

TESTER ET REGLER L'OPTIQUE DE SON TELESCOPE, UNE INTRODUCTION

Christophe Pellier

THE WORLD OF PLANETARY ASTRONOMY AND IMAGING

***"Tester et régler l'optique de son télescope, une introduction"* est une conférence que j'ai réalisée pour les membres de la Société d'Astronomie de Nantes en 2012.**

Vous avez le droit de la diffuser librement, à condition de ne pas la modifier et de toujours citer le nom de l'auteur (moi, quoi;)



LE STAR TEST, UNE METHODE SIMPLE POUR EVALUER SON OPTIQUE

L'image astronomique est formée d'une multitude de « taches de diffraction ». Essentiellement, les dégradations de l'optique se traduisent soit par un renforcement des anneaux de diffraction, soit par une déformation de ceux-ci, ou les deux.

Sur l'image donnée par le télescope, cela se traduit par un baisse du contraste.

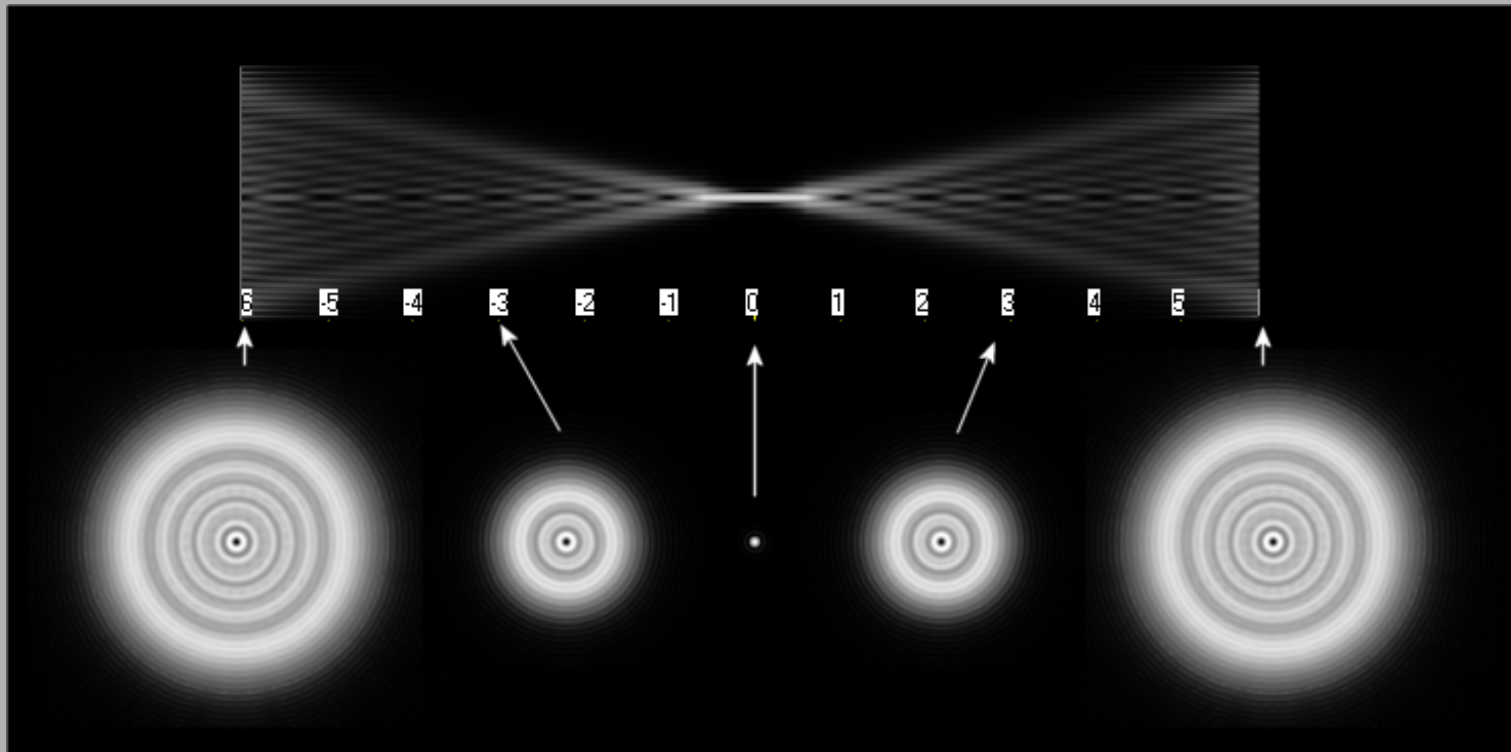
Au foyer, il est possible de détecter ces aberrations, mais rarement de les identifier.



LE STAR TEST, UNE METHODE SIMPLE POUR EVALUER SON OPTIQUE

Le « star test » consiste essentiellement en une comparaison de l'aspect d'une étoile défocusée, de part et d'autre du foyer, à égale distance de celui-ci

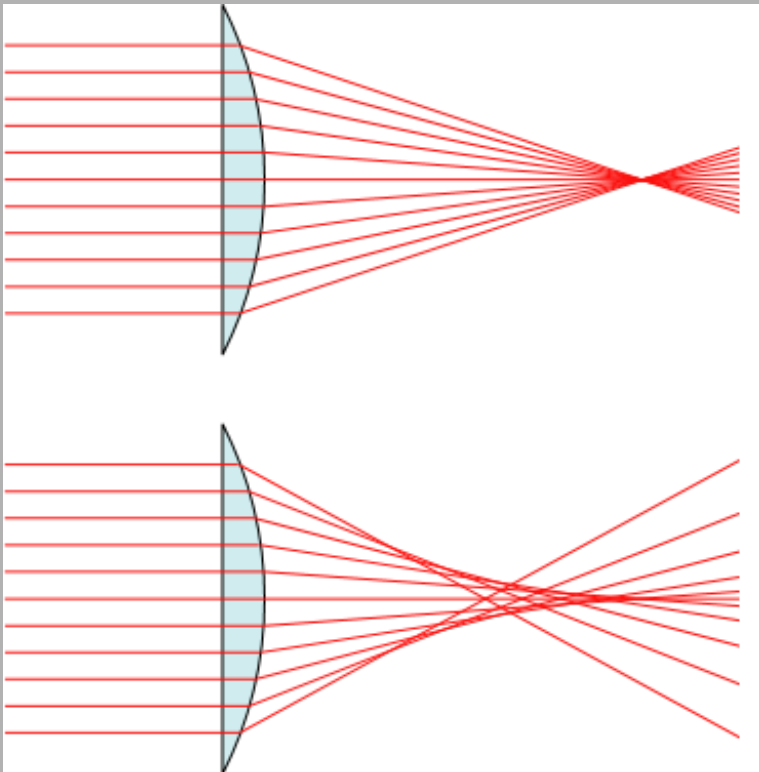
Le principe théorique : si l'optique est parfaite, alors les figures de diffraction sont identiques d'un côté du foyer comme de l'autre. Une dissymétrie révèle la présence d'une aberration.



LE STAR TEST : L'ABERRATION DE SPHERICITE

Pourquoi, sur des objets astronomiques, la sphère n'est pas une bonne forme d'objectif. L'aberration de sphéricité est « l'aberration universelle » : tous les instruments en ont.

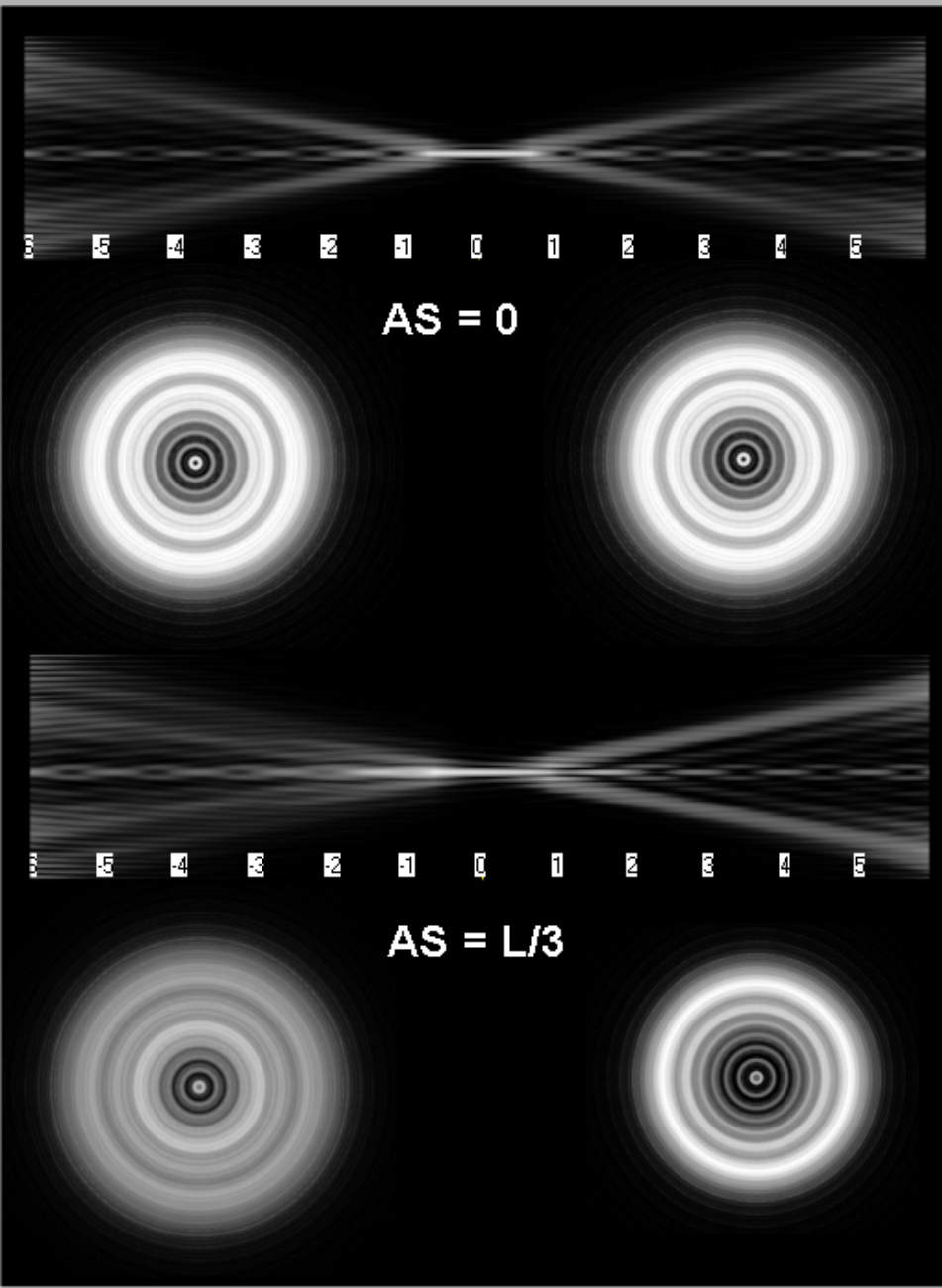
Avec cette aberration, les rayons lumineux ne sont pas focalisés à la même distance de l'objectif.



Les conséquences :

- Le foyer s'étale en longueur : la focalisation devient difficile, et aucun point n'est vraiment satisfaisant
- Le contraste de l'image diminue

LE STAR TEST : L'ABERRATION DE SPHERICITE



L'AS est facile à reconnaître :

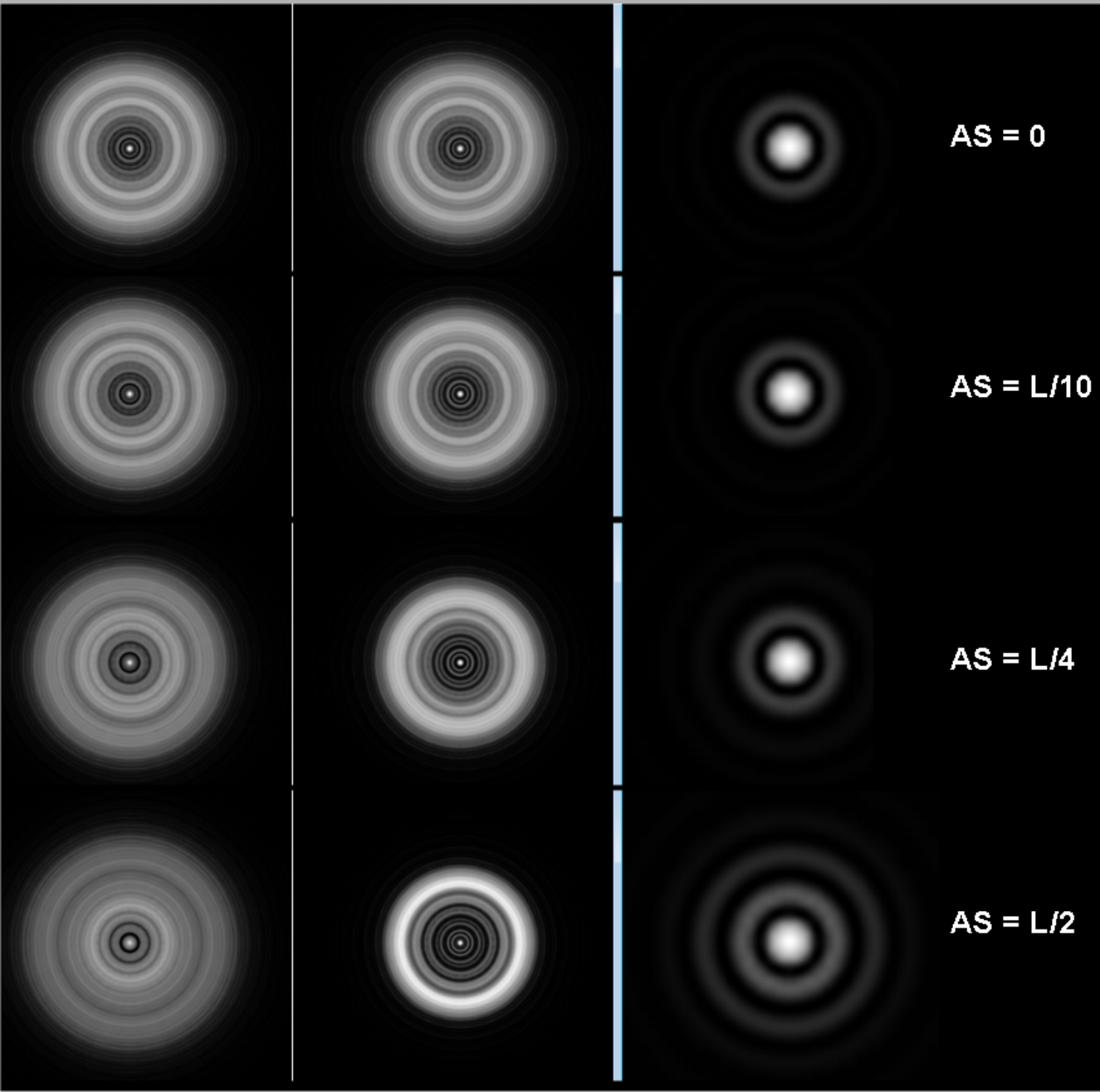
-D'un côté du foyer, la lumière semble se concentrer vers le centre de la figure de diffraction

-De l'autre côté, elle a tendance à se répartir vers l'extérieur : le dernier anneau est très contrasté

-La taille de l'ombre du secondaire est différente en intra ou en extra : plus petite du côté où la lumière est au centre, et plus grande du côté où l'anneau extérieur est le plus lumineux

-Le système peut être sous-correcté ou sur-correcté : les figures intra/extra peuvent être inversées, mais le résultat ne change pas. (*ci contre : simulation d'une sur-correction : c'est en extra-focale que la lumière se répartit vers l'extérieur*)

LE STAR TEST : L'ABERRATION DE SPHERICITE



AS = 0

AS = L/10

AS = L/4

AS = L/2

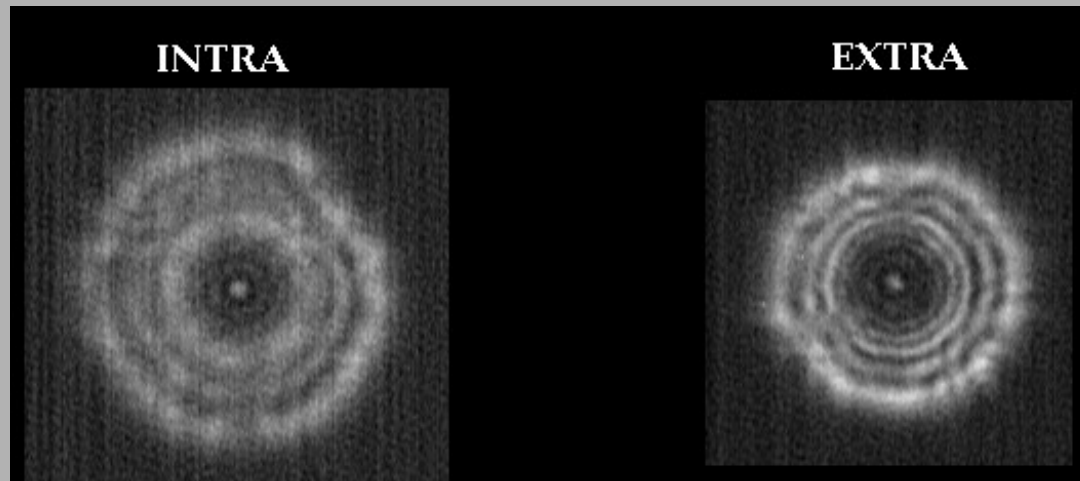
La différence intra/extra s'aggrave avec l'aberration.

On admet communément que le maximum acceptable est L/4

LE STAR TEST : L'ABERRATION DE SPHERICITE

Exemples de star tests avec présence d'AS

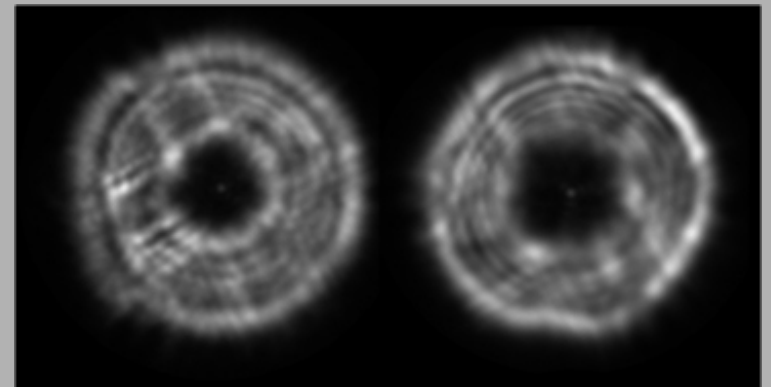
Newton 180 Arcane



Mewlon 210



Cassegrain 250



LE STAR TEST : L'ABERRATION DE SPHERICITE

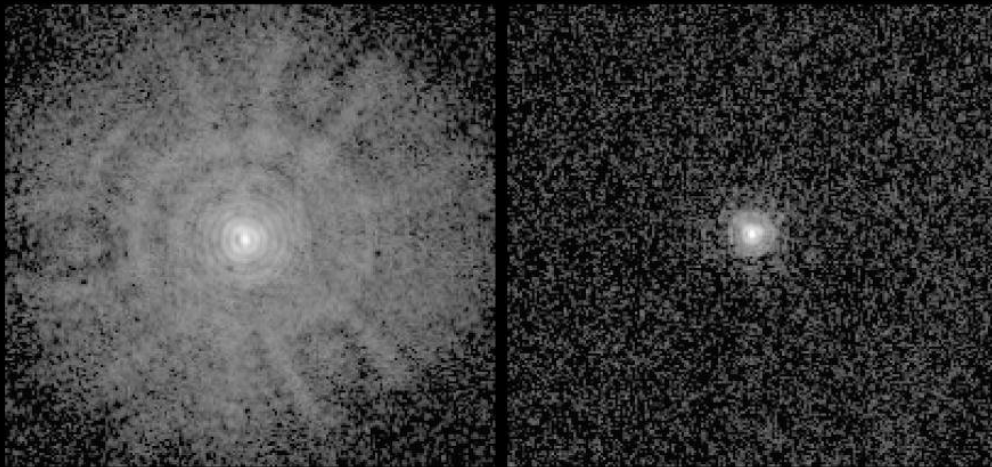
*Un exemple de sphéricité dévastatrice : le
Télescope spatial Hubble, lancé avec au
départ une aberration énorme de 1,7 lambda*



HUBBLE SPACE TELESCOPE

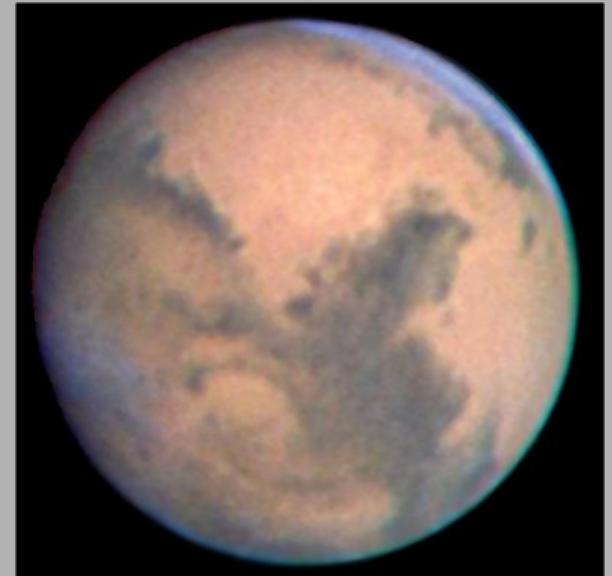
FAINT OBJECT CAMERA

COMPARATIVE VIEWS OF A STAR



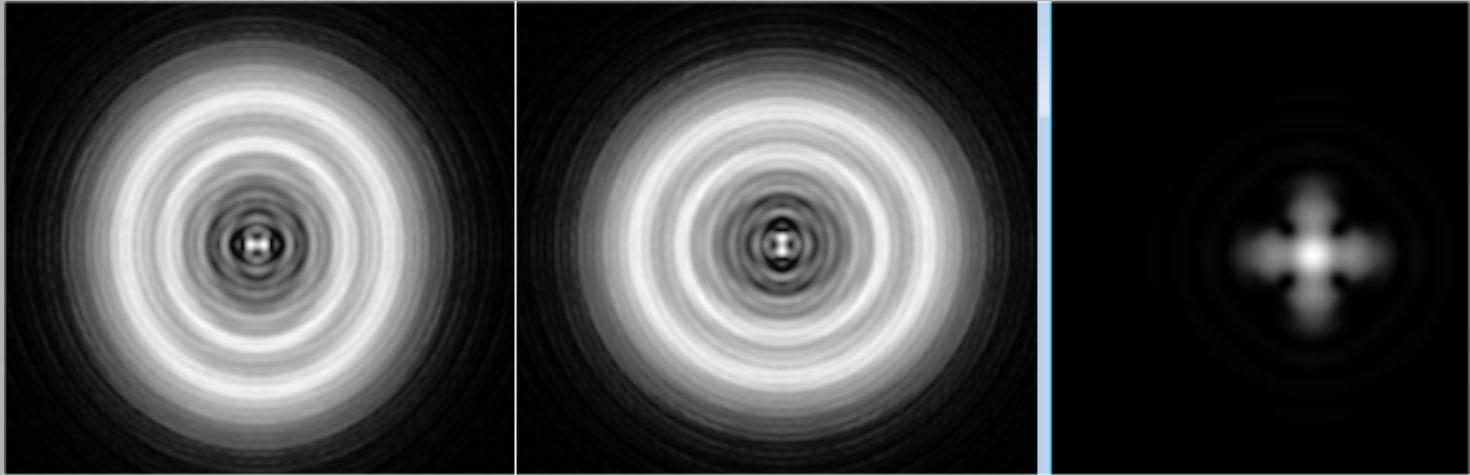
BEFORE COSTAR

AFTER COSTAR

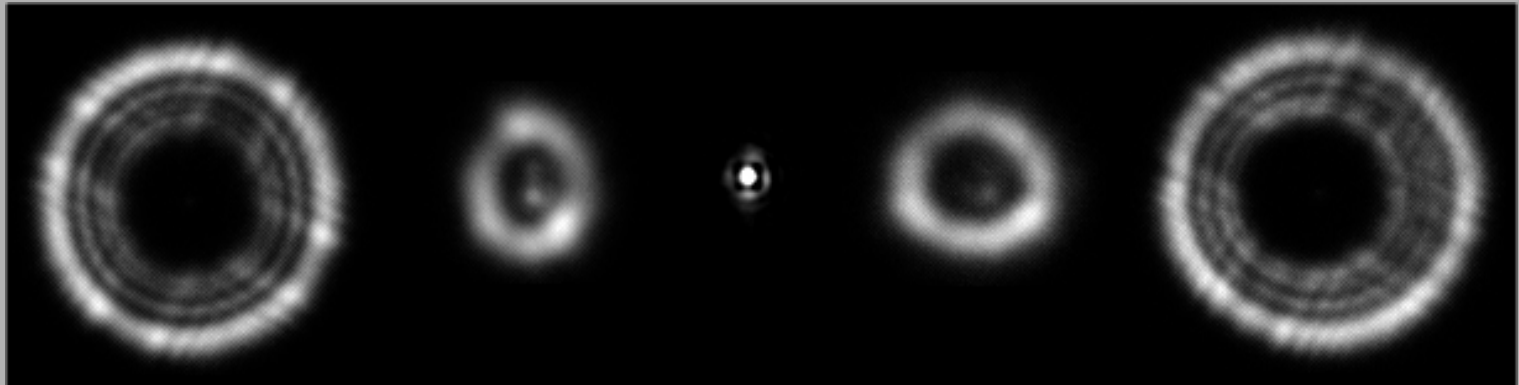


LE STAR TEST : L'ASTIGMATISME

L'astigmatisme est une aberration très commune, facilement reconnaissable : les plages intra/extra sont ovalisées à 90° l'une de l'autre, et le foyer se dessine comme une petite croix



Star test de mon ancien mewlon 210, avant correction



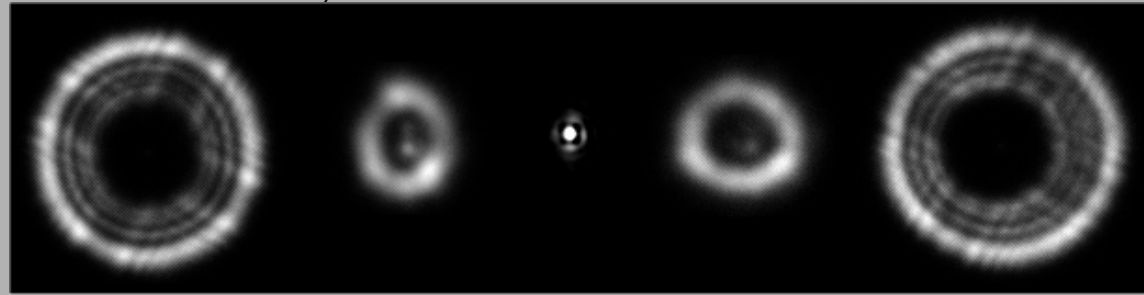
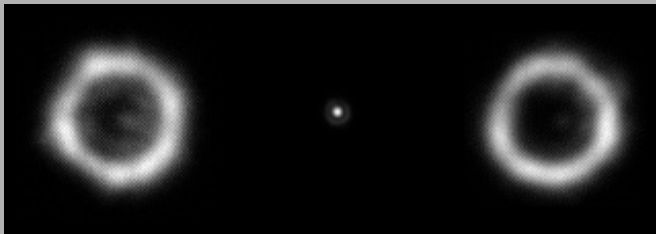
LE STAR TEST : L'ASTIGMATISME

L'astigmatisme est une aberration qui dégrade fortement les images. Par chance, dans la plupart des cas, l'astigmatisme résulte d'un mauvais réglage du télescope, et non d'un défaut de taille des miroirs ou de l'objectif.

Voici différentes sources d'astigmatisme :

- L'œil de l'observateur lui-même est astigmatique...
- L'objectif, ou un des miroirs, est contraint dans son barillet
- Dans le cas d'un télescope type cassegrain, Schmidt-cassegrain, gregory... les deux miroirs sont mal centrés l'un par rapport à l'autre
- Les changements d'orientation du tube font « ployer » le miroir primaire
- La température extérieure a une influence importante sur l'aberration : le froid contracte les parties mécaniques du télescope, et a tendance à renforcer les contraintes, si elles existent. La différence été/hiver peut être très bien visible...

Ci-dessous : mewlon 210 en octobre, mewlon 210 en décembre



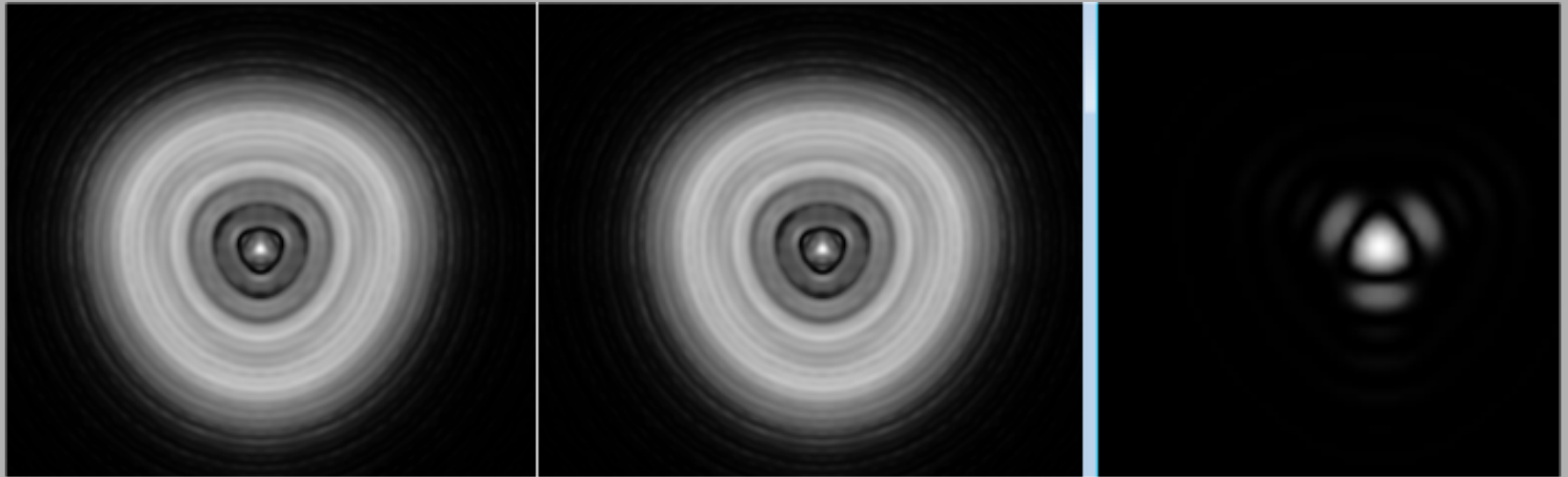
LE STAR TEST : L'ASTIGMATISME

En présence d'astigmatisme, des tests sont nécessaires pour déterminer son origine, et le cas échéant pouvoir corriger le problème

- Réaliser le star test à faible et fort grossissement : l'aberration diminue ou disparaît si c'est l'œil qui est en cause
- Revoir toutes les contraintes possibles sur les miroirs : barillets mal conçus, pattes de soutien à 120° trop serrées...
- Contrôler l'alignement des miroirs pour un télescope cassegrain
- Tourner les miroirs : la rotation du miroir primaire (ou celui d'un secondaire sauf pour un newton) permet à la fois de déterminer la source de l'aberration (l'axe des ellipses du star test tourne également), et dans certains cas, de corriger l'aberration (« apairage » des éléments optiques)
- Si aucun de ces contrôles n'a d'influence sur l'aberration, alors elle se situe probablement dans un défaut de taille des miroirs.

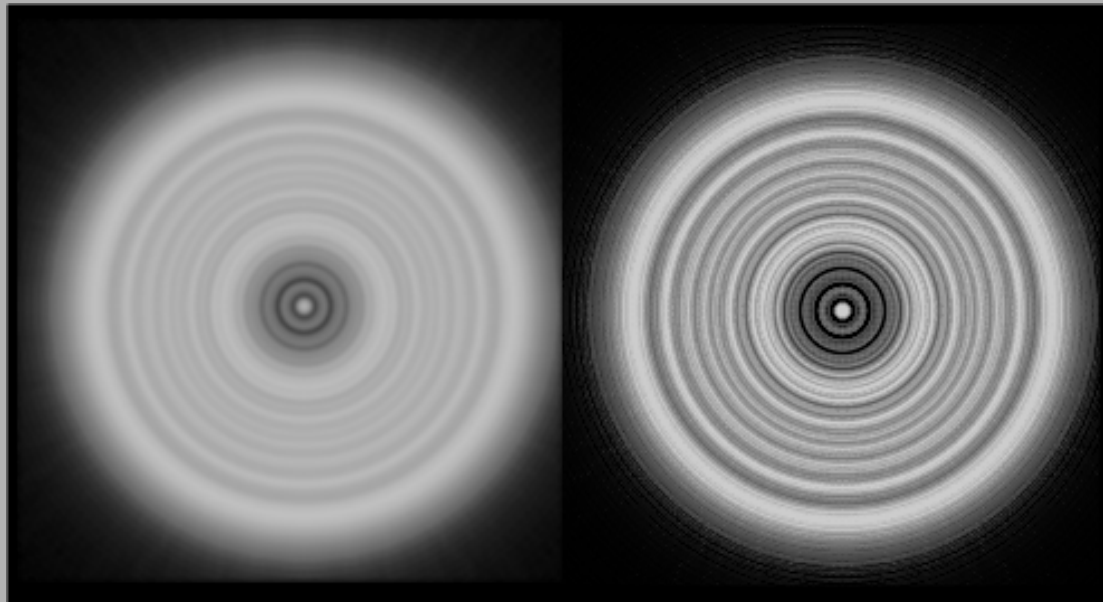
LE STAR TEST : LE TREFOIL

Une autre aberration provoquée par des contraintes de l'optique. Typiquement, les pattes de soutien du primaire à 120° sont trop serrées...



LE STAR TEST : LE BORD RABATTU

Il arrive que le bord extrême d'un miroir soit « rabattu ». Cette aberration diffuse de la lumière autour de la tache de diffraction pour diminuer le contraste. Elle se reconnaît facilement : en intra, le contraste des anneaux de diffraction est diminué, en extra, il est augmenté. Le test de contrôle est simple : diaphragmer le télescope doit rétablir l'équilibre de contraste entre les plages intra/extra.

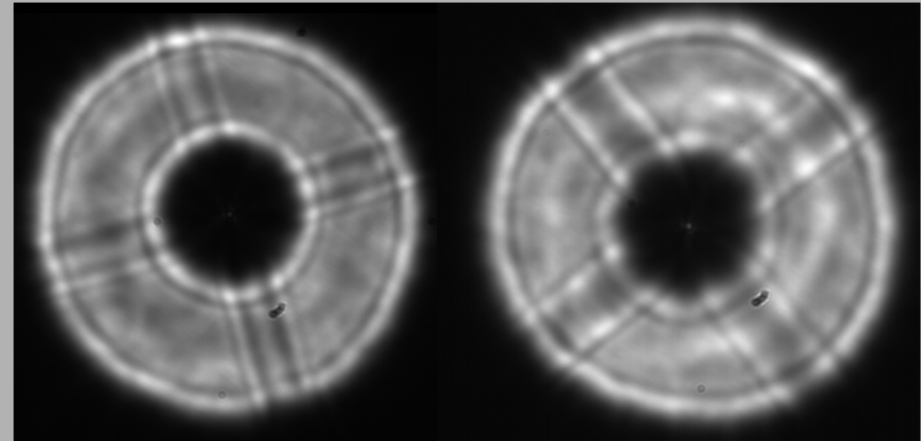
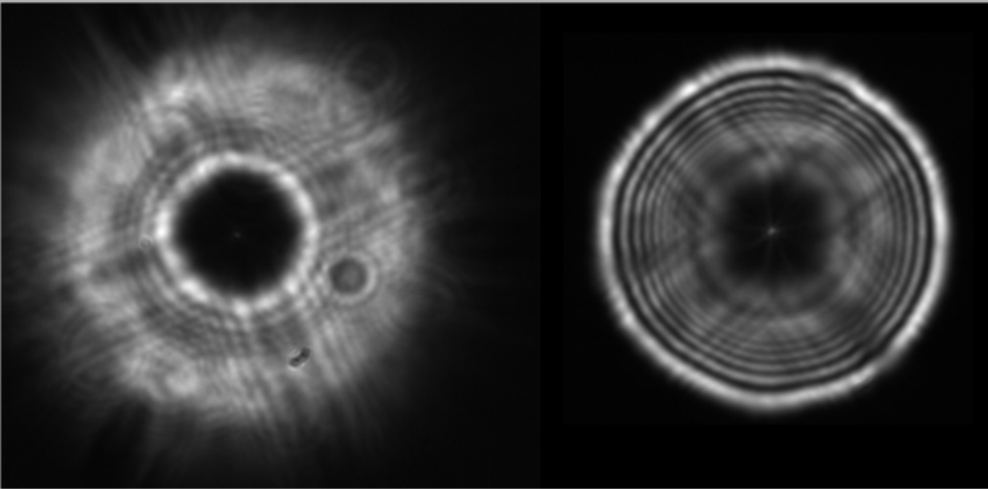


Le diaphragme de l'instrument est la seule solution au problème ; elle entraîne donc une perte de résolution et de lumière. Ou alors il faut procéder au repolissage du miroir en cause.

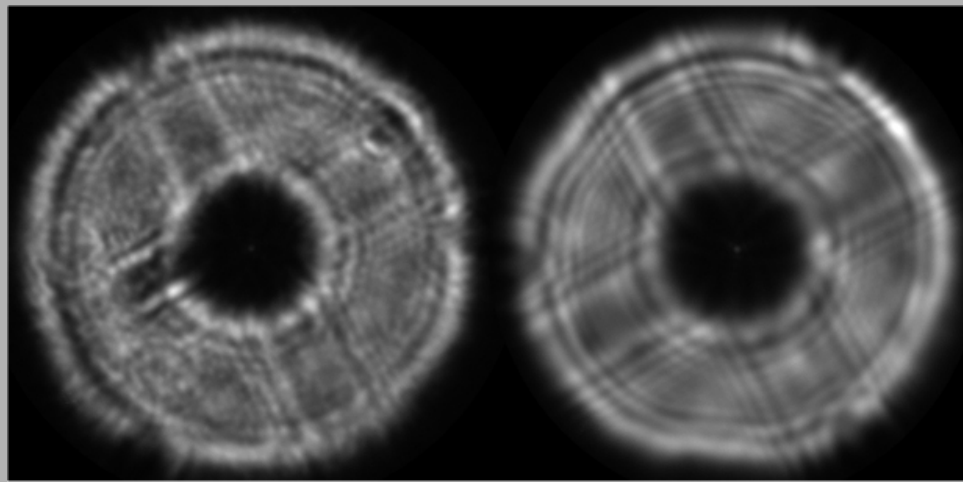
LE STAR TEST : LE BORD RABATTU

Exemple de star test : cassegrain 250 avec bord rabattu sur le miroir secondaire

Diaphragmé à 210 mm



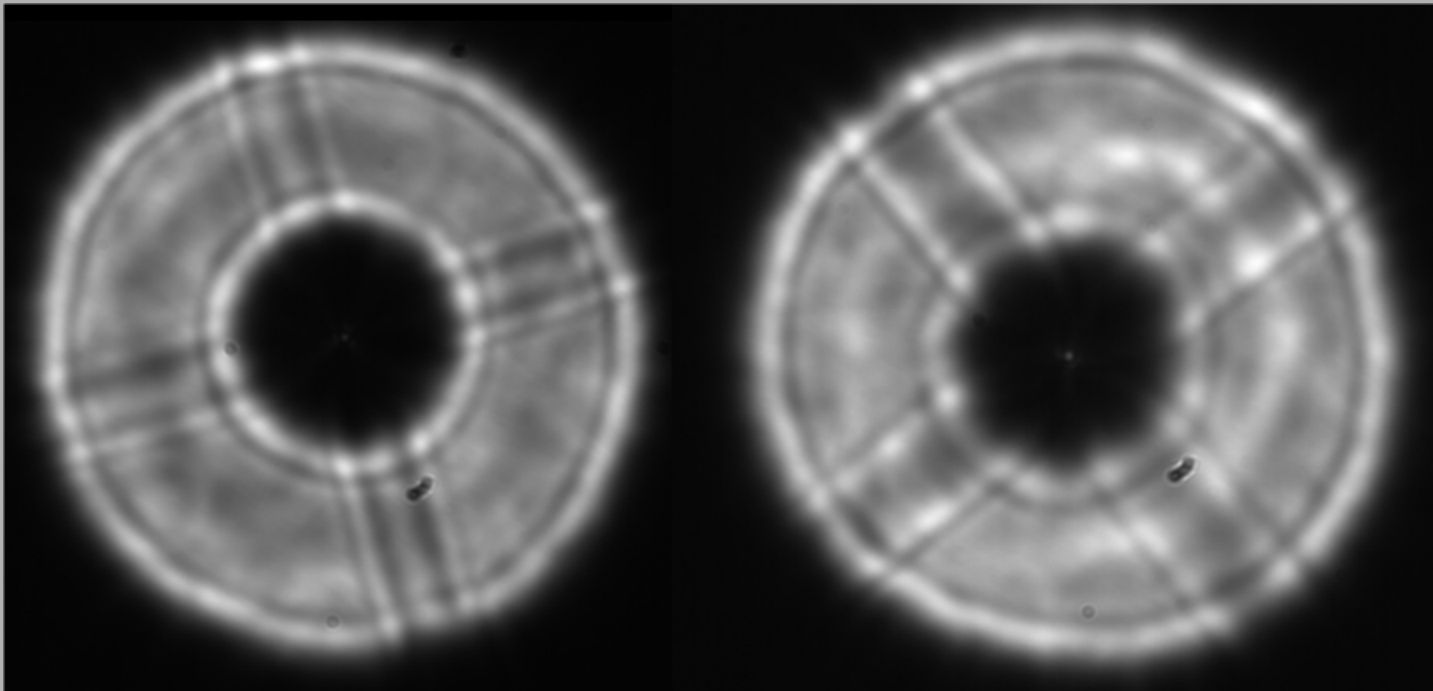
Nouveau miroir secondaire



LE STAR TEST : LE ZONAGE

Souvent, la surface des miroirs présente des « zones » circulaires : il s'agit de défauts de révolution en creux ou en bosses. Ce défaut ne peut pas être corrigé mais il est généralement peu dommageable.

Pour détecter les zones il faut défocaliser un maximum. Elles se présentent comme des anneaux plus sombres que les autres d'un côté du foyer, et plus brillants de l'autre.

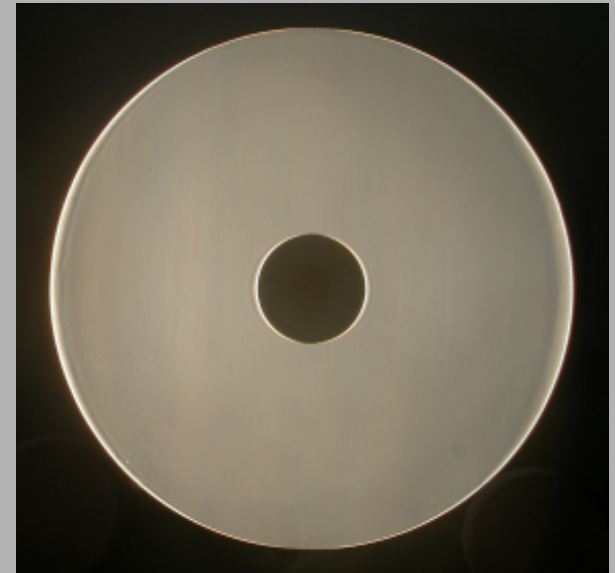
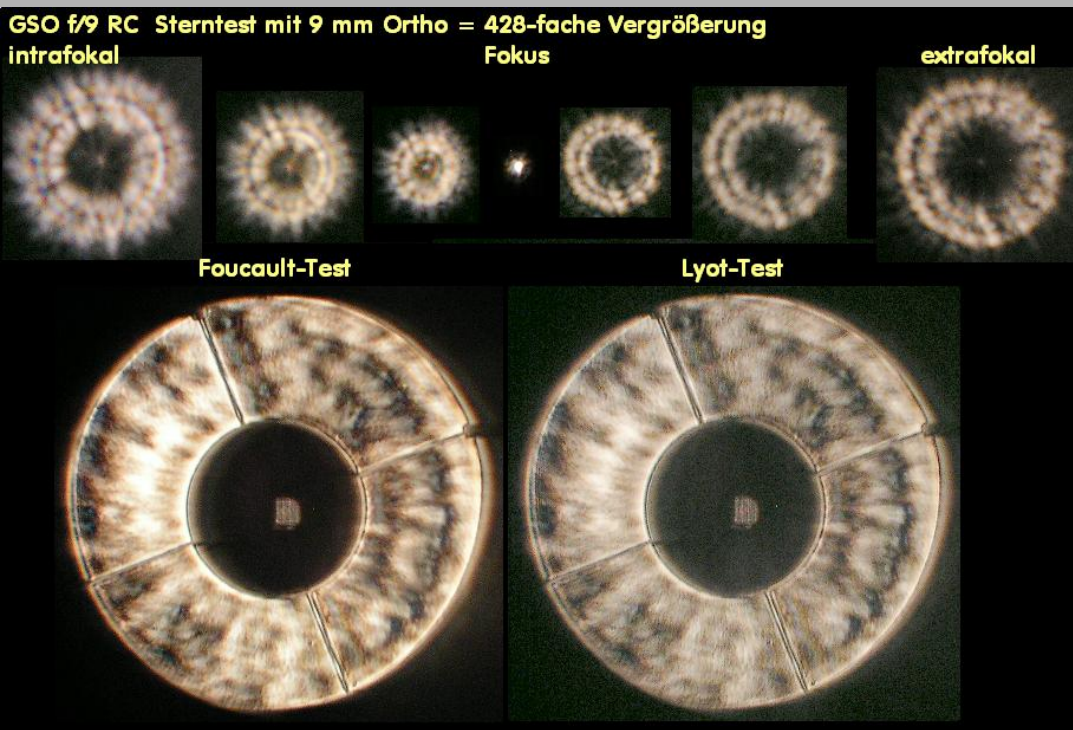


LE STAR TEST : LES DEFAUTS DE RUGOSITE

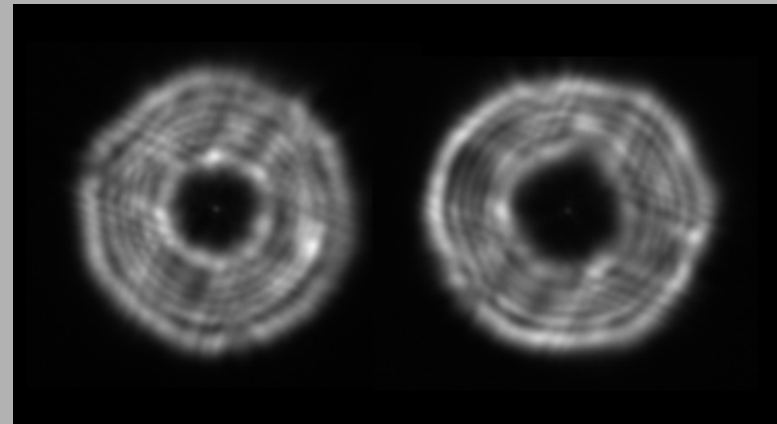
Pour un contraste maximum, la surface doit être douce. Les polissages peu réguliers vont diffuser la lumière autour de la tache de diffraction, voire la déformer

© Wolfgang Rohr

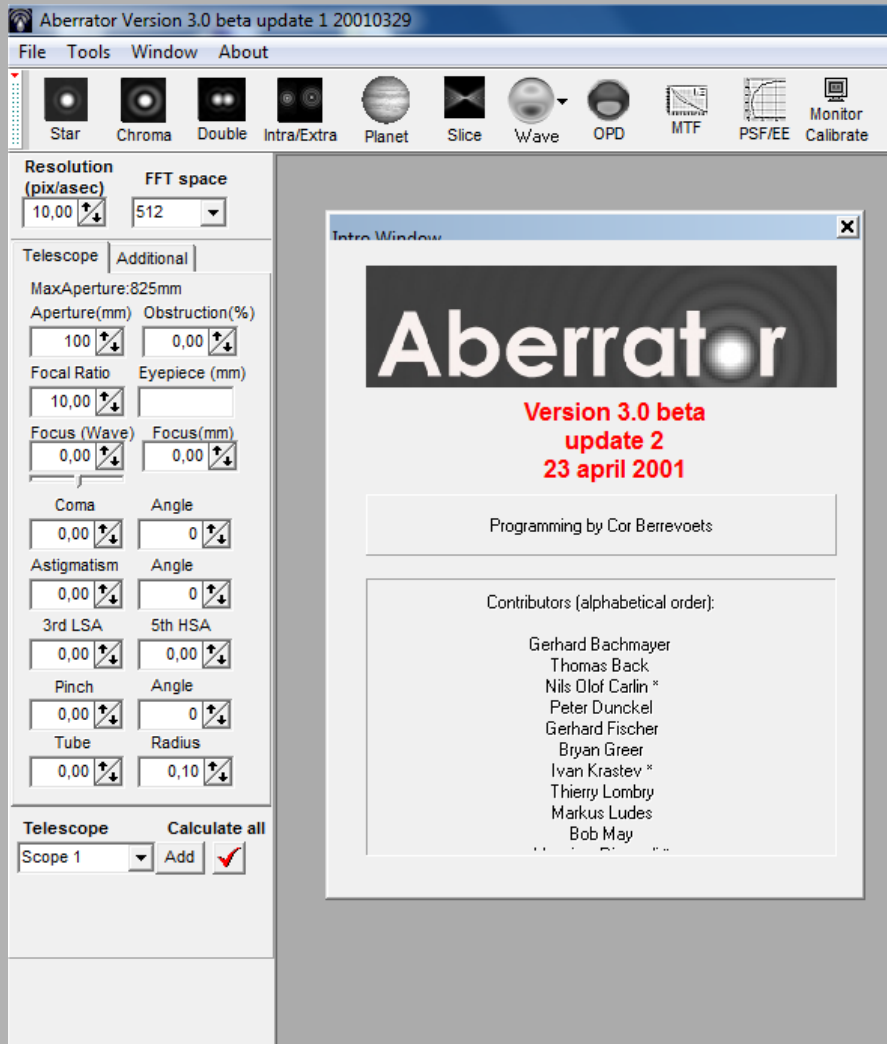
*Primaire de Cassegrain
« superpoli »*



*Défauts de rugosité du
cassegrain, mais sur le
secondaire*



LE STAR TEST : LES OUTILS

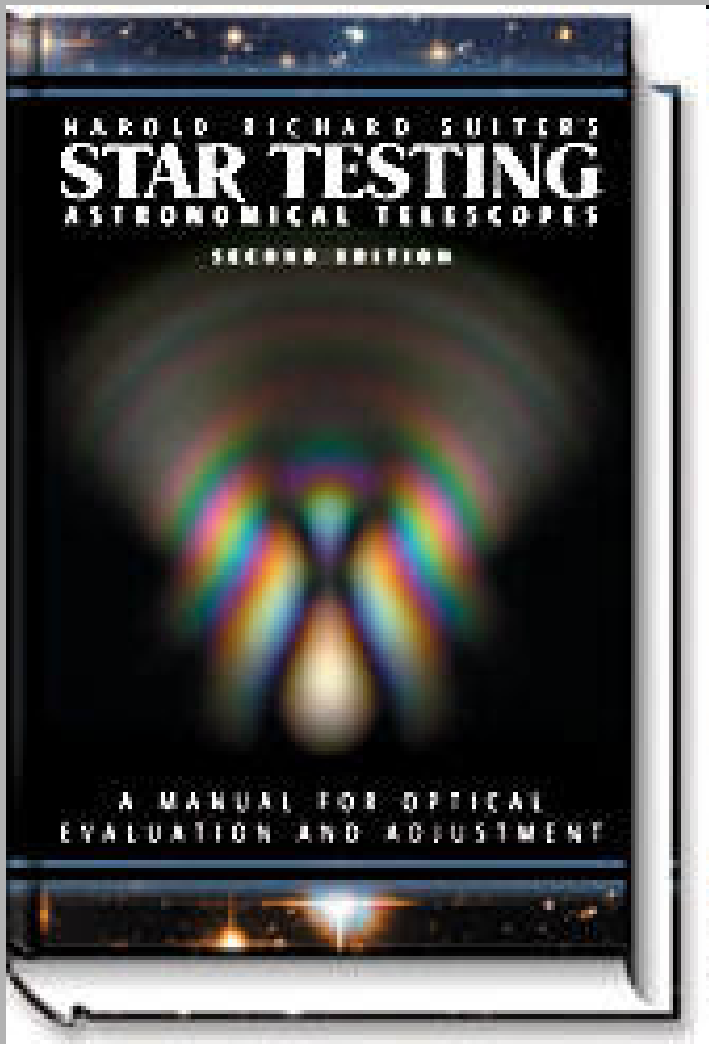


Le logiciel ABERRATOR de Cor Berrevoets permet de simuler la plupart des aberrations. Il est disponible gratuitement sur le net.

<http://aberrator.astronomy.net/>

C'est avec ce logiciel qu'ont été produites les simulations de cette présentation.

LE STAR TEST : LES OUTILS



Le livre de Harold Richard Suiter :
**« STAR TESTING ASTRONOMICAL
TELESCOPES »**

*Décrit en détail la théorie du star
test.*

LE STAR TEST : LES OUTILS

Le logiciel WINRODDIER permet de tester son optique en produisant des mesures réelles. Sa manipulation demande beaucoup d'expérience cependant.

<http://www.astrosurf.com/tests/roddier/projet.html>

