Évolution du télescope amateur, de Dobson à aujourd'hui

Présenté au CAFTA 2016 par
Pierre Lemay, ing.

15 octobre, 2016

Sujets abordés

- Les télescopes amateur des années 50 à 70
- John Dobson et la révolution qu’il a inspiré
- Les « Dobson » d’aujourd’hui et leurs variantes
- Les télescopes amateur du futur

Le télescope amateur des années 1950-70

- Gros, lourd mais, équatorial…

Questar 3.5 po et 12 po

10 po f/6.5 Pierre Lemay

12.5 po f/5.2 Pierre Lemay

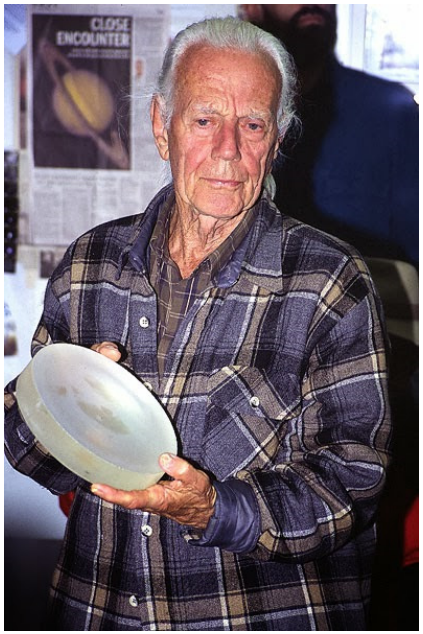
Lunettes UNITRON

16 po de Ralph Nye

6 po sur équatoriale à Stellafane

John Dobson et la révolution qu'il a inspirée

- Né en 1915 à Beijing (son grand-père a fondé l'Université de Péking)
- Chimiste de formation, il a brièvement travaillé sur le développement de la bombe atomique
- Devient moine de 1946-1967
- Popularise un concept de monture de télescope simple, mais précis



Voir cette vidéo: https://www.youtube.com/watch?v=snz7JJlSZvw pour mieux comprendre sa méthode de fabrication

John Dobson et la révolution qu’il a inspirée

Quand le « Dobson » devient trop gros…

40 Pouces de Steve Swayze aux États-Unis

42 Pouces du Dr. Erhard Hänsgenn en Allemagne

- Les ouvertures f/6 popularisés par Dobson deviennent problématique avec les gros miroirs
- La technologie des échelles devient un obstacle
- Le poids des instruments n’est pas à négliger
- Le temps et l’énergie pour assembler l’instrument sont énormes
- Le danger d’une chute augmente

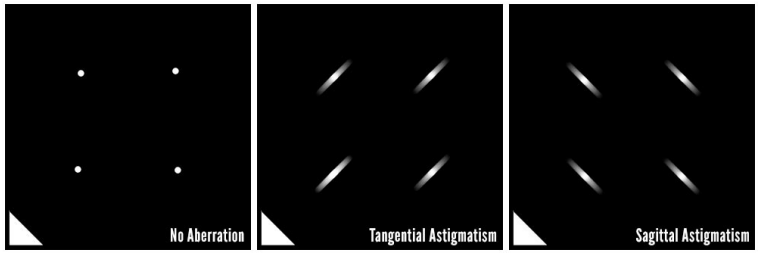
La solution: diminuer le rapport focal

28 pouces f/2.7
offert par la société
américaine Webster

32 pouces f/2.4
fabriqué par le
Canadien Phill
Oltmann

Oculaires de meilleur qualité

- Correction d'astigmatisme des oculaires à grand champs:
  - En 1873, l'astronome Écossais Charles Piazzi Smyth développe des lentilles pour aplanir le champ courbé et astigmate et permettre des instruments ayant un champ d'observation réel plus large et mieux corrigé
  - Durant les années qui suivent, et jusqu'à la deuxième guerre mondiale, les oculaires utilisant la lentille de Smyth seront améliorés par Abbe, Kerber et d'autres opticiens:



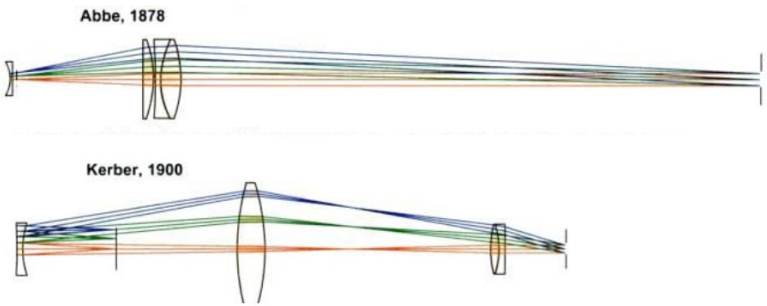
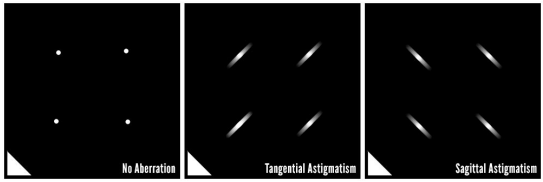


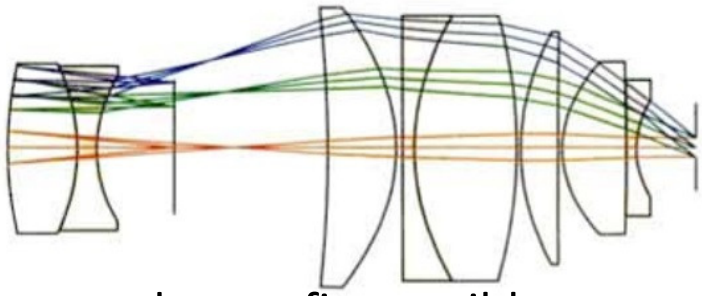
Figure 37-53: Early predecessors of the König eyepiece using a negative field lens (Smyth lens) for field flattening according to Abbe [37-19] and Kerber [37-16].

Source: A Chronological History of Smyth & Barlow Lenses, par Rodger W. Gordon. http://www.brayebrookobservatory.org/BrayObsWebSite/HOMEPAGE/forum/Smyth-Barlow%20lenses.html

Oculaires de meilleur qualité (suite)



- Correction d'astigmatisme des oculaires à grand champs:
  - En 1959, Kohler développe cet oculaire:
  - A la fin des année 1970, l'opticien américiain Al Nagler dépose des brevets et met en marché des oculaires comme ceux-ci:



  - Les « Nagler » rendent enfin possible un champ de vision plaisant avec des instruments très ouverts (rapport focal petit)
  - Des champs apparents de 100 deg et +
  - Cependant: lourds et couteux

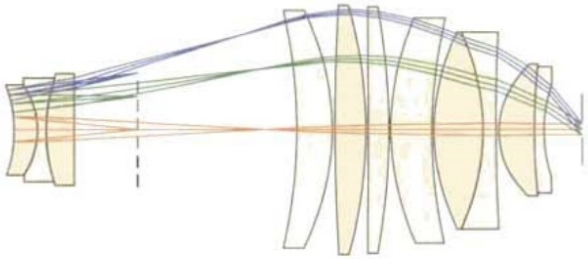
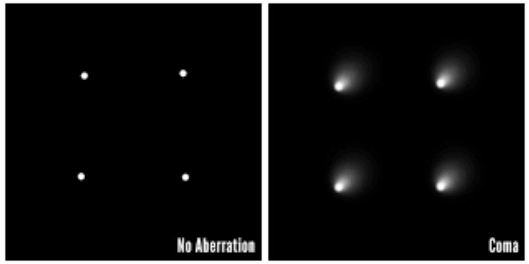


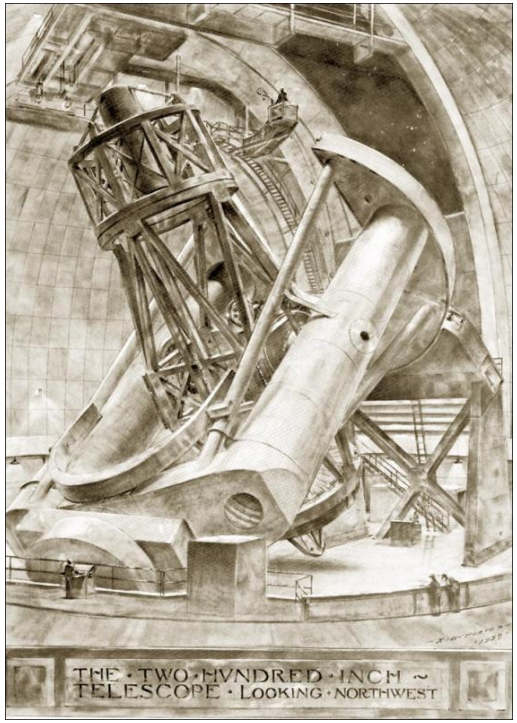
Figure 37-54: Köhler eyepiece with 110° apparent field of view. Due to its early publication (1959) it can be considered as a predecessor to the Nagler eyepiece.

Source: A Chronological History of Smyth & Barlow Lenses, par Rodger W. Gordon. http://www.brayebrookobservatory.org/BrayObsWebSite/HOMEPAGE/forum/Smyth-Barlow%20lenses.html

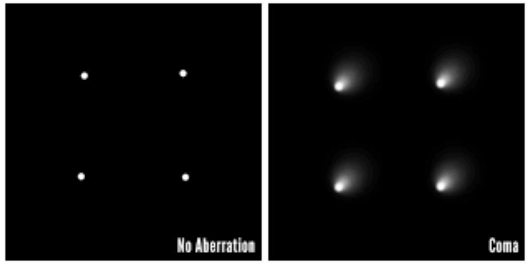
Correcteurs de coma



- Correction de coma des miroirs de plus en plus ouverts:
  - En 1935 Frank Ross fabrique une lentille pour corriger le coma des miroirs du 60 et 100 pouces au Mt Wilson, puis du miroir parabolique de 200 pouces f/3.3 du Mont Palomar
  - En 1967 Wynne propose un meilleur correcteur pour le 200 pouces et d'autres télescopes professionnels de grande taille qui utilisent encore les miroirs paraboliques.
  - Aujourd'hui les grands télescopes n'utilisent plus des miroirs paraboliques mais plutôt le système Ritchey-Chrétien (deux miroirs hyperboliques) qui corrigent le coma et d'autres aberrations optiques.



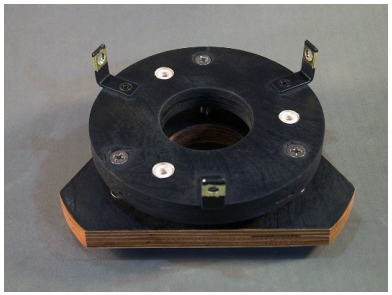
Correcteurs de coma (suite)



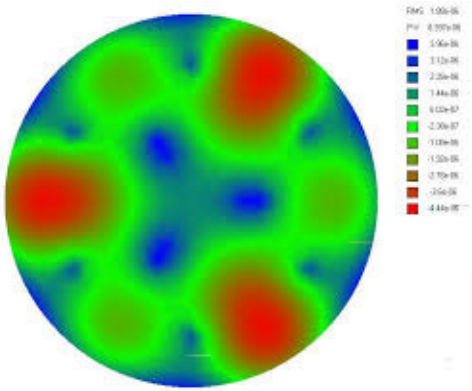
- Correction de coma des miroirs de plus en plus ouverts:
  - Durant les années ‘80 la société américaine TeleVue développe un correcteur de coma populaire: le Paracorr type 1 pour f/4
  - D’autres correcteurs sont aussi offert (Wynne; Baader MPCC; Explore Scientific; etc.) et le Paracorr amélioré pour f/3
  - Aujourd’hui le Paracorr offert en 3 pouces de dia.
  - Les correcteurs de coma permettent le glissement de l’objet sous observation d’un bord à l’autre du champ de vision en maintenant la netteté de l’image

Support arrière du miroir primaire

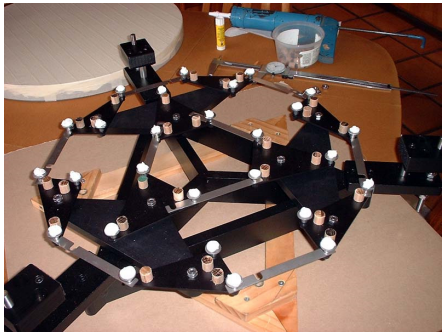
Calculateur PLOP: http://www.davidlewistoronto.com/plop/



Simple

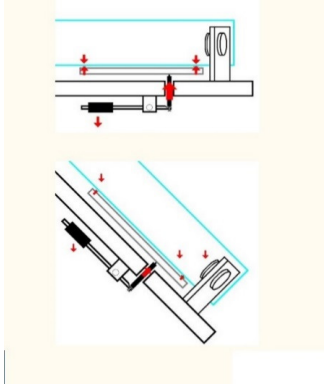


PLOP

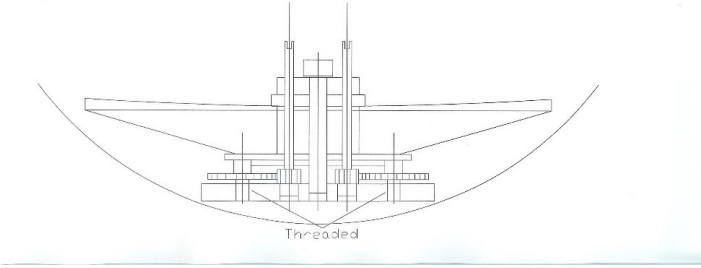


Silicone

Flottant



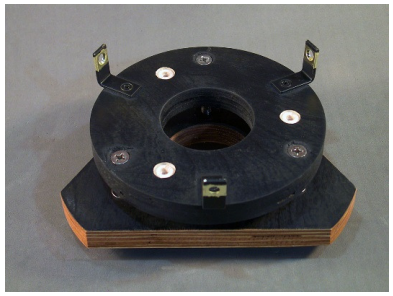
Astatique



Miroir Conique

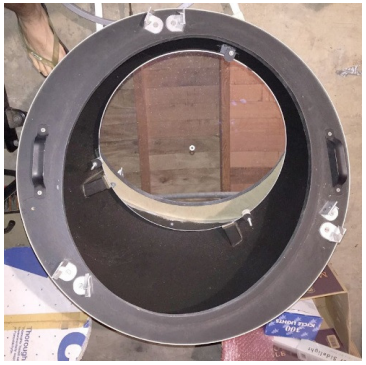
Support latéral du miroir primaire

Calculateur Cruxis: http://www.cruxis.com/scope/mirroredgecalculator.htm

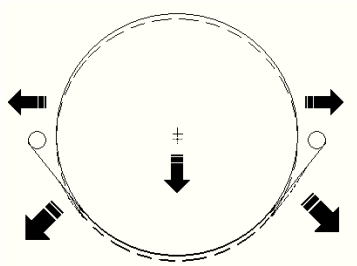


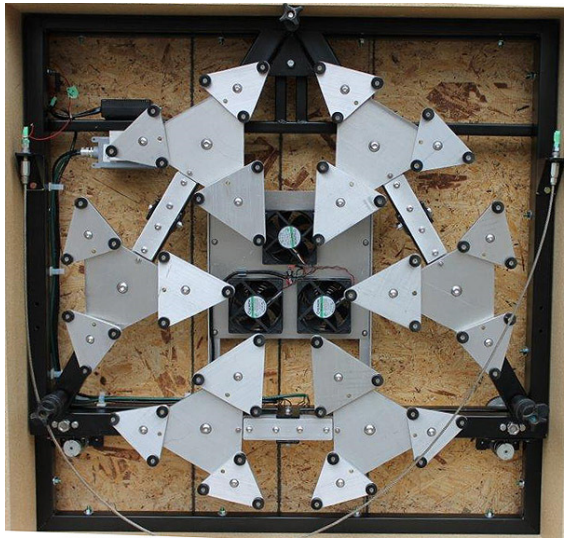
Trois points fixes

Sangle



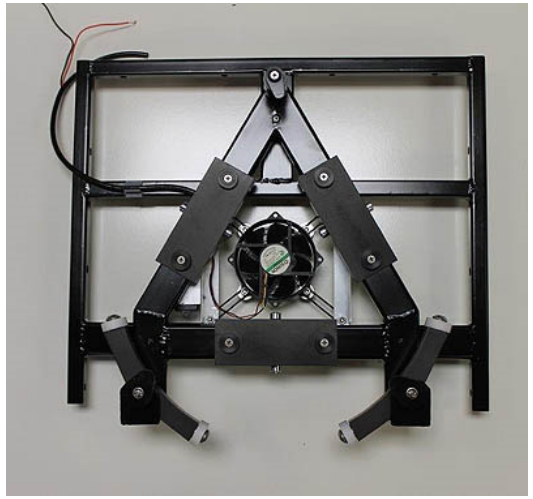
Deux points fixes



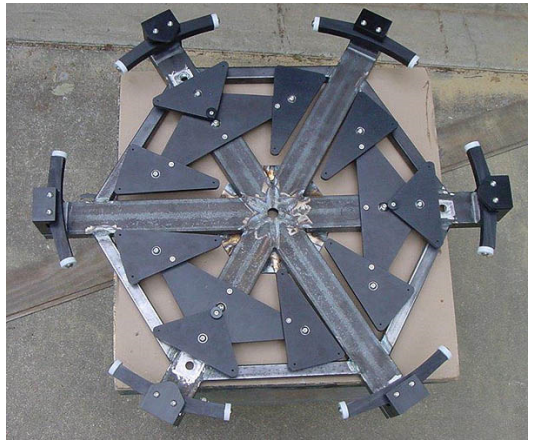


Fil d'acier

Support flottant de fil d'acier d'Howie Glatter



Whiffletree



Whiffletree multiple pour monture équatoriale

Support du miroir diagonal

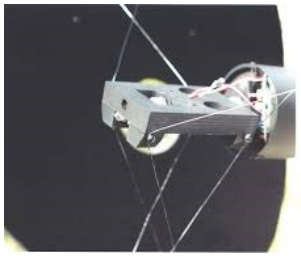
- Pour des recommandations sur le support des miroirs principaux et diagonaux voir site web de Mike Lockwood:

http://www.loptics.com/articles/mirrorsupport/mirrorsupport.html

Silicone

Enveloppé

Arraignée à attache concentrique



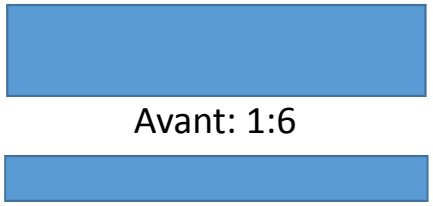
Arraignées excentriques faites de fils d'acier

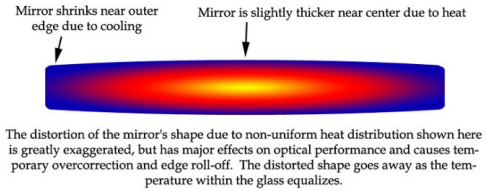
Arraignée avec tiges courbées

Arraignée à attaches excentriques

Gestion thermique du verre

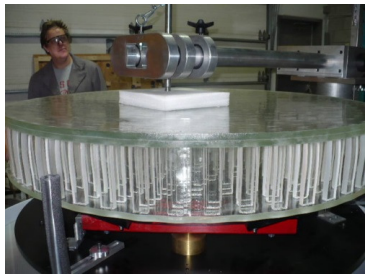
- Épaisseur verre
  - Miroirs pleins: ancienne règle était 1:6. Maintenant: entre 1:10 et 1:20
  - Le taux de transfert thermique varie entre le carré et le cube de l'épaisseur
  - Durant le refroidissement l'épaisseur en périphérie se contracte plus que le centre = forme parabolique change, les images deviennent floues
  - Solutions:
    - Ventilation forcée du miroir en son centre et par l'arrière
    - Miroirs cellulaires coulés/usinés ou fusionnés
    - Miroirs coniques
    - Miroirs en quartz ou en vitro-céramique (CerVit)





Source: Mike Lockwood

Miroir conique



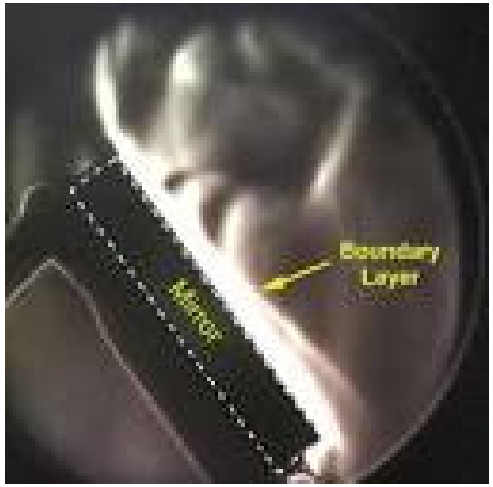
Source: N. Fullum

Source: Dream Cellular

Ventillation arrière du miroir

Gestion thermique des surfaces de verre

- Septembre 2000: Article important de Bryan Greer dans Sky and Telescope sur l'impact de la qualité de l'image de la couche d'air à la surface d'un miroir en phase d'équilibrage thermique.
- Importance de la ventilation continuelle de la couche de surface turbulente.



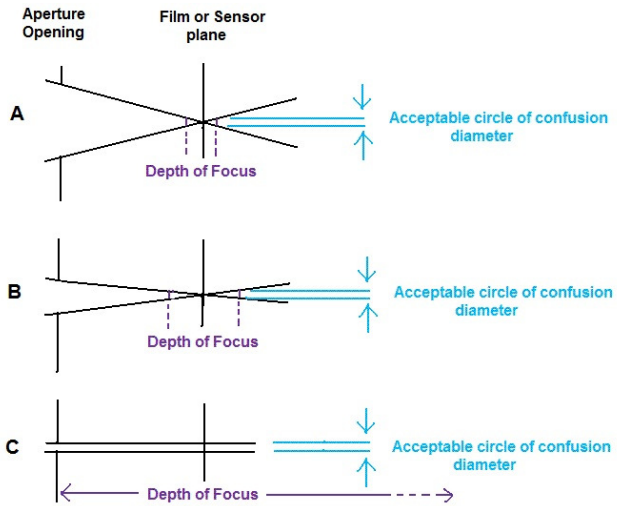
Source: http://www.fpi-protostar.com/bgreer/sep2000st.htm

Source: New Moon Telescopes

Le porte-oculaire

- Tolérance de mise au foyer dépend de l'ouverture (rapport focal): f/
- Diamètre de la tache d'Airy: D = 2.14 x lambda x f

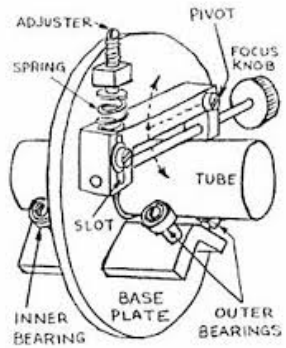
  où: Lambda= longueur d'onde (en nm) et f=ouverture (rapport focal)
- Profondeur de mise en foyer P.F.= 2 x f x D= 4.28 x f^2 x lambda
- Voici un exemple pour lambda=650 nm:



f/	Profondeur focus (pouces)
8	0.0080
7	0.0061
6	0.0045
5	0.0031
4	0.0020
3	0.0011

Les porte-oculaires

Hélicoïdale



Invention du Crayford par John Hall

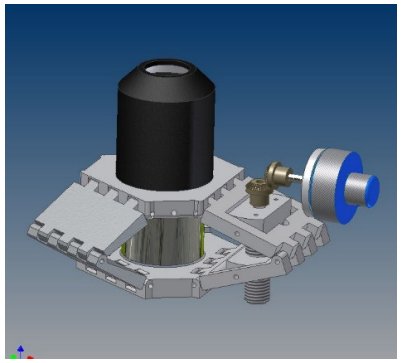
Crayford deux vitesses de marque Feathertouch

Helical Crayford

Pinion et crémalière

Premiers Crayford

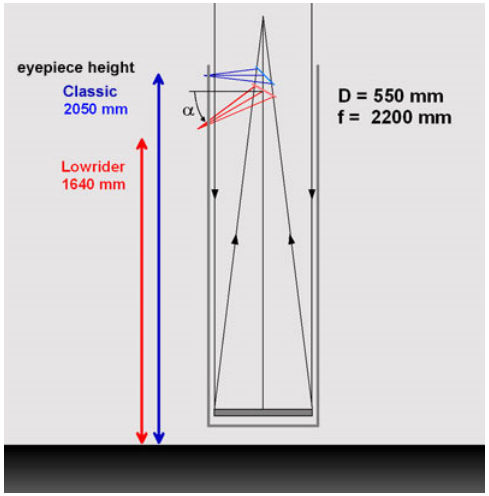
Crayford deux vitesse de marque Moonlite



P.O. articulé inventé par Don Clement (brevet US 6,260,428)

Abaisser la hauteur de l'oculaire

- Low rider



Principe du « Low Rider »

Exemple Low Rider Allemand

70 po Low Rider de Mike Clement

50 po N. Fullum Low Rider:

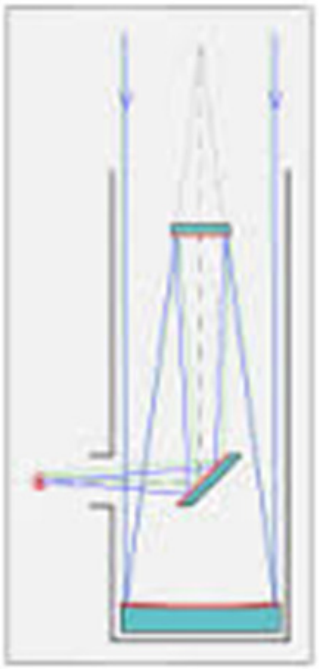
Oculaire 100 mm

Porte oculaire du 70 po de Mike Clement

Abaisser la hauteur de l'oculaire

- Périscope
- Nasmyth

Oculaire abaissé par périscope sur 29 po f/4.5



Système Nasmyth

JMI à miroir plat replié

Repérage et centrage des objets

- Jusqu'aux années '70:
  - Atlas du ciel et chercheurs optiques
  - Cercles horaires analogues (à cadran)
- Fin années '70:
  - Le Telrad fait son apparition (S. Kuefeld)
  - Utilisation des coordonnées altitude (inclinaison)/azimuth
- Aujourd'hui: Encodeurs et Ordinateurs

Mesure d'inclinaison

Mesure de l'azimuth

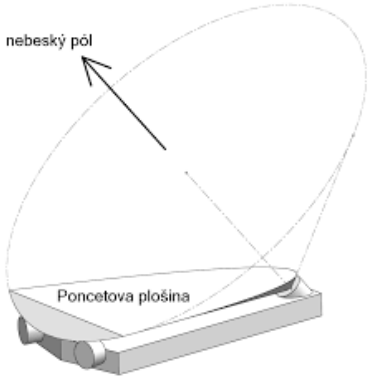
« PushTo »

Cercle Horaire Numérique

Telrad

Guidage et entraînement équatorial

« GoTo »



Principe Poncet (1977)

Plateforme en Acier

Plateforme à deux axes

Plateforme Lemay à 2 axes

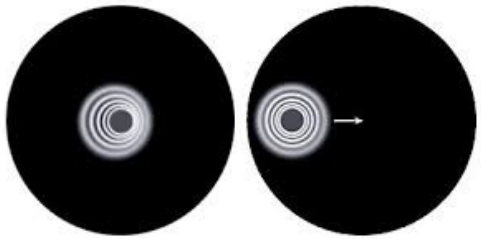
SpicaEyes Slip Stream
de Tom Osypowsky

Outils de collimation

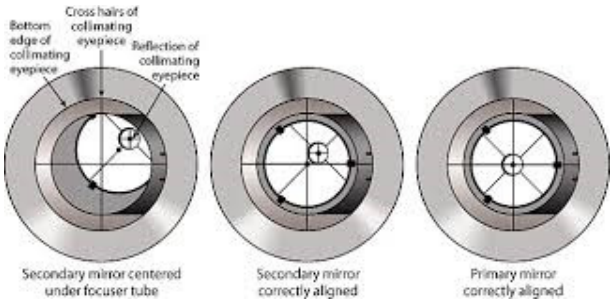
- Étoiles
- Capuchon troué
- Cheshire
- Laser
- Laser avec lentille Barlow (Niels Olof Carlin Janvier 2003): https://www.cameraconcepts.com/barlowed%20laser%20collimation.pdf
- Contrôles de collimation du primaire à l'avant

Capuchon

Cheshire



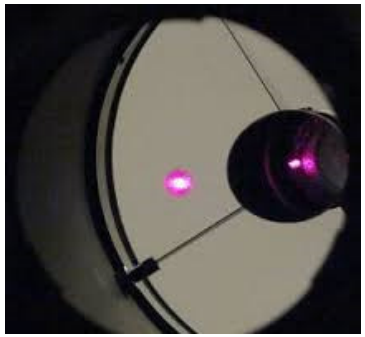
Collimation par analyse d'une étoile



Les trois étapes de collimation

Laser

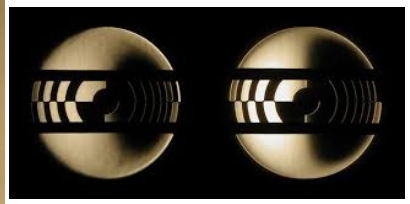
Laser avec Barlow



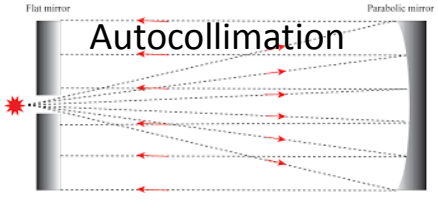
Parabolisation et tests optiques

- Foucault
- Ronchi
- Gaviola – analyse de la caustique
- Optiques de compensation (Lentille de Ross; Miroir de compensation (Oefner))
- Autocollimation (miroir plat)
- Interférométrie (Fizeau; Bath; OpenFringe; etc.)
- Étoile

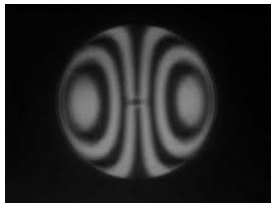
Foucault



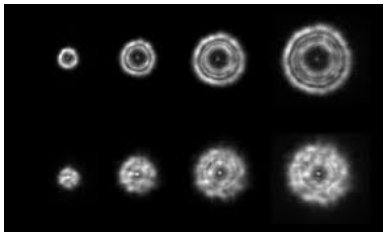
Masque Couder



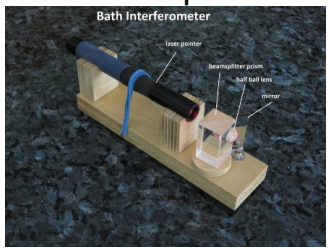
Lentille compensation Ross



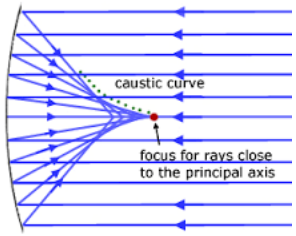
Ronchi



Test de l'étoile

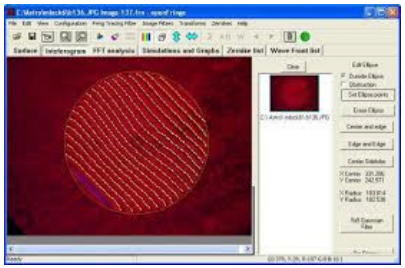


Interférométrie de Bath



Analyse courbe caustique

L'œil du corbeau



Analyse interférométrique Open Fringe

Télescopes de plus en plus minimalistes…

- De tube solide à tube ouvert
- 1987: Dave Kriege et Obsession
- La boîte du bas disparait
- La cage supérieur disparait

Tube plein, petit axe azimuth

Tube ouvert, gros axe azimuth

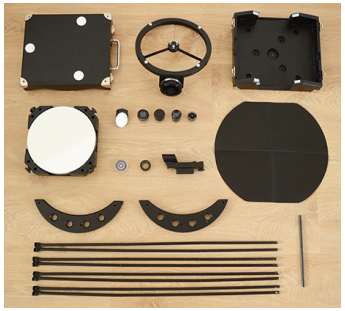
Disparition de la boîte miroir et de la cage supérieur

Les télescopes de voyage

- Le concept du télescope de voyage de Pierre Strock
- L'ultime télescope de voyage du Néerlandais Roel Weijenberg

Le concept de Pierre Strock

6 kg: Le télescope 8 po f/4 portatif remarquable de Roel Weijenberg



Le Ball Scope: un instrument ergonomique

Berton Willard à Stellafane en ’66, 4 po f/4

L’Astroscan d’Edmund

Norman James à Stellafane en ‘68

Pierre Lemay 20 po f/3.9

Premier télescope d’Isaac Newton

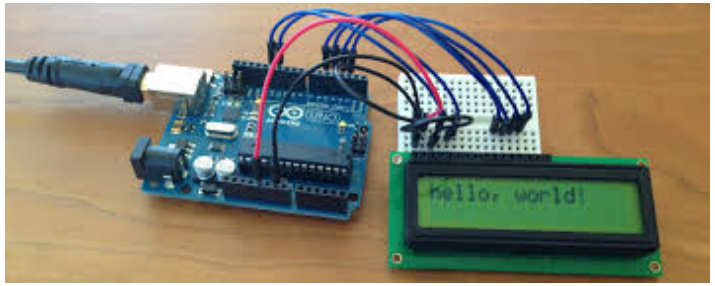
Plateforme informatisée d’Alphonse Pouplier

Pierre Lemay 6 po f/3.7. Invention de la plateforme motorisée à deux axes en 1995

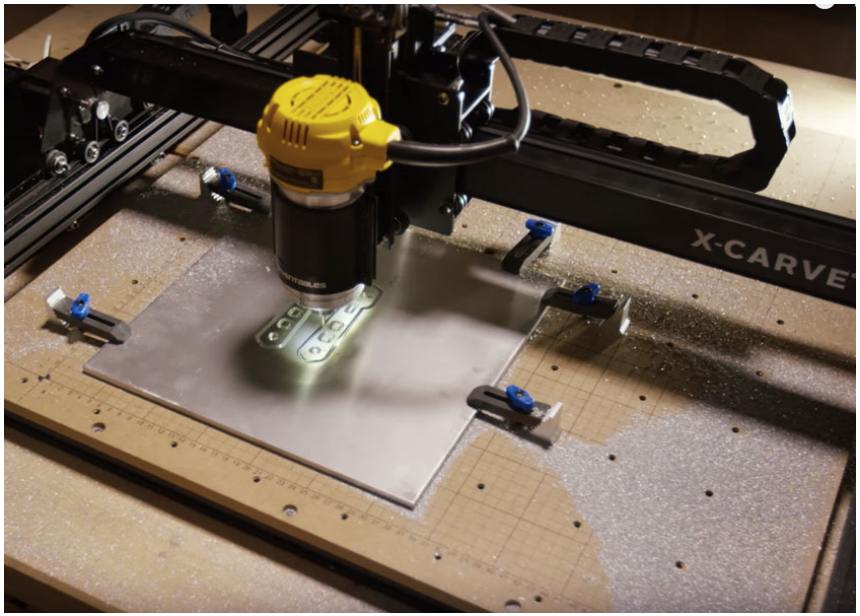
Voir www.telescopelemay.com pour plus d’information sur les télescopes à base hémisphérique

Méthodes de fabrication futures

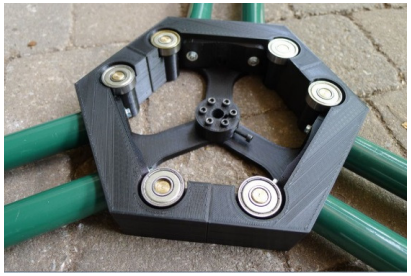
- CNC (bois; métal; verre)
- Imprimante 3D
- Arduino



Contrôle et asservissement Arduino



Fabrication de pièces par Contrôle Numérique



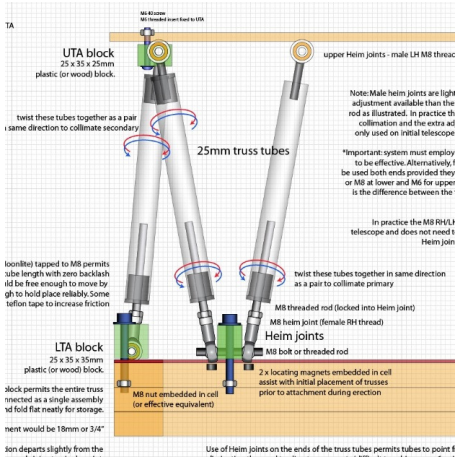
10 po f/6 entièrement fabriqué par imprimante 3D par Chriske (Hollande)

Un hexapode comme tube

- Tous les ajustements de collimation par les tubes du treillis
- Voir ici pour plus d'information sur Merope: http://www.cloudynights.com/topic/490435-merope-engineering-a-low-compromise-compact-16-dob/

Une plateforme de Stewart ou: Hexapode

Merope, le 16 po f/4.5 de Jonathan Pogson en Australie



Croquis de la fixation des treillis de Merope

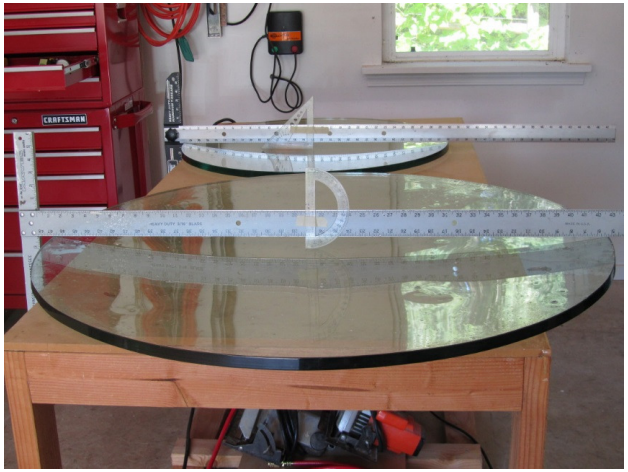
Les joints d'Heim

Des miroirs ménisques ultralégers

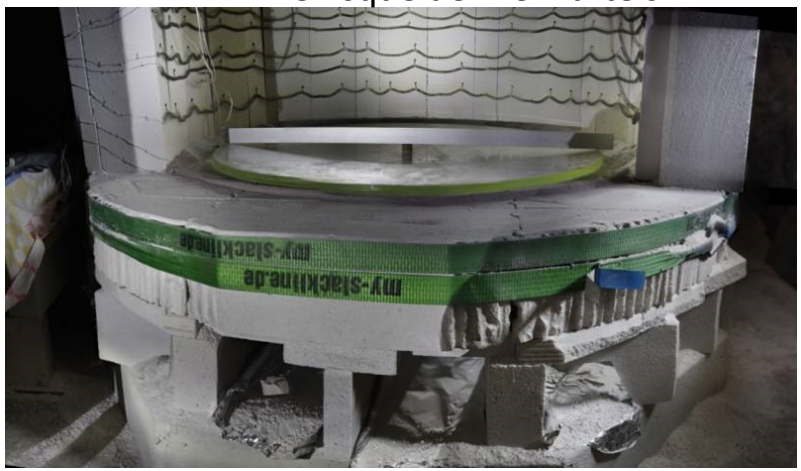
- Mel Bartels: http://www.bbastrodesigns.com/slump/MoldMaking.html
- Pierre Strock: http://strock.pi.r2.3.14159.free.fr/Ast/Art/Menisque.html
- Kai Kretzschmar : http://www.astrotreff.de/topic.asp?TOPIC_ID=175034
- Fabio Marioni: http://fabiomarioni.blogspot.it/

13 po f/3 avec miroir en ménisque de Mel Bartels

Ménisque de 40 po de Fabio Marioni



Des miroirs de 28 et 42 pouces dans l'atelier de Mel Bartels



Miroir de 47 pouces de l'Allemand Kai Kretzschamar sortant du fourneau

40 po f/5 de l'Italien Fabio Marioni

Les fabricants de télescopes amateur expérimentent…

- String telescopes: https://www.willbell.com/TM/StringTelescopes.html
- Sudi Ball: http://ix.cs.uoregon.edu/~tomc/Hobbies/Astronomy/ATM/SudiBall.pdf
- Astronomie électronique

Les Sudi Balls (Tom Collins)

Les tubes à ficelles

Le PVS-7, gen 3: 5-7k$

Cette présentation est disponible sur le site web:

www.telescopelemay.com

Merci pour votre attention!