



## L'amorce de collimation Photonewton

par Tommy Nawratil  
Version du 12 avril 2021

\*\*\*\*\*

. . . ajuster les télescopes newtoniens est en fait assez simple ! ;-)

\*\*\*\*\*

Il existe de nombreux mythes sur l'alignement newtonien, on dit souvent qu'il est difficile. De nombreuses instructions sont sur le web, certaines malheureusement médiocres, d'autres inutilement précises. Mais en fait, c'est très simple et logique - de la géométrie pure, pas de mathématiques supérieures. J'aime le comparer avec le cyclisme : si vous ne pouvez pas le faire, vous vous demandez comment c'est possible. Une fois que vous l'avez appris, vous vous demandez où était le problème en premier lieu. Il est important de savoir : L'ajustement peut être appris par n'importe qui, il n'y a absolument aucun mystère à ce sujet.

Tous les tutoriels que je connais traitent de l'alignement pour **visuel** fins. On espère qu'il doit alors aussi convenir pour **la photographie**. C'est théoriquement vrai, mais en pratique, en tant que photographe, vous avez besoin de précision non seulement dans l'axe, mais aussi dans les coins de l'image. Cela nécessite souvent des étapes supplémentaires, que j'ai développées et je sais qu'elles sont absolument utiles. La procédure est décrite en étapes simples, d'abord avec le laser, puis avec la caméra connectée. Ce système conduit infailliblement et selon la pratique relativement rapidement à la meilleure imagerie possible des étoiles également sur le terrain.

Profitez d'une agréable nuit de pleine lune pour vous familiariser avec la procédure - là où il n'y a rien d'autre à faire, sans agitation et avec calme, une procédure systématique et une tranquillité d'esprit astronomique sont très bénéfiques. Le Newton n'a que deux éléments optiques, qui doivent être alignés, un miroir primaire parabolique (PM) et un miroir plan optiquement inactif, qui ne dévie que la lumière (le miroir secondaire, SM).

### Principe et but du réglage :

Le secondaire doit dévier l'axe du porte-oculaire exactement au centre du primaire (qui a une marque au centre à cet effet, qui doit être exactement centrée), et en même temps lui-même doit s'asseoir au centre devant le porte-oculaire. Le primaire doit être aligné pour que son axe optique coïncide exactement avec l'axe du porte-oculaire. Rien de plus, c'est tout.

Dans de nombreuses instructions, le premier point est de **aligner** le porte-oculaire avec le tube. Mais c'est **inutile** travail. Le focuseur **faitne pas** doivent s'asseoir exactement à 90° droit sur le tube, car c'est la tâche même du réglage de rendre l'axe optique du miroir parabolique congruent avec l'axe du porte-oculaire. Par exemple, dans le Lowrider Dobson, le porte-oculaire est à 45° par rapport au tube, mais il n'est pas du tout incliné. Le plan image de la parabole est toujours perpendiculaire (90°) à l'axe optique - si l'axe optique est congruent avec l'axe du porte-oculaire, le plan image est également perpendiculaire à l'axe du porte-oculaire.

### Outils d'alignement :

Pour l'alignement, vous avez besoin d'un appareil qui peut être utilisé pour définir une ligne. le **Cheshire** l'oculaire est un judas avec un réticule à l'autre extrémité, mais le réticule est-il vraiment exactement dans l'axe du tube Cheshire ? le **Centrer** est un bon moyen de vérifier que le secondaire est centré devant lui. Mais comment pouvez-vous ajuster exactement avec une aide à l'alignement de 95 mm de long, si vous souhaitez agrandir 200x par la suite ? Je recommande donc le **laser d'alignement**, car vous pouvez le régler vous-même, et le faisceau laser est idéal car vous pouvez voir physiquement la ligne. Le faisceau laser lui-même et surtout les points où il frappe le secondaire

et le miroir primaire peut être vu facilement, ce qui rend le réglage beaucoup plus facile. Avec d'autres outils comme le Cheshire ou le Concenter, vous devez d'abord comprendre quels éléments de l'optique et de la mécanique vous regardez - et lesquels prendre en compte et lesquels ignorer pour une étape de réglage particulière.

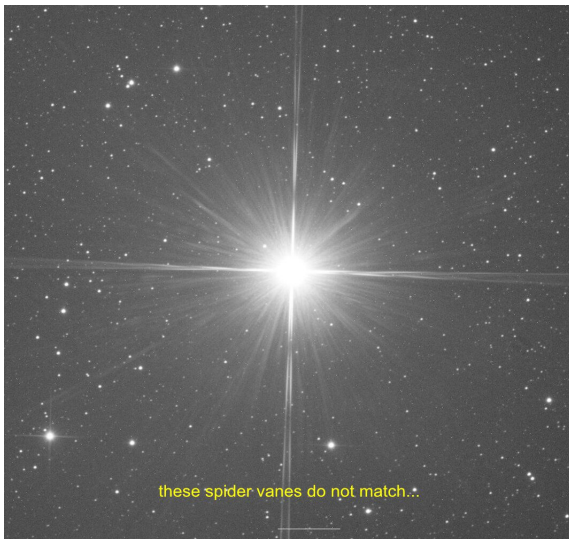
**Ajustez avec le correcteur !** De sorte que tous les éléments optiques utilisés sont également inclus dans le réglage. Il est préférable de visser le laser dessus pour éviter le basculement. Dans tous les cas, le correcteur lui-même doit être en ordre - le **essai de rotation** est adapté pour vérifier ceci : enfoncez le correcteur dans un manchon approprié de 2" (par exemple dans un miroir zénithal) et tournez-le lentement. Montez le laser séparément et envoyez le faisceau à travers le correcteur comme vous le souhaitez, de sorte que le point laser puisse être vu à une certaine distance sur le mur. Lors de la rotation du correcteur, le point laser sur le mur ne doit tourner que sur lui-même et ne pas décrire un petit cercle. Ce serait un signe d'asymétrie de rotation du correcteur et une raison de le changer.



Avec le porte-oculaire OctoPlus, le tube d'extension prend d'abord en charge le guidage, le correcteur s'adapte et ne peut s'incliner que de la dimension de glissement. Le serrage seul n'est pas assez précis pour l'alignement. Seul un tel ajustement glissant ou un vissage est suffisamment reproductible. Ici sur la photo, le laser est vissé au premier prototype de GPU et est inséré dans le porte-oculaire.

**Position du télescope pendant le réglage :** Le tube doit pointer vers le haut, comme lorsque vous photographiez ou observez. De préférence dans l'inclinaison à 45° - si le tube a une flexibilité, cela vous donne une position médiane. Mais ne jamais régler avec le tube horizontalement à l'horizontale ! Parce que le primaire n'est pas fixé par ses pinces de maintien, mais seulement protégé contre la chute - et il aime s'incliner un peu vers l'avant en position horizontale.

Il est logique d'avoir le focuser **aussi étendu** pendant le réglage comme pendant la photographie, c'est-à-dire dans le **position de mise au point**. Ce n'est qu'en théorie que l'alignement du tube de mise au point est exactement le même sur toute la course. De même, avec les porte-oculaires rotatifs, **l'axe du rotateur** sera légèrement différent de l'axe du tube de mise au point. Donc aussi **ajuster la position de rotation** du porte-oculaire avant le réglage. S'il est prévu de faire pivoter le porte-oculaire plus souvent, ne le déplacez que le plus loin nécessaire de la position de réglage - c'est-à-dire ne le tournez que de +/- 45°. Avec cela, toutes les orientations d'image sont possibles !



Avant le réglage, vérifiez également le **araignée secondaire**. Avec la plupart des Newtons, il est fixé au tube avec 4 vis de tension. Ces vis doivent être bien tendues, pour que le spider se stabilise et ne fléchisse pas sous le poids du secondaire lorsque le Newton est pivoté. J'aime penser à cela comme à une corde de piano, alors serrez-les bien ! Les pattes d'araignée opposées doivent être exactement alignées, sinon les pointes sur la photo ne sont pas tranchantes mais se séparent. Mettez une règle pour vérifier cela.

Après ces préparatifs, vous êtes prêt à commencer :

## Le réglage de base avec un laser d'alignement

Le réglage d'un télescope newtonien est très simple une fois que l'on a compris le principe : Vérifier l'alignement laser, régler le secondaire, régler le miroir primaire.

**1. vérifiez si le laser d'alignement** est auto-aligné - c'est-à-dire si le faisceau laser sort exactement perpendiculairement à la surface d'appui du laser. Soit dans une douille de 1,25" ou 2" ou s'il est vissé sur le correcteur (c'est mieux !), appuyez sur le correcteur à ras et faites-le pivoter avec précaution. Vérifiez si le point laser sur le primaire reste fixe et ne tourne que sur lui-même. Sinon, ajustez le laser (voir ci-dessous). Maintenant, serrez doucement pour que le point laser sur le primaire reste là où il est tombé lorsqu'il est enfoncé.

Réglage du laser lui-même :

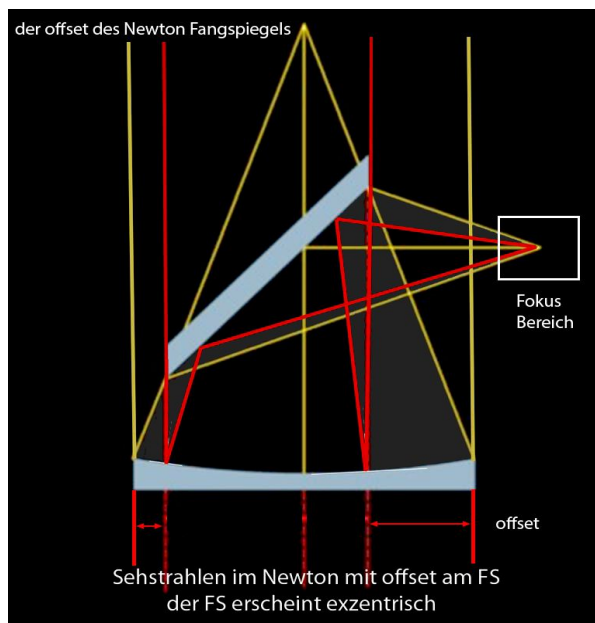
Le laser peut être désaligné par le transport et les chocs, mais son réglage est facile :

- Insérez dans le porte-oculaire, appuyez à plat et tournez, observez le point laser sur le primaire.
- Si le point laser décrit un cercle, il doit être réajusté.
- se rappeler où se trouve le centre du cercle : c'est là qu'il faut amener le point laser.
- dans le laser, il y a une petite unité laser en forme de doigt, qui peut être ajustée principalement avec trois petites vis sans tête à une distance de 120° tout autour
- avec ces vis dirigez le laser vers le centre du cercle, tournez à nouveau et déterminez à nouveau le centre
- à la fin, le point laser ne doit tourner que sur lui-même (il est rarement exactement circulaire), et les vis sans tête doivent bien fixer l'unité laser

**2. Réglage secondaire.** Tout d'abord, le secondaire doit être réglé, 2 conditions doivent être remplies :

- le secondaire doit être placé au centre devant le porte-oculaire
- le secondaire doit dévier le faisceau laser exactement au centre du primaire

Le miroir secondaire est elliptique, il coupe le cône de lumière arrivant du primaire en oblique (section conique). Ainsi, le faisceau laser devrait frapper le secondaire au centre, et ainsi il serait automatiquement centré sur le tube de mise au point. Mais c'est une pensée trop simple, la géométrie nous bat ici d'un coup. Nous voulons que le cône de lumière coniquement convergent provenant du primaire soit complètement dirigé dans le porte-oculaire. Mais la partie du secondaire la plus éloignée du porte-oculaire frappe le cône de lumière plus bas, où elle est encore plus grande. Il faut donc déplacer le secondaire plus loin que plus haut là où le cône de lumière est devenu plus petit. Ce changement est appelé **ledécalage**. Le croquis suivant devrait le préciser.

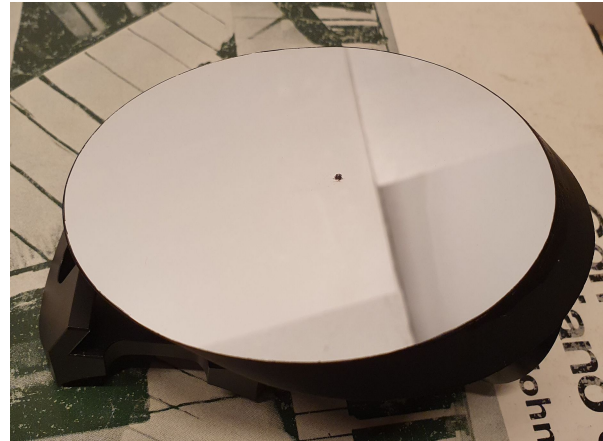
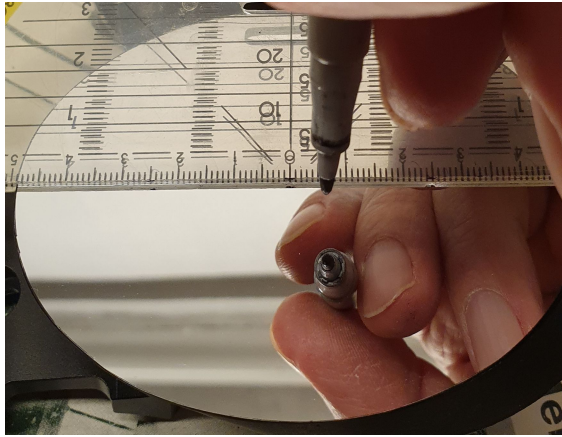


Le jaune est la lumière provenant de l'infini, qui est groupée par le primaire et déviée par le secondaire devant le point focal. Le rouge est l'ombre que le secondaire découpe dans le faisceau lumineux. À partir du focus, vous pouvez voir que le secondaire redirige en fait correctement tout le cône de lumière jaune. Cependant, il n'est pas centré dans le tube, mais décalé sur le côté le plus éloigné du porte-oculaire. En conséquence, il découpe un cercle excentrique de la lumière incidente. Ce fait géométrique doit être considéré surtout pour les Newtons à focale rapide.

Le faisceau laser est la ligne jaune pointant directement vers la gauche du porte-oculaire, et il ne frappe pas le secondaire en son centre, mais dans le point de décalage.

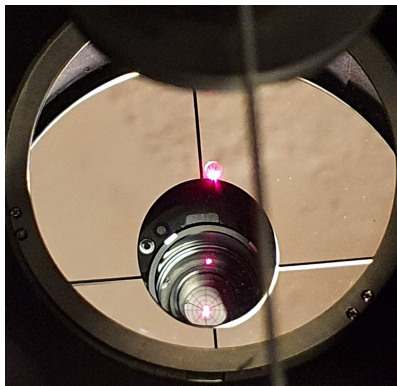
Le point où le laser heurte le secondaire est donc décalé de quelques millimètres en direction du porte-oculaire. De nombreux secondaires ont un marquage fin là-bas, sinon vous prenez environ 6 mm pour f/4 Newtons et 4 mm pour f/5 (s'applique aux primaires 200 et 250 mm, les plus gros Newtons en ont besoin de plus). Vous voulez plus de précision ? Voir l'astuce à la fin de ce chapitre.

S'il n'y a pas de marqueur, vous pouvez estimer le point d'impact - ou marquer vous-même le secondaire avec un bon marqueur. Le point est exactement sur le grand axe de l'ellipse et décalé par le décalage du centre géométrique vers le haut (vers le porte-oculaire). Ici, c'est 6 mm :



La plupart des secondaires ont déjà été collés à leur base de montage avec ce décalage par le fabricant du télescope, il vous suffit donc de fixer la base à l'araignée et les pattes de l'araignée peuvent rester bien droites. Ainsi, régler la bonne position du secondaire devant le porte-oculaire est maintenant facile, le laser n'a plus qu'à toucher ce point. Mais il doit aussi toucher le centre primaire. Il n'y a donc qu'une seule position du secondaire où cela se passe réellement. Ce poste est à trouver.

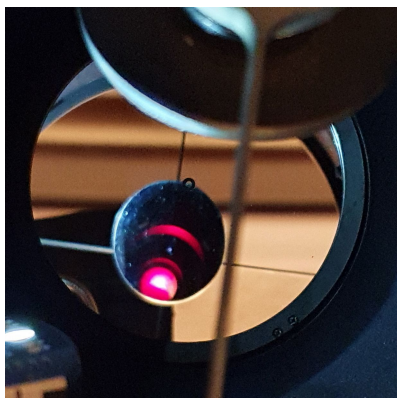
Comme vous ne pouvez pas voir directement la surface secondaire, vous devez regarder dans le tube d'en haut et faire attention à la réflexion du secondaire dans le primaire. Au début, la fine marque sur le secondaire peut être difficile à voir, et vous devez fournir le bon éclairage pour qu'il ne soit pas maîtrisé par le faisceau laser. Mais une fois que vous savez où il se trouve, vous le trouverez.



Vue d'en haut dans le tube newtonien. Vous pouvez voir le primaire avec le marquage central, là où le faisceau laser n'atteint pas encore le centre.

Dans le miroir primaire, vous voyez le secondaire et le point où le laser le frappe.

Dans le miroir secondaire, vous pouvez voir le tube de mise au point avec l'ouverture de sortie du laser lui-même et le disque qui l'entoure.



Un éclairage approprié de la surface secondaire doit être fourni, le primaire pouvant être utilisé comme réflecteur.

Cependant, le point laser lumineux est éblouissant et obscurcit le marquage discret sur le secondaire. Remède : Couvrez le faisceau laser avec un doigt directement après son ouverture de sortie. Ensuite, le marquage est facile à voir. Cela vous permet de flasher le point laser et de positionner le repère sur le secondaire.

le **hauteur du secondaire devant le porte-oculaire** est ajusté avec le **vis centrale** du secondaire base, qui engage le filetage dans la base du secondaire. Dans la plupart des cas, cela n'a pas besoin d'être refait si la hauteur a déjà été réglée correctement - cela ne changera pratiquement pas. La vis centrale est la véritable vis de retenue du secondaire, donc ne la réglez pas trop bas, elle pourrait se desserrer de la vis et tomber sur le primaire ! Le **3contre-vis** ne servent pas seulement à fixer la base secondaire, ils déterminent également son **inclinaison**. Desserrez d'abord considérablement les 3 contre-vis afin que la base puisse bouger librement.



Tenez et alignez la base secondaire d'une main et ajustez la vis centrale de l'autre jusqu'à ce que le faisceau laser atteigne le secondaire à sa marque.

Lorsque le laser est proche du point d'impact cible, commencez à faire attention à l'endroit où il frappe le primaire. Le secondaire ne se bloque plus que sur la vis centrale et peut autrement être déplacé librement. Partout **en tournant** le secondaire autour de l'axe longitudinal et **en l'alignant latéralement**, vous pouvez vous assurer que le laser atteint également la marque centrale du primaire au centre après le point cible du secondaire.

*C'est déjà la position idéale du secondaire !*

Il n'y a qu'une seule position du secondaire où la rotation, l'alignement latéral et la hauteur correspondent de sorte que les deux marquages (secondaire **et** primaire) sont touchés par le laser. Maintenant, il suffit de serrer les contre-vis de manière à maintenir exactement cette position. Doucement au début, puis progressivement, augmentez de plus en plus la pression pour qu'ils soient enfin serrés à la main et que rien ne puisse bouger tout seul. Certaines contre-vis ont des pointes acérées et provoquent des piqûres dans la douille secondaire, où elles ont alors tendance à glisser - le fait de limer ces pointes à plat aide.

**Indice:** Vous n'avez pas besoin d'être très précis avec le décalage. Le secondaire est un miroir plan et n'a pas de puissance optique - un petit décalage de la position du secondaire devant le porte-oculaire ne change que l'éclairage mais pas l'image de l'étoile. Le centre du marquage primaire, en revanche, doit être touché par le laser le plus précisément possible, il s'agit de la déviation précise de l'axe optique du miroir parabolique ! Qui

l'aime plus exactement, utilise un [calculateur de décalage](#). Attention, les valeurs qui y sont données concernent le déplacement latéral du secondaire, pour trouver la distance de son centre à la surface, multipliez cette valeur par 1,4 (racine carrée de 2).

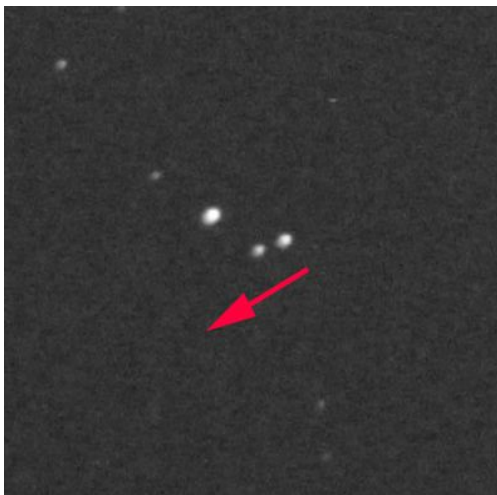
**3. Réglez le primaire.** C'est maintenant assez simple. Le primaire réside dans la cellule miroir sur son support (soit un simple anneau, soit un support multipoint plus élaboré). Ce support peut être ajusté en 3 points avec des vis de tension et de compression. Il est conseillé de serrer les 3 paires de vis au début afin que vous puissiez supposer un système stable. Maintenant, ouvrez et changez une seule paire à la fois, et observez comment le point laser de retour se déplace vers le laser. Après un réglage, fixez toujours également la contre-vis, en tenant compte du petit mouvement du point laser qui provoque cela. Cela vous permet de travailler rapidement et avec précision.





L'inclinaison du primaire est maintenant réglée pour que le faisceau laser retourne au laser lui-même, exactement dans le trou d'où il provient. Cela garantit que le secondaire est centré devant le porte-oculaire et correctement aligné avec le primaire, et que l'axe optique du primaire est correctement guidé dans l'axe du porte-oculaire.

Ainsi, le système Newton est réglé avec suffisamment de précision pour la plupart des applications !



Pour l'**observation visuelle** à fort grossissement, il suffit d'ajuster directement la coma restante à l'aide d'une étoile observée. Ajustez simplement le primaire pour que l'étoile se déplace dans la même direction que la queue de la coma (flèche rouge).

Un léger flou permet d'identifier un léger coma. L'étoile défocalisée doit être également brillante tout autour, une tache plus lumineuse et opposée plus sombre est typique du coma. L'étoile doit être déplacée avec le primaire vers la tache la plus sombre.

**Attention:** Sans correcteur de coma ce n'est vrai qu'au centre de l'image ! Le télescope Newton montre une coma croissante hors axe sans correcteur.

## La stabilité du réglage

Il est utile de vérifier la stabilité du réglage avant d'effectuer un réglage fin. Le réglage est instable si **quelque chose** dans le système **bouge trop** lorsque le télescope est incliné. **Règle de base** : le point laser sur le primaire ne doit pas s'éloigner de plus de 1 à 1,5 mm de la position cible. Tous les éléments impliqués peuvent être des points faibles, vérifiez assez systématiquement si quelque chose peut être plié ou déplacé.



- ailettes bien tendues et embase secondaire resserrée ?
- primaire sans jeu latéral dans la cellule ?
- paroi du tube autour du porte-oculaire assez stable ?
- porte-oculaire et tube d'extension montés de manière stable ?
- Adaptation de la caméra stable (vérifiez les bagues à baionnette !)

Un bon test consiste à charger le porte-oculaire + laser vissé avec le poids simulé de la caméra à la distance nominale, et de faire pivoter le télescope dans toutes les directions, du zénith à l'horizon et des deux côtés de la monture. Le porte-oculaire en tant que pièce mobile doit avoir un jeu minimal, mais la règle empirique ci-dessus doit être suivie. Si la valeur autorisée est largement dépassée, le dépannage et l'élimination sont essentiels.

# Le réglage fin pour la photographie

## Principe et but du réglage photographique

Alors qu'à des fins visuelles, une bonne imagerie au centre du champ de vision est généralement suffisante, la photographie nécessite également une bonne imagerie à travers le champ, **droit dans les coins** du capteur. La haute résolution des capteurs d'aujourd'hui montre impitoyablement les erreurs, et plus le rapport focal du télescope est rapide, plus les tolérances sont petites et plus le travail doit être précis.

Le télescope newtonien avec son miroir parabolique a une excellente imagerie dans l'axe, mais un coma hors axe et aussi un astigmatisme apparaissent. Le correcteur de coma doit principalement corriger la coma hors axe très asymétrique, mais il doit également niveler avec précision la courbure du champ image de la parabole image de la parabole. Ces corrections nécessitent une distance de travail définie entre le correcteur et le capteur, généralement de 55 mm, mais aux courtes distances focales, le correcteur doit travailler plus fort pour une courbure du champ d'image plus forte et la distance nominale peut alors être un peu plus petite.

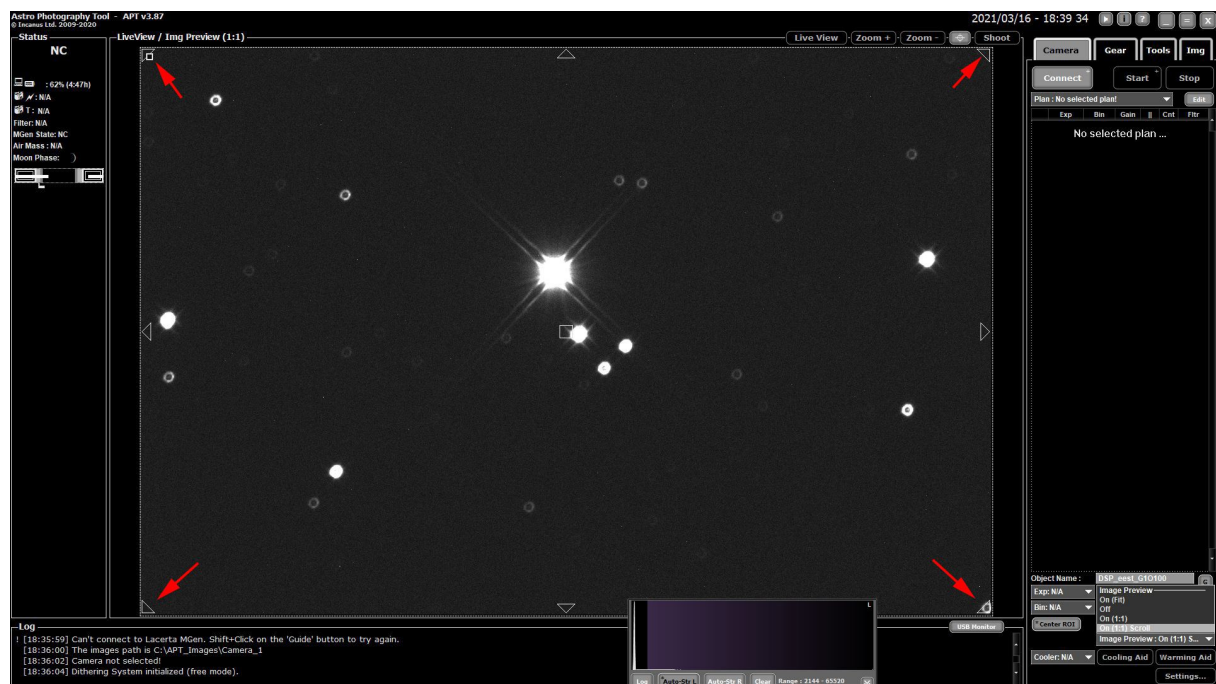
En utilisant correctement ces fonctionnalités, il est possible de **utiliser la caméra connectée comme instrument de mesure** pour un réglage fin !

**Pour obtenir la meilleure imagerie possible sur le terrain, ces conditions doivent être remplies :**

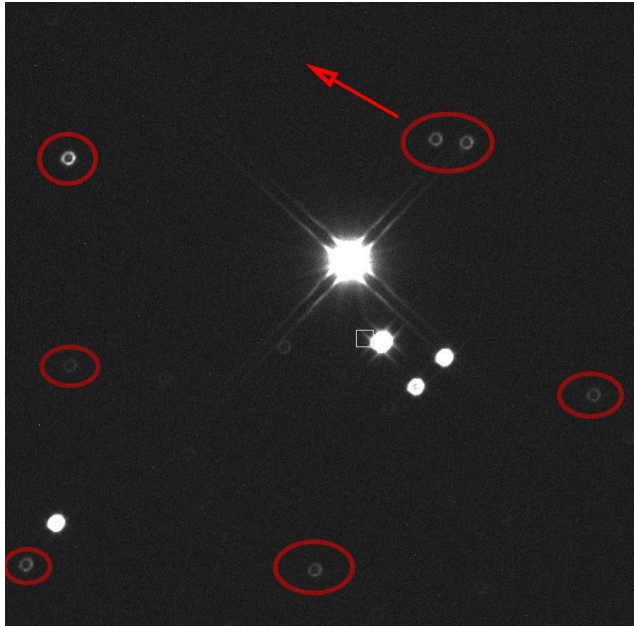
- l'axe optique doit rencontrer le capteur au centre de l'image
- l'axe optique doit être perpendiculaire au capteur
- la distance de travail au correcteur doit être respectée

Il existe un moyen systématique d'y parvenir en analysant l'image de la caméra. A cet effet, nous utilisons le **plus jeune**, une méthode qui permet de détecter qualitativement les erreurs se produisant au centre et dans les coins de l'image et de les minimiser de manière ciblée. Le test en étoile est effectué sur **ledéfocalisé** télescope, il est ainsi **0,1-0,5 mm** vers l'intérieur (intrafocal) flou. Plus vous êtes proche de la mise au point, plus le test est sensible, mais il est important que vous puissiez bien voir les formes et la répartition de la lumière dans les disques.

Pour évaluer la forme des disques étoiles, prenez quelques secondes une image exposée à un nombre Iso élevé, puis contrôlez le mouvement de correction avec le **DSLR** sur la vue en direct avec la loupe d'écran. Avec **CMOS/CCD** caméras on procède de la même manière. Il est bon d'utiliser un programme qui permet un affichage rapide des images, et en même temps un contrôle rapide des 4 coins de l'image. Vous pouvez économiser sur la qualité des images, augmenter le trafic USB et/ou utiliser la fonction ROI pour le centre. APT par exemple dispose d'un mode de défilement 1:1, où les coins de l'image sont affichés immédiatement en double-cliquant sur les petits triangles dans les coins de l'image affichée.



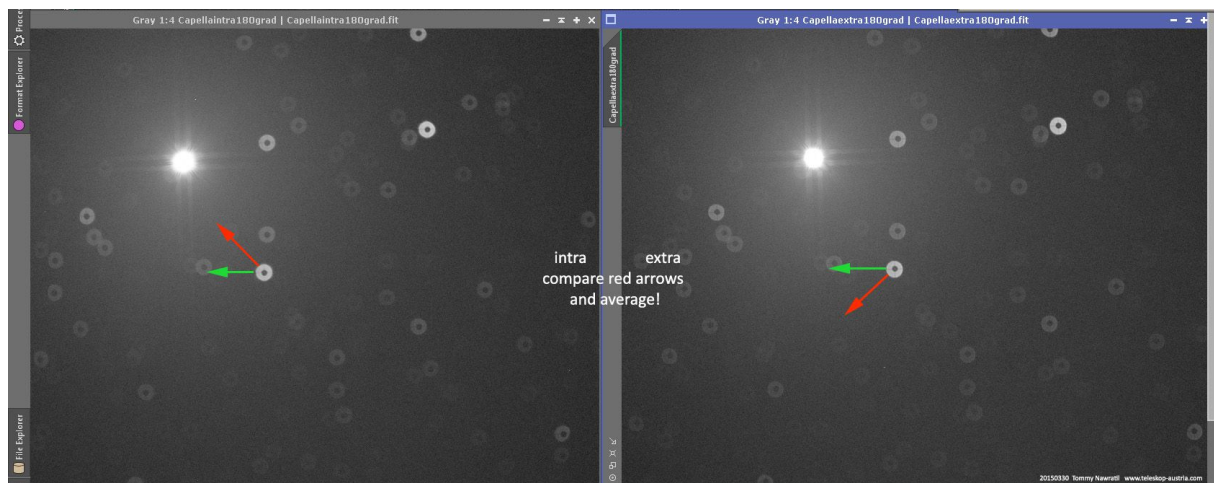
## a) Réglage fin du miroir primaire



Tout d'abord, vous regardez les disques d'étoiles dans le **centre** de l'image et juger si la luminosité au bord des tranches est la même partout ou s'il y a un endroit où il fait un peu plus sombre. Les disques moins brillants le montrent plus clairement. Les beignets de l'exemple d'image sont les plus sombres dans le coin supérieur gauche.

Le primaire est ajusté de sorte que les disques se déplacent d'environ 20 à 40 pixels dans cette direction (flèche rouge). La répartition de la luminosité doit devenir plus équilibrée. Trouver le point où il se trouve **bien équilibré tout autour**.

Une méthode de détection plus précise **coma** utilise le **position de l'ombre secondaire** dans les disques stellaires intrafocaux et extrafocaux. Si vous passez de l'intrafocal à l'autre côté du foyer, l'ombre secondaire change également de côté. Les disques étoiles devraient ressembler à un miroir. Si ce n'est pas le cas, déterminez où les beignets légers sont les plus épais (flèches rouges) et faites la moyenne des deux directions (flèches vertes). La correction au primaire devrait déplacer les étoiles dans la direction moyenne :

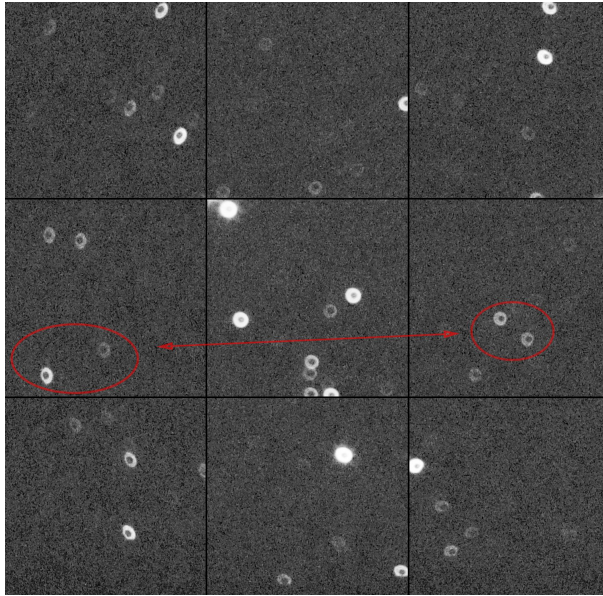


Pour plus de détails, consultez les conseils ci-dessous! Cette méthode plus précise n'a pas besoin d'être utilisée si la coma est évidente à cause de la répartition inégale de la luminosité des disques stellaires. Il suffit généralement de l'utiliser à la fin du réglage.

Lors du serrage des contre-vis, assurez-vous que les étoiles sur la vue en direct ne bougent pas en conséquence. Utilisez les vis de réglage pour contrer cela. Cela préserve la position trouvée du primaire.

## b) Réglage fin du miroir secondaire

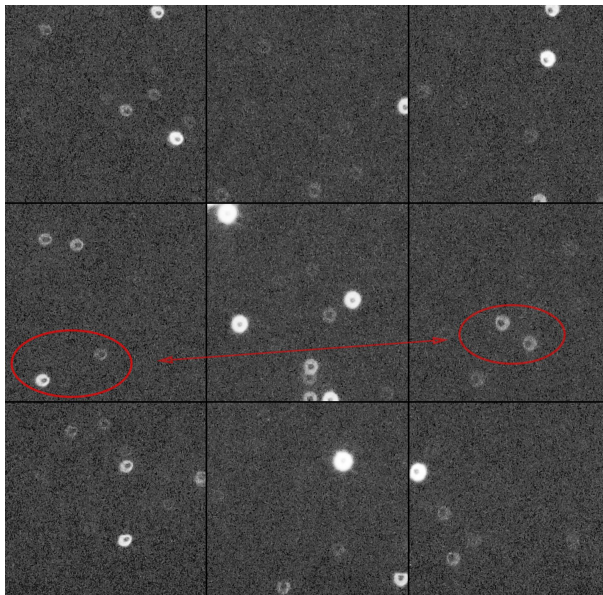
Dans ces exemples d'images, les sections des coins et du centre de l'image sont combinées en pleine résolution.



Maintenant, nous regardons le **bord du terrain** avec les 4 coins de l'image et **comparer les formes** des disques stellaires. Dans les coins de l'image, un certain astigmatisme résiduel est normal, à savoir **par voie intrafocale** les disques étoilés sont aplatis vers le centre de l'image.

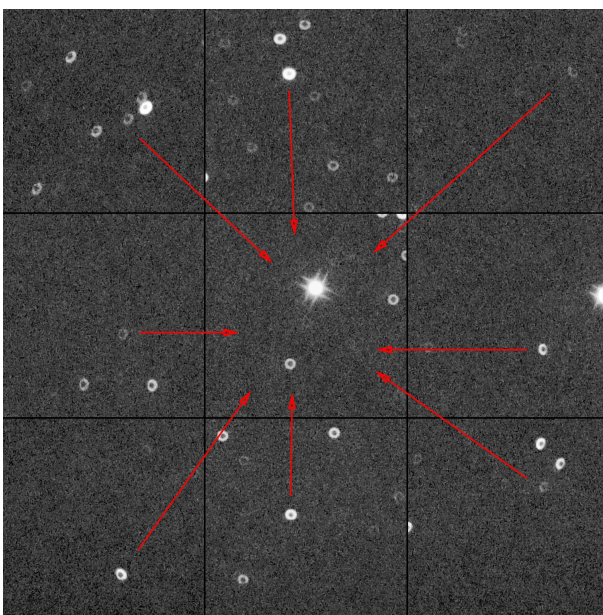
Les formes de cet aplatissement au bord du champ devrait idéalement être **symétrique au centre de l'image**.

De plus, il y a une vignette qui coupe la partie extérieure de la tranche, parfois jusqu'à l'ombre secondaire. L'aplatissement est le même dans les 4 coins avec un réglage idéal. Si vous voyez des disques aplatis plus forts dans un coin, alors ils sont moins aplatis ou même allongés vers le centre dans le coin opposé.



Dans certains cas, il est conseillé de visualiser les formes des disques étoiles **extrafocale** ainsi que. De manière extrafocale, les disques étoilés sont allongés radialement loin du centre de l'image en raison de l'astigmatisme au bord du champ - exactement le contraire de l'intrafocal. Ainsi, la symétrie vers le centre est parfois plus facile à juger.

Vous cherchez le sens dans lequel les écarts sont les plus grands et ajustez le secondaire au 3 **contre-vis** de sorte que les étoiles sur l'image se déplacent d'env. 10-20 pixels dans le sens de la **plus aplati** coin (flèche rouge). Très sensible! Chaque mouvement du secondaire change la position de l'axe optique deux fois plus qu'un mouvement du primaire.



Le résultat sera que l'aplatissement sera plus équilibré et les tranches d'étoiles au bord du champ seront plus symétriques vers le centre.

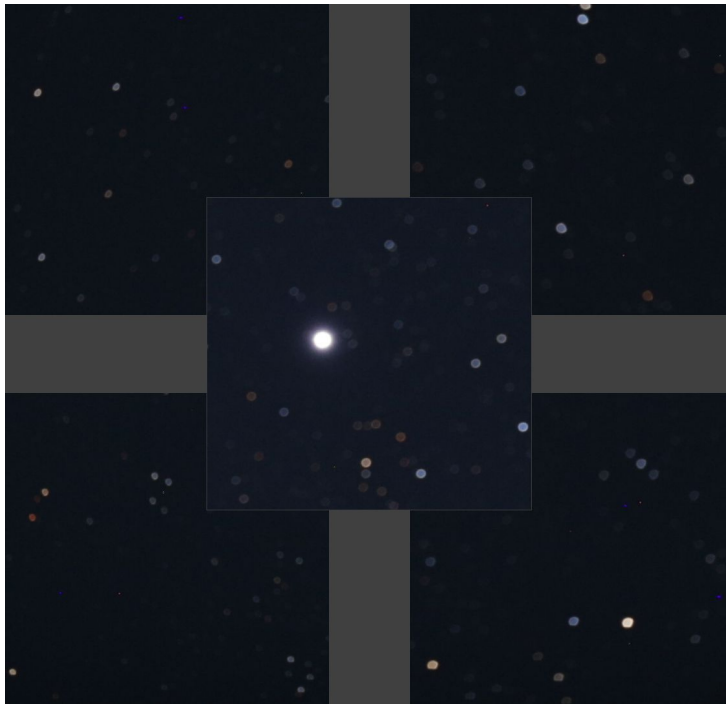
Cependant, le mouvement secondaire entraînera un désalignement du primaire et le coma reviendra au centre de l'image.

### c) Affiner pas à pas

Vérifiez maintenant à nouveau au centre et, si nécessaire, éloignez le coma comme décrit en a). Ensuite, effectuez l'étape b) encore, etc. De cette façon, vous pouvez rapidement obtenir que les distorsions dans les coins soient bien symétriques et que le centre soit sans coma.

Une certaine tolérance est autorisée, un ajustement de 100,0% est très difficile à réaliser et pas du tout nécessaire. Le test d'étoile près du foyer est très sensible. Ainsi primaire et secondaire sont alignés, et l'axe optique frappe le centre de l'image. Le plan image est perpendiculaire à l'axe optique, mais est-ce aussi le capteur ?

#### d) Inclinaison du capteur



Vérifiez maintenant si les disques étoilés ont la même taille partout dans l'image. Pour ce faire, il est préférable d'aller assez **près du foyer**, car les différences y sont mieux visibles. S'ils sont de tailles différentes, il y a une inclinaison et un adaptateur d'inclinaison est nécessaire. Les tranches d'étoiles plus petites sont plus proches de la mise au point intrafocale et l'adaptateur d'inclinaison doit être légèrement écarté du côté opposé. C'est parce que l'image de la caméra est reflétée en interne à la fois verticalement et horizontalement. De cette façon, vous pouvez obtenir que les tranches d'étoiles soient approximativement de la même taille.

Cet exemple est tiré d'un Takahashi FSQ130 et Eos6d, vous pouvez voir que les disques d'étoiles sont clairement plus gros sur le côté droit. Mais les aberrations hors axe sont symétriques.

### e) Distance de travail au correcteur



Concentrez-vous maintenant sur le **centre** de l'image. Si les étoiles sont bien arrondies dans les coins, vous avez bien atteint la distance de travail. S'ils apparaissent aplatis vers le centre, comme dans cet exemple, le correcteur a un effet trop fort et la distance doit être réduite. S'ils sont allongés vers le centre, alors le correcteur a trop peu d'effet et la distance doit être augmentée.

S'ils ne sont déformés que dans un coin ou d'un côté, la distance peut toujours ne pas être bien atteinte et une petite inclinaison restante peut pousser les étoiles hors de la plage de tolérance à cet endroit.

Avec un rapport focal rapide comme  $f/4$ , la distance du capteur doit rester assez précise. Une fois la question venue, la distance du correcteur dépend peut-être de la température. Pendant la nuit, il faisait plus frais de plus de 10 degrés et la correction était passée de trop à trop peu. Après quelques recherches, il est devenu clair que le reflex, en plastique, s'était contracté de quelques dixièmes de millimètres à cause du refroidissement !

**Le recentrage :** Les étoiles aplaties au bord de l'image sont le résultat de l'astigmatisme restant - que le correcteur ne peut pas corriger - plus un champ d'image pas tout à fait plat. Au passage de la mise au point, ils changent de direction de 90°. En ne se concentrant pas au centre de l'image mais à mi-chemin vers le bord, l'erreur peut être atténuée si seulement un flou minimal au centre de l'image est le résultat.

**Compenser l'inclinaison avec le primaire :** Puisque le plan image est perpendiculaire à l'axe optique, l'inclinaison de l'axe provoque également l'inclinaison du plan image. Les étoiles présentant une distorsion astigmatique minimale dans les coins de l'image peuvent donc être favorablement influencées en inclinant intentionnellement le primaire. *Si vous faites quelque chose de mal de la bonne manière, la mauvaise chose fonctionnera bien.* Certains porte-oculaires ont des vis à la base pour régler l'inclinaison de l'ensemble du porte-oculaire. Cela peut également être utilisé en cas d'urgence, sachant que cela changera fondamentalement l'alignement. Cela ne devrait être qu'une mesure d'urgence temporaire, une désinclinaison propre du capteur est bien sûr la meilleure solution, également en ce qui concerne la rotation de la caméra.

**Outils logiciels :** Il existe des outils d'analyse d'image comme CCD Inspector ou le FWHM Excentricity Script dans PixInsight. Ils sont très utiles pour vérifier, mais ne vous disent pas quelle vis tourner ensuite. En combinaison avec ce guide, ils peuvent être utilisés pour le raffinement.

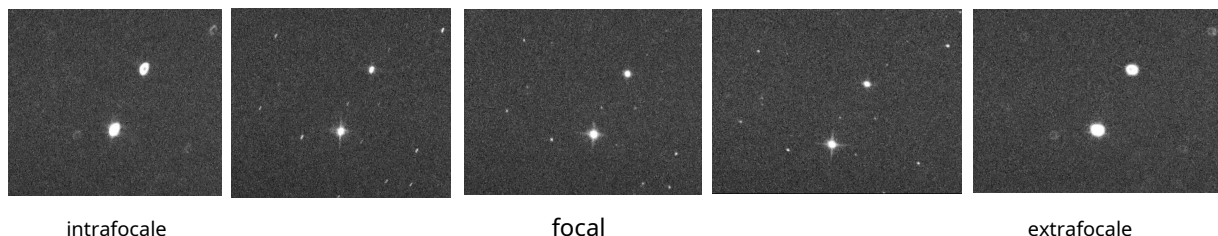
#### Informations générales sur cette méthode :

Bien que le primaire et le secondaire doivent être ajustés pendant l'alignement, il est important de réaliser que **seul le primaire est l'élément optiquement actif** qui focalise les rayons lumineux incidents et crée l'image. Le secondaire est un **miroir plan** qui ne fait que défléchir la lumière mais n'a pas d'autre puissance optique. La parabole du primaire a un axe optique, et les erreurs d'image sont symétriques par rapport à cet axe.

le **correcteur** est impliqué en ce qu'il corrige la coma hors axe et la courbure du champ, mais il ne peut pas corriger complètement l'astigmatisme que la parabole a hors axe. On utilise ici la symétrie de cet astigmatisme pour trouver l'axe optique et l'amener au centre de l'image.

Le correcteur ne peut fonctionner correctement que si l'axe optique le traverse **centralement**. Si l'axe optique ne touche pas le centre de l'image, le coma surviendra malgré le correcteur. Ce coma pourrait également être ajusté uniquement au primaire, ce qui peut être suffisant pour une observation visuelle. Mais alors l'axe optique peut encore arriver de travers, et le plan image est incliné contre le capteur et l'astigmatisme dans le champ est asymétrique.

Au **bord** de l'image, seulement **focalisé avec précision** les étoiles sont rondes, contrairement au centre de l'image où les étoiles peuvent être floues mais restent rondes. **le zone de foyer critique** à  $f/4$  et  $3,7\mu$  pixels n'est que d'environ  $40\mu\text{m}$  ! L'astigmatisme, ainsi qu'une inclinaison et/ou une courbure de champ déterminent les formes d'étoiles au bord de l'image. En passant le foyer, les étoiles déformées astigmatiques changent de direction de 90°. Essayez des expositions intra et extrafocales minimales pour avoir une idée de la façon dont même 0,1 mm de défocalisation transforme les étoiles au bord de l'image en petits tirets. Ici le coin inférieur droit sur  $f/4$  Newton avec correcteur de coma GPU :



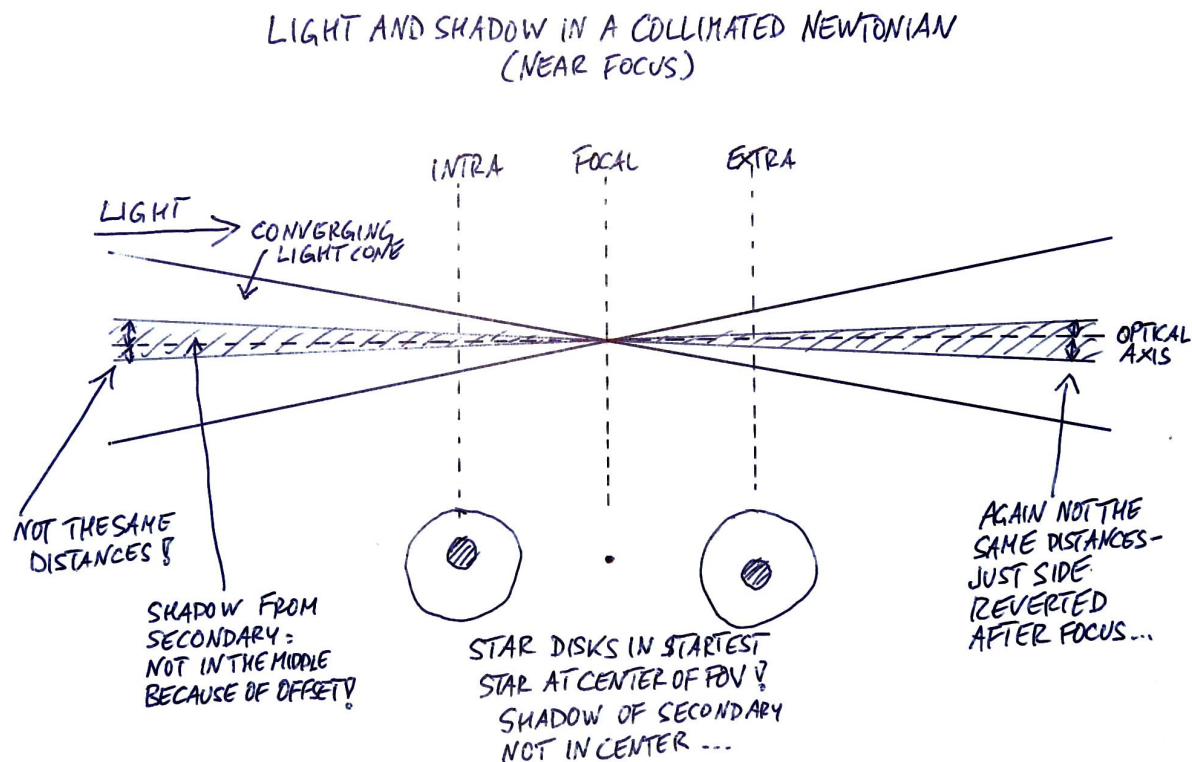
C'est pourquoi la distance correcte du correcteur est si importante. D'autre part, une légère inclinaison du capteur peut également être atténuée par une contre-inclinaison correspondante du primaire. Ceci peut également être réalisé avec cette méthode - parce que c'est la caméra elle-même qui sert d'instrument de mesure.

Lorsqu'il est inspecté à nouveau avec le laser après un réglage fin réussi, le point laser n'atteint souvent pas tout à fait la marque centrale, et le faisceau de retour n'atteint pas le trou d'émission. Maintenant, vous savez pourquoi. Photographiez ces positions laser pour référence future !

## Conseils, analyse des erreurs, FAQ

### L'ombre du secondaire ne doit-elle pas être au centre du disque stellaire dans le test des étoiles ?

Non! Le secondaire étant excentré dans le chemin optique à cause du décalage, il doit également être excentré dans la tranche d'étoile. En passant par le foyer, il change de côté. Le schéma suivant illustre le trajet du rayon au voisinage du foyer.



Le cône de faisceau vient de la gauche et le cône d'ombre projeté par le secondaire y est excentrique. Au foyer, les cônes convergent et l'ombre disparaît dans le disque de diffraction. Derrière le foyer, cependant, les deux cônes imbriqués réapparaissent, et maintenant le cône d'ombre est excentrique de l'autre côté - simplement parce que la lumière continue de se déplacer tout droit. Nous recherchons maintenant deux points intra et extrafocaux, qui sont équidistants du foyer. Assez loin pour que l'ombre soit assez claire et non obscurcie par la diffraction près du foyer. Ci-dessous, nous voyons les coupes transversales à travers le cône de lumière avec l'ombre, alors que le disque stellaire défocalisé apparaît sur l'image. L'ombre excentrique change de camp !

Il s'agit d'une méthode sensible pour tester le coma restant au centre de l'image. Si l'optique est bien formée, le début montre également de légers défauts optiques. Après un ajustement réussi, le test en étoile devrait idéalement ressembler à ceci (10" f/4 Lacerta Photonewton, Eos600d). Les parties les plus épaisses des donuts sont de la même épaisseur et sont opposées à 180° :



intrafocale

focal

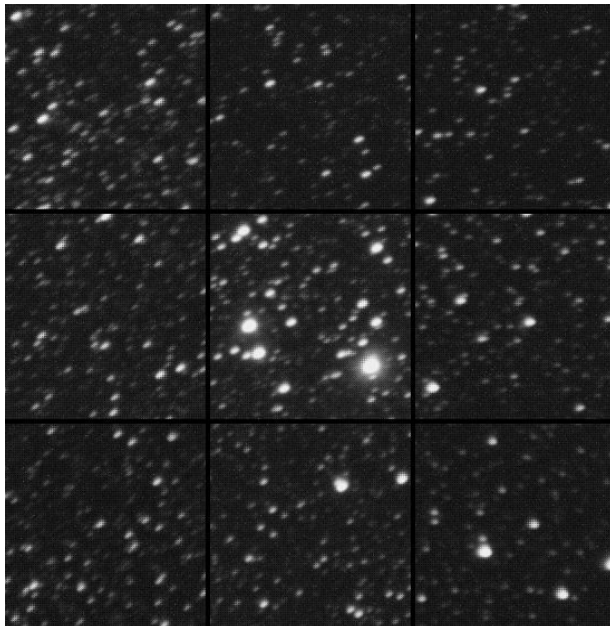
extrafocale

## Comment séparer les erreurs d'alignement des erreurs de suivi ?



Expositions courtes ! Avec des expositions très courtes, les erreurs de suivi n'auront pas d'effet. Pointer le télescope vers Polaris est également utile. Dans une image à longue exposition, les erreurs de suivi peuvent être reconnues par le fait que les étoiles sont **également déformée sur toute l'image domaine**, tandis que les erreurs d'alignement ne se ressemblent pas pour toutes les étoiles. **Règle de base** : S'il y a des étoiles rondes n'importe où dans l'image, alors le suivi est correct. Les erreurs de suivi allongent les étoiles de la même manière partout dans l'image (exception : rotation du champ de l'image), et les erreurs s'ajoutent aux erreurs d'alignement qui peuvent également être présentes - elles ne soustraient jamais. Pour réduire les erreurs de suivi, exposez plus court - cela les sépare des erreurs d'alignement.

## Vous avez mentionné la rotation du champ d'image - qu'est-ce que c'est ?



Si la monture n'est pas bien alignée, les étoiles dérivent lentement à travers l'image. La plupart du temps, vous utilisez un autoguideur, qui empêche la dérive et maintient une étoile en position. Parce que l'axe des heures ne frappe pas le pôle, il y a toujours une dérive différentielle plus petite - autour de l'étoile guide. Si l'étoile guide est au centre du champ image, cette rotation du champ image reste discret. Mais si l'étoile guide est clairement éloignée du centre, les traces de ligne du côté évité deviennent de plus en plus longues. L'allongement des étoiles n'est pas le même sur toute l'image, mais centré sur l'étoile guide.

Dans cet exemple, l'étoile guide est en bas à droite. L'effet n'est apparu qu'après deux heures d'exposition sans problème. Une jambe de la monture peut s'être enfoncée dans le sol.

## Au secours, des coups sortent de mes étoiles !



Les montures sont généralement entraînées par une vis sans fin et une roue à vis sans fin. Entre les deux composants, il peut y avoir des **contrecoup**, et la monture peut flotter dedans. Cela affecte les deux axes, et plus souvent l'axe DEC, car en RA, la vis sans fin pousse toujours en raison du suivi en cours. Vous pouvez **compenser** pour le jeu en fournissant un léger déséquilibre - un petit poids qui tire l'axe DEC d'un côté. En RA, vous pouvez positionner le contrepoids en conséquence. Vous devez minimiser le jeu mécaniquement autant que possible, mais un contact trop étroit entraînera un crocheting du suivi, qui ne peut pas être compensé.

## Réguler les radiateurs !



Pour éviter la formation de rosée, il est pratique de fixer un radiateur sur le FS. Cependant, si le radiateur chauffe trop, l'air chaud s'élèvera dans le trajet du faisceau et provoquera des pointes de lumière sur les étoiles les plus brillantes à travers l'image. Ne chauffez qu'aussi peu que nécessaire !

Les télescopes mal refroidis présentent également ce phénomène. L'air chaud monte du HS et forme un tube d'air chaud dans le tube, qui réfracte les rayons incidents différemment de l'air normalement tempéré.

Caractéristique : Si vous déplacez le tube, la direction de la perturbation vers les étoiles change, car l'air chaud monte toujours vers le haut.

## Problèmes optiques



**bord rabattu** : Après le processus de meulage, certains miroirs ont une petite zone sur le bord qui a été meulée trop plate. Souvent, ce n'est qu'un demi-millimètre. La lumière est transportée loin du disque de diffraction et inonde le champ d'image environnant. Les clips de retenue couvrent cela dans leur zone et des évidements sombres se forment. Le masquage avec un stylo à encre noire ou un diaphragme élimine l'effet sans coûter beaucoup d'ouverture.



**Optique contrainte** : Si les clips de maintien du primaire sont trop serrés, le miroir se déformera. Ils ne doivent pas du tout toucher le primaire, seulement le protéger contre les chutes. Une optique déformée produit des étoiles déformées dans l'ensemble de l'image.

Mais cet exemple montre à quel point un jugement rapide peut être trompeur. Cela ressemble à une optique tendue, mais le télescope était simplement mal aligné et avait un fort coma. Le test des étoiles montre la différence

immédiatement : Avec la tension, les disques sont triangulaires, mais également brillants tout autour.

## Réflexes

quelques exemples du domaine impopulaire des réflexes...



Les adaptateurs attachés au télescope sont généralement ronds. Si elles ne sont pas bien emmêlées et noircies à l'intérieur, les étoiles brillantes à l'extérieur et à l'intérieur du champ de vision peuvent provoquer ces réflexions en forme d'arc.

Une autre possibilité d'obtenir de tels arcs est avec les télescopes Ritchey-Chretien : le tube d'ouverture est alors mal dimensionné et la lumière des étoiles peut tomber juste après le secondaire directement dans le tube déflecteur et sur le capteur.



Les côtés intérieurs de l'adaptateur cannelés mais toujours brillants peuvent également agir comme un spectrographe à réseau.

La meilleure façon de trouver les zones brillantes est de pointer le télescope vers une surface brillante et de regarder dans le porte-oculaire par l'arrière à travers les adaptateurs. Tout ce qui brille doit être noir mat - il est recommandé d'appliquer une feuille de velours ou un vernis noir mat.



Cependant, des surfaces droites peuvent également être impliquées. Ici, à gauche, le reflet d'une entretoise secondaire non emmêlée.

Les pointes de 52 Cygni sont très longues ici. Si vous n'aimez pas cela, vous pouvez recouvrir l'araignée secondaire de velours noir, ce qui disperse efficacement la diffraction et rend les pointes moins longues et moins visibles.

**Littérature:** Lancement des télescopes astronomiques, HRSuiter, Willmann-Bell

\*\*\*\*\*

Tommy Nawratil - <https://teleskop-austria.at/>