



# Un spectro, comment ça marche ?

RCE, 10 novembre 2024  
francois.cochard@shelyak.com  
www.shelyak.com

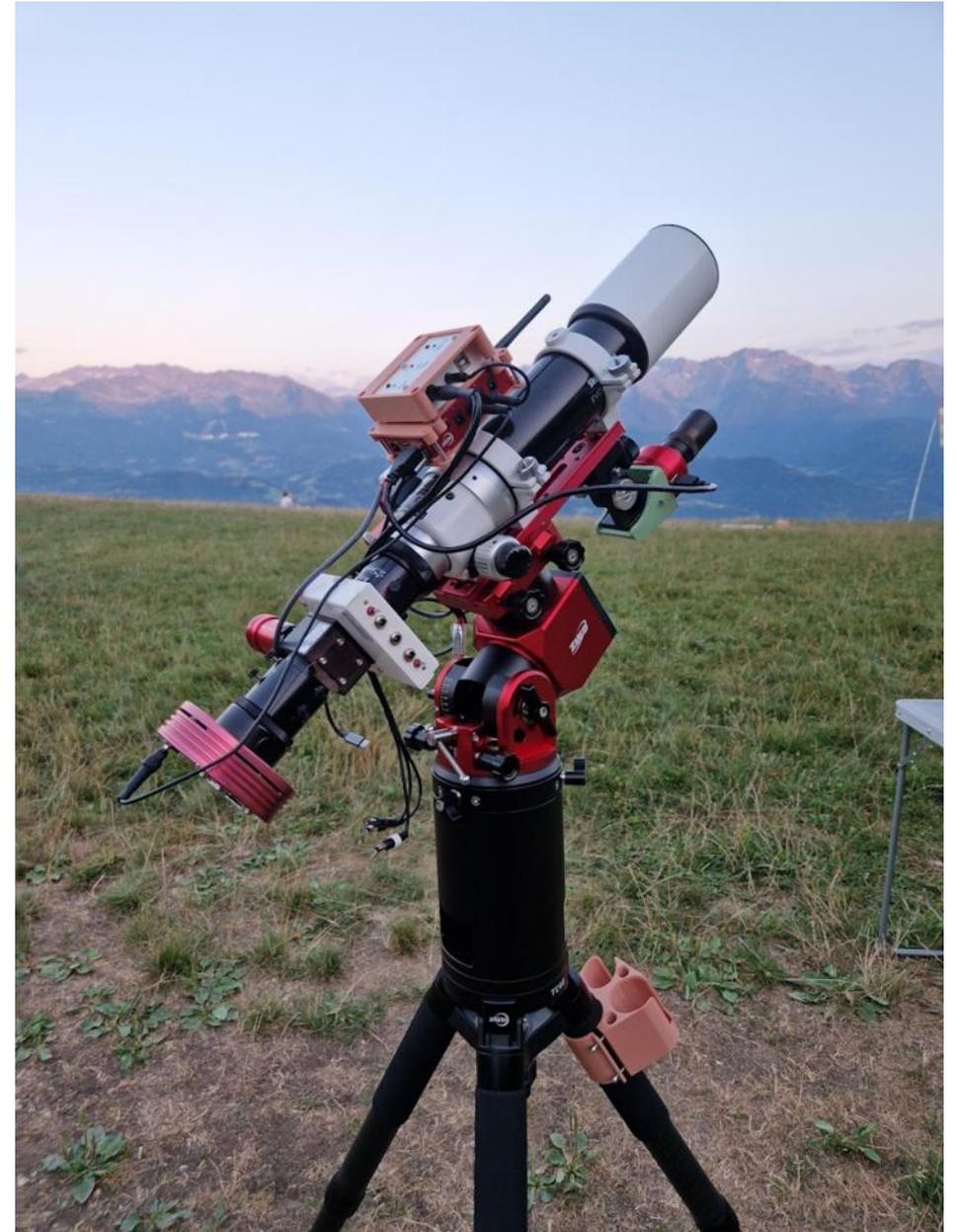
# Au programme



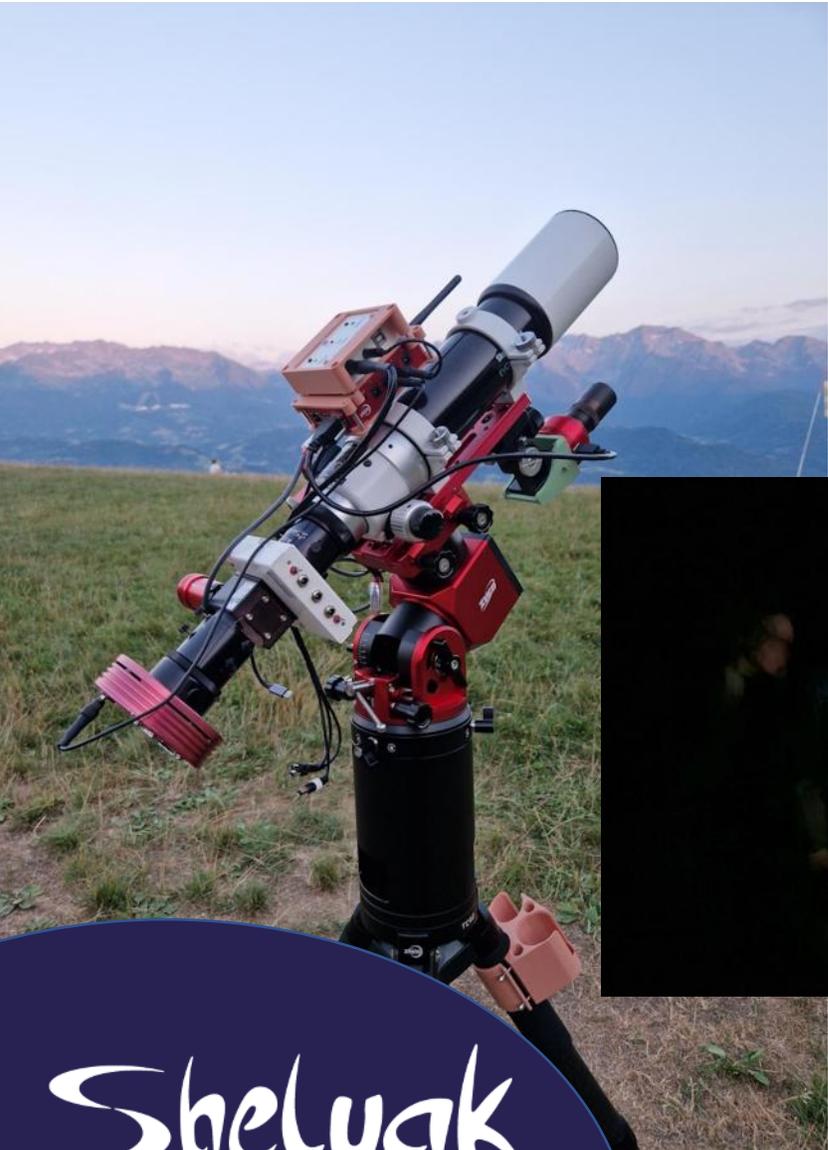
- Introduction
- **Comment fabriquer un spectre d'étoile ?**  
(ou de nébuleuse, de galaxie, de NP, etc...)
- Un peu d'optique
- Un peu d'informatique (réduction de données)
- Quelques exemples

# Introduction

- La spectro est de plus en plus **abordable** *techniquement et financièrement*
- Les amateurs ont **un rôle à jouer**
- La qualité d'une observation tient davantage à la **méthode** qu'à la taille de l'instrument
- Des spectres **très différents**
- L'importance de comprendre « **comment ça marche** »



# Les derniers mois



Stage OHP  
Nuit des étoiles  
(GAG)

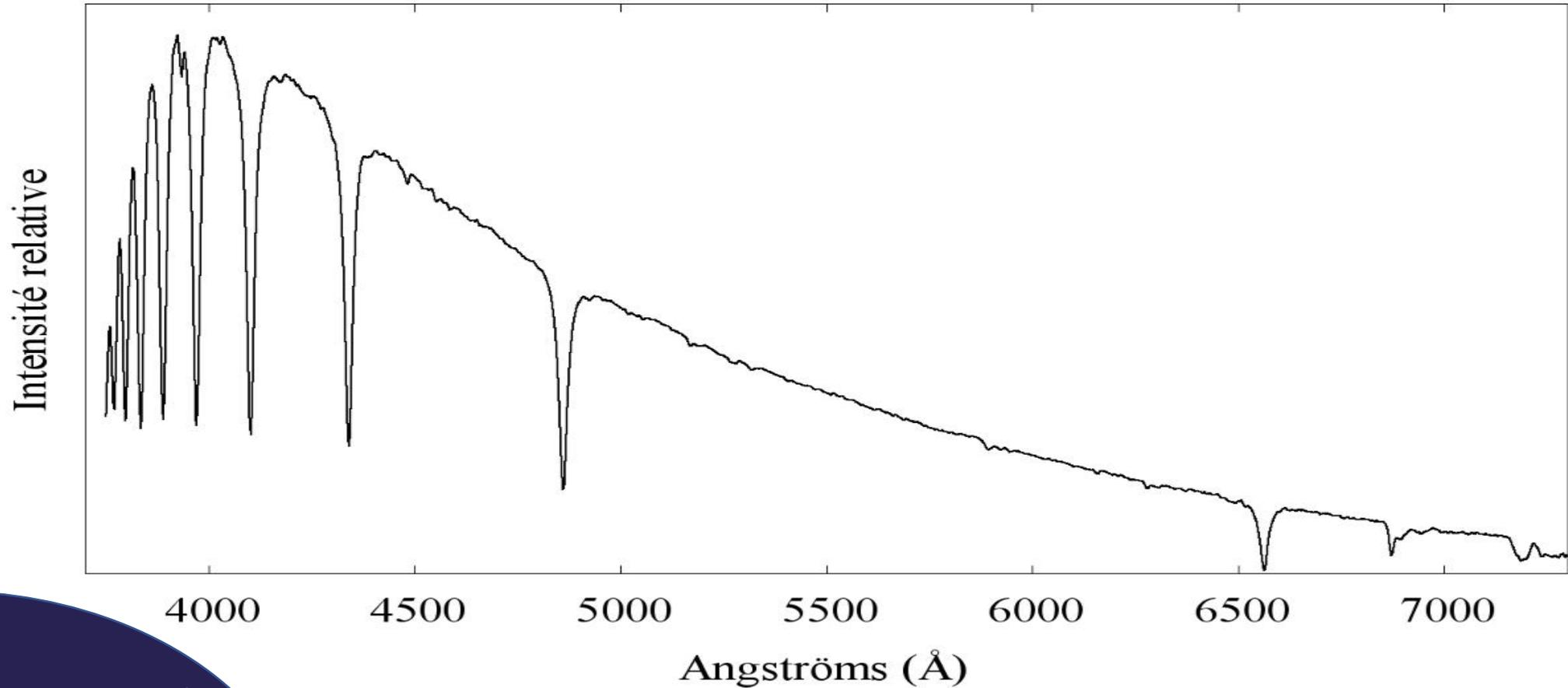


Shelyak

# Vega



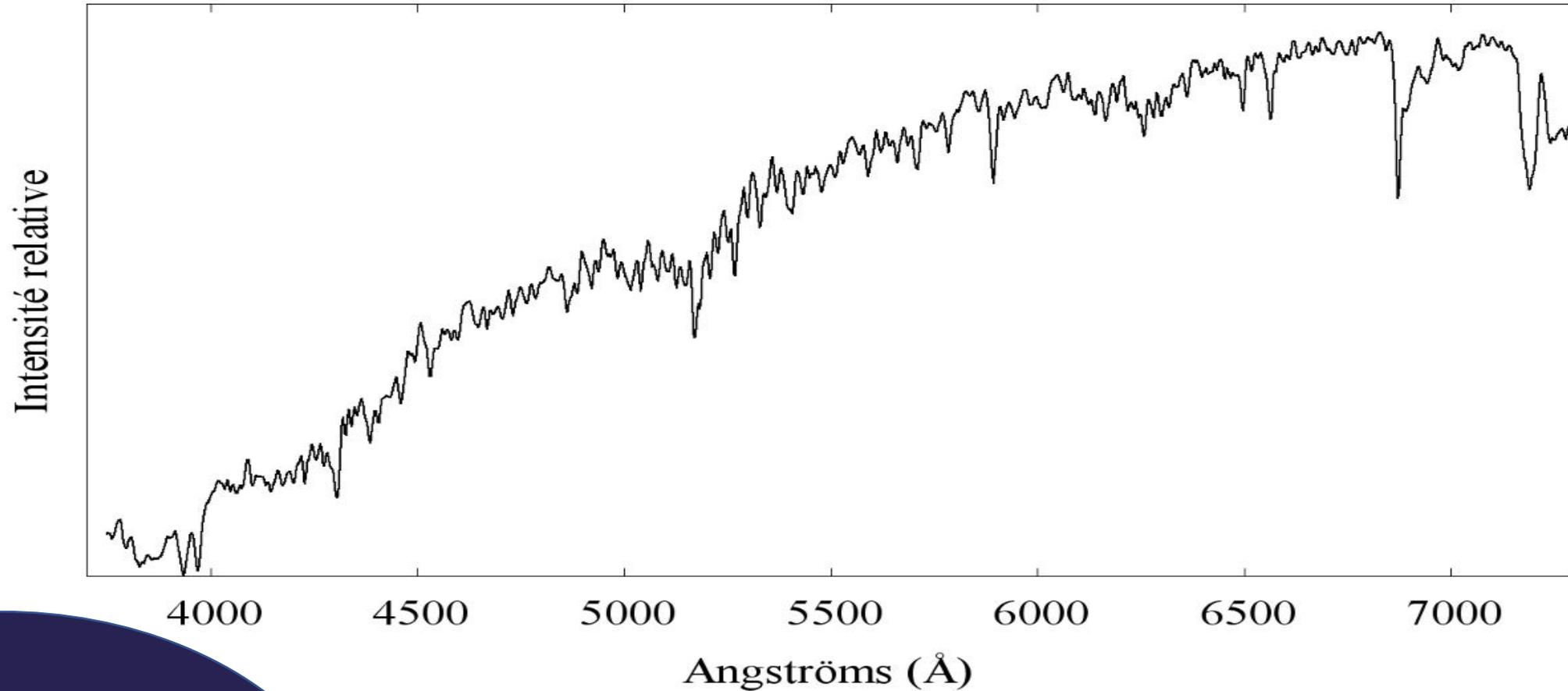
Vega - 20/08/2015 22:00 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



# Arcturus



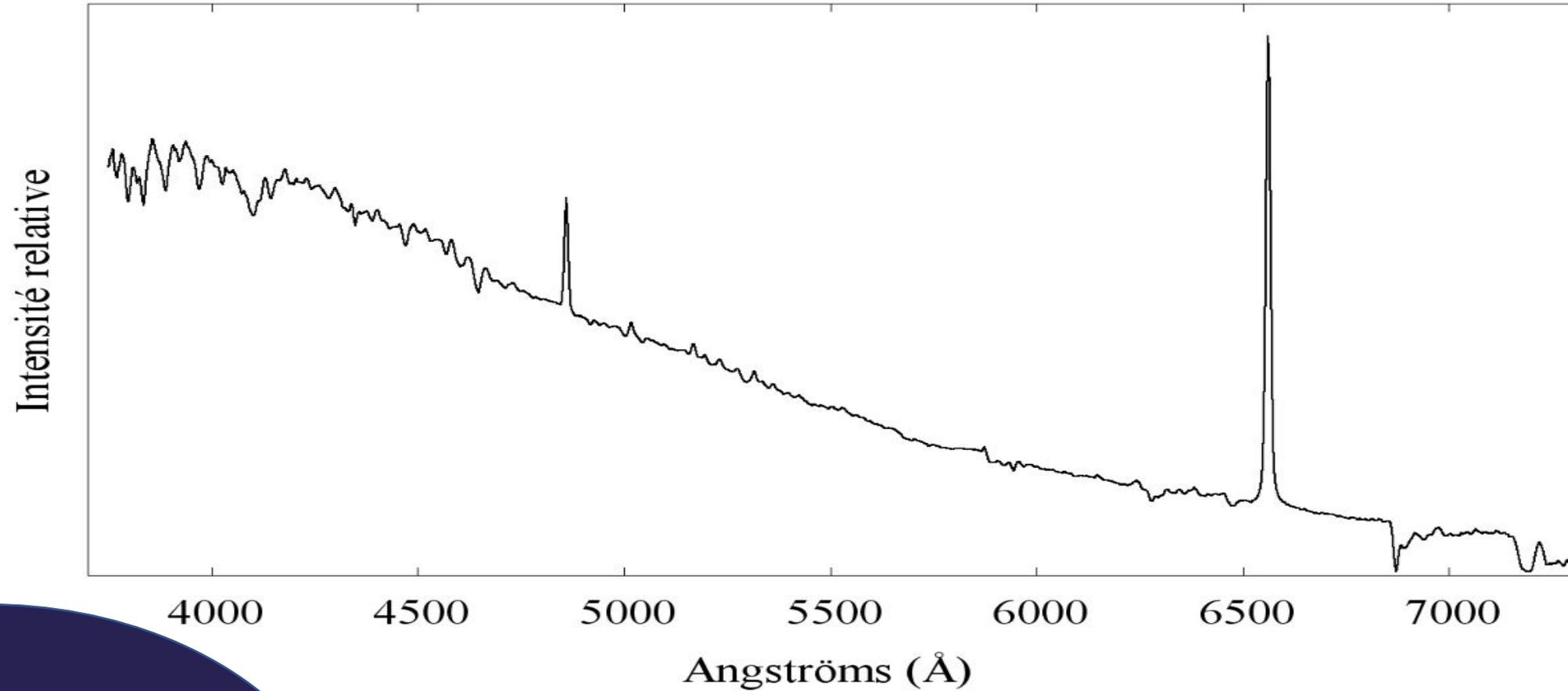
Arcturus - 20/08/2015 21:33 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



# gam Cas



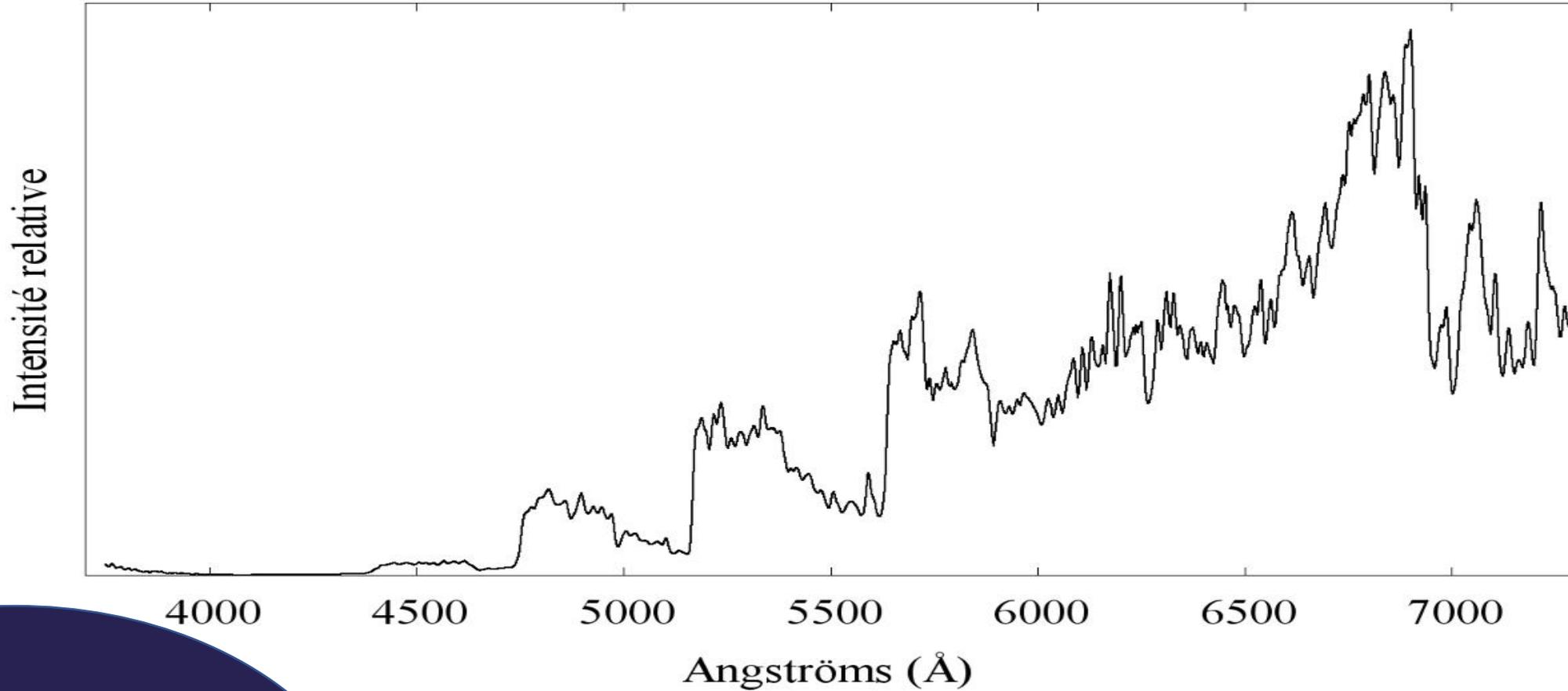
gam Cas - 20/08/2015 22:08 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 9 x 5 s



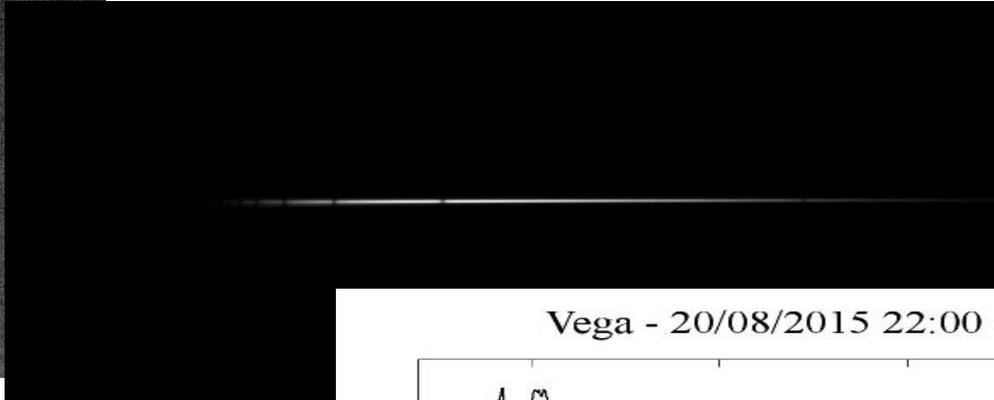
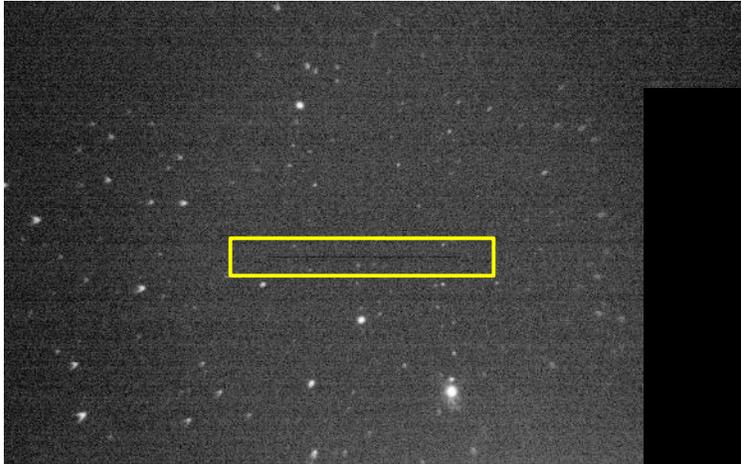
# Y Cvn



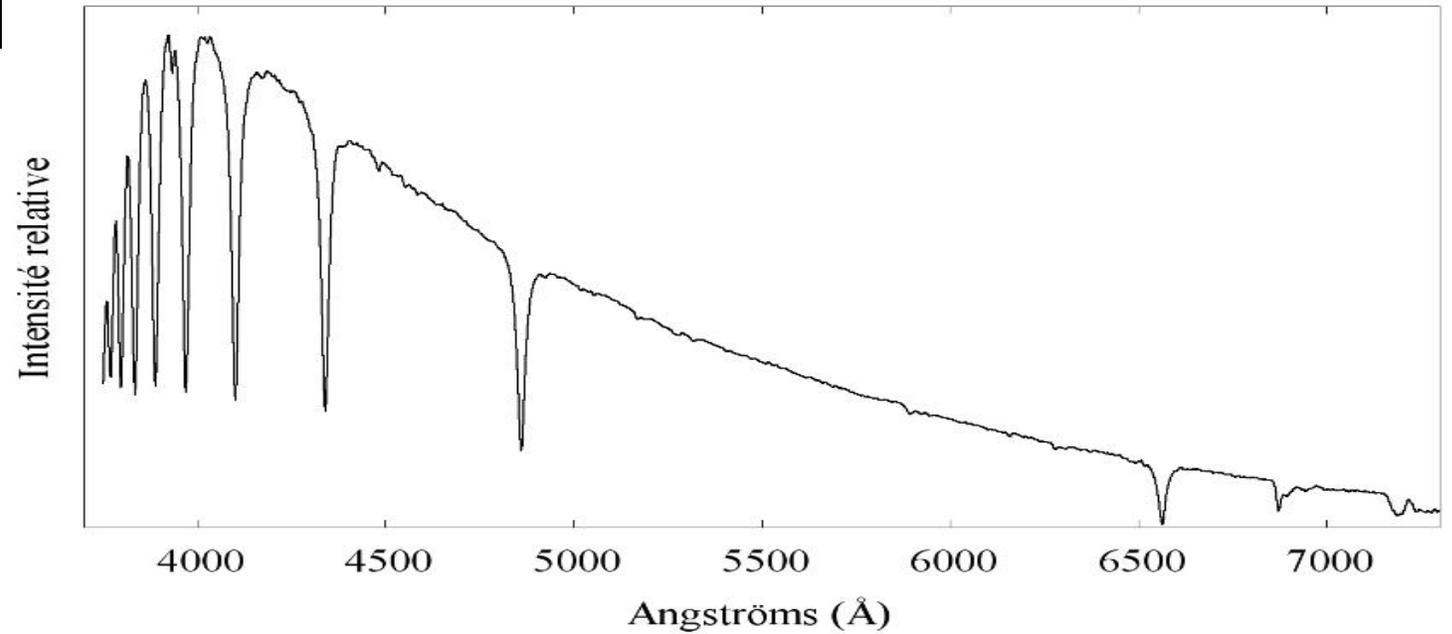
Y Cvn - 20/08/2015 21:47 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 60 s



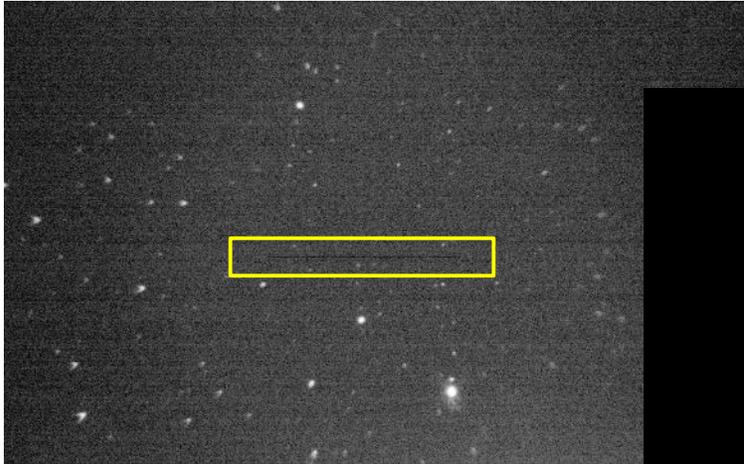
# Processus



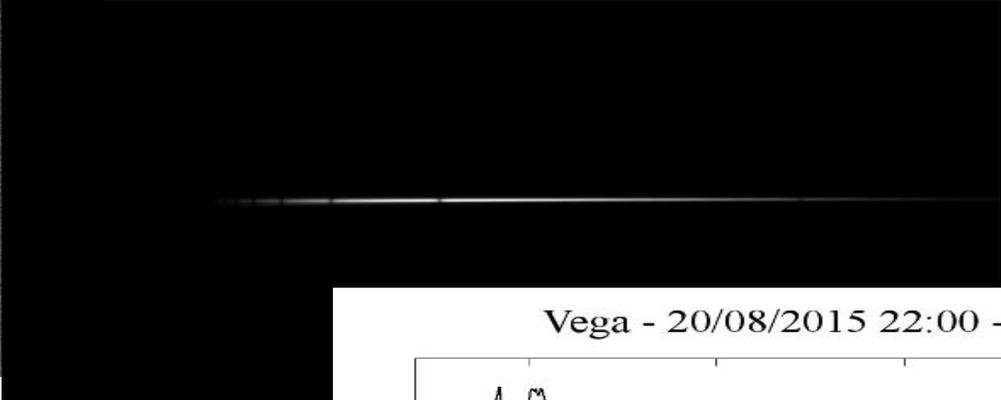
Vega - 20/08/2015 22:00 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



# Processus

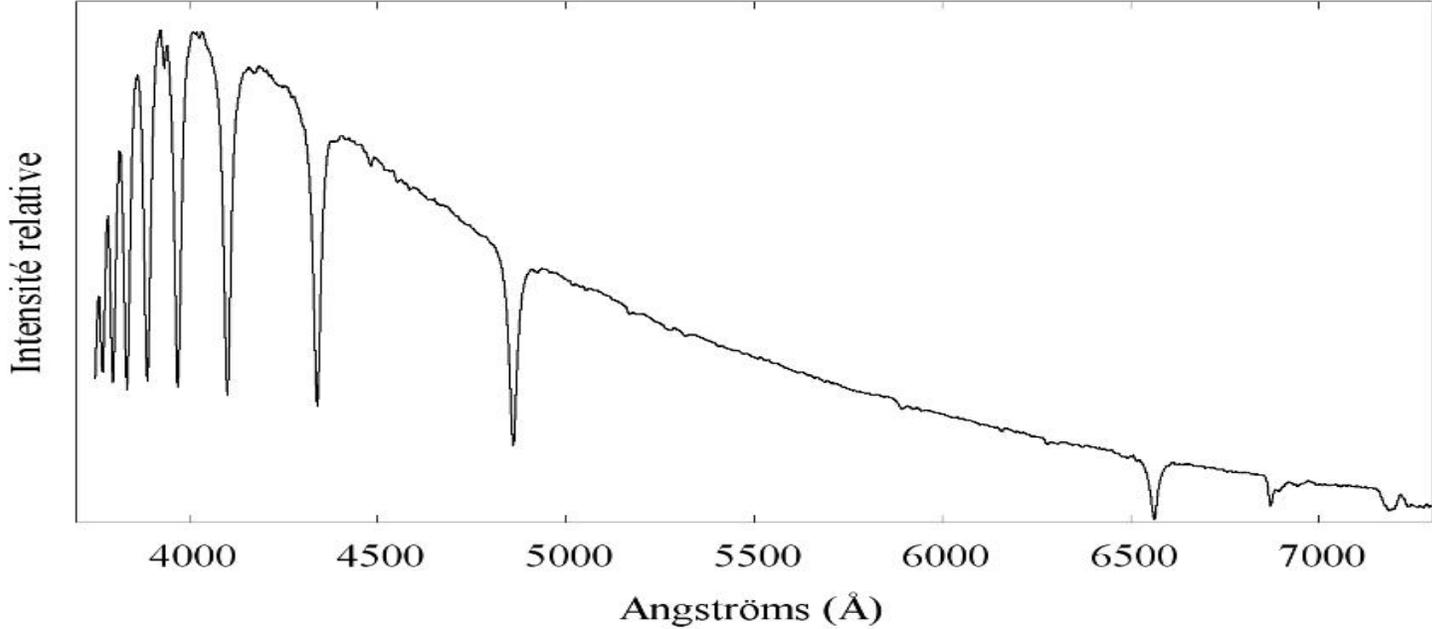


Lunette + ASlair  
+ guidage



Alpy + Demetra

Vega - 20/08/2015 22:00 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



# ASIAir : pointage et autoguidage

The screenshot displays the ASIAir software interface. At the top, there are icons for Wi-Fi, camera, crosshair, telescope, and other functions. The main view is a star field with a central target. On the left, there are buttons for 'Histogram', 'Guide', 'Plate Solve', and 'Crosshair'. A central panel shows a 'Guiding' graph with RA and DEC error bars and a table of error statistics. On the right, there is a 'GoTo' panel with a search box containing 'M42' and a 'GoTo' button, followed by RA and DEC coordinates. Below this is a directional pad and a 'Speed' slider. At the bottom, there is an 'Auto' button, a 'Reset' button, and a histogram showing the current exposure profile. The bottom status bar displays camera settings: '4656x3520 Gain: 139 Temp: -17.5°C Cooler: 100%'. On the far right, there is an 'Information' panel with a magnifying glass icon and a table of statistics.

RA	DEC
0.86"	0.86"
DEC	0.86"
Tot	0.97"
Dither	Off

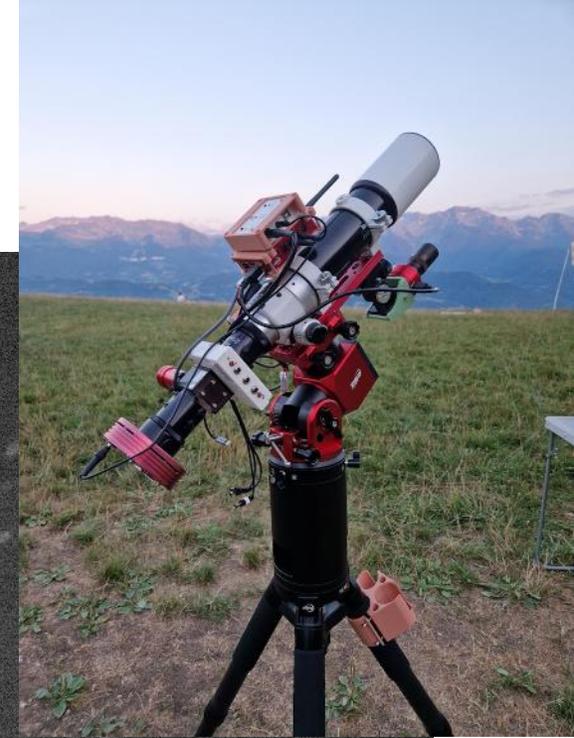
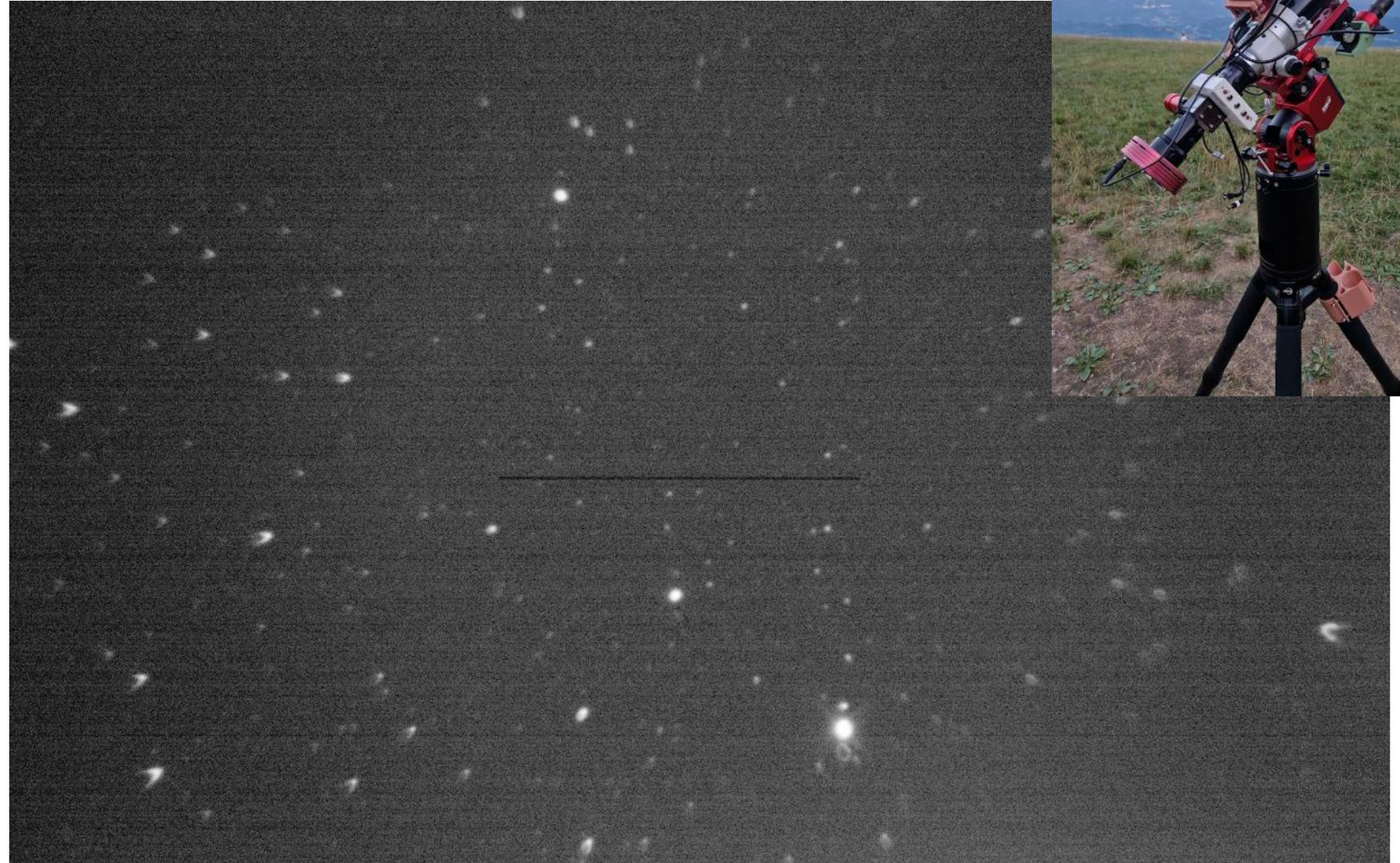
Information	
Max	65504
Min	3456
Avg	4901
Std	1355

4656x3520 Gain: 139 Temp: -17.5°C Cooler: 100%

Shelyak

# Résolution astrométrique

- Mise en station
- Reconnaissance de champ
- Pointage automatique
- Rapidité (échantillonnage & position approximative)



# Une autre configuration (de rêve)

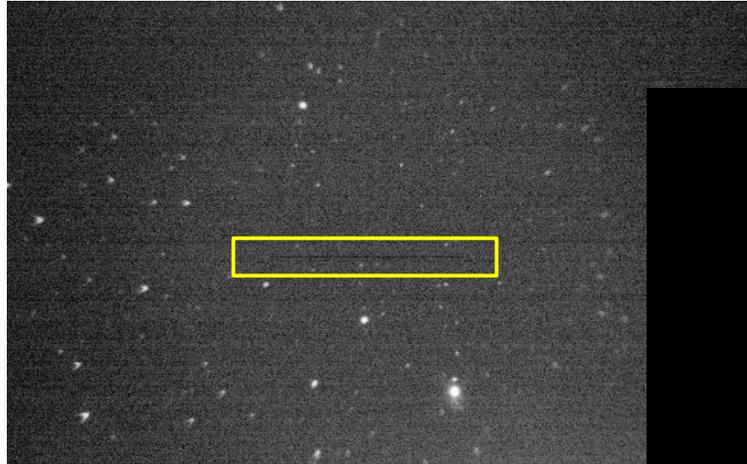


## CONFIGURATION

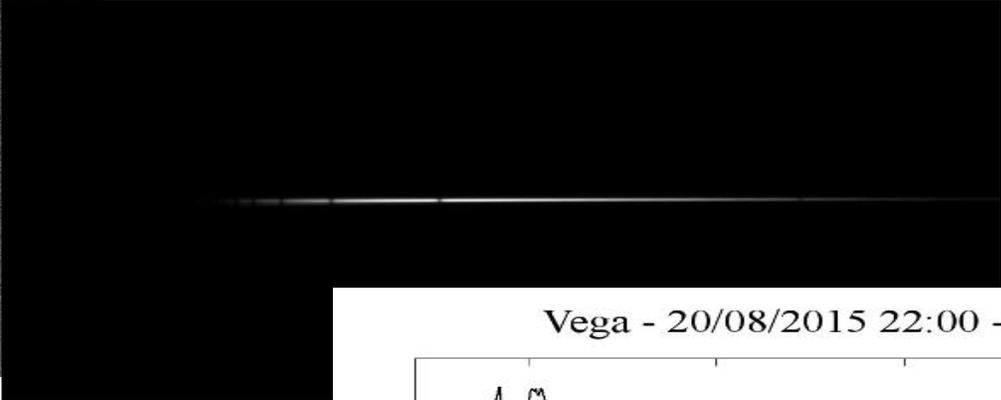
- Abri commandé à distance
- Monture 10micron GM1000
- Télescope RC 8"
- UVEX motorisé
- Roue à filtre
- Focuser Feather touch
- Station météo
- Python
- Kstars (monitoring)
- PHD2

Le tout piloté par un serveur  
INDI (sur Raspberry Pi)

# Processus

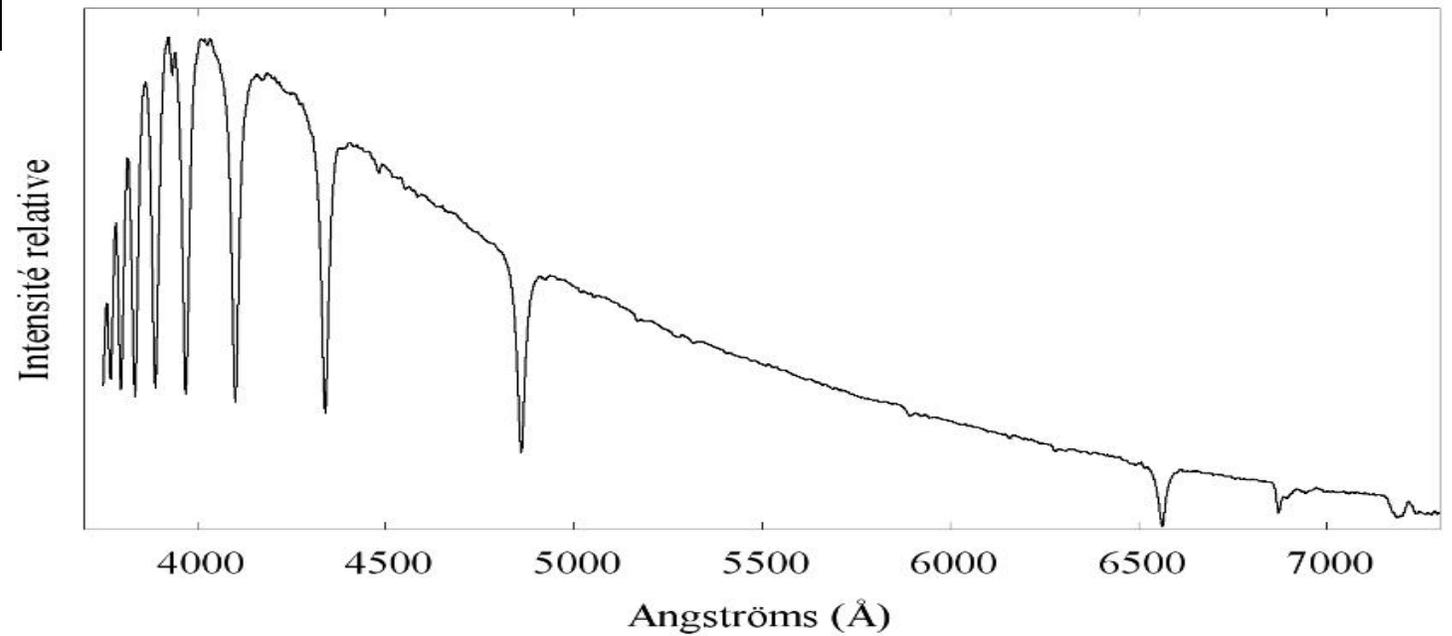


Lunette + ASlair  
+ guidage



Alpy + Demetra

Vega - 20/08/2015 22:00 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



**Session folder**

rs\franc\Documents\Demo\_Alpy

Change folder | Explore folder

Create archive...

---

**Session parameters**

Note

Note, FC Dec. 20th, 2016 : I r

Date : 20/08/2015

Lieu exact : Valdrome, parkin

Context : public demonstratic

Weather : wonderful, no clou

External editor | Add date/time

**Observation list**

- Arcturus
- Y cvn
- Vega**
- gam Cas

New | Copy | Remove

Definition | **Images** | Data reduction | Output

**Basket selection**

Object

Offset

Acquire sequence

**Basket content**

Vega\_0s\_20150820\_220016-1.fit

Vega\_0s\_20150820\_220016-2.fit

Vega\_0s\_20150820\_220016-3.fit

Vega\_0s\_20150820\_220016-4 fit

Acquire | Add... | Remove

**Tools**

Show profile

Stats

Histogram

HistogramCMOS

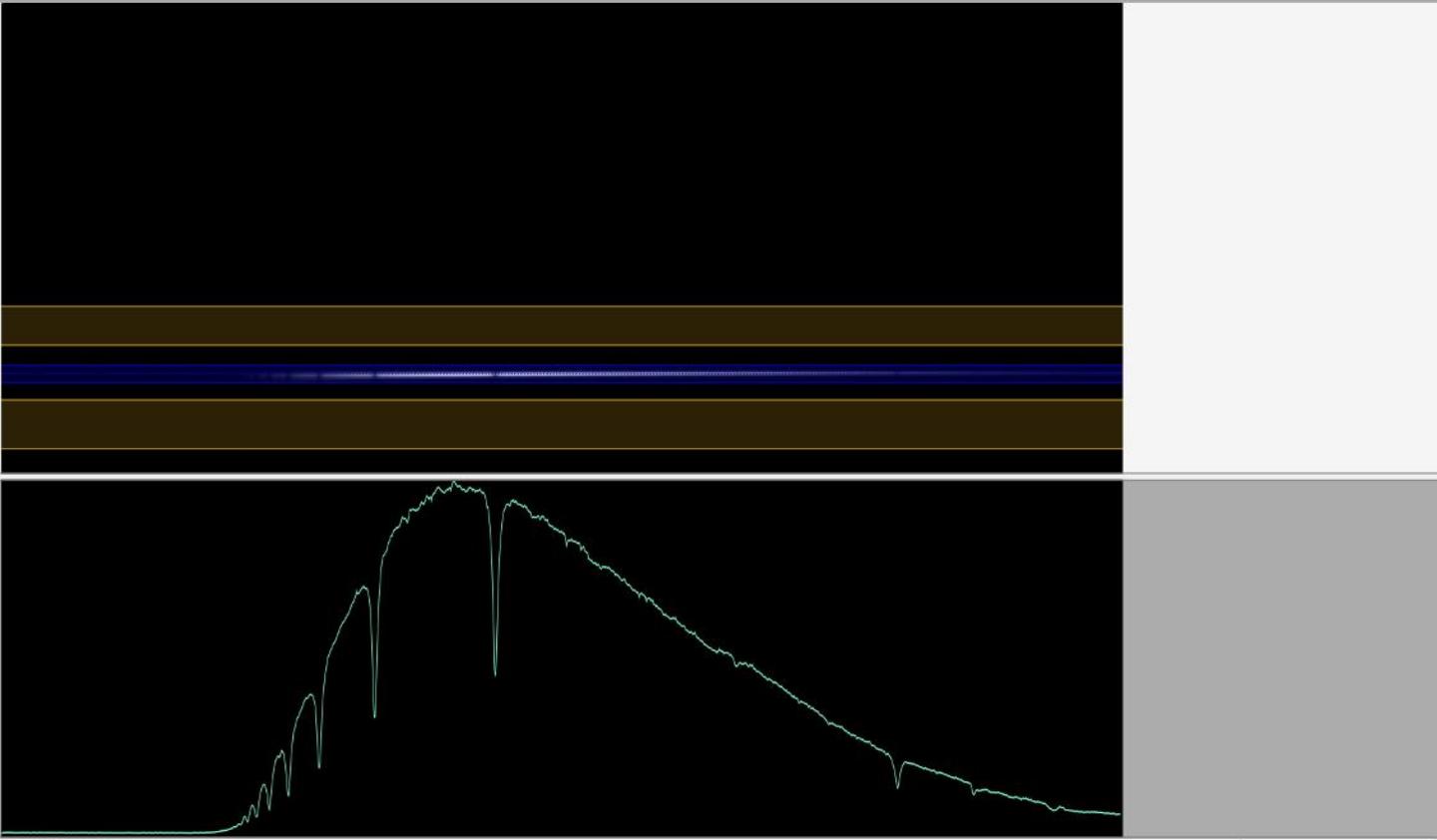
Spectrometry

Show areas

*Working areas*

Top	Top	661	Set	Select with mouse
	Bottom	612	Set	Select with mouse
Spectrum	Center	577	Set	Select with mouse
	Height	22	Set	Select with mouse
Bottom	Top	544	Set	Select with mouse
	Bottom	483	Set	Select with mouse

Save...

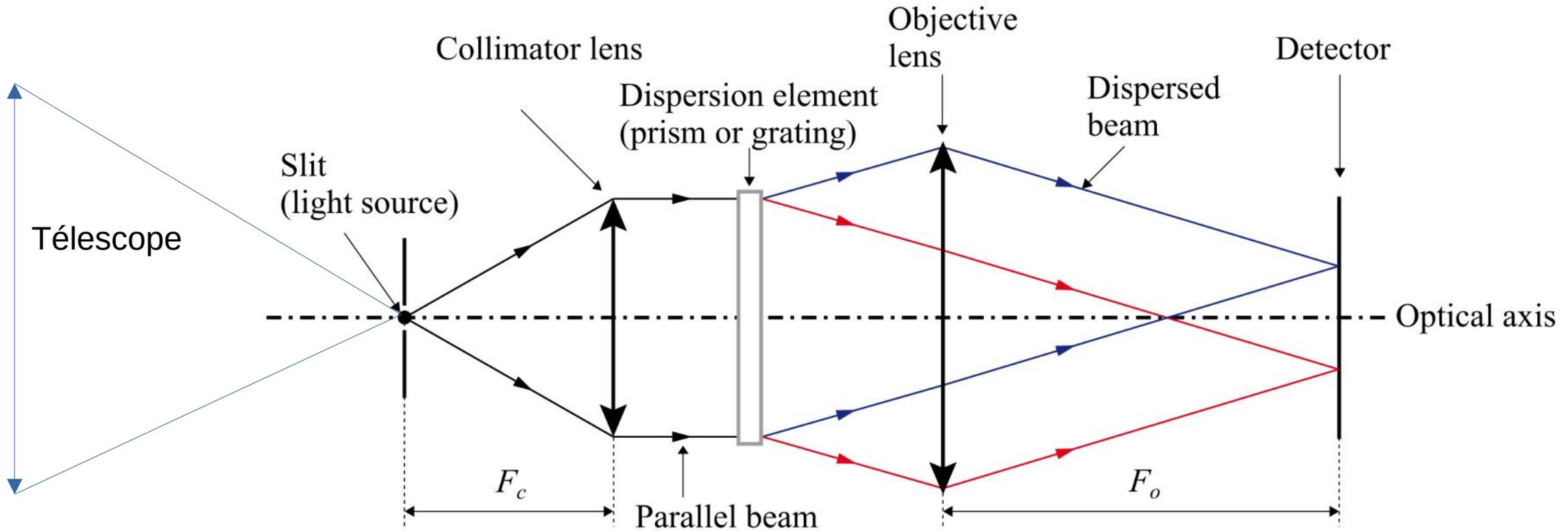


Display | Zoom: 0.5 | Threshold: 236.8 <-> 38198.0

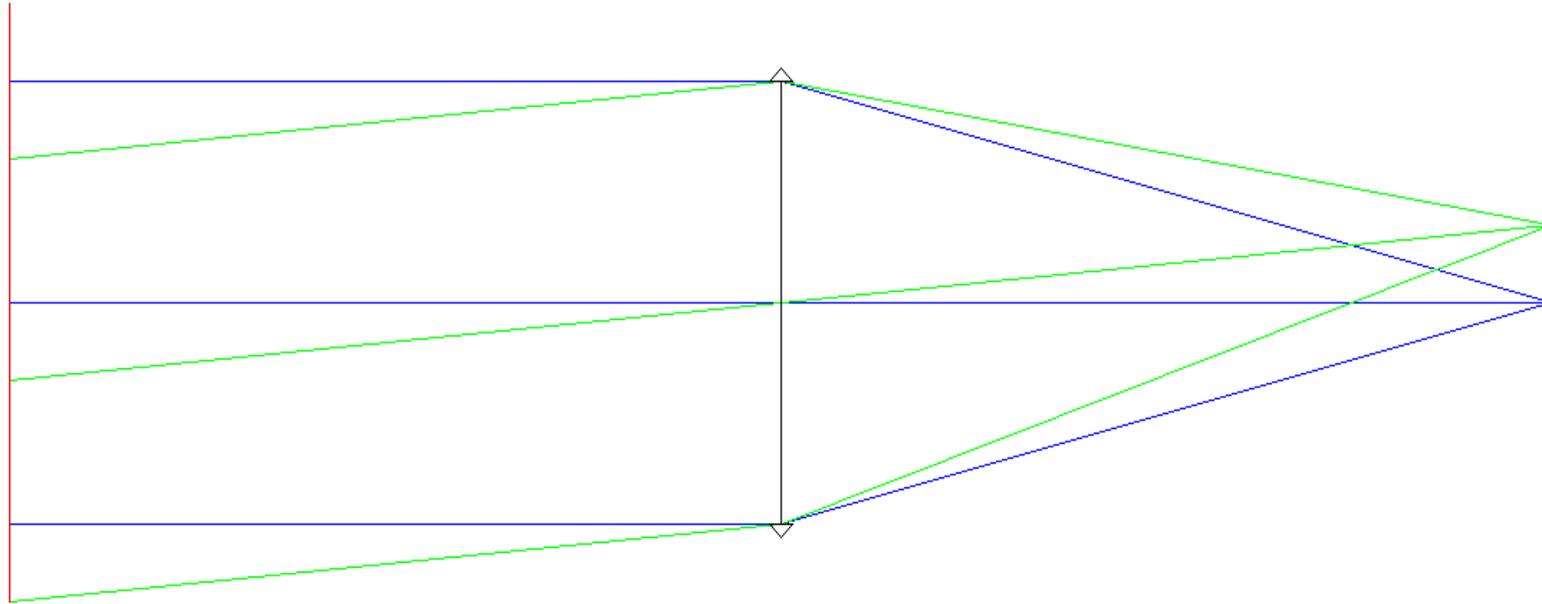
Fit & Auto | Fit | x1 | <-> | Auto | 0 | 0

Pixel | 41441 | X:7 | I:247 | 41441 | Y:20

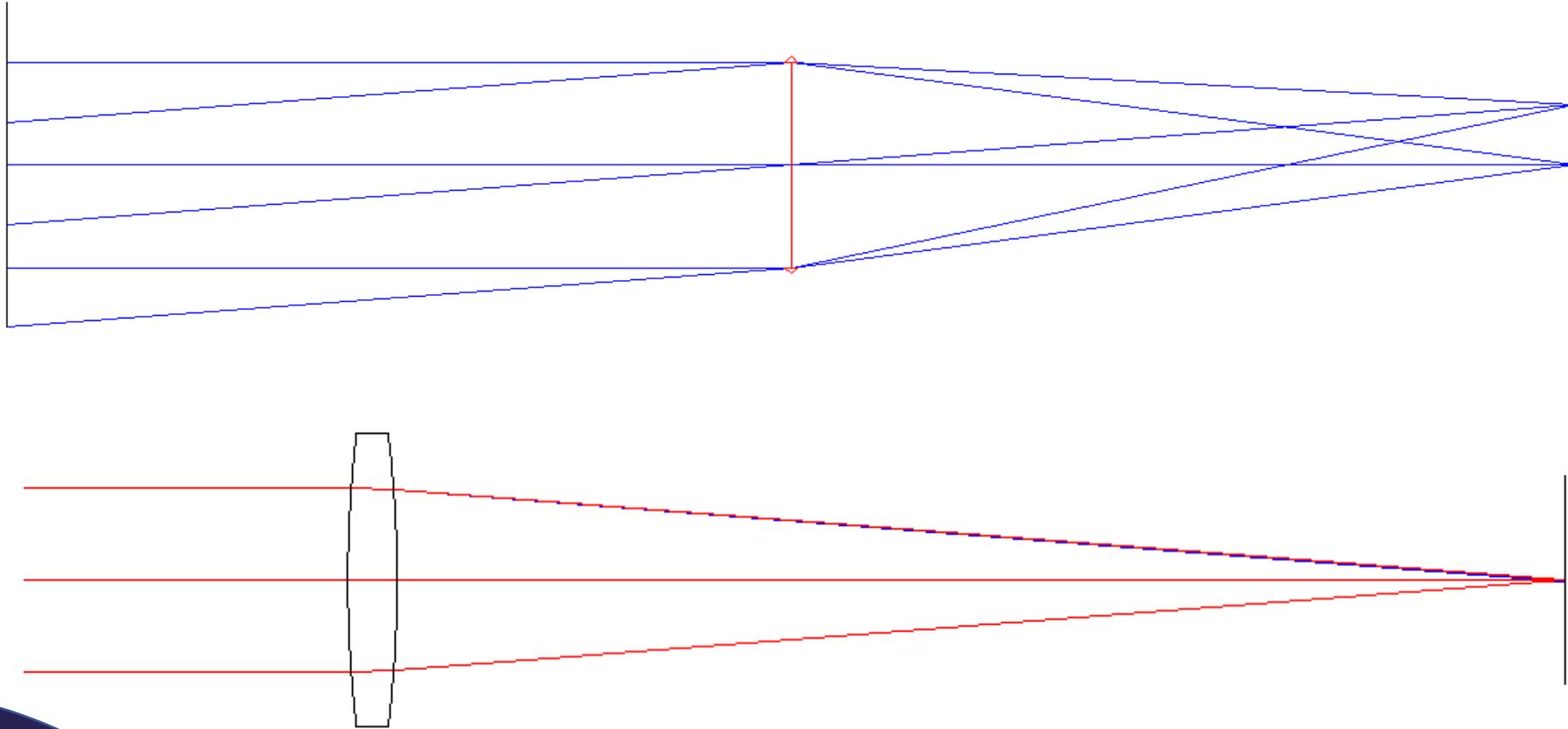
# Architecture optique



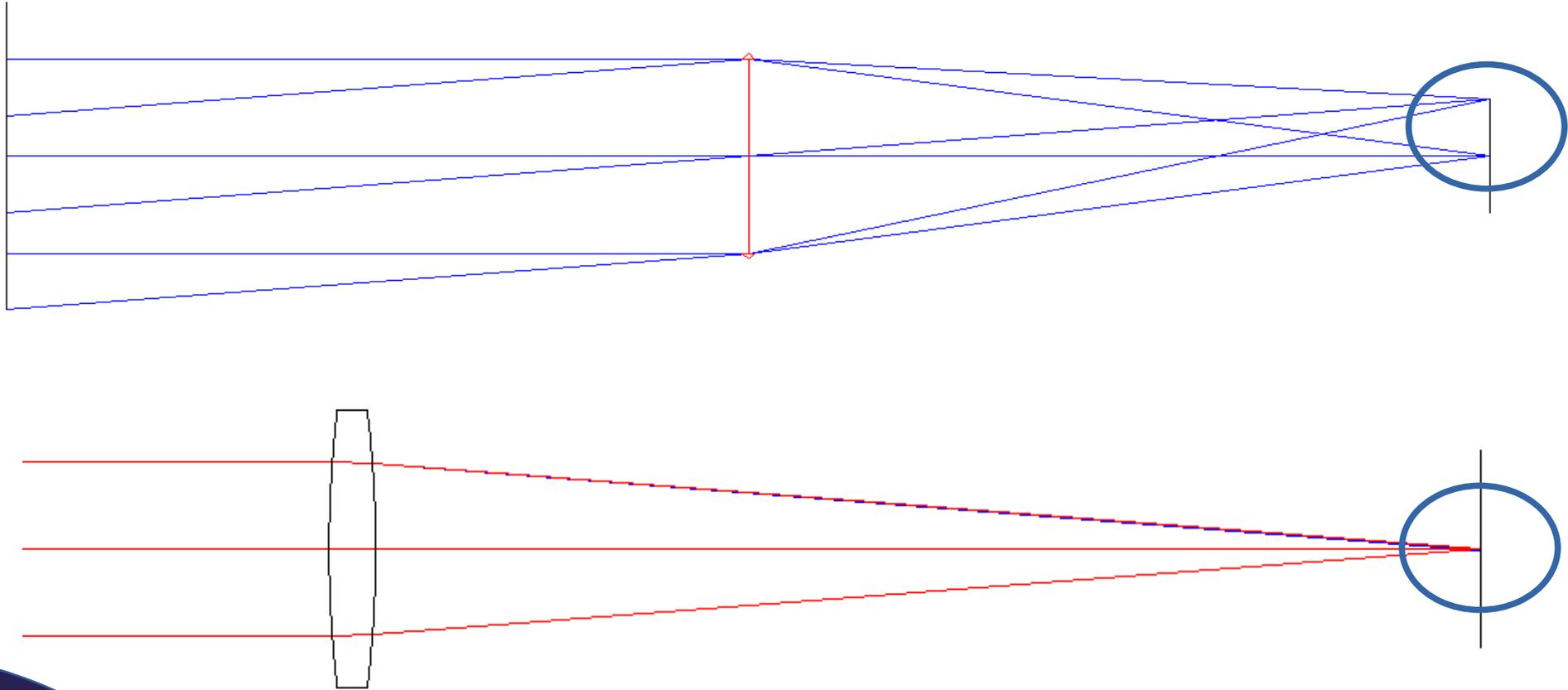
# Optique géométrique



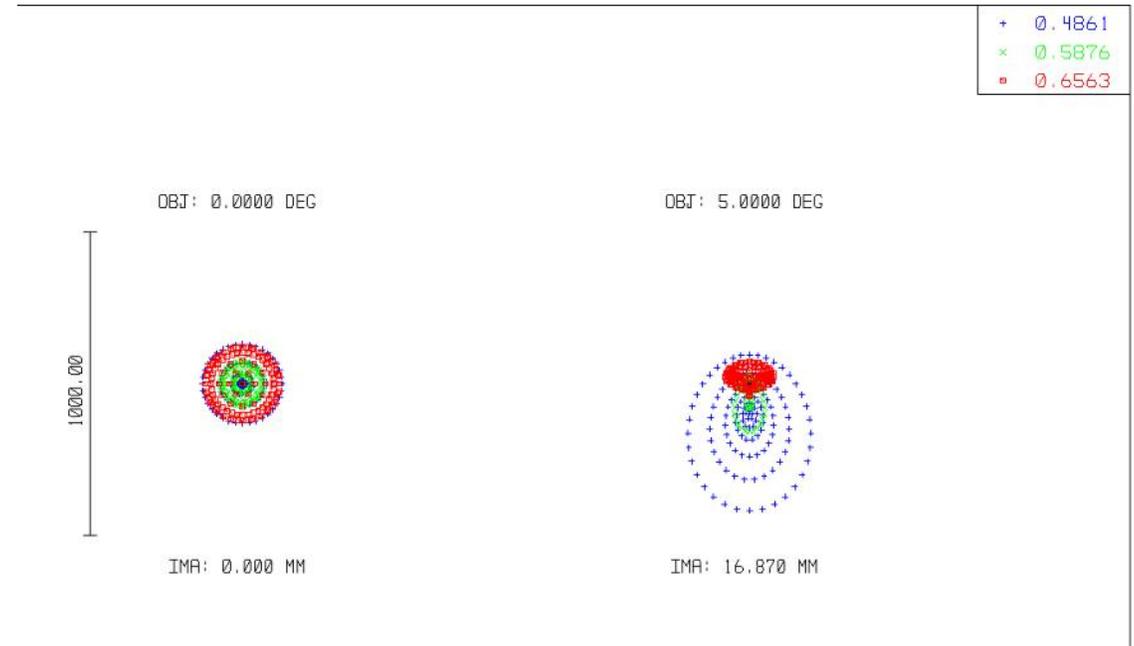
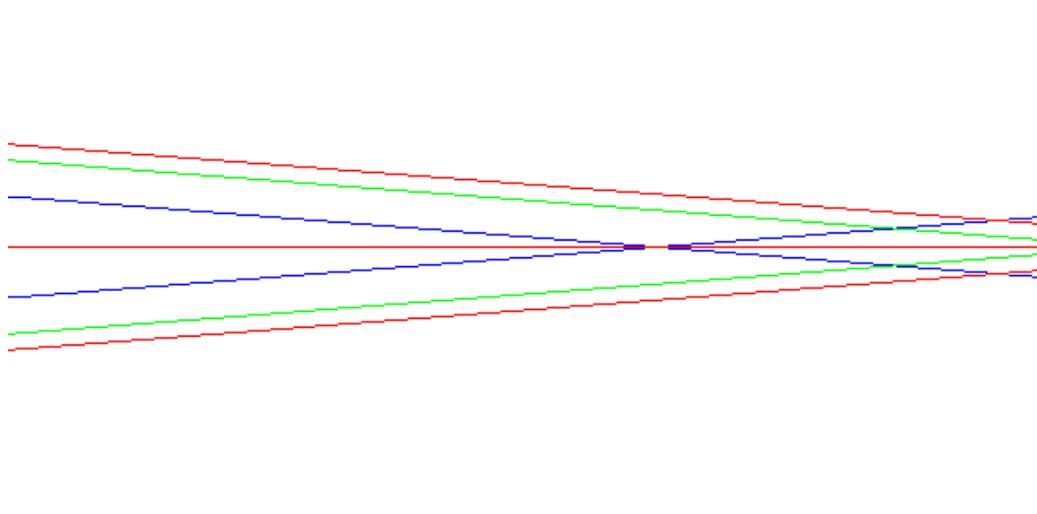
# Chromatisme



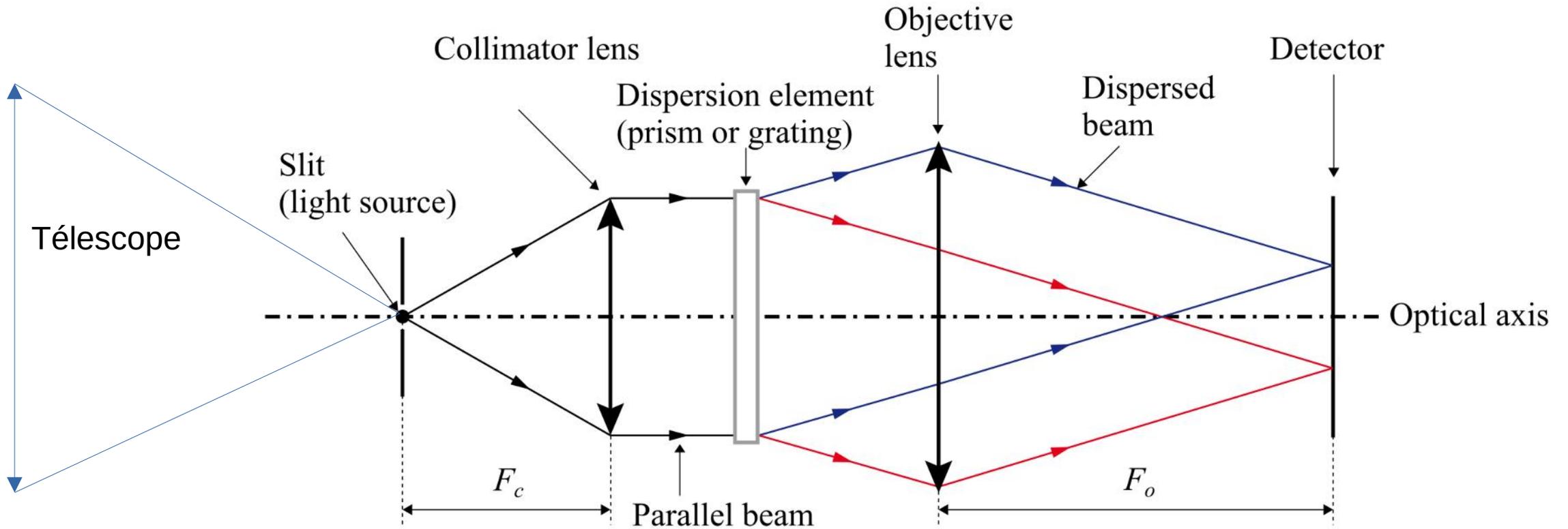
# Chromatisme



# En regardant de plus près

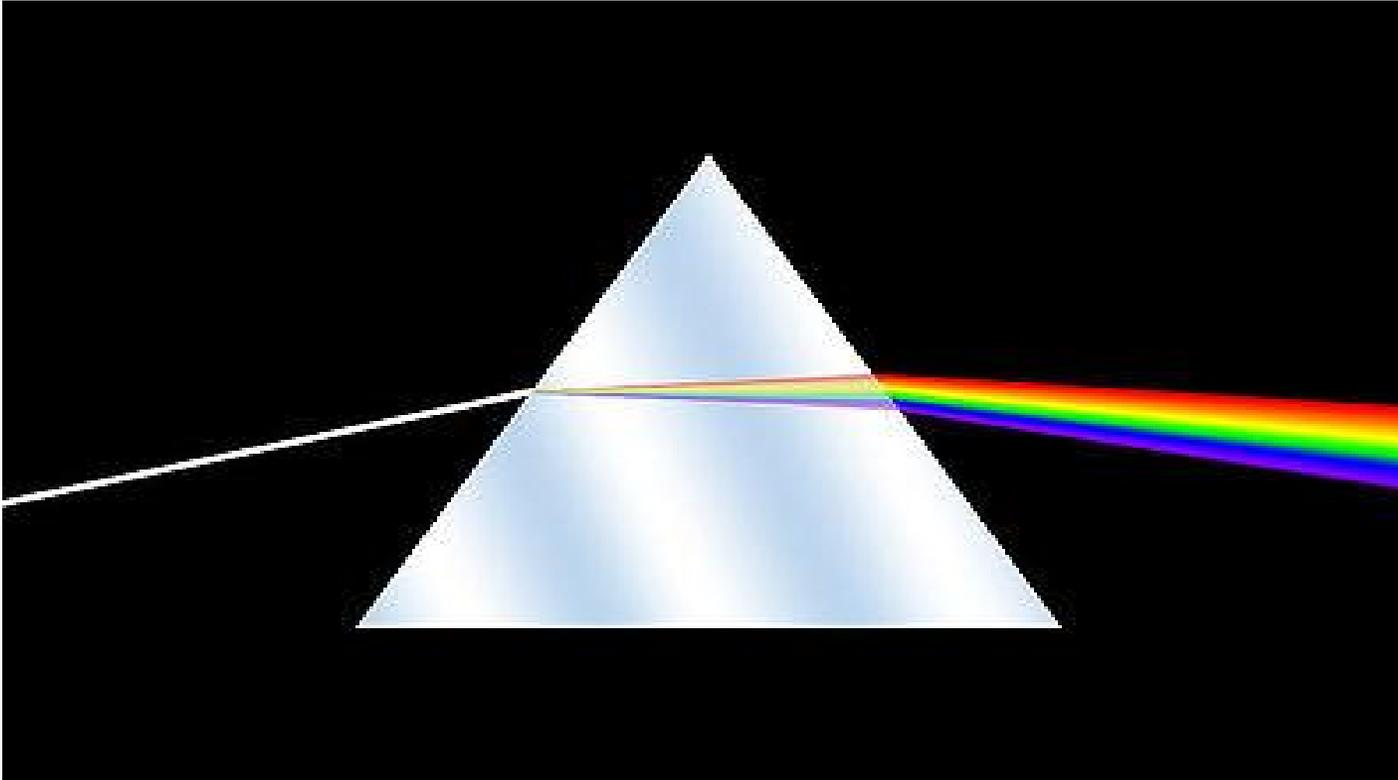


# Architecture



**Le spectro convertit la longueur d'onde en position géométrique  
→ Il faut absolument préférer une caméra N&B**

# Prisme



## Réfraction

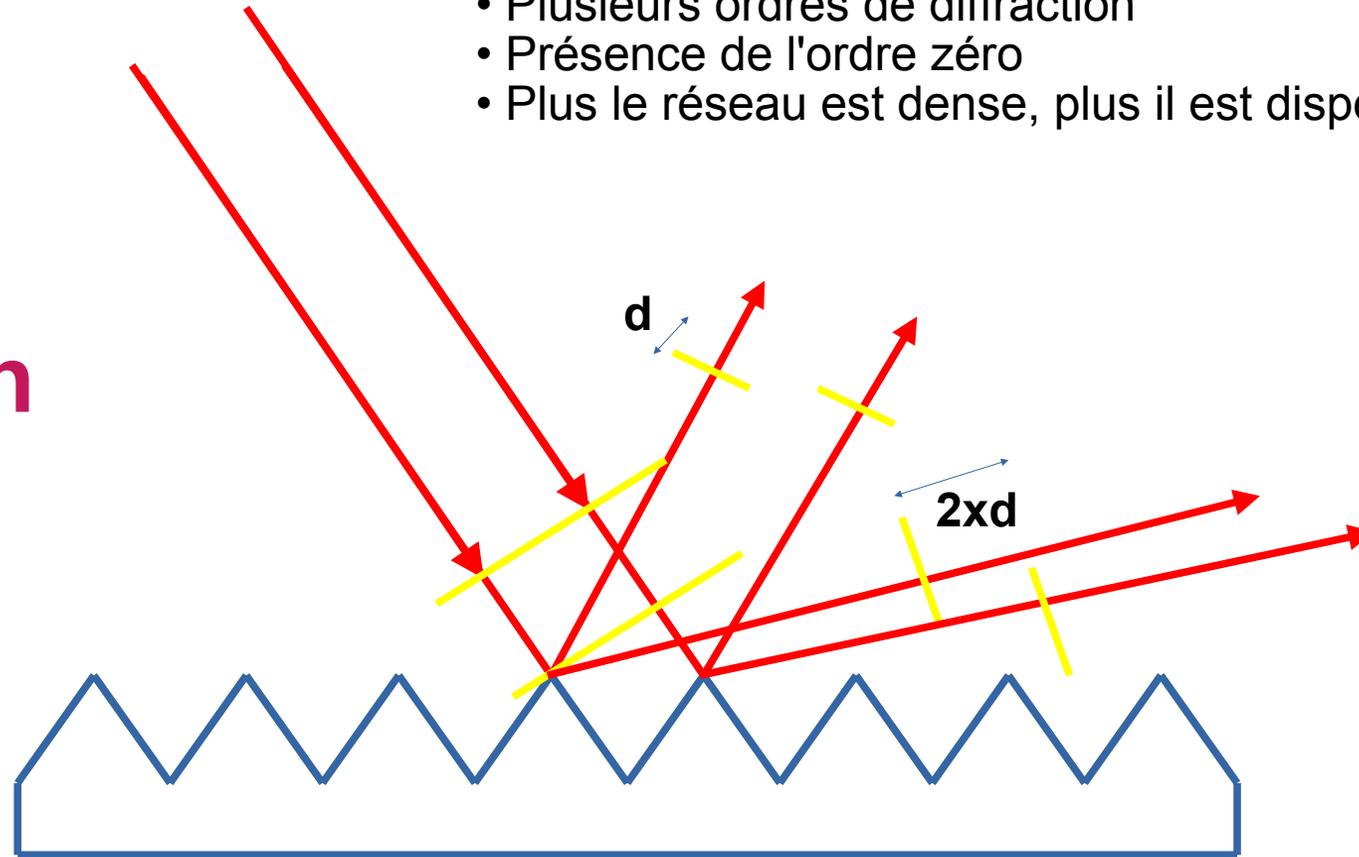
Dispersion non linéaire

Tout le flux dans le spectre

# Réseau de diffraction

- Dispersion importante
- Dispersion  $\sim$ linéaire
- Plusieurs ordres de diffraction
- Présence de l'ordre zéro
- Plus le réseau est dense, plus il est dispersant

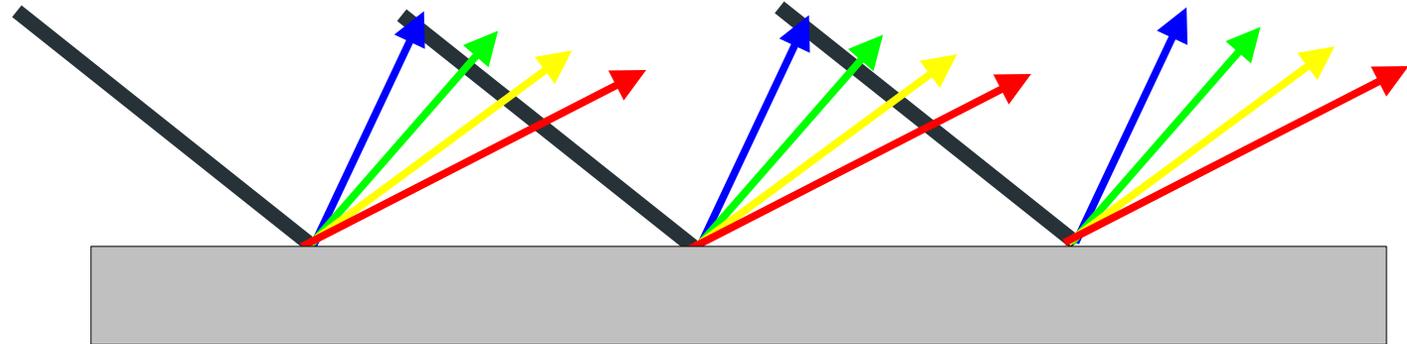
## Diffraction



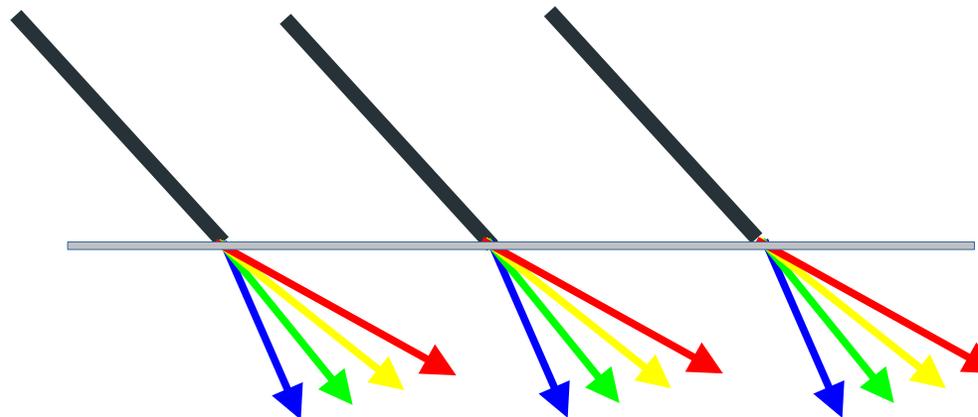
# Réseau de diffraction



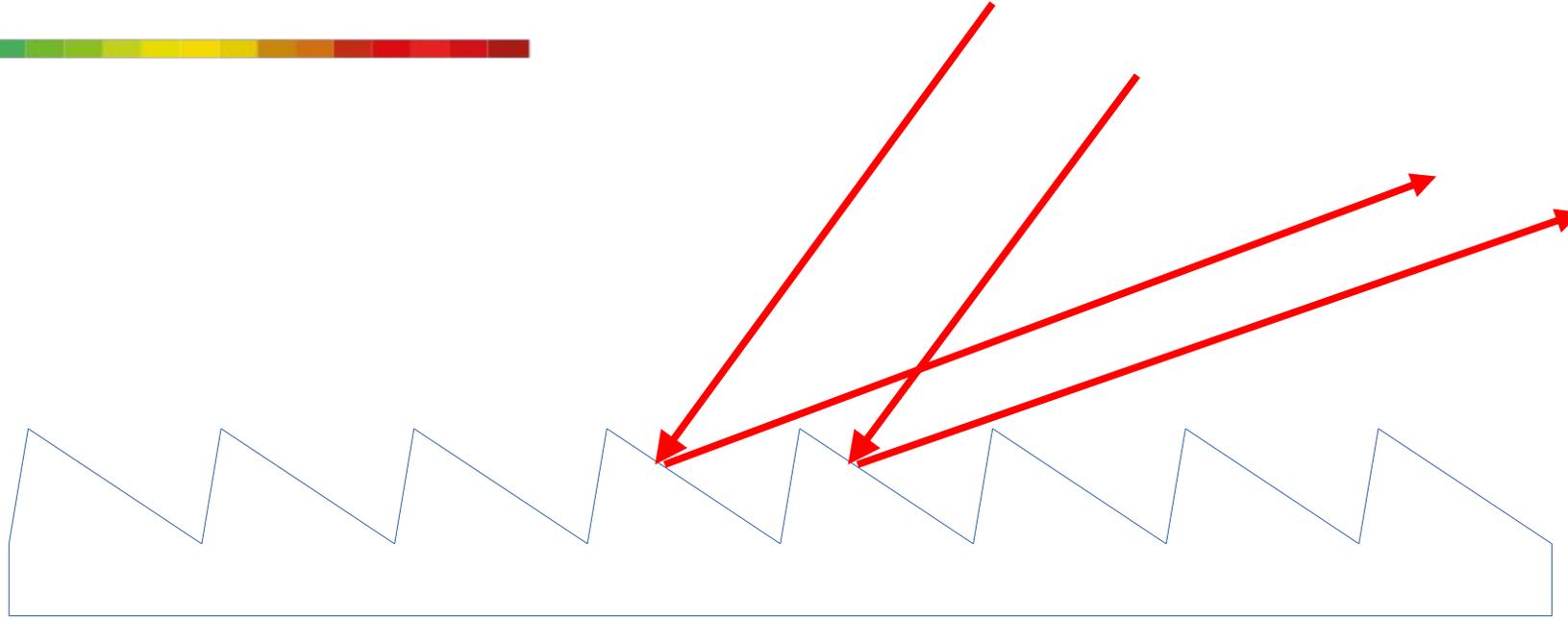
Réflexion



Transmission



# Réseau de diffraction



# Haute et Basse résolutions

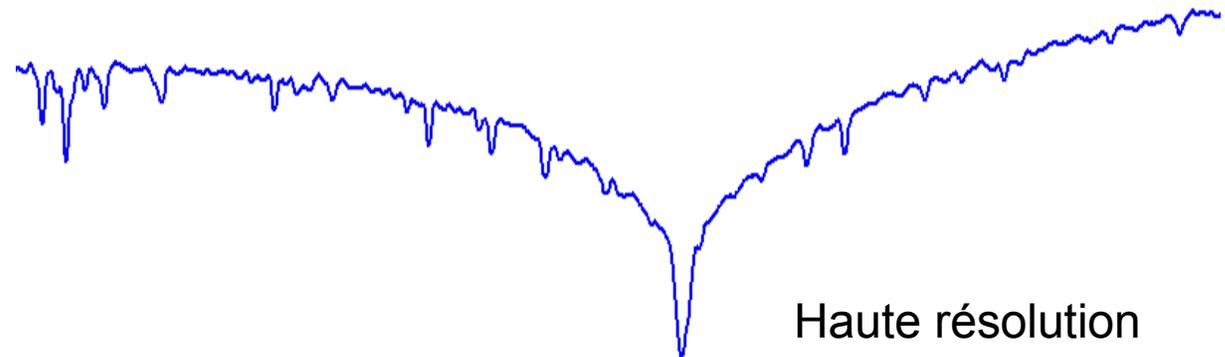
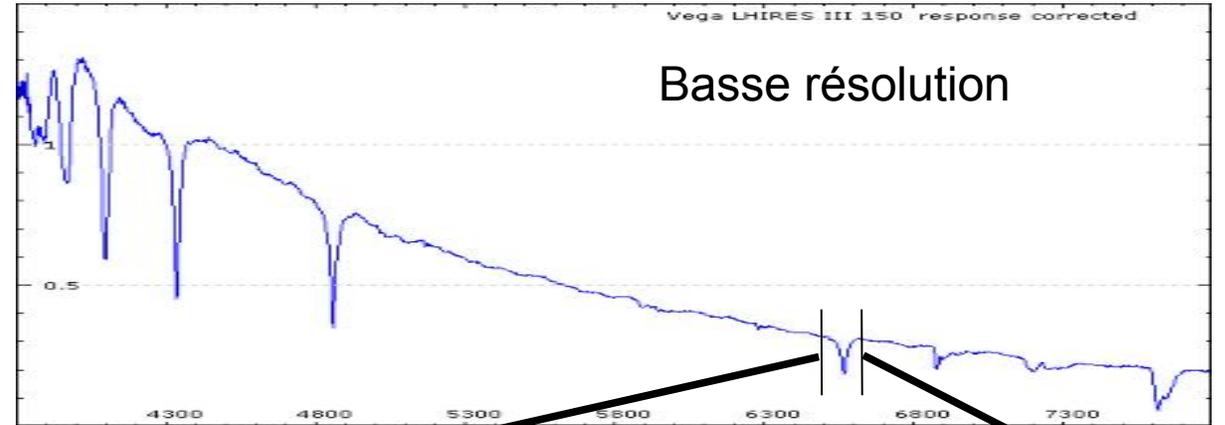


## Haute résolution :

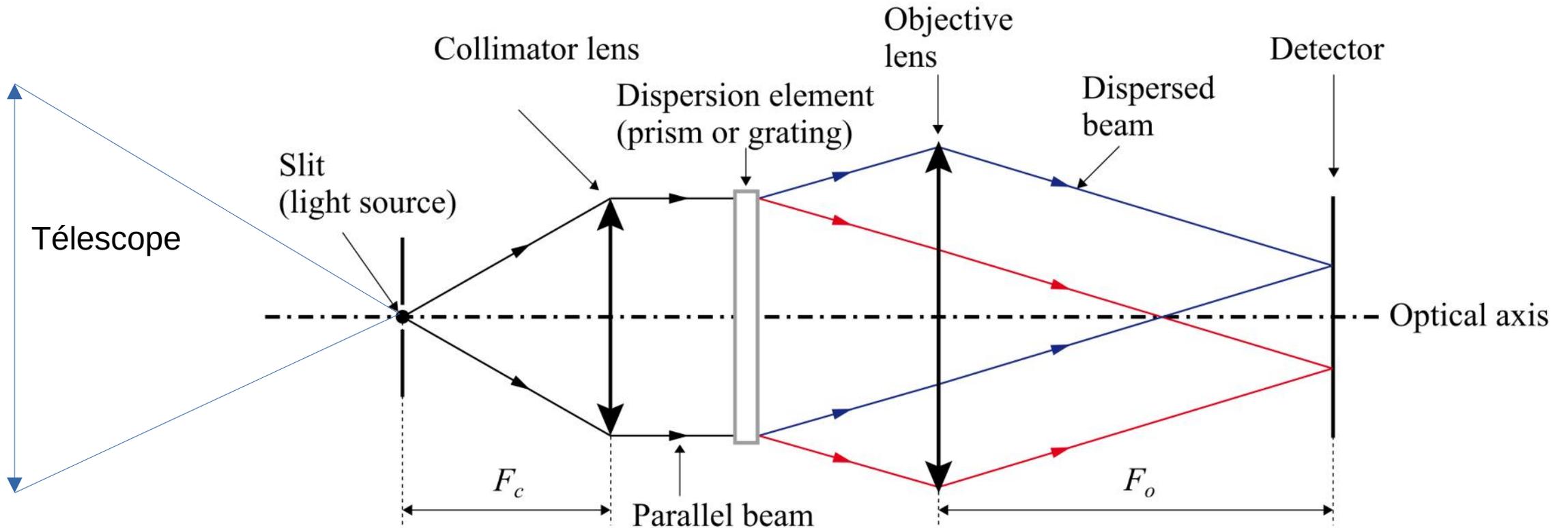
- Détails dans une raie particulière
- Mouvements Doppler
- Télescopes peu ouverts (F/8 - F/10)

## Basse résolution :

- Large domaine spectral
- Temps de pose plus courts
- Objets faibles
- Télescopes ouverts (F/3 - F/5)



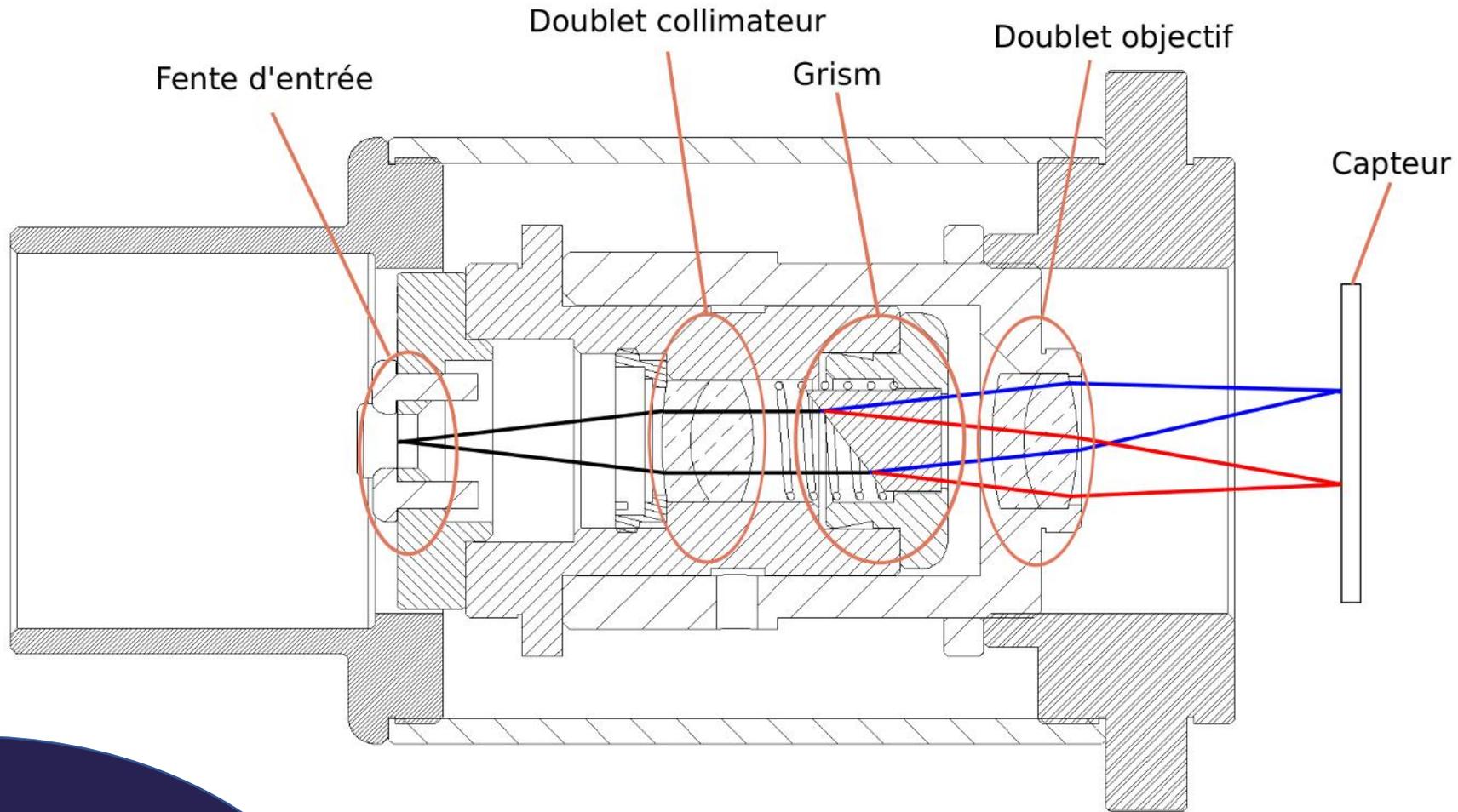
# Architecture



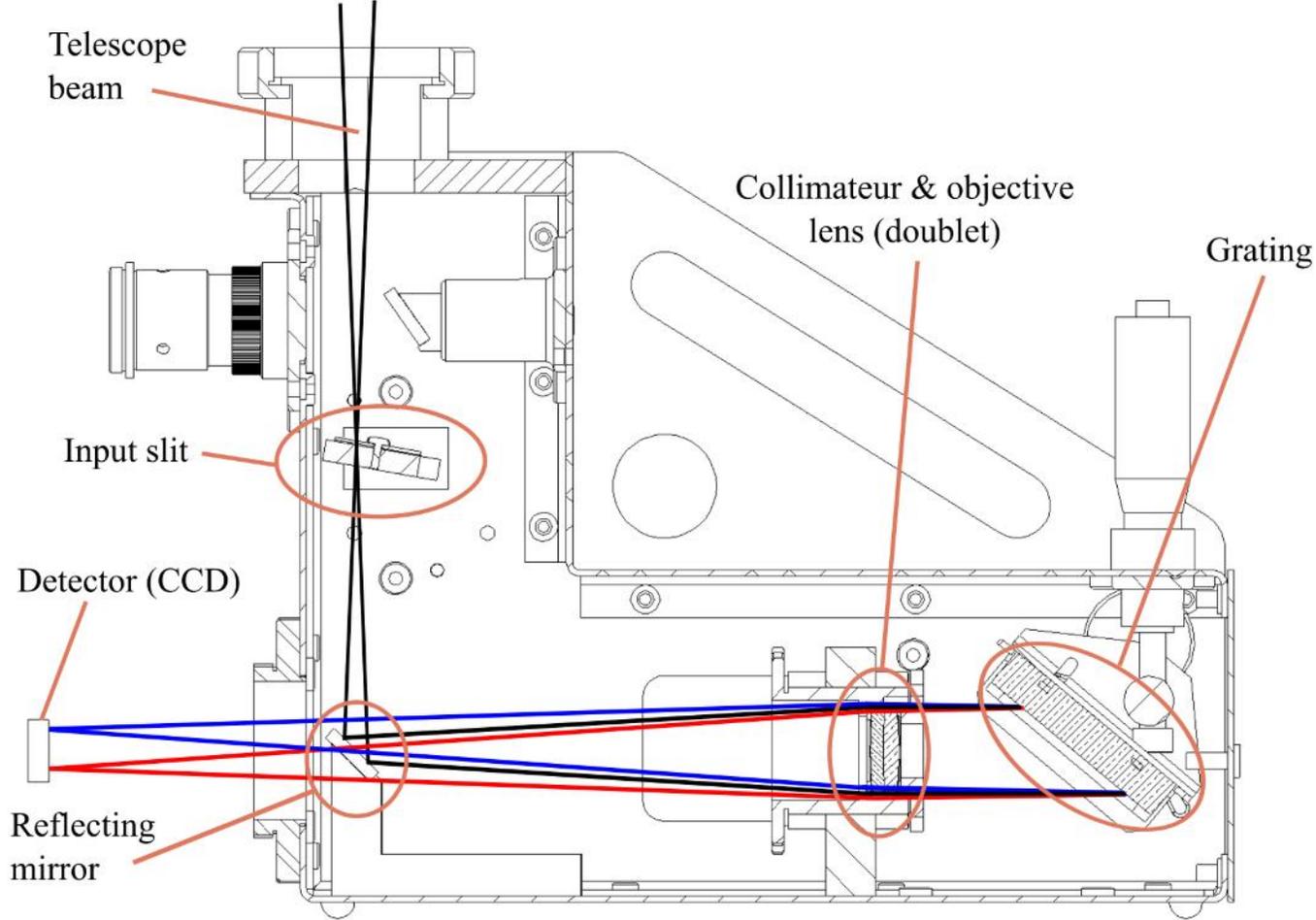
**La résolution du spectro dépend de l'angle sous lequel la lentille collimatrice voit la fente**

**La spectro est facile sur un petit instrument**

# Alpy 600



# Lhires III



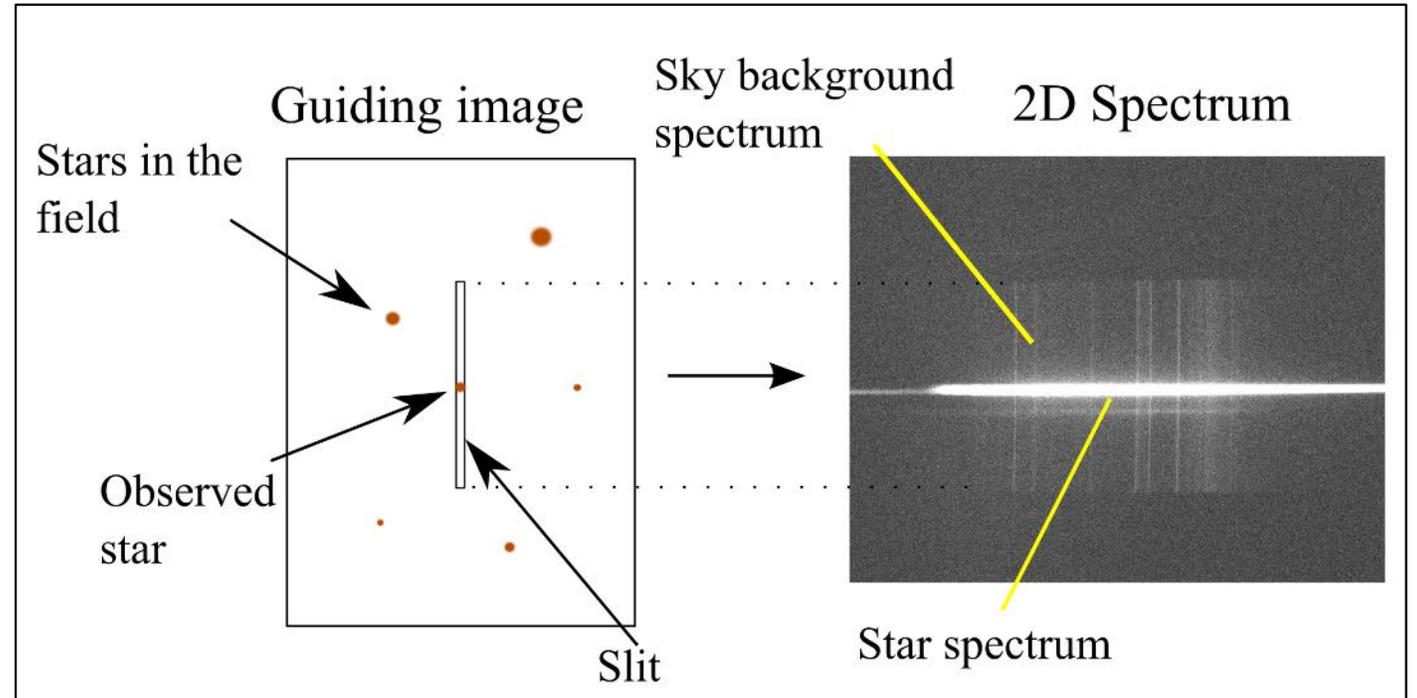
# La Fente

## Avantages

- Objets étendus
- Lampe d'étalonnage
- Correction de la pollution lumineuse
- Recouvrement des spectres
- Résolution constante
- Possibilité de (auto)guider

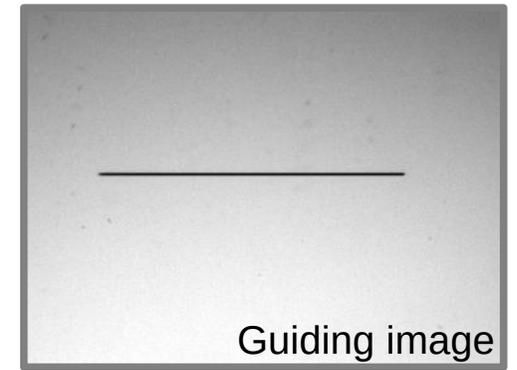
## Inconvénients

- Perte de lumière à l'entrée
- Potentiel effet chromatique

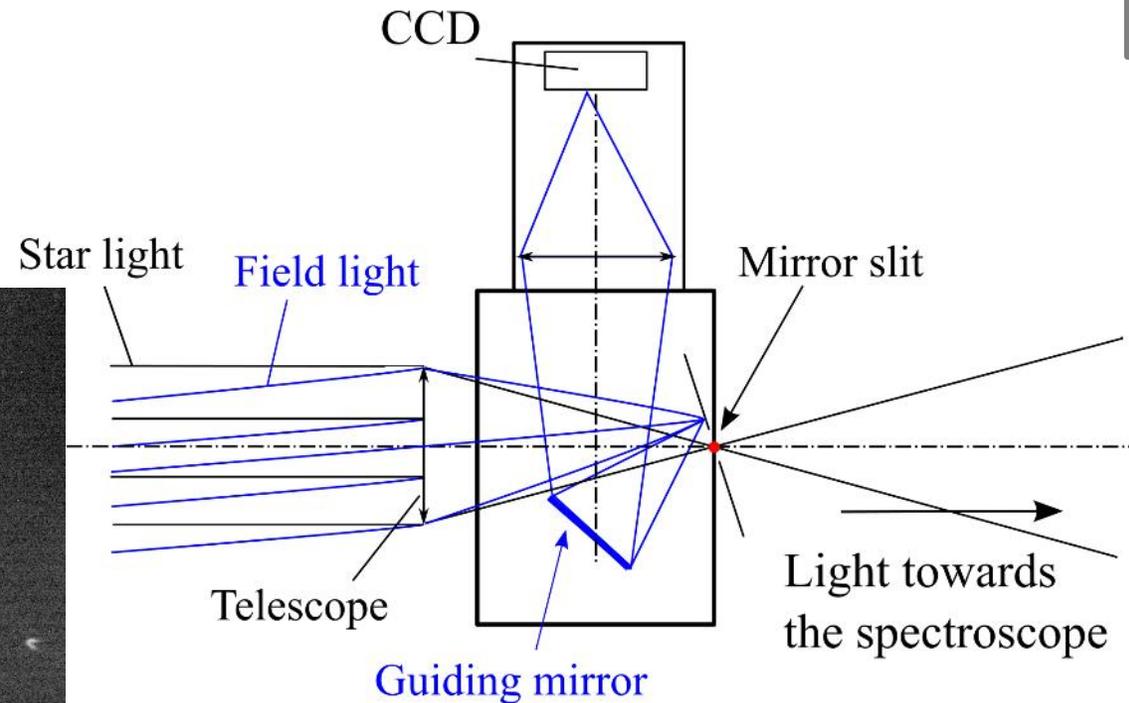


**Un spectre est une image multiple de la fente**

# Le système de guidage

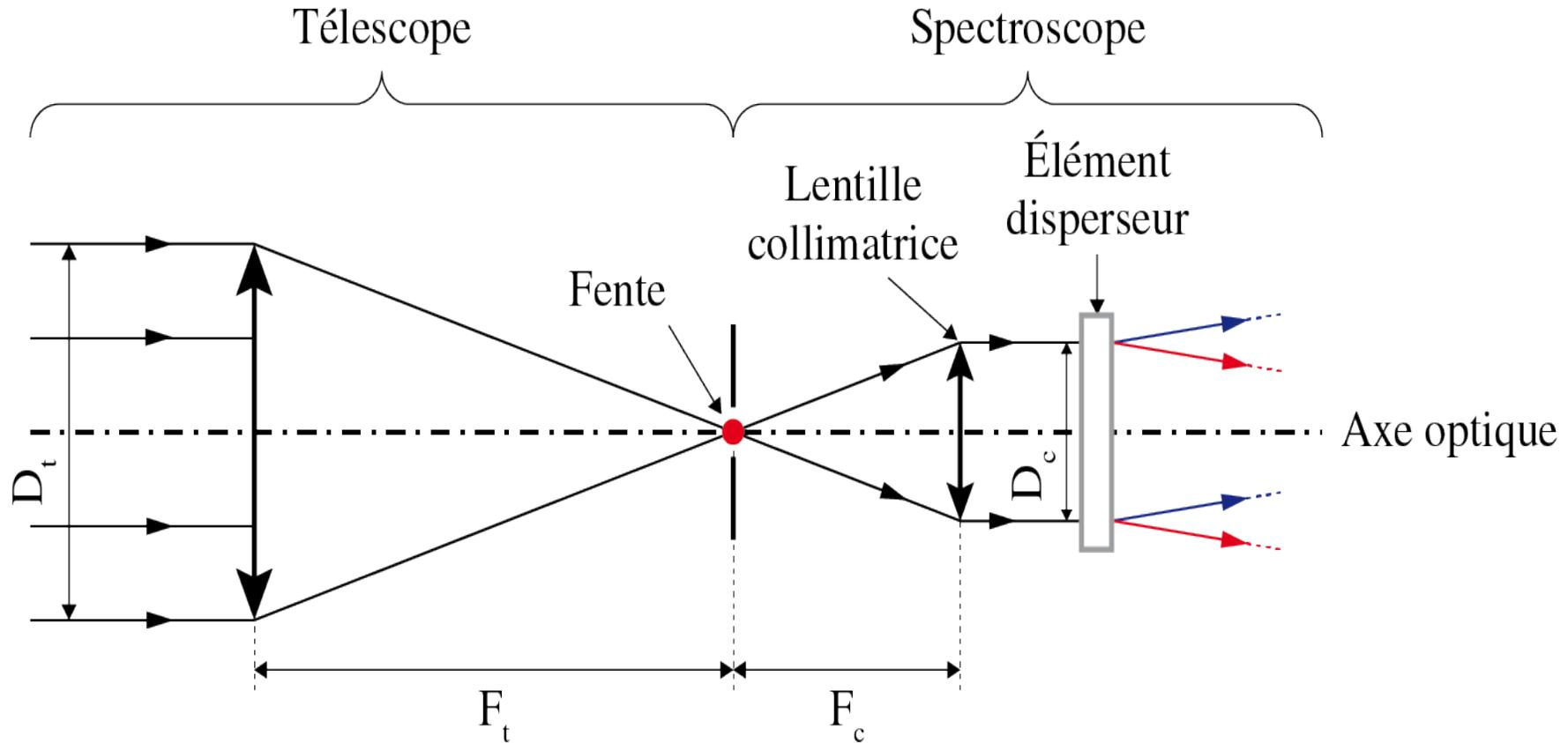


Une bonne observation  
à mettre un maximum d  
dans la fente



**Votre mission pendant l'observation :  
mettre un maximum de photons dans la fente**

# Ouverture (rapport $F/D$ )



# La réduction de données



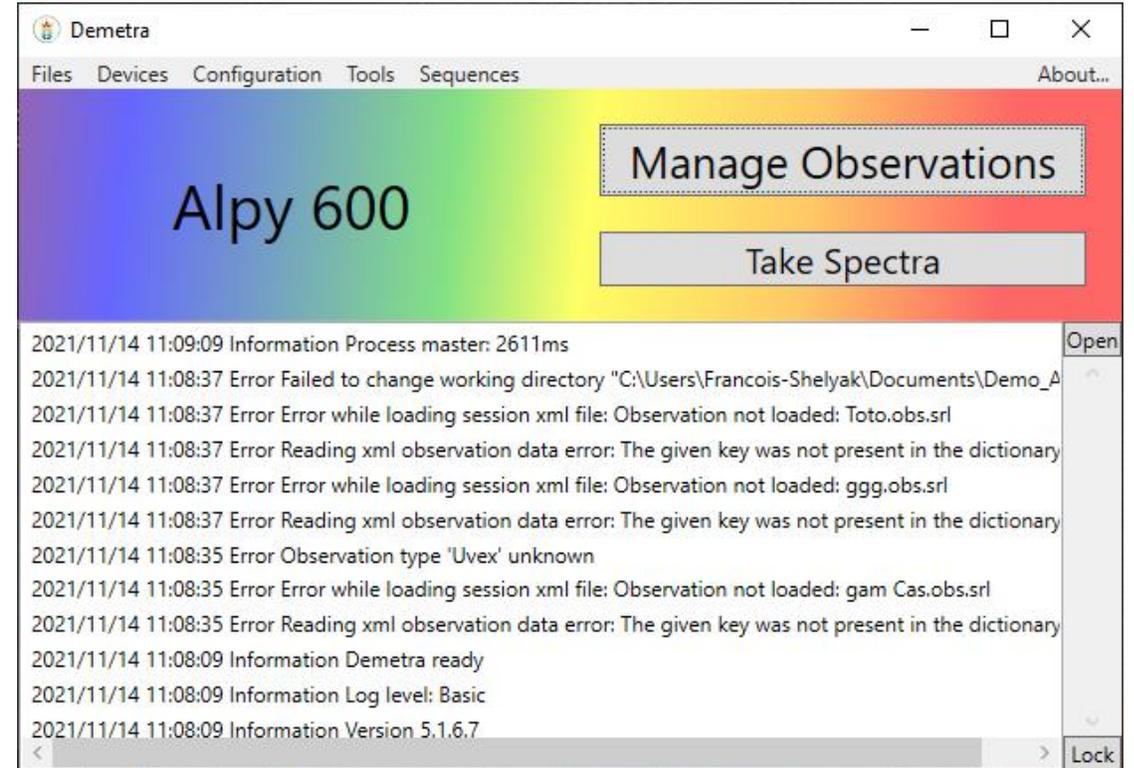
- Extraire l'information utile
- Corriger des effets instrumentaux
- Etalonner les données
- Convertir dans un format conventionnel
- Le **coeur du processus** d'observation
- ... *les images dont on a besoin*

# La réduction de données



# Demetra

- Un seul logiciel pour **acquisition** et **réduction de données**
  - Utilisation à proximité du télescope
- Gestion de la session d'observation
  - **Observation** = jeu d'images cohérent
  - **Session d'observation** = un répertoire
- Les infos utiles dès l'acquisition
- Gestion propres des données
  - **Code de couleur** : vert = je peux aller me coucher
  - **Cahier de coupole** intégré
- **Réduction en un clic...**  
...et contrôle complet laissé à l'observateur
- Uniquement des formats **standards**



# La réduction de données



## Plusieurs outils à notre disposition :

- Demetra
- ISIS
- SpecINTI
- Vspec
- Rspec
- Bass
- Python

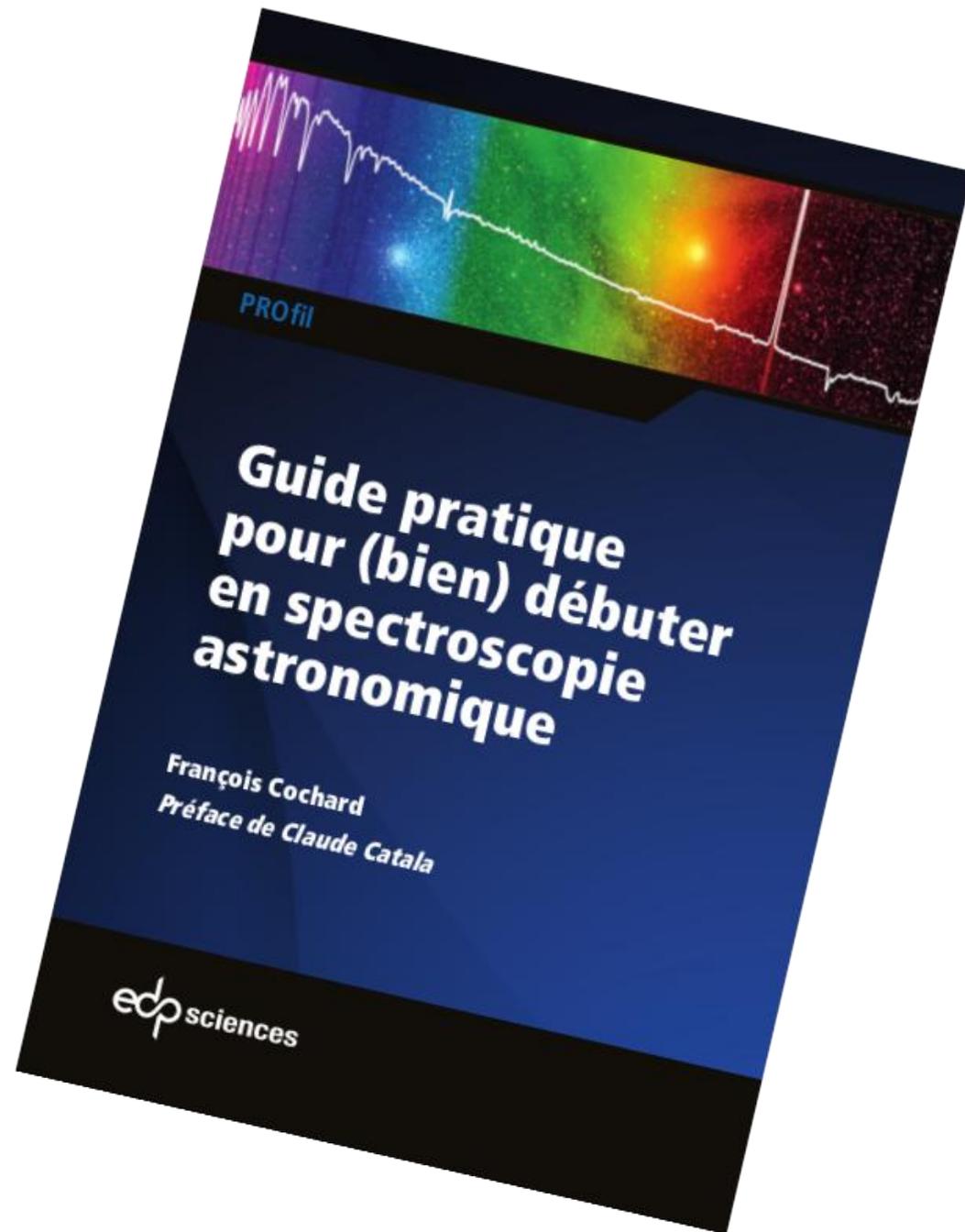
# Guide pratique

EDP Sciences  
250 pages couleurs  
39€ TTC

Préface de Claude Catala  
(ex)Président de l'Observatoire de Paris

Recommandé par :

- Ciel & Espace
- Astrosurf Magazine
- L'astronomie
- Astronomie Magazine
- Cahiers Clairaut



Shelyak

# A propos d'Open Source



L'Open Source est un modèle économique, basé sur le partage.

Le code est disponible : on ne dépend pas de quelques personnes

L'importance  
de citer ses  
sources

*Chacun est rémunéré  
pour le travail produit*

... et en spectro, ça change tout !



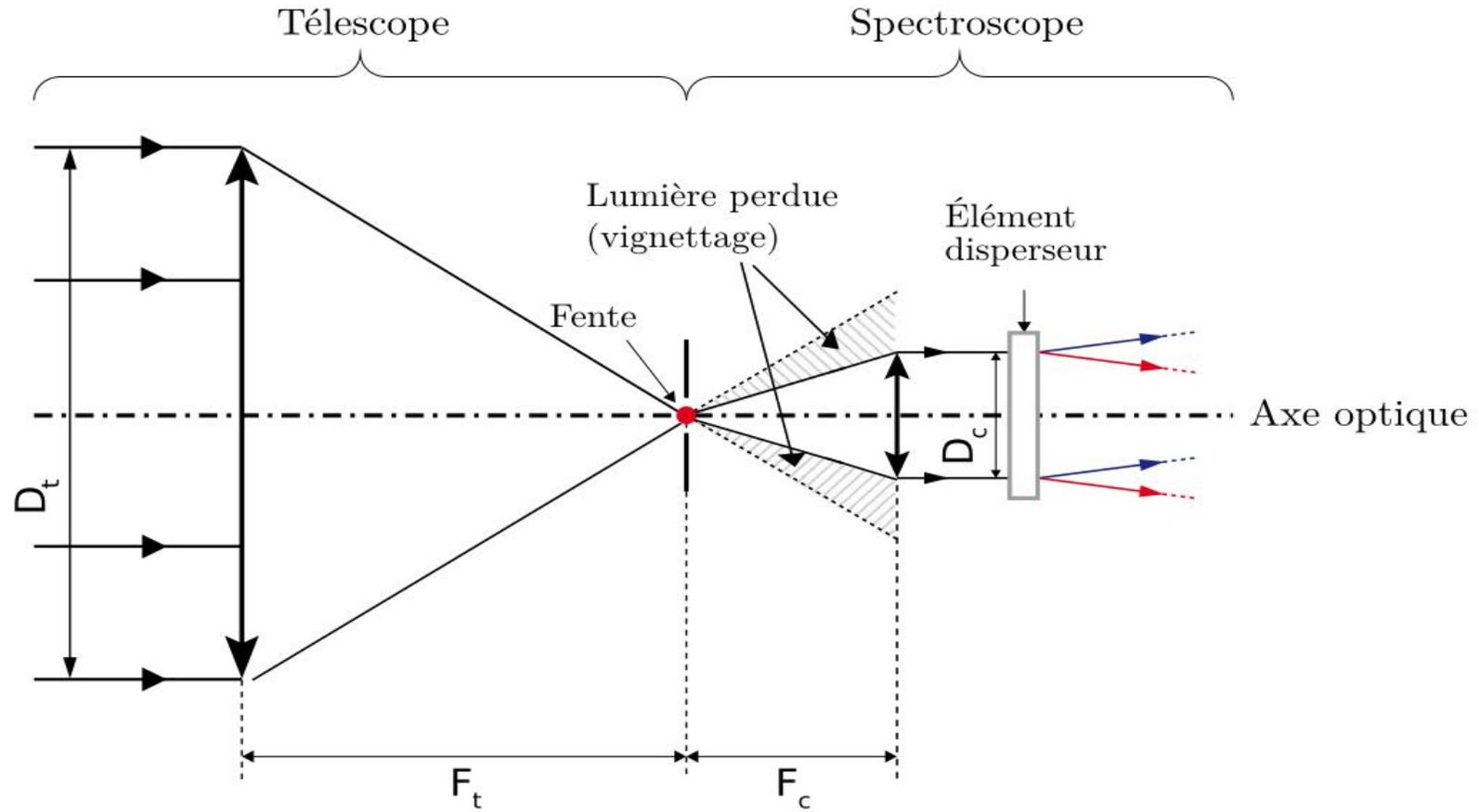
Merci !

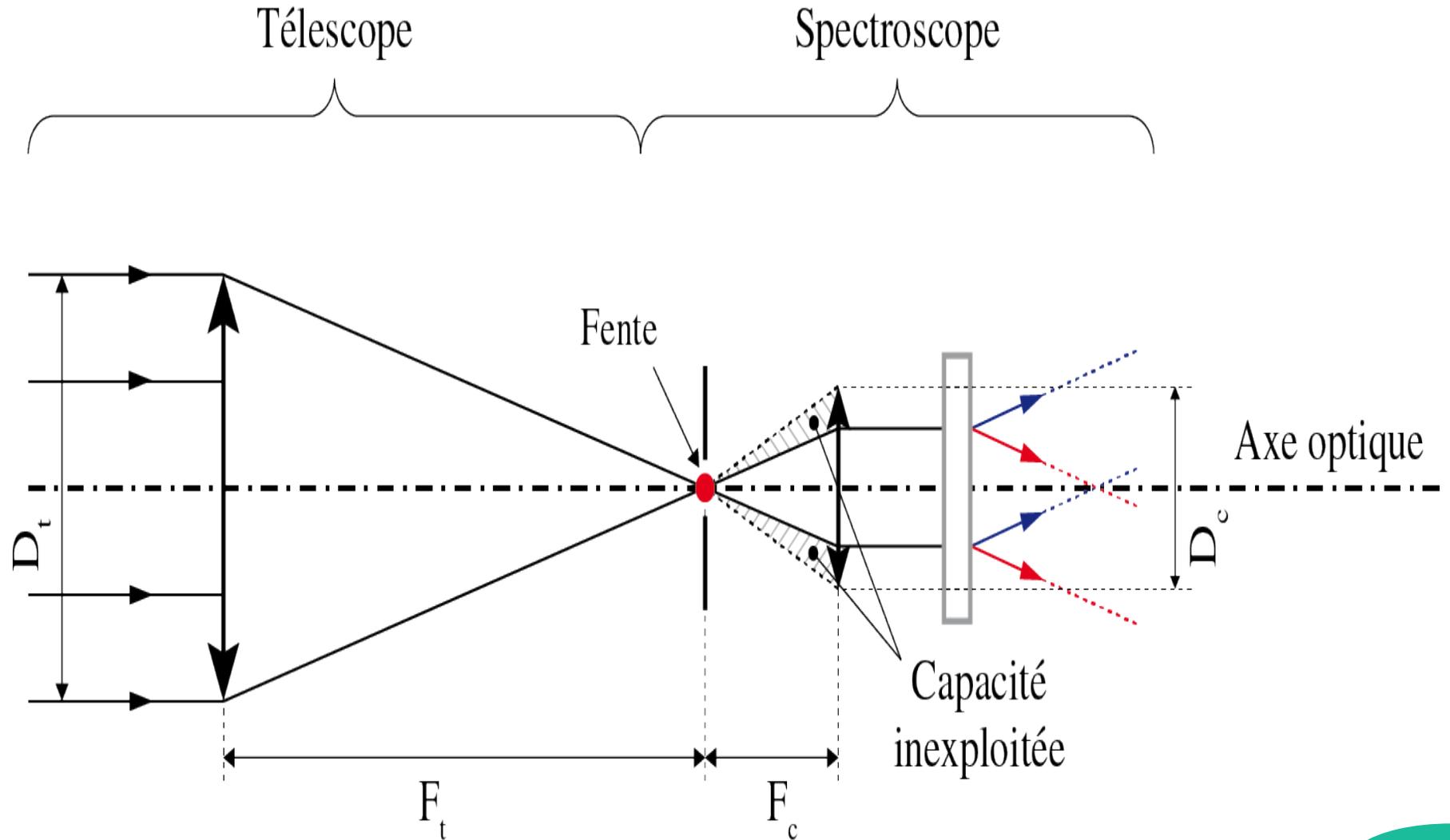
RCE, Paris, 10 novembre 2024  
francois.cochard@shelyak.com  
www.shelyak.com



# Backup slides

RCE, Paris, 10 novembre 2024  
francois.cochard@shelyak.com  
www.shelyak.com

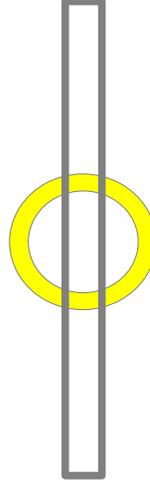






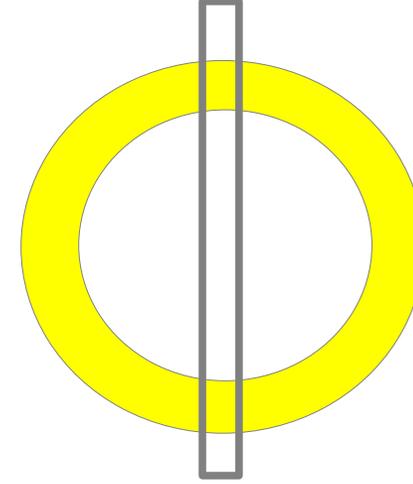
T200mm  
F/10

F = 2 m



T600mm  
F/10

F = 6 m



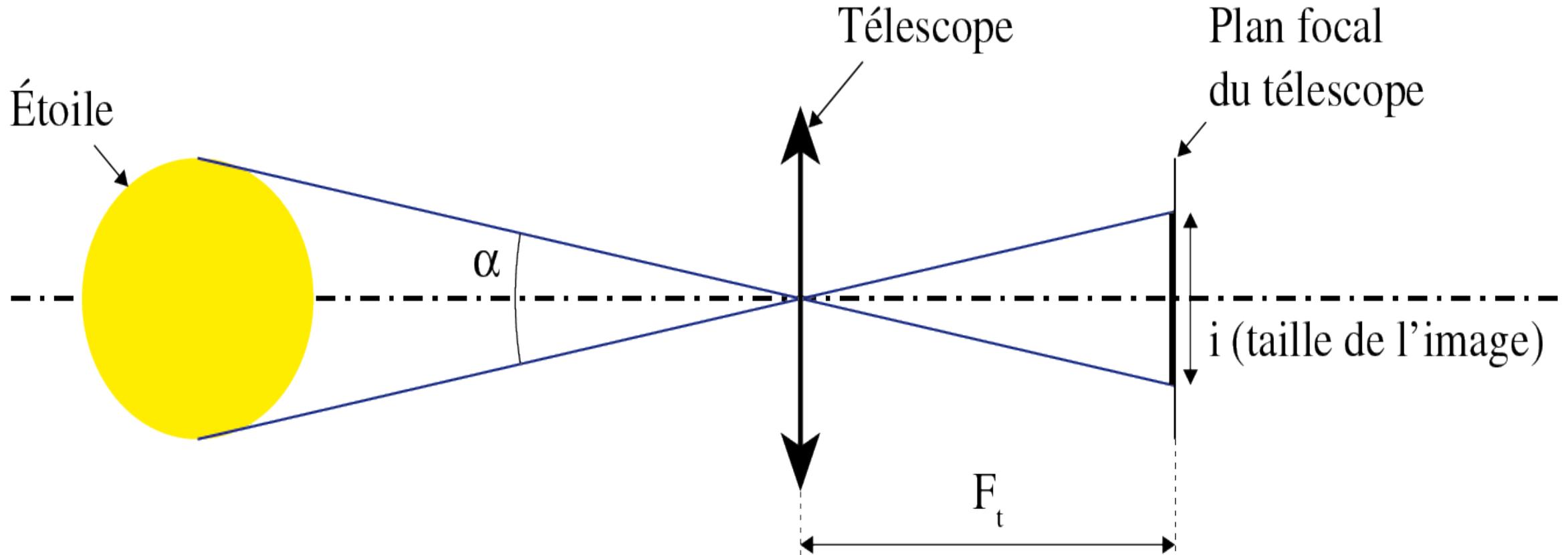
T2000mm  
F/10

F = 20 m

**Slit  $\sim 20\mu\text{m}$**

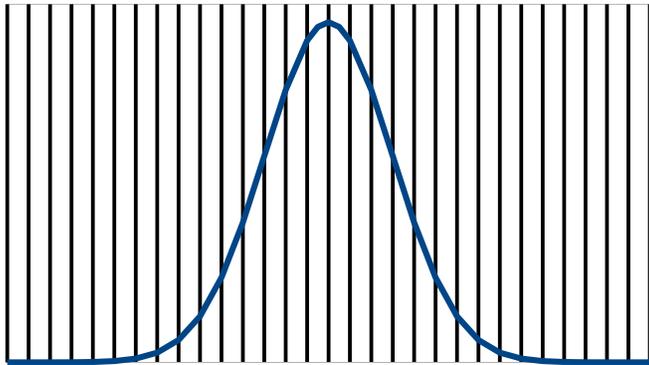
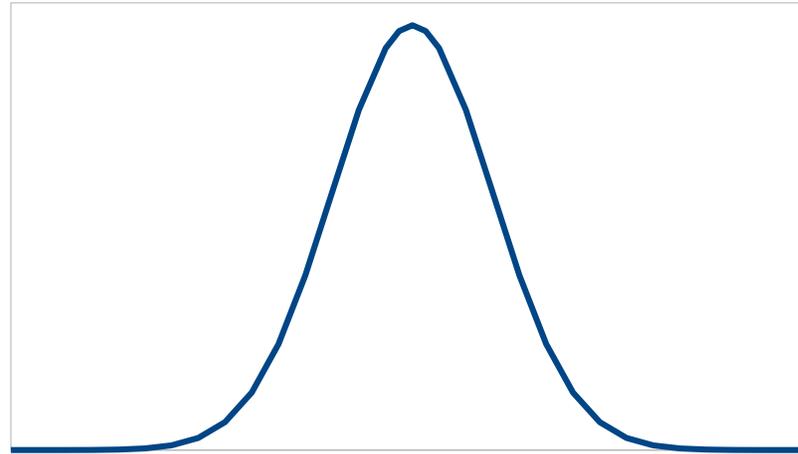
 Good seeing ( $\sim 1,5$  arcsec)

 Poor seeing ( $\sim 4$  arcsec)

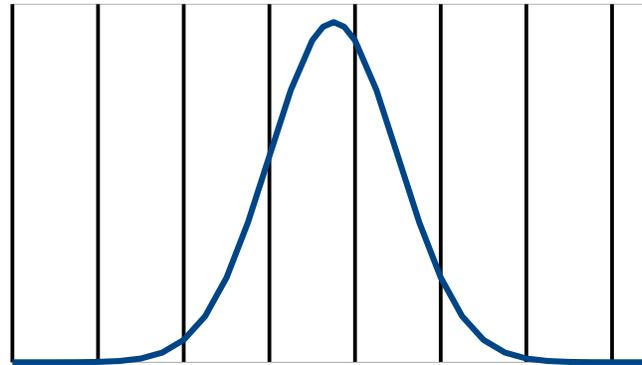


## Optimal:

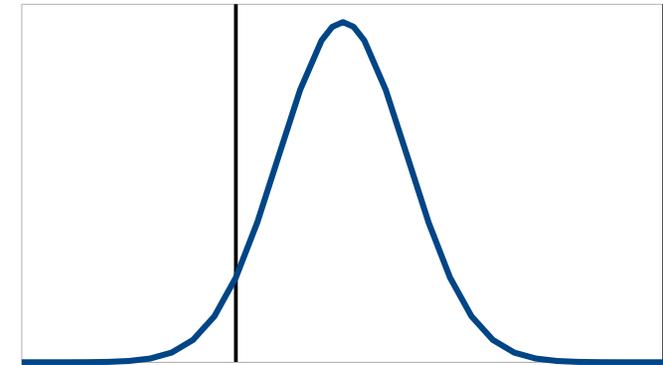
- Smallest details = 3-5 pixels



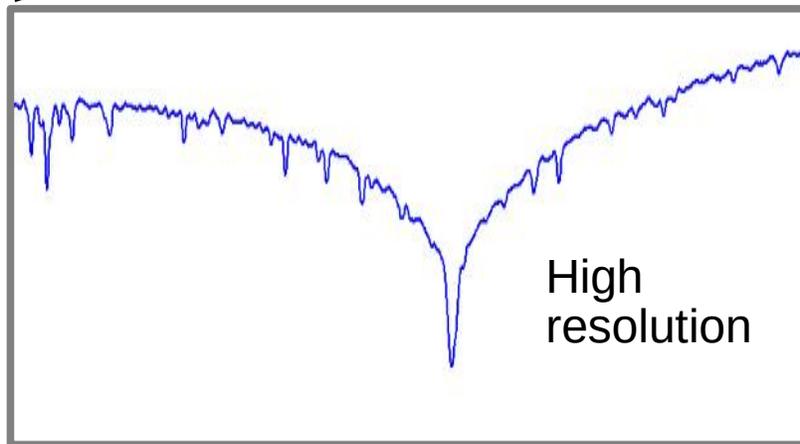
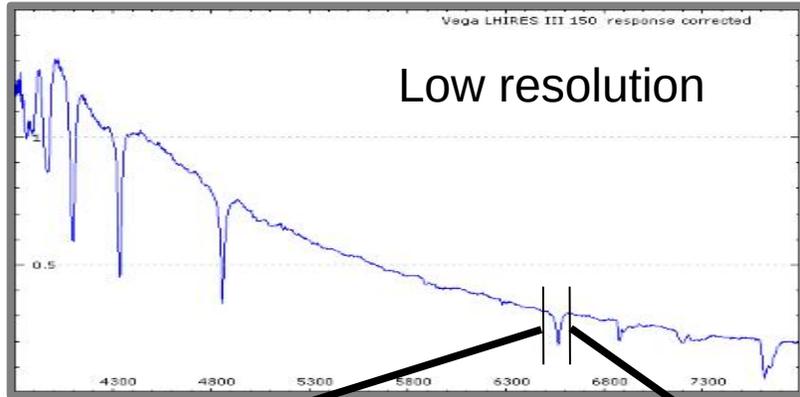
Over-sampling



Correct sampling



Sub-sampling



The **resolution** is the ability to see details

The **dispersion** is the spectrum extension in nm/mm

