublet achromatique (Flint C 2136 et Crown B 1864 de chez Parra-Mantois), de diamètre total 520 *mm* et de diamètre utile 500 *mm*. Sa forme générale est intermédiaire entre la forme de Littrow (lentille de Crown équiconvexe) et la forme aplanétique avec la lentille de Crown vers l'avant. Sa distance focale est de 7501 *mm* pour la raie "e" (raie

verte du Mercure) à $546,1\text{ nm}$. Cela lui confère un rapport d'ouverture de $F/15$ et un grossissement équipupillaire de 83 (focale oculaire maximale : 90 mm). Son minimum focal se trouve à la longueur d'onde de $576,0\text{ nm}$. Les figures 3 et 4 donnent respectivement la distance focale et la position du foyer (le cercle de moindre aberration) en fonction de la longueur d'onde. La relation donnant la distance focale en fonction de la longueur d'onde peut être approximée entre 450 nm et 700 nm par la forme polynomiale suivante :

$$F(\lambda) = 8256,71 - 3558,936\lambda + 5508,3287\lambda^2 - 2794,0028\lambda^3,$$

où λ est la longueur d'onde dans le vide exprimée en μm , et $F(\lambda)$ la longueur focale résultante exprimée en mm . Il a été réalisé par Jean Texereau entre septembre 1962 et mai 1963. Il a nécessité 32 retouches (du 26 février 1963 au 17 mai 1963). Un *fac simile* du rapport de J. Texereau figure en Annexe. L'objectif de 500 mm actuel est venu remplacer en 1967 l'objectif d'origine de 38 cm de diamètre pour 6968 mm de focale, taillé par les frères Paul Henry (1848-1905) et Prosper Henry (1849-1903).

2.2 Grossissements et résolution

Le pouvoir de résolution théorique à 546 nm est de $0.27''$. Cela donnerait, dans des conditions atmosphériques idéales, une tache d'Airy dont le premier anneau aurait un rayon de $10\text{ }\mu\text{m}$.

Les grossissements avec les oculaires standards sont donnés par le tableau suivant :

Oculaire de 06 mm	$\times 1250$
Oculaire de 08 mm	$\times 937$
Oculaire de 10 mm	$\times 750$
Oculaire de 12 mm	$\times 625$
Oculaire de 15 mm	$\times 500$
Oculaire de 20 mm	$\times 375$
Oculaire de 32 mm	$\times 234$

2.3 L'obturateur de l'objectif

L'objectif est protégé par un obturateur à volet basculant, commandé au moyen d'un volant à manivelle situé sur la platine focale (voir Figure 2). La timonerie est équipée d'un limiteur de couple ; donc, ne pas hésiter à aller en butée lors de la manœuvre de ce volant.

IMPORTANT : Penser à fermer l'obturateur à la fin de chaque séance d'observation.

2.4 Le chercheur

Le chercheur actuellement installé est une lunette de 16 cm de diamètre et 2 m de longueur focale. Son champ sur le ciel est d'environ $45'$. Son alignement s'obtient par 4 vis à 90° , antagonistes par paires, avec un écrou de blocage sur chacune.

2.5 La monture

La monture fut construite par Paul Gautier (1842-1909). Elle est du type "Equatoriale allemande" et repose sur un pilier percé d'un puits vertical qui servait autrefois à la descente du poids moteur du système de mouvement horaire.

3 La coupole

La coupole mobile mesure environ $12,5\text{ m}$ de diamètre, et pèse environ 30 tonnes. Elle fut construite par les établissements Magnier, et achevée en février 1883. L'armature est en poutrelles d'acier, le revêtement externe est en feuilles de cuivre et le revêtement interne est un lambris de Pitchpin. Elle repose sur un bâtiment cylindrique de 13 m de diamètre, qui fut dessiné par Charles Garnier, et achevé en 1883.

L'alimentation du moteur de rotation de la coupole se fait par le câble flottant noir à connecteur rouge qu'il faut brancher dans une des prises murales adaptées.

La manœuvre se fait par les boutons-poussoir “←” et “→” sur la raquette de commande attachée au pilier et sur le bloc de commande supérieur de la platine focale.

IMPORTANT 1 : Veiller, en manœuvrant la coupole, à éviter la collision de la potence porte-câble avec le tube de la lunette (notamment lorsque celle-ci est en position de repos).

IMPORTANT 2 : Lors d'une rotation de grande amplitude, veiller à ce que les câbles d'alimentation de la coupole et du cimier ne se retrouvent pas tendus (risques d'arrachement). Changer de prise si nécessaire.

4 La trappe d'observation

La trappe d'observation est protégée par un cimier coulissant verticalement et un volet inférieur coulissant latéralement, tous deux motorisés. Sa largeur est de $1,6\text{ m}$.

4.1 Le cimier

Le cimier permet les observations au dessus de 35° de hauteur. L'alimentation du moteur de manœuvre du cimier se fait par le câble flottant gris à connecteur rouge qu'il faut brancher dans une des prises murales adaptées.

L'ouverture du cimier se fait grâce aux boutons-poussoir “↑” et “↓” sur la raquette suspendue à une des potences mobiles solidaires de la coupole.

Il est conseillé de débrancher ce câble dès le cimier ouvert, pour éviter de l'arracher par mégarde en manœuvrant la coupole.

4.2 Le volet inférieur

Pour les observations en dessous de 35° de hauteur, il est nécessaire d'ouvrir le volet inférieur. Il se manœuvre depuis un bloc de commande situé sur la partie mobile de la coupole, à droite du volet. Cela nécessite d'utiliser le grand escabeau métallique, ce qui doit se faire avec grande précaution à cause des risques de chute. **Il est impératif de ne jamais opérer seul.**

5 Le mouvement horaire

5.1 La motorisation du mouvement horaire

La lunette peut être mise en rotation autour de l'axe horaire soit manuellement pour les déplacements de grande amplitude, soit au moyen de deux moteurs coaxiaux : un moteur pas à pas pour le mouvement de suivi diurne et pour les mouvements de rappel lents, et un moteur à courant continu embrayable magnétiquement pour les mouvements de rappel rapides.

L'alimentation et la commande de ces moteurs est assurée par une armoire d'alimentation, sise à gauche de l'horloge sidérale mécanique. Cette armoire est alimentée par une fiche secteur

standard monophasé. La mise sous tension se fait par un interrupteur à levier en face avant. Une raquette de rappel est branchée également en face avant, avec une longueur de câble suffisante pour atteindre tous les points de la coupole.

IMPORTANT : Pour éviter tout risque de destruction par la foudre, il convient de débrancher la fiche secteur de la prise murale à la fin de chaque séance d'observation.

5.2 Le secteur d'entraînement horaire

L'entraînement mécanique de l'axe horaire se fait par un secteur denté et une vis sans fin. L'ensemble du secteur est parcouru en deux heures environ. En bout de course une sonnerie retentit. En début de séance, entre chaque pointage et obligatoirement si la sonnerie retentit, il faut remettre le secteur en début de course. Pour cela, la marche à suivre est la suivante :

1. débrayer le mouvement horaire (voir Section 6, rubrique “Calage/Décalage”),
2. dégager la vis sans fin du secteur en faisant faire 1/2 tour vers la gauche à la manivelle située sur la chaise équatoriale, en haut du pilier central, côté Est,
3. pousser le secteur jusqu'au contact avec la butée,
4. engager la vis sans fin en faisant faire 1/2 tour vers la droite à la manivelle,
5. embrayer le mouvement horaire (voir Section 6, rubrique “Calage/Décalage”).

6 L'angle horaire h

- **Calage/Décalage :** il se fait par un embrayage pneumatique, commandé par les boutons-poussoir jaunes “CALAGE” et “DÉCALAGE” situés sur le panneau de commande du pilier central, côté Sud (voir Figure 1), et par les boutons-poussoir jaunes “EMBRAYAGE” et “DÉBRAYAGE” situés sur le bloc de commande supérieur de la platine focale (voir Figure 2).
- **Éclairage du cercle :** il se commande par l'interrupteur à levier situé en bas à droite du panneau de commande du pilier central, côté Sud.
- **Lecture du cercle :** elle se fait par une lunette de lecture sur le panneau de commande du pilier central. **Attention :** le cercle horaire est gradué en heures par pas de 20 secondes de 00:00 à 23:59 (06:00 à l'Est, 12:00 au méridien, 18:00 à l'Ouest).
- **Mouvements de grande amplitude :** ils se font manuellement ou par la manivelle de droite sur le pilier central.
- **Mouvements de rappel :** ils se font par les boutons-poussoir noirs à double course (faible pression pour des mouvements lents ; forte pression pour des mouvements rapides). Ces boutons-poussoir sont situés sur le panneau de commande du pilier central, sur la raquette de rappel du synthétiseur de fréquence, et sur le bloc de commande inférieur de la platine focale.

7 La déclinaison δ

- **Calage/Décalage** : il se fait par un quart de tour sur le volant de blocage de la platine focale (voir Figure 2).
- **Éclairage du cercle** : il se commande par pression **continue** sur le bouton-poussoir noir situé sur le bloc de commande inférieur de la platine focale (voir Figure 2).
- **Lecture du cercle** : elle se fait par une lunette de visée sur la platine focale. **Attention** : le cercle des déclinaisons est gradué en degrés par pas de $5'$, de 0° à 180° (0° au pôle Nord, 90° à l'équateur).
- **Mouvements de grande amplitude** : ils se font manuellement.
- **Mouvements de rappel** : ils se font par une molette sur la platine focale (voir Figure 2).

8 Contraintes stériques au pointage

IMPORTANT : En sa position standard (lunette à l'Ouest du pilier), la lunette ne doit pas pointer des objets de déclinaison supérieure à $+24^\circ$ à l'Ouest du méridien. Cela entraînerait une collision destructrice entre la pince de déclinaison et le pilier.

Il convient de plus de s'assurer que le mouvement de suivi diurne ne puisse pas amener la lunette dans cette zone dangereuse.

En cas de nécessité de pointer des objets de déclinaison supérieure à 24° à l'Ouest du méridien, il faudrait procéder à un retournement de lunette, opération délicate et longue.

9 Le cahier de coupole et la main courante

Une main courante se trouve accroché au lambris de la coupole, à gauche de la porte d'entrée. Tout accès même bref à la coupole doit faire l'objet d'un enregistrement sur cette main courante.

Le cahier de coupole se trouve dans le tiroir supérieur droit du bureau. C'est le moyen de communication privilégié entre les utilisateurs de cet instrument, et l'administration de l'OCA. Il est indispensable d'y noter toute utilisation, même brève ou infructueuse, de l'instrument. Il convient d'y noter aussi (en rouge si possible) toutes les anomalies constatées et les incidents survenus.

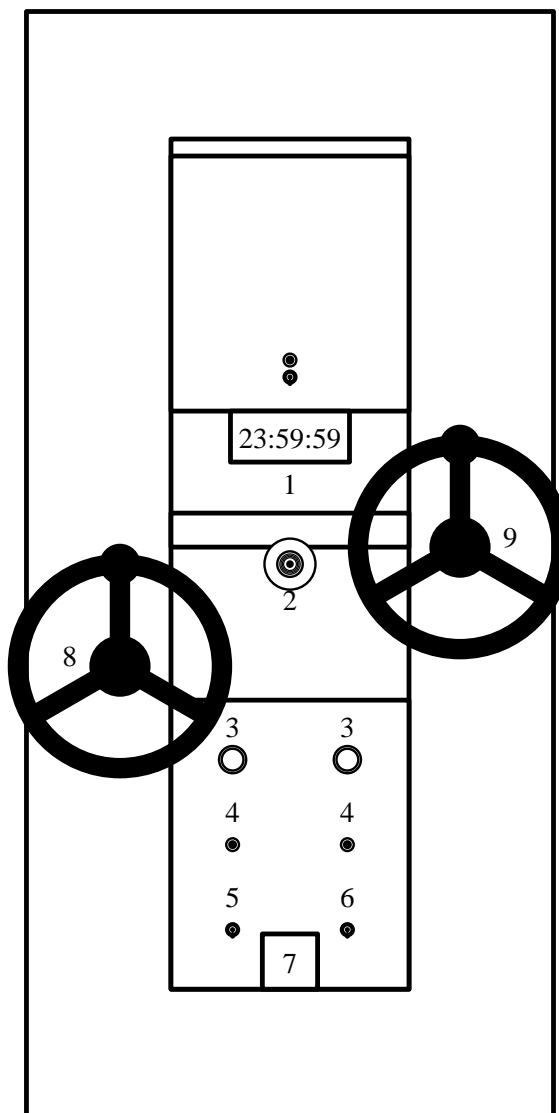


Figure 1: Le pilier central, face Sud.

- 1** Afficheur horaire déporté.
- 2** Oculaire de lecture de l'angle horaire.
- 3** Boutons-poussoir de calage/décalage de l'angle horaire.
- 4** Boutons-poussoir de rappel d'angle horaire.
- 5** Interrupteur d'éclairage du pilier.
- 6** Interrupteur d'éclairage du cercle horaire.
- 7** Prise de courant.
- 8** Manivelle de secours.
- 9** Manivelle de commande de l'angle horaire.

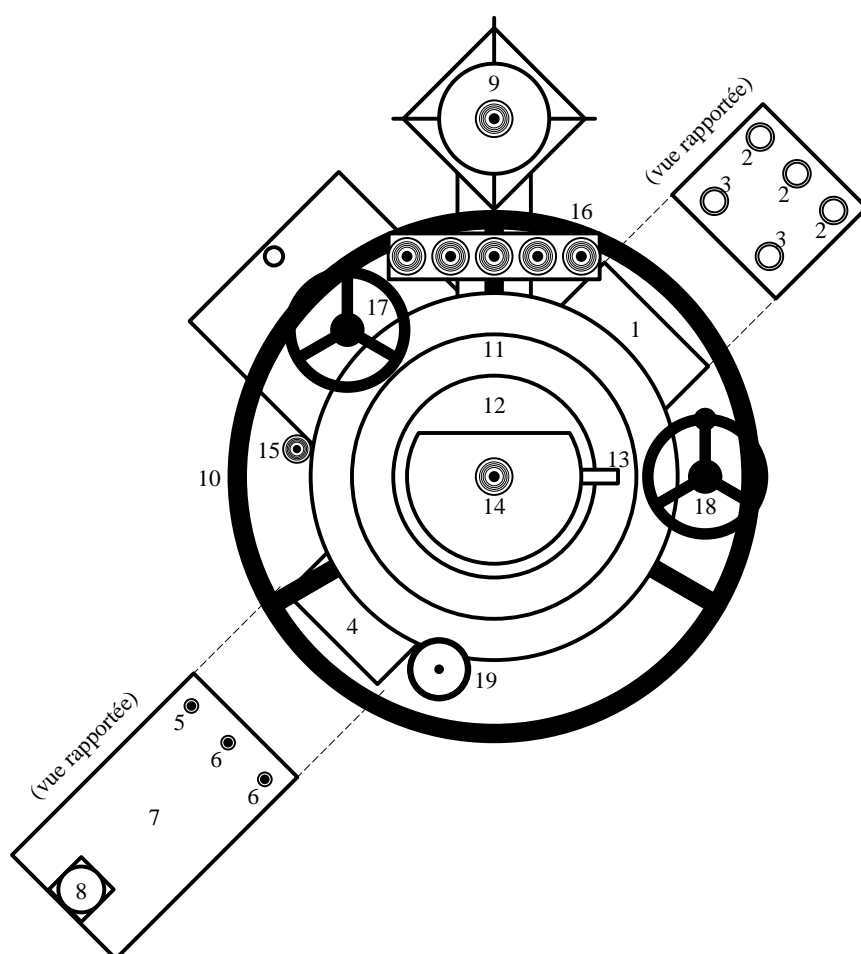


Figure 2: Platine focale et blocs de commande en vue rapportée.

- 1 Bloc de commande supérieur.
- 2 Boutons-poussoir de commande en rotation de la coupole.
- 3 Boutons-poussoir de calage/décalage de l'angle horaire.
- 4 Bloc de commande inférieur.
- 5 Bouton-poussoir d'éclairage du cercle des déclinaisons.
- 6 Boutons-poussoir de rappel d'angle horaire.
- 7 Alimentations diverses (non détaillées).
- 8 Prise d'alimentation du lumignon.
- 9 Chercheur.
- 10 Arceau de manipulation.
- 11 Platine focale de la lunette.
- 12 Platine du micromètre.
- 13 Vernier du micromètre.
- 14 Oculaire de la lunette.
- 15 Oculaire de lecture de la déclinaison.
- 16 Oculaires de réserve (4 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm et 20 mm).
- 17 Volant de calage de la déclinaison.
- 18 Manivelle d'ouverture de l'obturateur d'objectif.
- 19 Molette de rappel de la déclinaison.

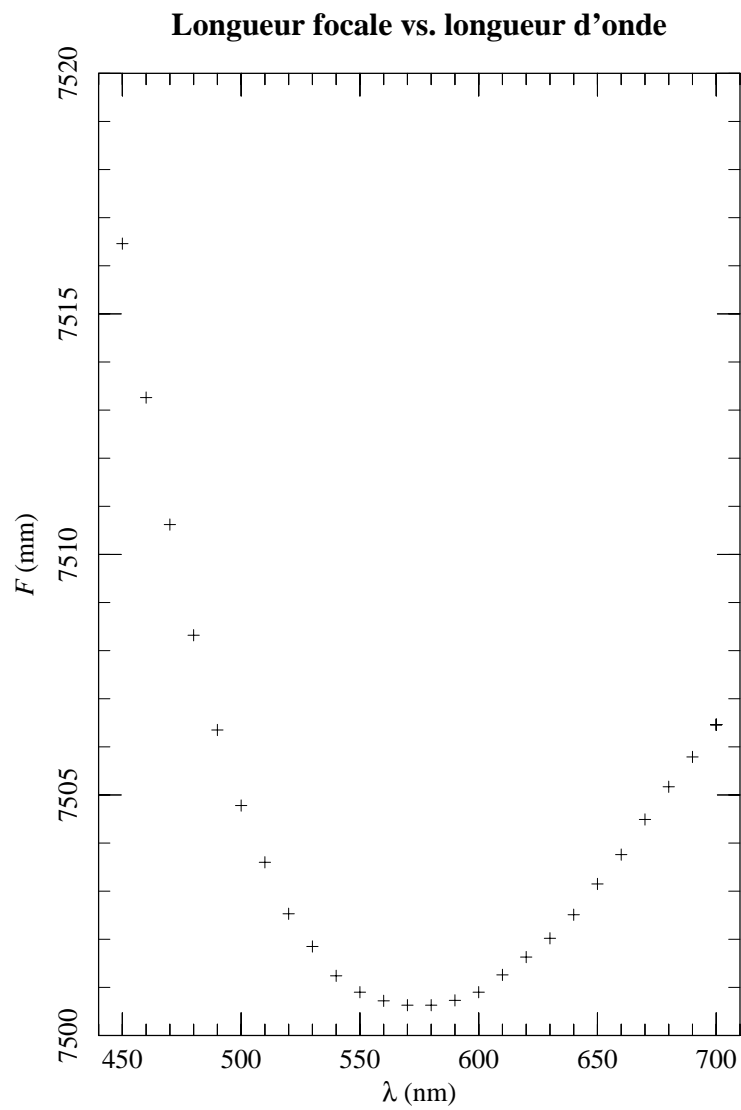


Figure 3: Distance focale (mm) en fonction de la longueur d'onde (nm) dans le visible (d'après le rapport de J. Texereau).

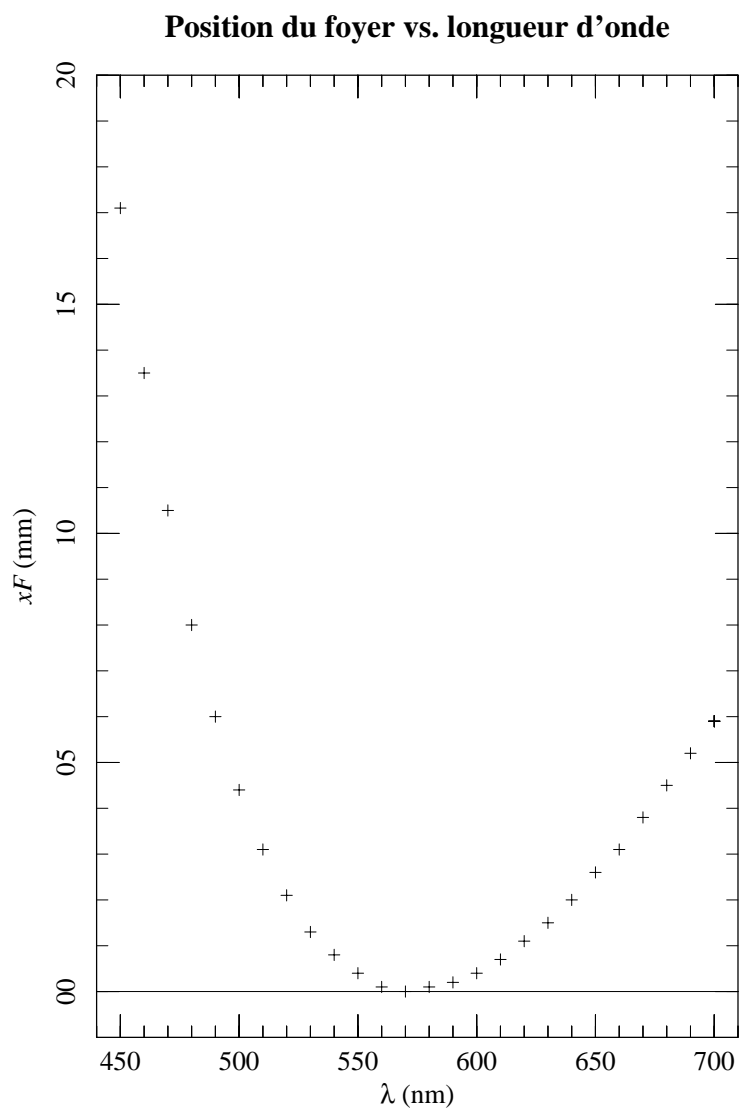


Figure 4: Position relative du foyer (mm) en fonction de la longueur d'onde (nm) dans le visible. La valeur “0” correspond à la position du foyer pour 576 nm . (d’après une simulation numérique basée sur le rapport de J. Texereau).

10 “Checklist” de mise en service

1. Déverrouiller le commutateur principal (type “coup de poing”, à gauche en entrant) par un quart de tour vers la droite.
2. Brancher le câble d’alimentation de la rotation de coupole.
3. Brancher le câble d’alimentation du cimier.
4. Ouvrir le cimier, et si nécessaire le volet inférieur (voir Section 4.1 et 4.2).
5. Débrancher le câble d’alimentation du cimier.
6. Mettre le secteur d’entraînement horaire en début de course (voir Section 5.2).
7. Brancher la câble d’alimentation de l’armoire d’alimentation des moteurs de l’axe horaire et la mettre sous tension (voir Section 5.1).
8. Mettre sous tension si nécessaire l’éclairage du cercle horaire. (voir Section 6).
9. Ouvrir l’obturateur de l’objectif (manivelle noire sur platine focale).

11 “Checklist” de mise hors service

1. Fermer l’obturateur de l’objectif.
2. Rebrancher le câble d’alimentation du cimier.
3. Fermer, si nécessaire, le volet inférieur, puis le cimier.
4. Orienter la coupole vers l’Est (de sorte que le boîtier de commande du volet inférieur se retrouve au dessus de la nacelle du grand escabeau).
5. Débrancher le câble de commande du cimier. Le déposer, correctement lové, sur l’armoire d’alimentation des moteurs de l’axe horaire.
6. Débrancher le câble de commande de la rotation de coupole. Le suspendre, correctement lové, à la poignée de la fenêtre Nord-Ouest.
7. Mettre hors tension et débrancher l’armoire d’alimentation des moteurs de l’axe horaire.
8. Mettre la lunette en position de repos : $\delta = 0^\circ$ (*i.e.* lecture 90° sur le cercle), $h = 06 : 00$ (position horizontale ; objectif vers l’Est).
9. Remettre le secteur d’entraînement horaire en début de course (voir Section 5.2).
10. Remplir le cahier de coupole.
11. Remplir la main courante.
12. Couper l’alimentation général par le commutateur de type “coup de poing” (par une pression franche).
13. Fermer à clef la porte d’accès à la coupole.

ANNEXE :

Rapport de Jean TEXEREAU
sur l'objectif de 50 *cm* du Petit Equatorial