

# Fiche 1 : La formation des images

Pour voir une image, il faut qu'elle se forme sur un écran. Dans notre œil, c'est la rétine qui joue le rôle d'écran. C'est le cristallin, juste derrière notre iris coloré, qui nous permet de voir. Si le cristallin est défectueux (myopie, hypermétropie, etc.) l'image ne se forme plus sur la rétine et l'on voit flou. Il faut alors utiliser des systèmes optiques (lentilles convergentes ou divergentes) pour corriger les défauts de l'œil et former l'image à nouveau sur la rétine.

Une lentille convergente permet de faire converger les rayons lumineux en un point. Le cristallin de l'œil est une lentille convergente.

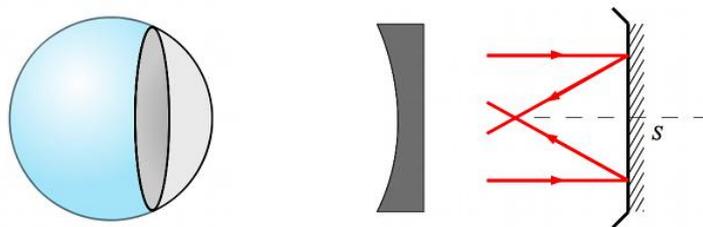


Une lentille divergente permet de faire diverger les rayons lumineux.

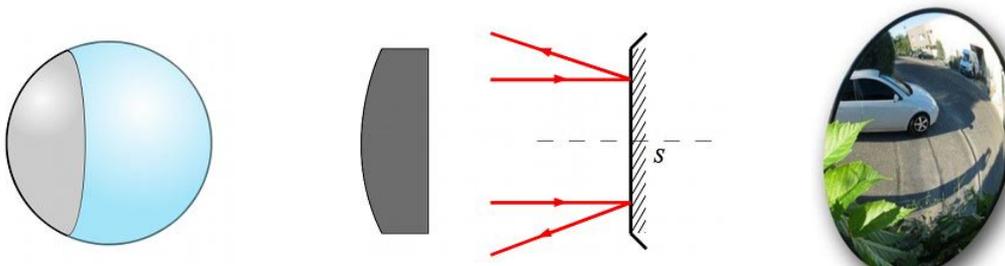


Les lentilles sont utilisées dans les lunettes astronomiques. Dans les télescopes se sont des miroirs qui sont utilisés pour collecter la lumière. Il existe comme pour les lentilles, deux types de miroirs : les miroirs concaves et les miroirs convexes.

Un miroir concave va concentrer les rayons lumineux (c'est l'équivalent d'une lentille convergente).



Un miroir convexe va faire diverger les rayons lumineux (c'est l'équivalent d'une lentille divergente). Les miroirs convexes sont par exemple utilisés dans la circulation.

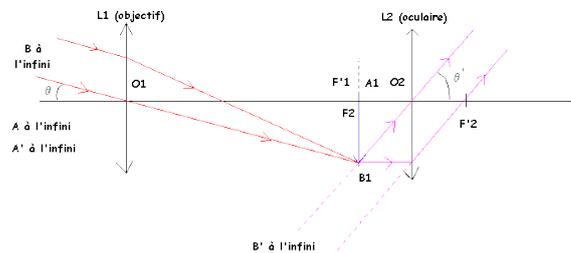
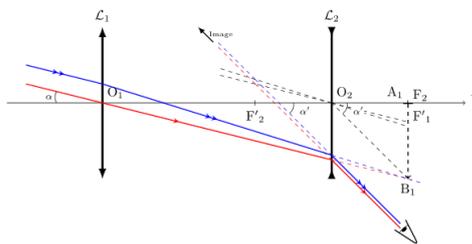


# Fiche 2 : Les différences entre les lunettes astronomiques et les télescopes

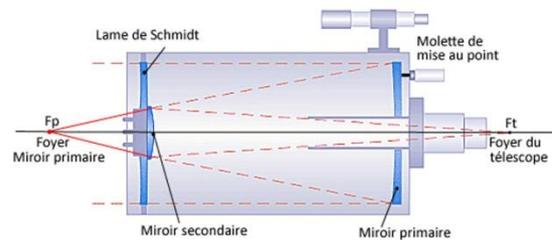
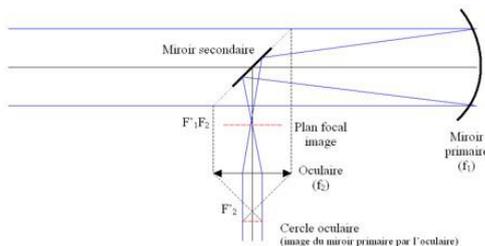
## Lunette ou télescope ?

Une lunette astronomique moderne est constituée de deux lentilles convergentes (ci-dessous à droite). Une lentille est appelée objectif, elle se situe à l'avant de la lunette et collecte la lumière. La deuxième lentille est appelée oculaire, et permet de former une image qui pourra être observé à l'œil.

La première lunette astronomique créée était la lunette de Galilée (1609) (ci-dessous à gauche). Elle était faite d'une lentille convergente (objectif) et d'une lentille divergente (oculaire).



Un télescope collecte la lumière sur un miroir concave. Ce miroir primaire renvoie la lumière vers un miroir secondaire, puis vers l'oculaire. Il existe différents types de télescopes (Newton – ci-dessous à gauche, Schmidt-Cassegrain – ci-dessous à droite, Matsukov-Cassegrain),

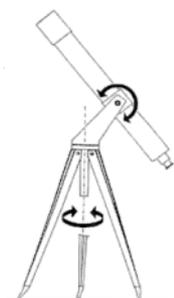


## Les différentes montures

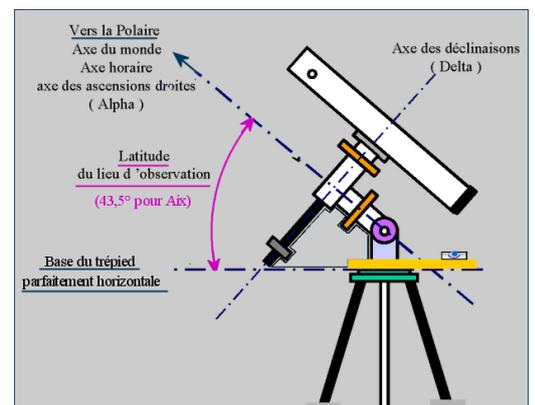
### Monture équatoriale

Une monture équatoriale stable est nécessaire pour compenser le mouvement de rotation de la Terre. Si la *mise en station* est effectuée correctement, l'objet observé est maintenu au centre du champ par rotation inverse autour de l'axe horaire. Ce mouvement horaire est souvent assuré par un moteur.

### Monture azimutale



Une monture azimutale comporte un axe vertical (axe d'azimut) et un axe horizontal (axe de hauteur). Ce type de monture peut être motorisé pour compenser les mouvements terrestres. Cependant, le champ observé dans l'instrument est en rotation, ce qui interdit les photographies en pose longue.



# Fiche 3 : Avantages et inconvénients des différents instruments d'observation

---

## La lunette astronomique (aussi appelée réfracteur)

La lunette est un très bon instrument pour débuter. Il n'y a presque aucun réglage à effectuer et l'encombrement de la lunette est faible. Les prix sont assez bas (de 60€ à 350€) ce qui permet de s'équiper pour débuter à un prix raisonnable. Les lunettes sont excellentes pour l'observation planétaire.

La lunette peut subir un effet d'aberration chromatique (distorsion des couleurs), qui crée un arc rouge et bleu autour de l'image. L'image peut être floue et de mauvaise qualité. La lunette astronomique n'est pas adaptée pour le ciel profond (galaxies, nébuleuses, etc.).

## Les télescopes (aussi appelés réflecteur)

### Le télescope de Newton

C'est un type de télescope très prisé du grand public. Les télescopes ne souffrent pas de l'aberration chromatique comme les lunettes astronomiques car ils utilisent des miroirs pour collecter la lumière. La plupart des télescopes de Newton sont montés sur des montures équatoriales, ce qui permet de suivre facilement les objets du ciel. Le coût de fabrication est moindre que pour une lunette, ce qui se répercute sur le prix de vente. Le télescope permet l'observation du ciel profond. Beaucoup sont adaptés pour la pratique de l'astrophotographie.

Les télescopes de Newton peuvent être assez encombrants. Ils sont plus sensibles aux turbulences atmosphériques que les lunettes astronomiques. La collimation peut être difficile pour les débutants.

### Les télescopes Schmidt-Cassegrain et Maksutov-Cassegrain

Les télescopes de type Cassegrain sont plus compacts que les télescope de type Newton. Ils sont très polyvalents et conviennent à la fois pour l'observation des planètes, du ciel profond ou pour faire de l'astrophotographie. Les images sont de très grandes qualités, encore plus pour les Maksutov-Cassegrain. Ce sont des télescopes très robustes et ils bénéficient d'un très large choix d'accessoires.

Le coût des télescopes de type Cassegrain est en général plus élevé que les télescopes de type Newton.

Fiche réalisée à l'aide de l'article « *Les différents types de télescopes* » de Jérôme Saby, Astrofiles.net

# Fiche 4 : Caractéristiques et propriétés optiques des instruments

---

## Caractéristiques principales

### Le diamètre D

Le diamètre de l'objectif, en l'occurrence la lentille frontale ou le miroir primaire. C'est la caractéristique la plus importante de l'instrument. La plupart des propriétés optiques de l'instrument en dépendent. Plus il est grand, plus il autorise de forts grossissements et permet d'observer des objets lointains. Le diamètre est généralement exprimé en millimètre pour les instruments du commerce, quelquefois en pouces (1" = 25,4 mm). Cependant, un télescope de grand diamètre ne suffit pas à faire un bon instrument d'observation, de nombreuses autres conditions relatives tant à la qualité qu'à la stabilité doivent être remplies.

### La longueur focale f

Il s'agit de la longueur focale la lentille frontale ou du miroir primaire. Elle est exprimée en millimètre (ou bien doit être calculée à partir du rapport  $f/D$ ).

### Le rapport $f/D$

Le rapport focale/diamètre est le rapport de la longueur focale du miroir primaire et de son diamètre, exprimés bien sûr dans la même unité. Un faible rapport  $f/D$  donne un instrument compact, donc stable et facile à manier et transporter. Un rapport  $f/D$  entre 5 et 8 est généralement satisfaisant ; au-delà, (par exemple  $f/D=10$ ), l'instrument a un champ limité, mais est bien adapté pour l'observation planétaire.

## Propriétés optiques

### Le grossissement (ou grandissement)

Il correspond au rapport entre le diamètre apparent de l'image à la sortie de l'oculaire et le diamètre apparent de l'objet réel. Le grossissement est calculé en divisant la distance focale de l'objectif par celle de l'oculaire. Un faible grossissement permet d'observer un large champ du ciel, ce qui peut être mis à profit pour l'observation de la Lune et du Soleil. *A contrario*, un trop fort grossissement induit une diminution de la clarté et ne révèle pas d'autres détails que les défauts de l'image du fait de la limite de résolution de l'instrument.

### La limite de résolution (ou pouvoir séparateur)

La résolution d'un instrument, c'est sa capacité à révéler les détails. Elle correspond au plus petit angle séparant deux points que l'on parvient à voir comme distincts l'un de l'autre. On peut estimer sa valeur en seconde d'arc en divisant 120 par le diamètre de l'objectif exprimé en mm, Par exemple, un télescope de 114 mm de diamètre a un pouvoir séparateur d'environ 1" (120/114), un télescope de 200 mm a un pouvoir séparateur de 0,6". Toutefois, les turbulences atmosphériques, la stabilité de l'instrument et la qualité des optiques empêchent souvent d'atteindre cette limite théorique de résolution.

# Fiche 5 : Mise en station (méthode simple)

La mise en station est un réglage qui consiste à bien aligner l'axe polaire de l'instrument **dans la direction exacte du pôle céleste**. De cette façon, le suivi de l'objet observé est simplifié : maintien de l'objet au centre du champ de l'instrument par simple action manuelle ou motorisée sur la molette du mouvement horaire.

En premier lieu, il importe de s'assurer que les règles suivantes sont respectées :

1. L'axe optique du chercheur doit être aligné avec l'axe optique du télescope
2. La base équatoriale doit être horizontale (niveau à bulle).
3. L'axe polaire (axe de rotation horaire de l'instrument) doit être orienté vers l'étoile Polaire :
4. Azimut au nord (boussole)
5. Hauteur = latitude du lieu (43,5° pour Aix sur cadran angulaire).

La méthode proposée permet d'affiner ces deux réglages en azimut et hauteur pour une mise en station confortable.

## Mise en station sur une étoile près du Pôle

C'est une méthode simple et rapide puisqu'elle permet de visualiser les défauts de mise en station en azimut et en hauteur sur une seule étoile. Il s'agit de la **méthode de King** adaptée visuellement.

On commence par mettre l'entraînement horaire, on vise une étoile près du pôle et on oriente le réticule, avec le rappel en déclinaison, de façon à ce qu'il soit dans le sens Zénith<-->Horizon et que le déplacement de l'étoile se fasse le long du réticule.

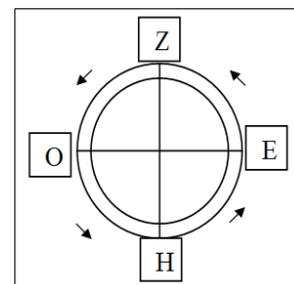
Point n'est besoin de retenir des formules, un moyen mnémotechnique simple permettra de connaître, en fonction du sens de la dérive de l'étoile, quelle est la manœuvre à appliquer.

Comme nous sommes face au pôle, nous savons que l'ouest est à notre gauche et l'est à notre droite; en haut, le zénith et en bas l'horizon. Bien sur dans un oculaire tout est inversé, mais le raisonnement reste le même puisque nous plaçons ces quatre points Zénith, Ouest, Horizon et Est sur un cercle en lui donnant le sens inverse des aiguilles d'une montre « Zénith en haut, Ouest à gauche, Horizon en bas et Est à droite ».

### Constat sur l'étoile

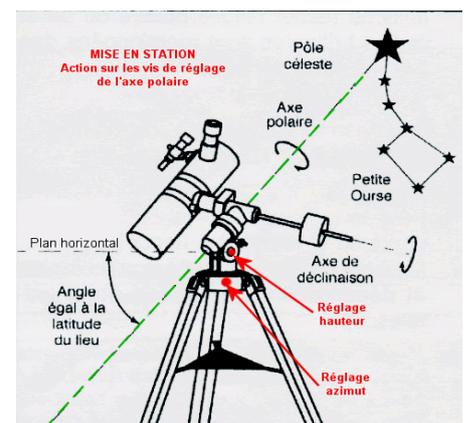
### Action sur l'instrument

- |                          |   |                                       |
|--------------------------|---|---------------------------------------|
| Si dérive vers le Zénith | ⇒ | Déplacer l'axe polaire vers l'Ouest   |
| Si dérive vers l'Ouest   | ⇒ | Abaisser l'axe polaire vers l'Horizon |
| Si dérive vers l'Horizon | ⇒ | Déplacer l'axe polaire vers l'Est     |
| Si dérive vers l'Est     | ⇒ | Élever l'axe polaire vers le Zénith   |



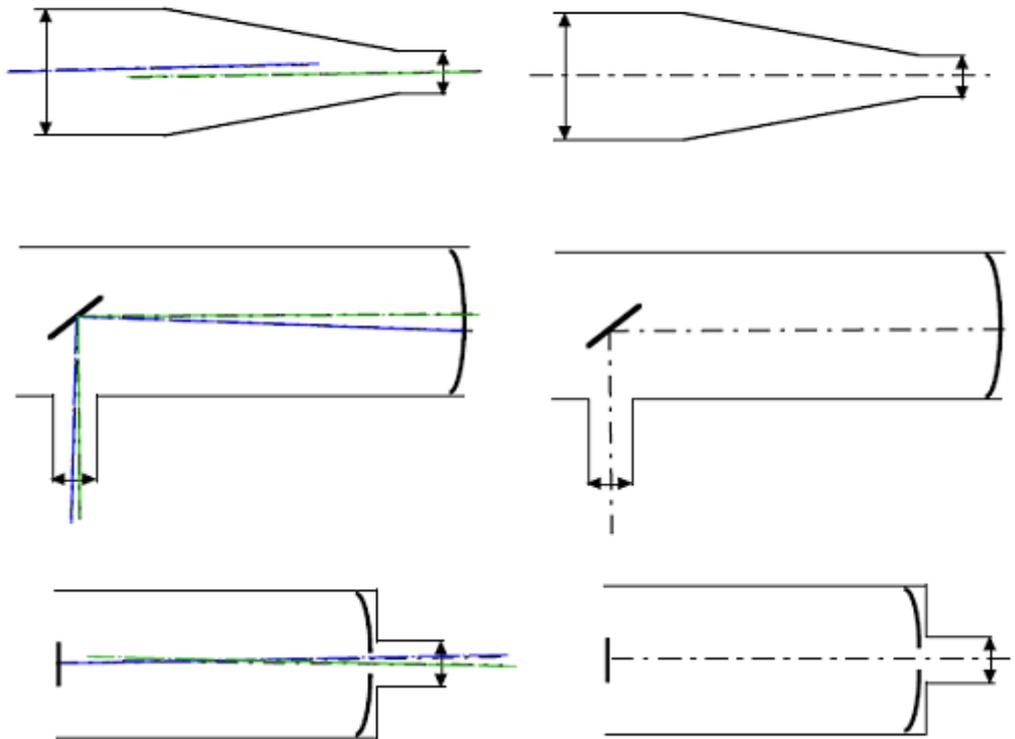
Vous remarquerez que si la dérive de l'étoile a lieu sur un des quatre points du cercle, c'est celui immédiatement après en se déplaçant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre qui nous indique dans quel sens il faut agir.

A noter que si vous avez une dérive en diagonale, cela signifie que vous avez un défaut en azimut et en hauteur. Il conviendra de corriger un sens après l'autre.



## Fiche 6 : Principe de la collimation

**La collimation**, indispensable pour obtenir une bonne image, consiste à rendre confondus les axes optiques de l'objectif et de l'oculaire :



**Pas bon...**

**... Bon!**

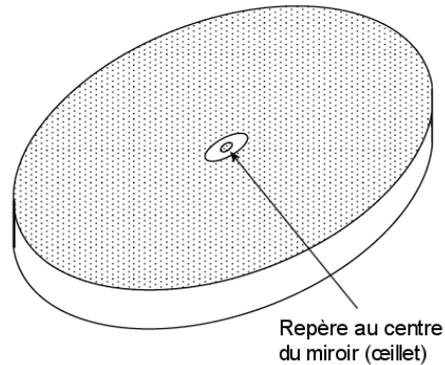
Une **lunette** est réglée en usine et ne se dérègle en principe pas.  
 Un **Schmit-Cassegrain** ne permet que le réglage du secondaire, et se dérègle en principe peu.  
 Un **Newton** permet de régler les 2 miroirs. D'entrée de gamme, il se dérègle souvent et exige de savoir le collimer

## Préalable : marquage du centre du primaire

Il est indispensable de **coller un œillet au centre du miroir primaire**. Sans lui, pas de précision...!

**RÉSISTER À L'ENVIE DE SOUFFLER OU NETTOYER LE MIROIR.**

A la rigueur, souffler les poussières avec une poire.



## Réglage du miroir primaire

Placer le tube sur sa monture, incliné à environ 30°, le miroir vers le sol.

Regarder par l'ouverture du tube, à environ une longueur de tube. On voit **le miroir secondaire et son araignée, leurs images dans le miroir primaire, et le miroir primaire**.

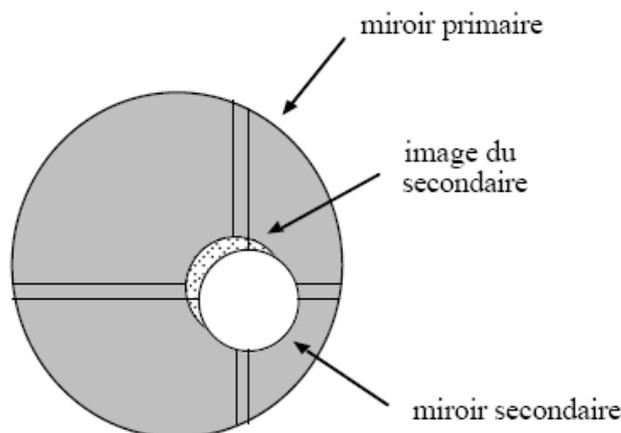
En bougeant la tête haut/bas, avant/arrière, droite/gauche, on doit voir ces 3 images bouger les unes par rapport aux autres. S'installer confortablement!

**Placer la tête de façon à voir le secondaire et son image, centrées dans le miroir primaire.**

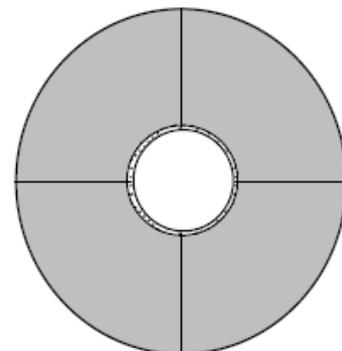
Si ce n'est pas possible, régler le primaire au moyen des 3 ou 6 vis placées à l'arrière du barillet supportant le miroir (une seconde personne à l'arrière du tube est parfois utile).

**Attention, il s'agit de quarts de tour ! Il ne faut pas forcer!**

Les 3 images sont centrées? C'est fini... pour cette étape!



**Pas bon...**

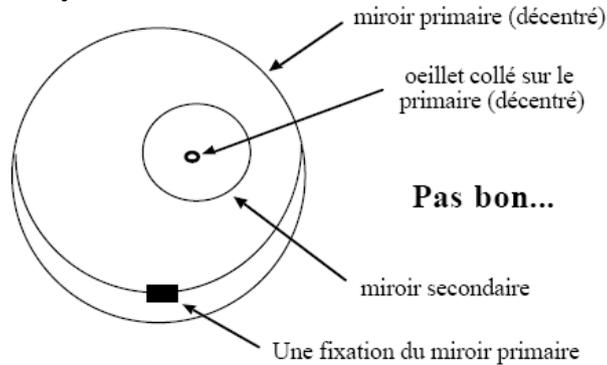


**... bon!**

## Réglage du miroir secondaire

Le miroir primaire étant dégrossi tourner le tube vers le ciel (Attention au soleil!) ou un mur clair et uni. Regarder à travers le porte-oculaire. Normalement, on doit voir, de l'extérieur vers l'intérieur :

**Le miroir primaire, l'image du miroir secondaire à peu près centrée dans le primaire, et l'œillet collé sur le miroir primaire au milieu de tout ça.**



Procéder dans l'ordre :

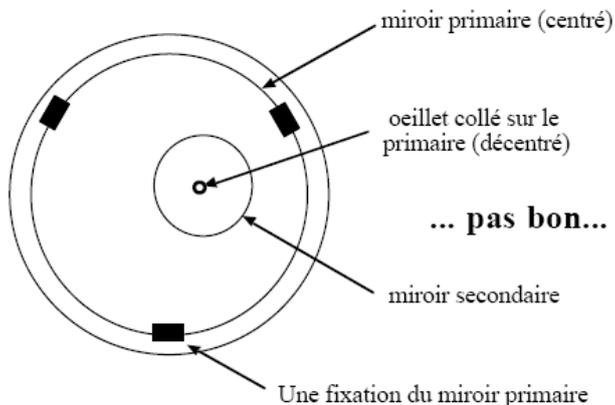
- Si le miroir primaire est décentré, régler le secondaire.

- Si l'œillet collé sur le miroir primaire est décentré, régler le miroir primaire.

(Ne pas tourner la vis centrale du porte-secondaire, normalement réglée en usine, et peu critique).

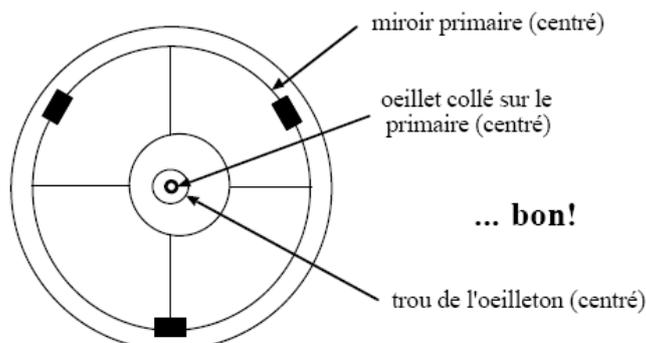
- Action sur le miroir secondaire pour centrer le miroir primaire :

(Le miroir primaire doit être visible en entier avec ses fixations dans le tube)



- Action sur le primaire pour centrer l'œillet :

(Réglage fin pour ramener l'œillet au centre.)



**Le miroir primaire et l'œillet collé sur le miroir primaire sont centrés (le miroir secondaire peut être pas tout à fait, ce n'est pas grave) !**

## Affinage de la collimation

Les deux miroirs réglés, il faut affiner ces réglages sur une étoile. Pratiquement, on utilisera une **étoile artificielle** constituée par une tête d'épingle ordinaire en acier.

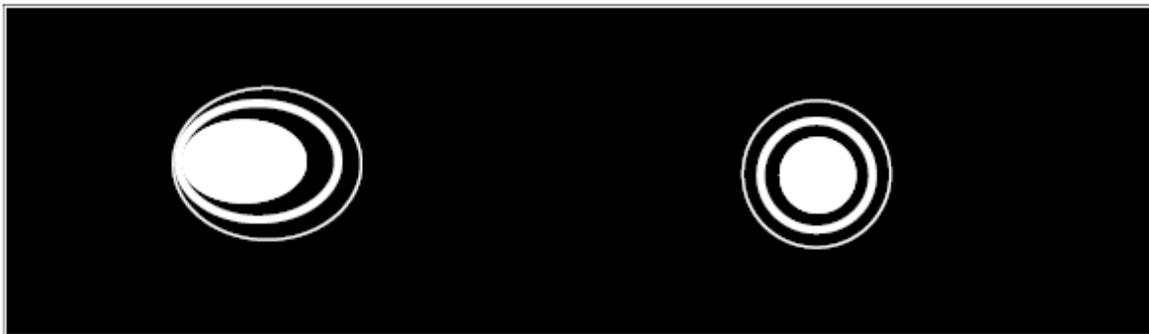
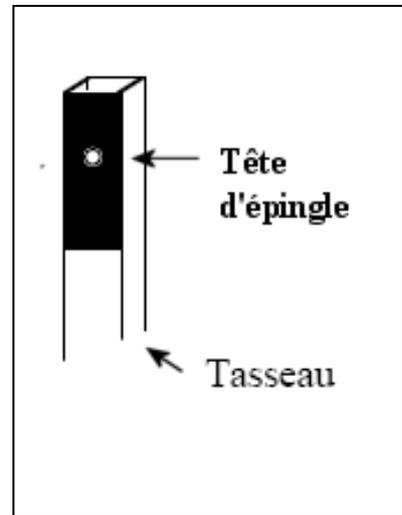
L'épingle est plantée sur un tasseau peint en noir mat de longueur 1,80m.

- Planter verticalement le tasseau, l'épingle **face au soleil**, à environ 1.5 m du sol.

- Placer le télescope sur sa monture, **dos au soleil**, à 50 m,

- Pointer la tête d'épingle. Si la turbulence le permet, monter les grossissements jusqu'à voir la **figure d'Airy** : un cercle central brillant, entouré d'anneaux brillants sur fond noir.

- **Ajuster le réglage du miroir primaire** (par 1/8 de tour maximum...) pour obtenir des cercles ronds et concentriques, en veillant à garder l'image au centre du champ.



**Pas bon...**

**bon!**

L'image idéale est un cercle entouré d'un seul anneau brillant, et d'anneaux secondaires atténués. En défocalisant, l'image intra-extra focale doit aussi être symétrique.

**On voit là toute les qualités (et les défauts) du Noble Tuyau !**