



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)

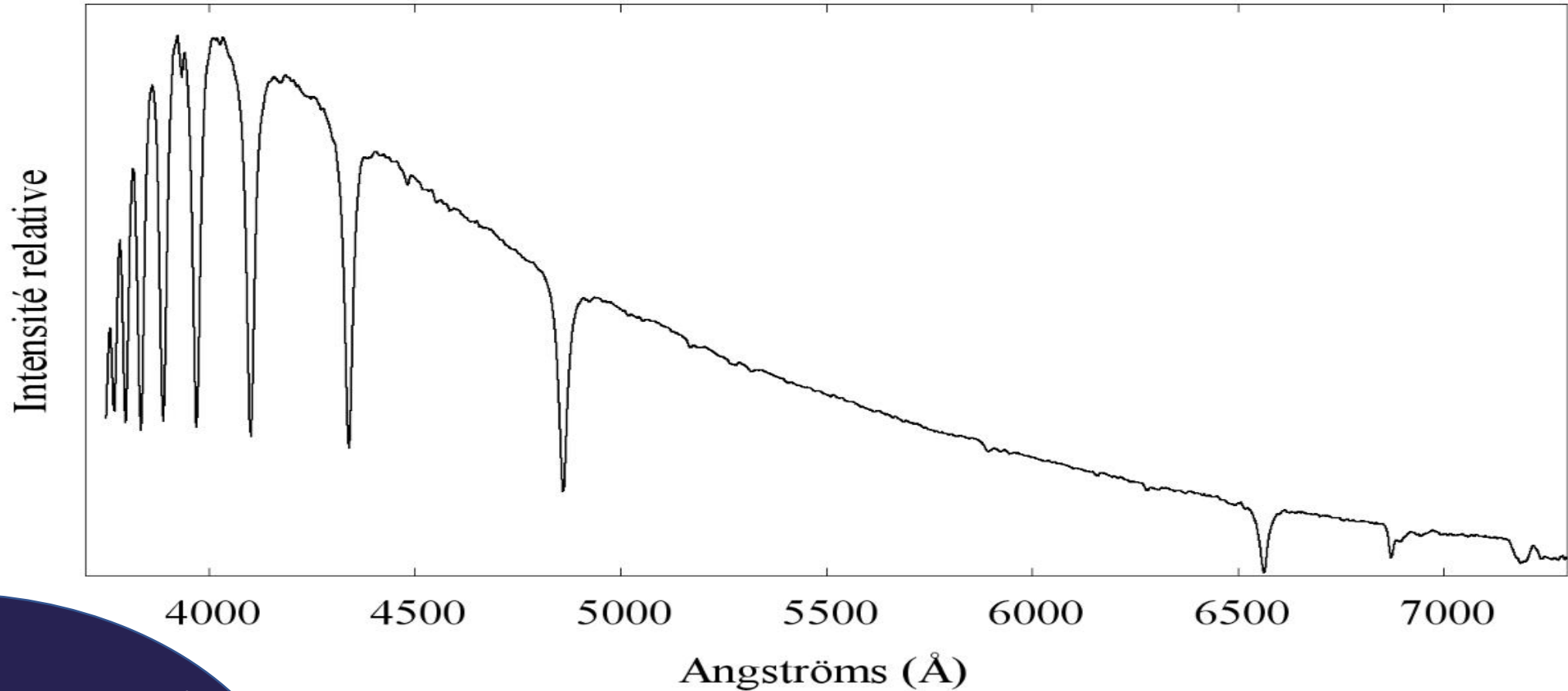


Shelyak

Vega



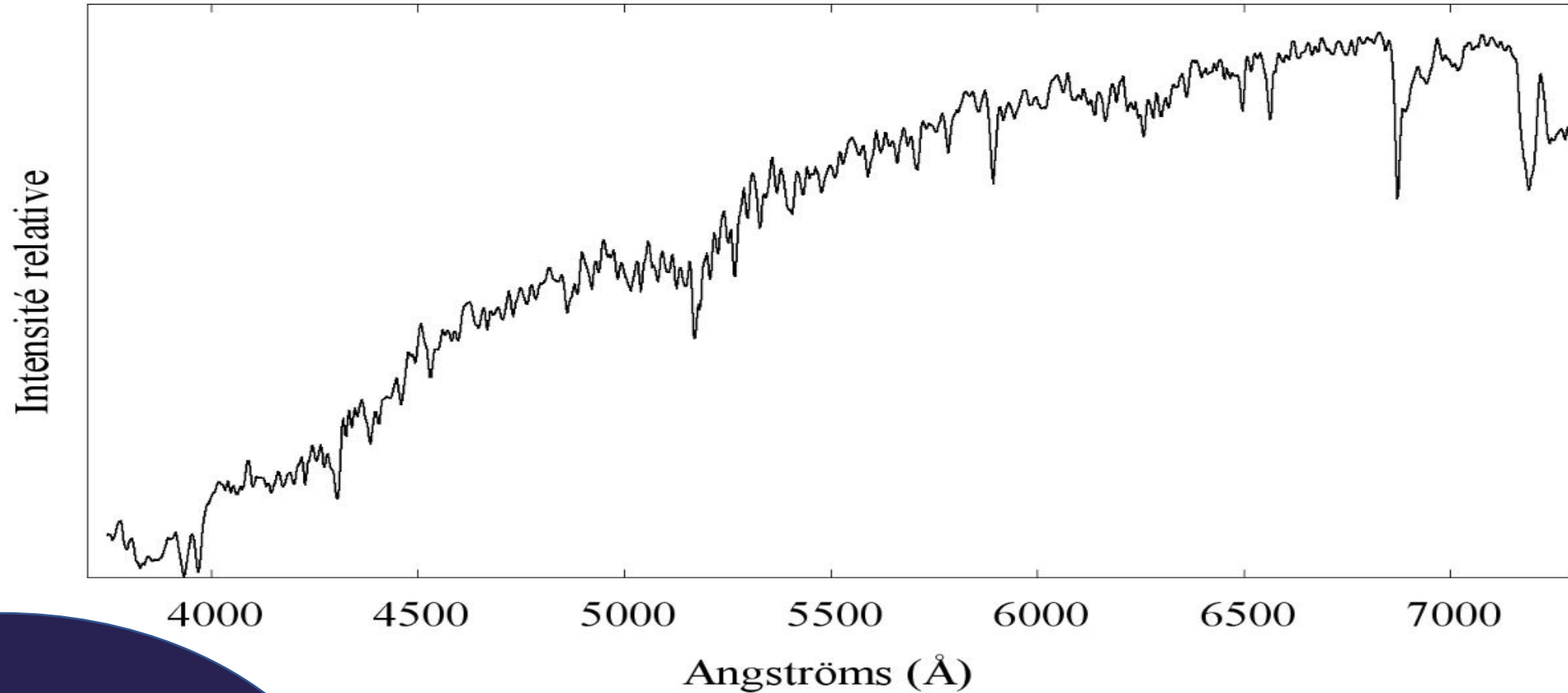
Vega - 20/08/2015 22:00 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



Arcturus



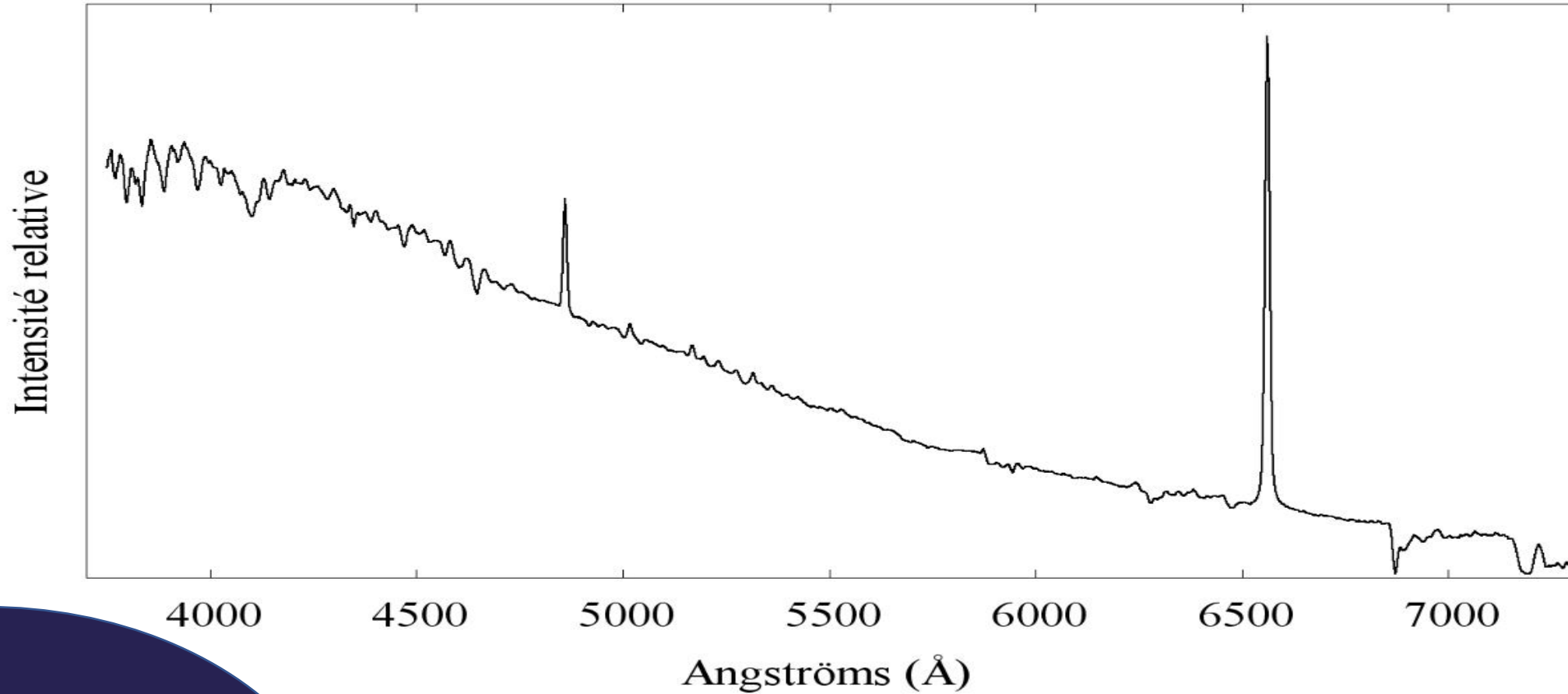
Arcturus - 20/08/2015 21:33 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



gam Cas



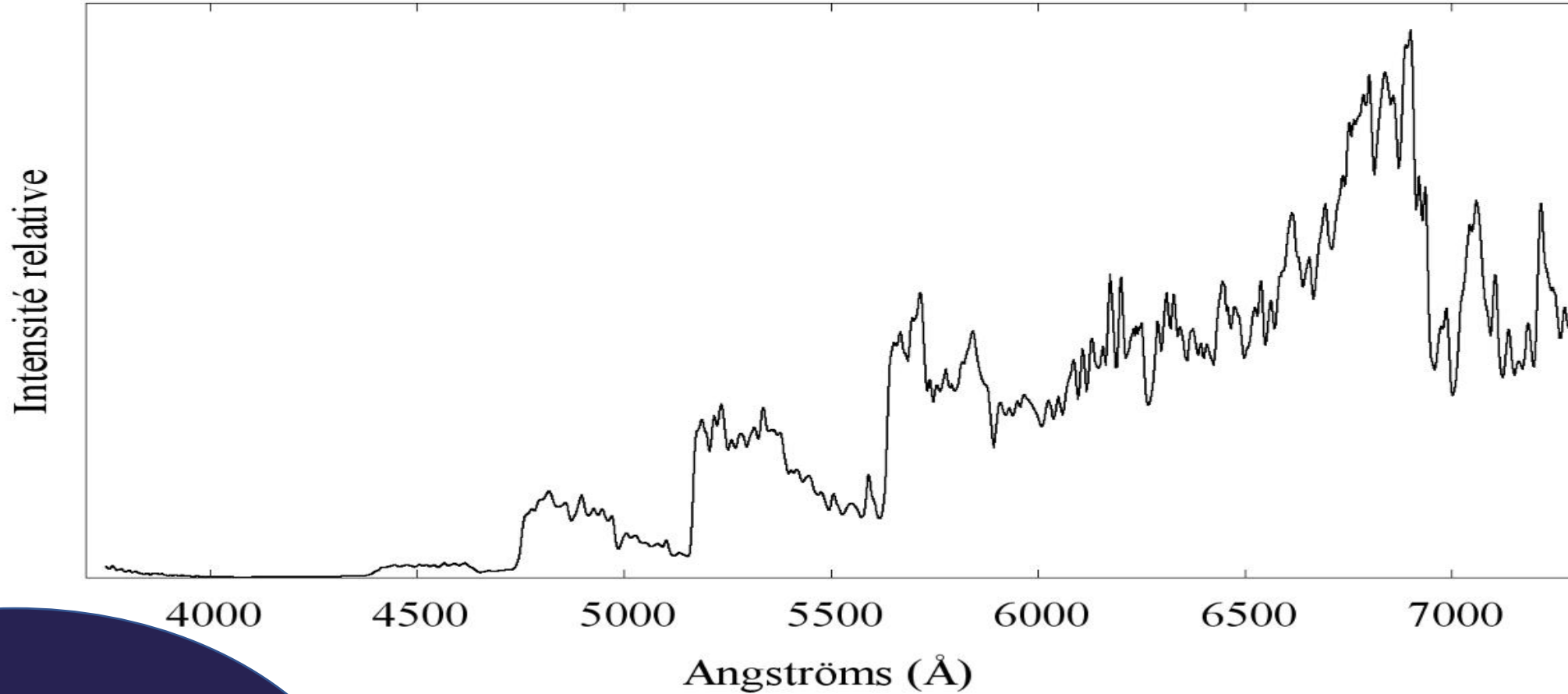
gam Cas - 20/08/2015 22:08 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 9 x 5 s



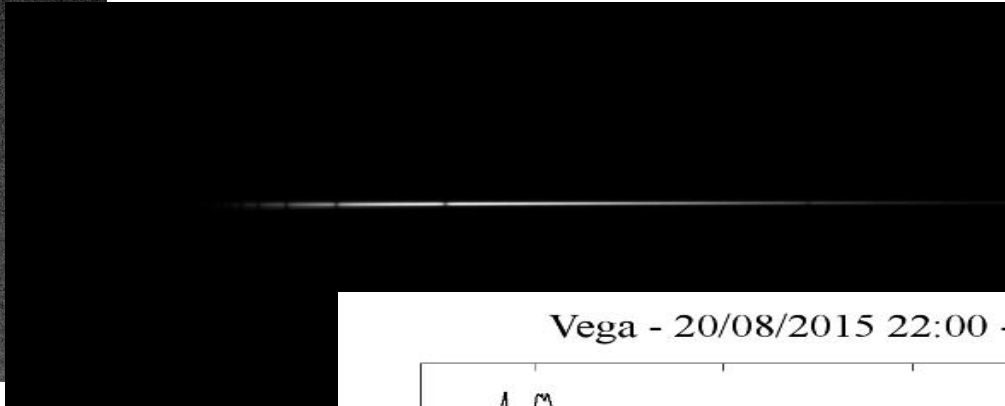
Y Cvn



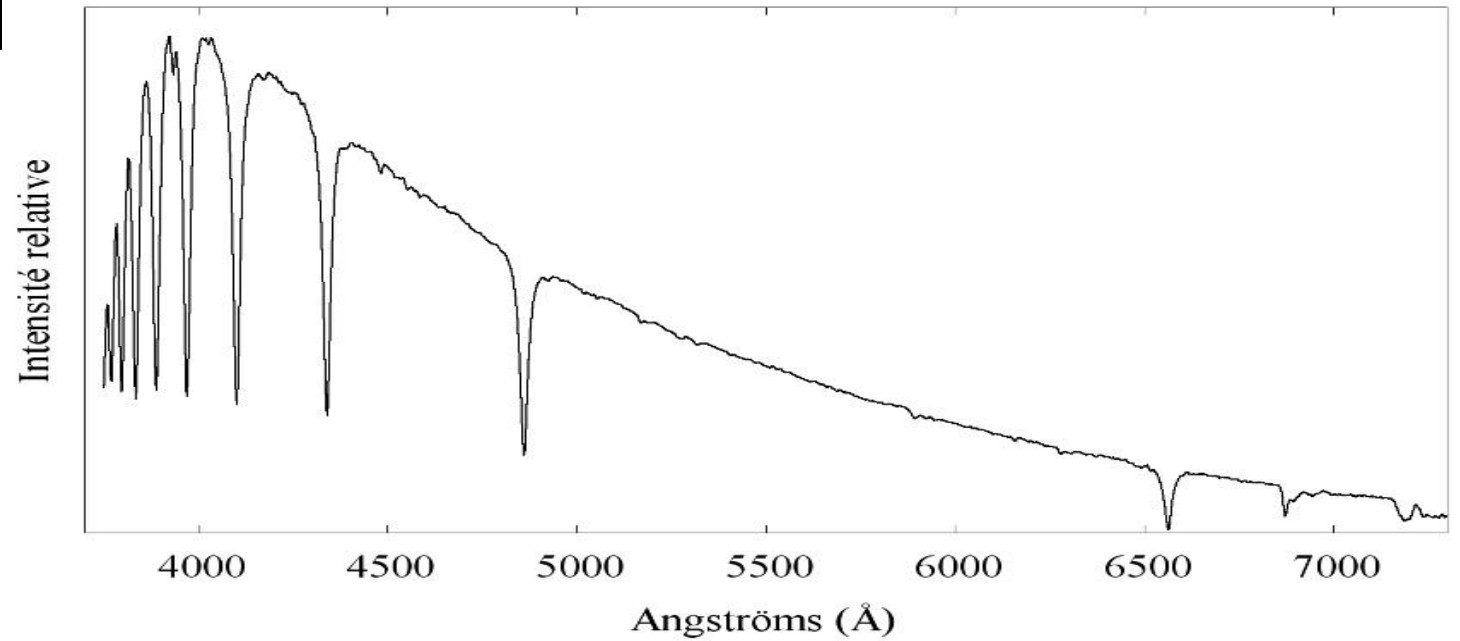
Y Cvn - 20/08/2015 21:47 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 60 s



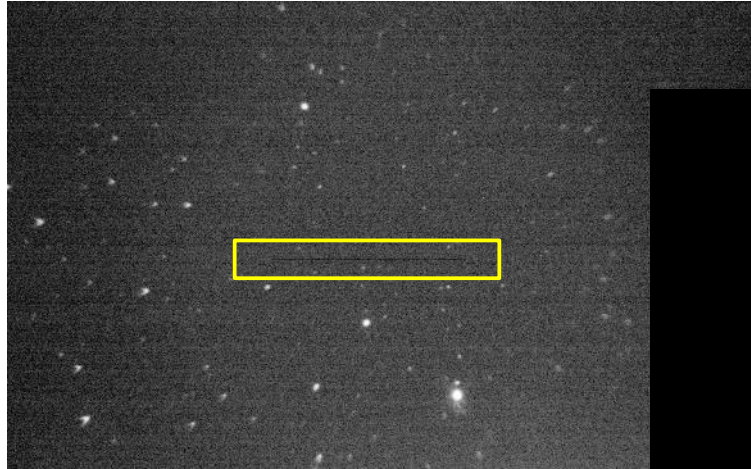
Processus



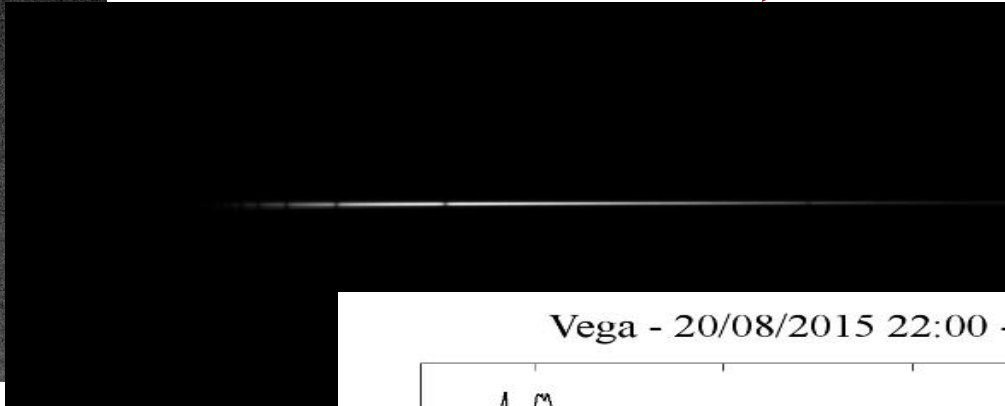
Vega - 20/08/2015 22:00 - C8-Alpy600#094-Atik314 - 7 x 1 s



Processus

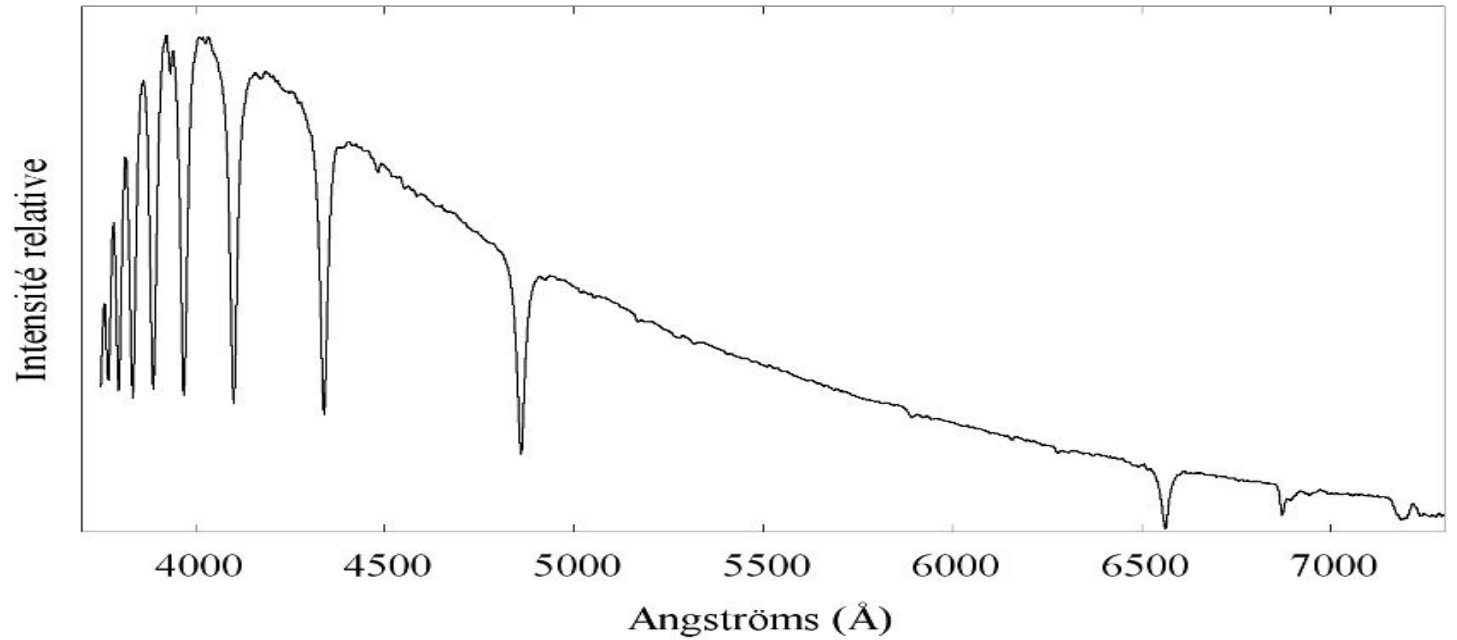


Lunette + ASlair
+ guidage



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. 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:

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

On the right, there is a 'GoTo' panel with a search box containing 'M42' and a 'GoTo' button. Below it are fields for RA (05h 36m 20s) and DEC (-05° 22' 42"). Further down are directional arrow buttons and a 'Speed' slider set to 1X. To the right of the main view, there are buttons for 'Preview', 'BIN1', and 'EXP 2s'. At the bottom, there is an 'Auto' button, a 'Reset' button, and a histogram showing a peak at 32768. The bottom status bar displays: 4656x3520 Gain: 139 Temp: -17.5°C Cooler: 100%. On the right, there is an 'Information' panel with a magnifying glass icon and a table:

Information	
Max	65504
Min	3456
Avg	4901
Std	1355

At the bottom right, there is a 'Idle' status indicator and a download icon.

Shelyak

Résolution astrométrique

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



Une autre configuration (de rêve)

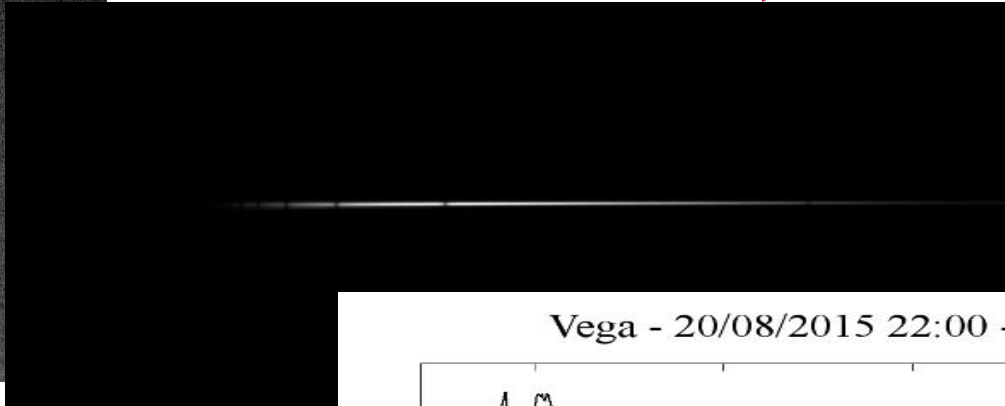
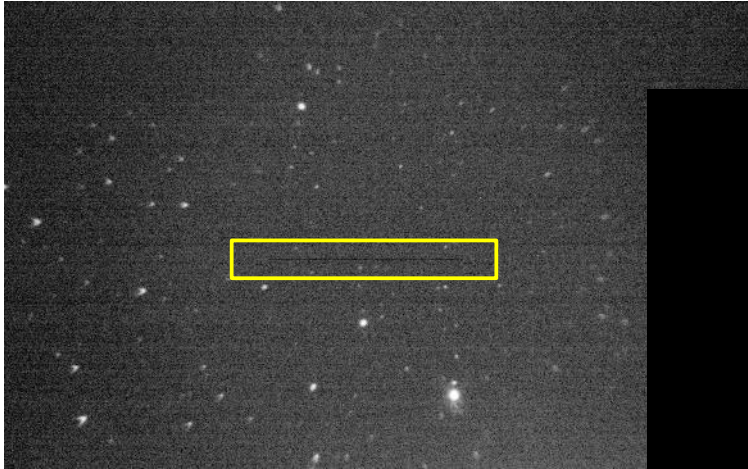


CONFIGURATION

- 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)

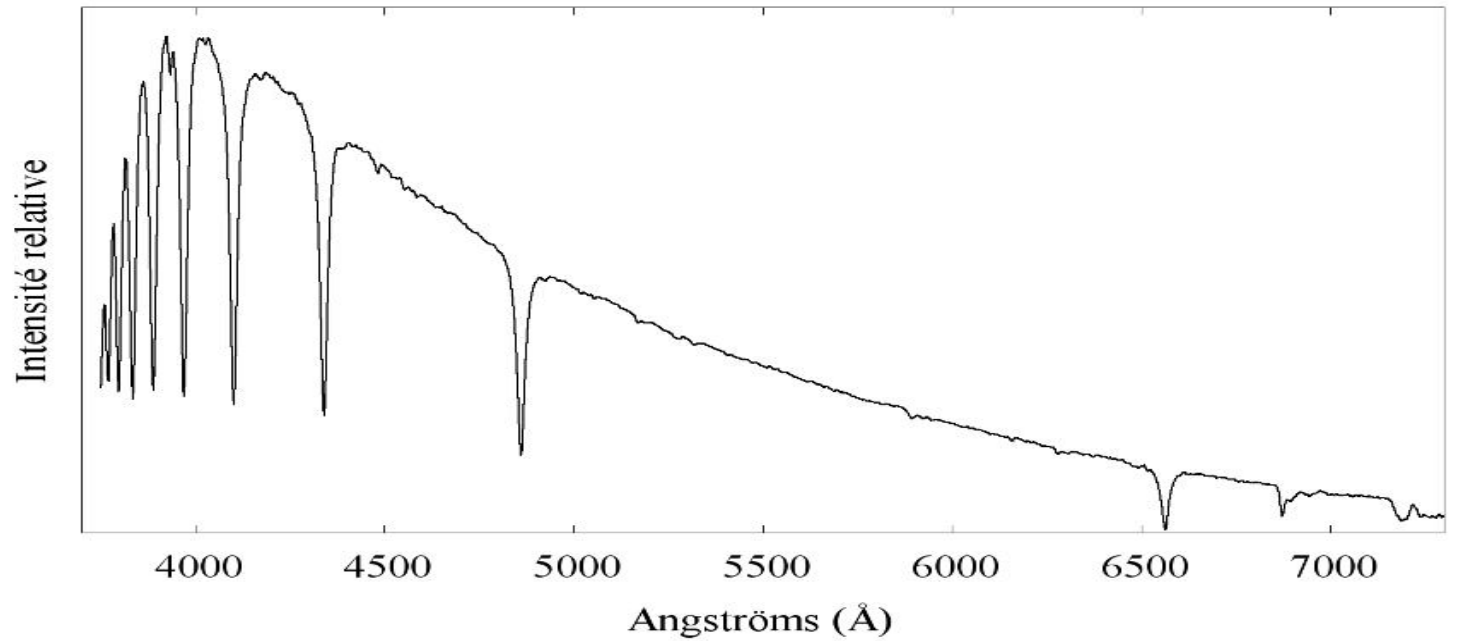
Processus



Alpy + Demetra

Lunette + ASlair
+ guidage

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

Vega_0s_20150820_220016-3.fit

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

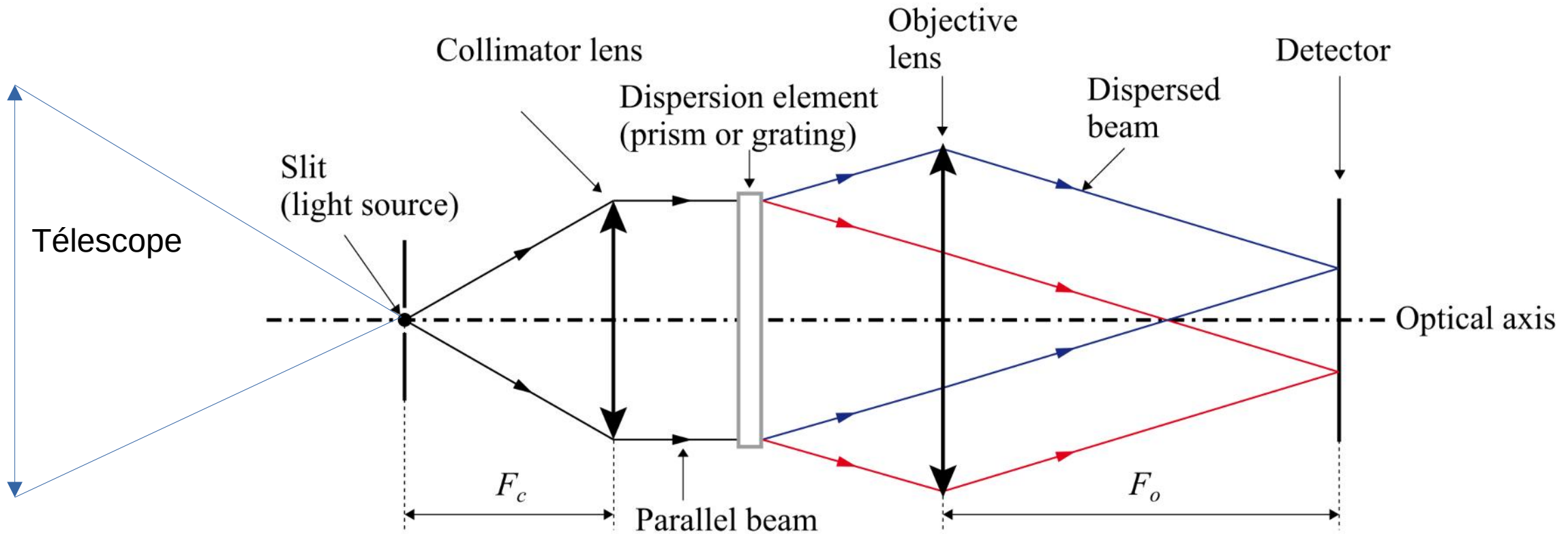
Save...

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

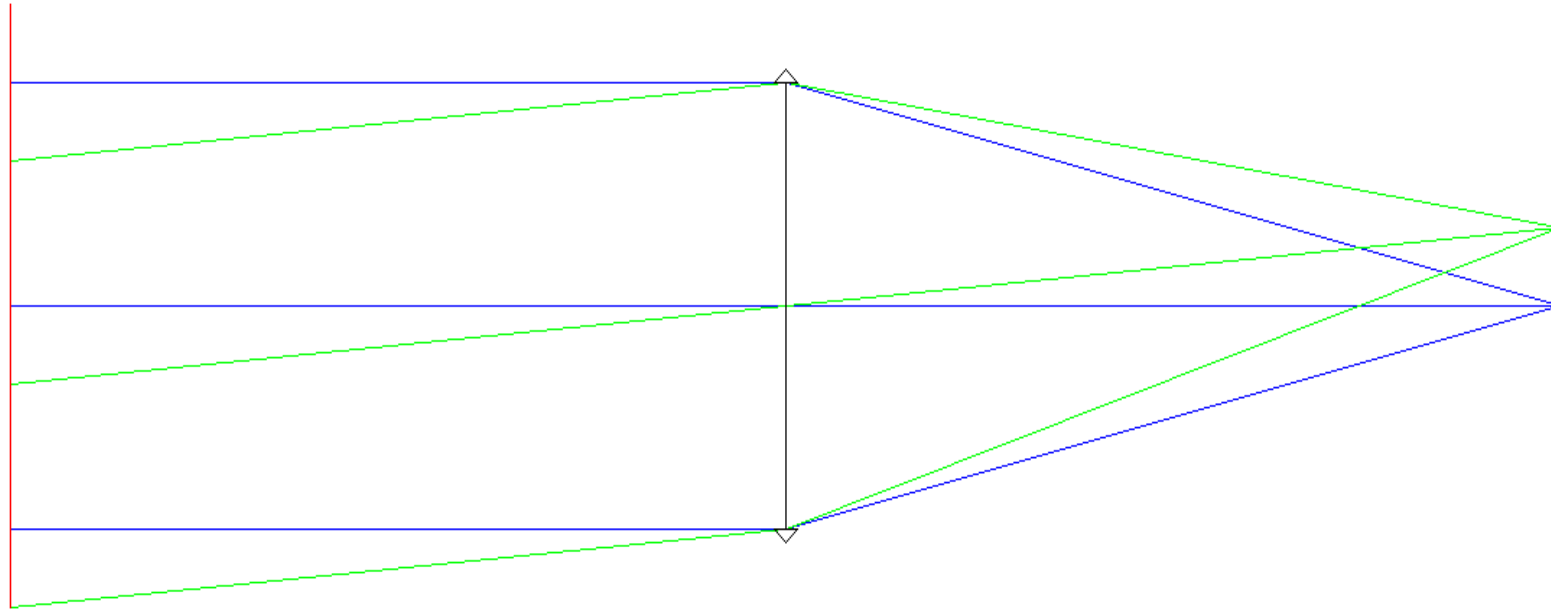
Fit & Auto | Fit | x1 | <-> | Auto | 0 | 0

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

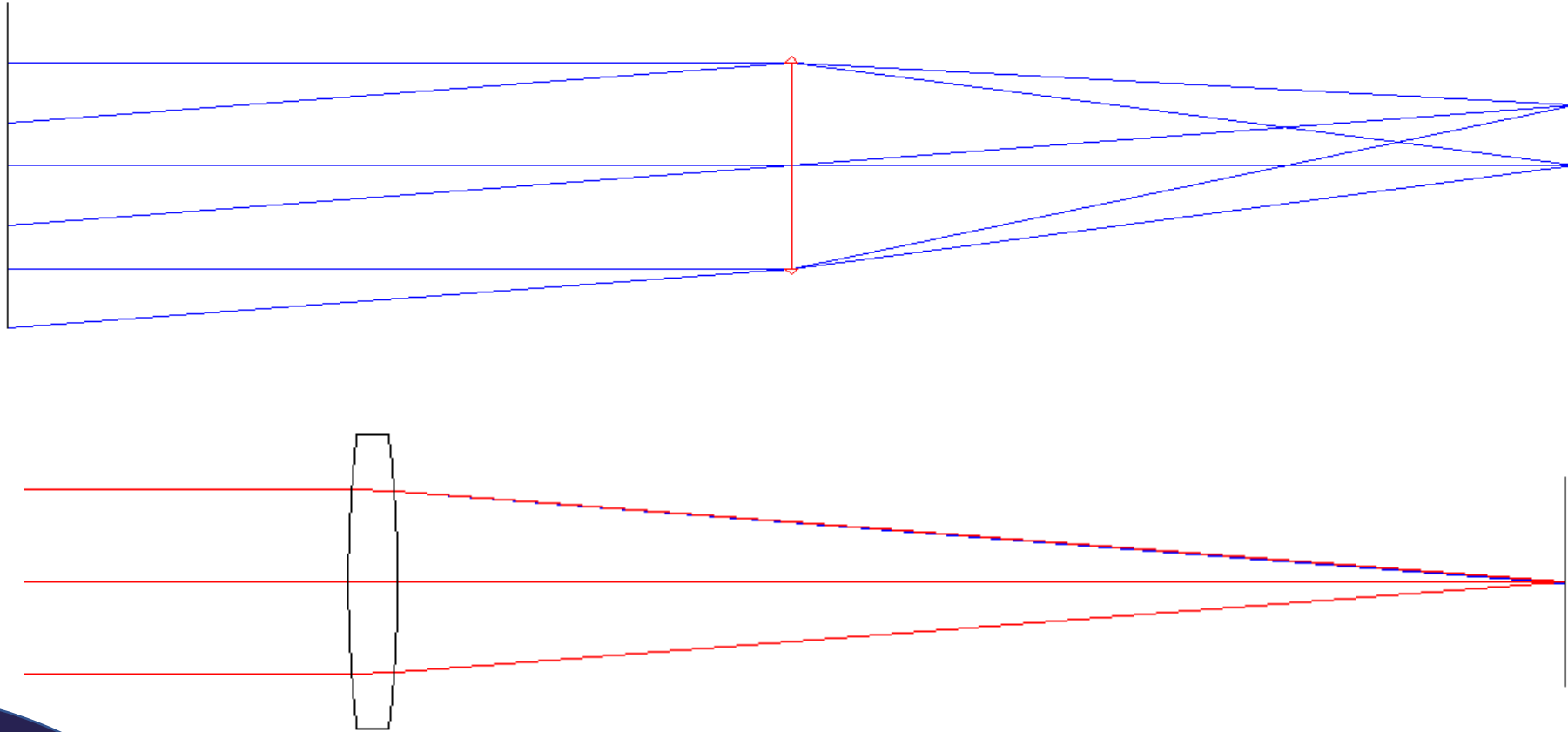
Architecture optique



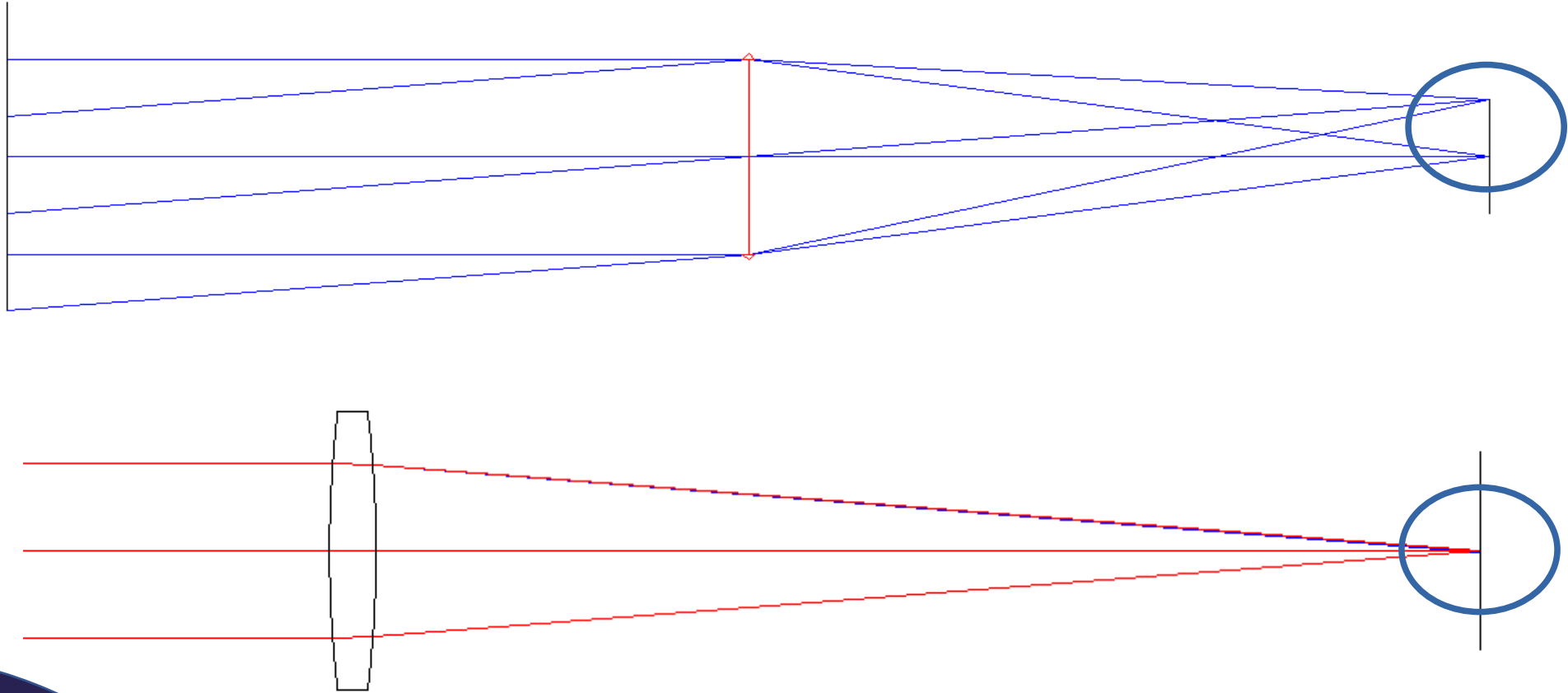
Optique géométrique



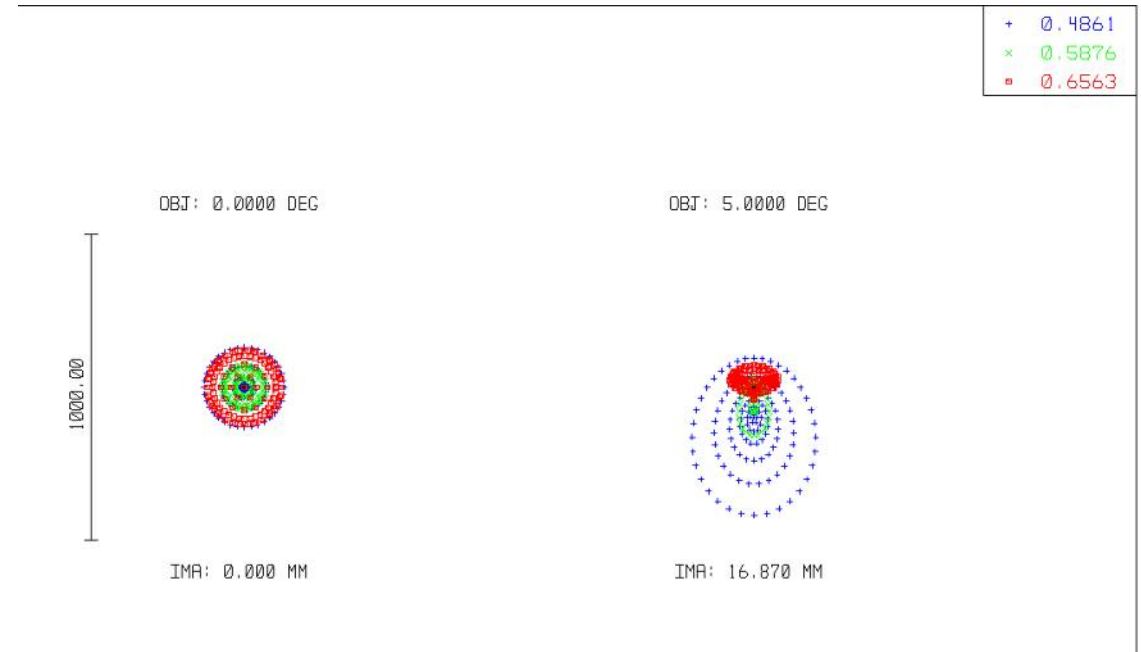
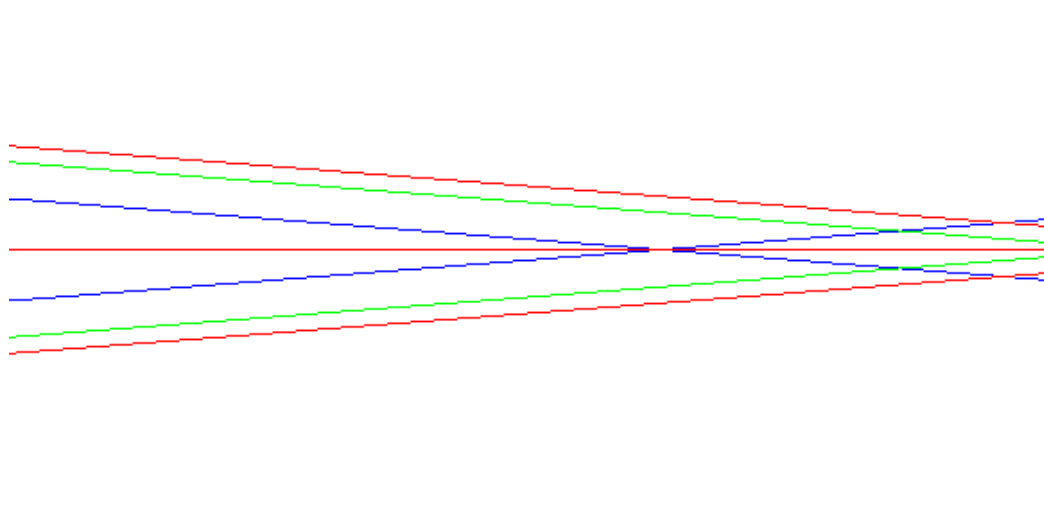
Chromatisme



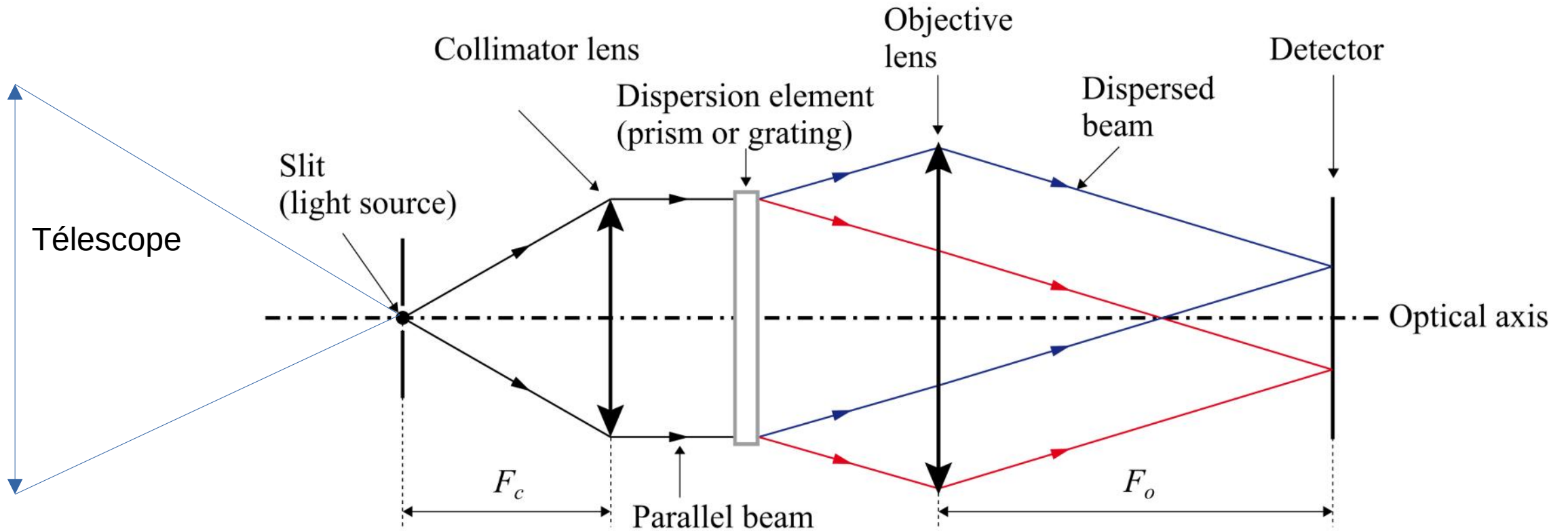
Chromatisme



En regardant de plus près

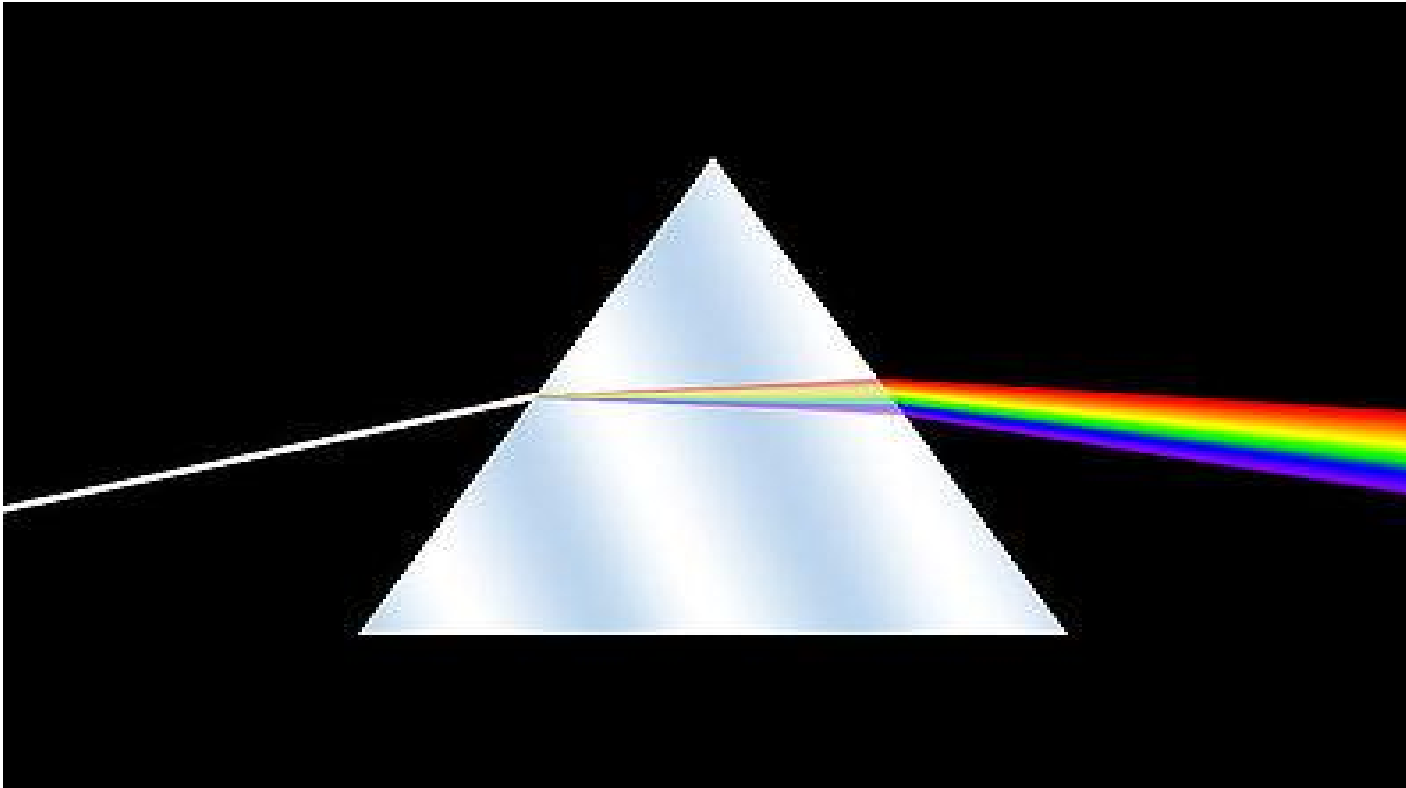


Architecture



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

Prisme



Réfraction

Dispersion non linéaire

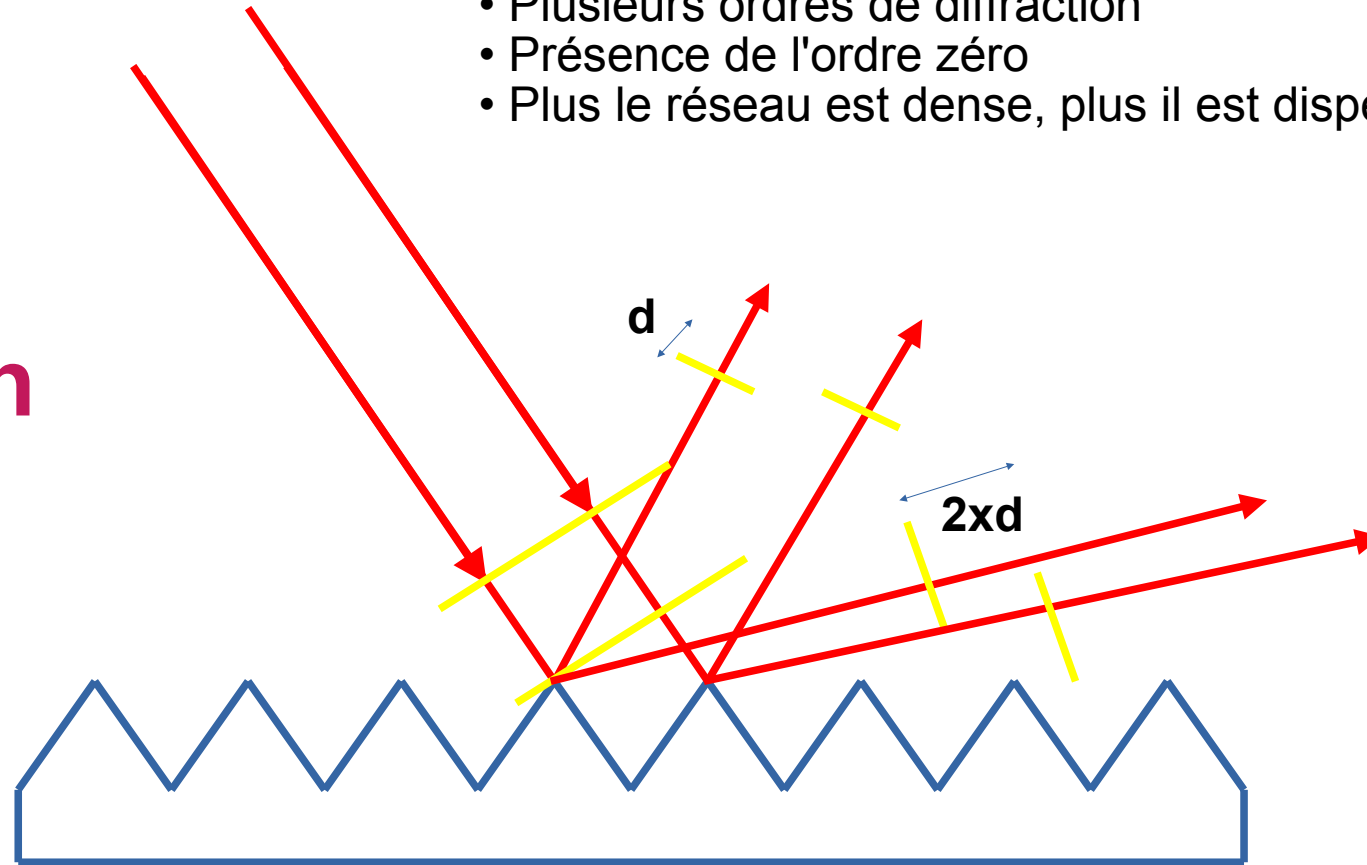
Tout le flux dans le spectre



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

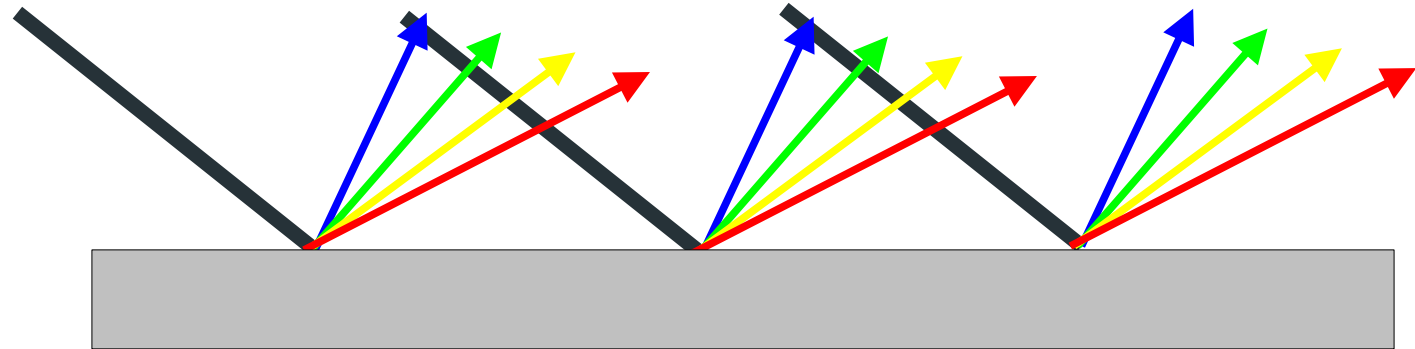
Diffraction



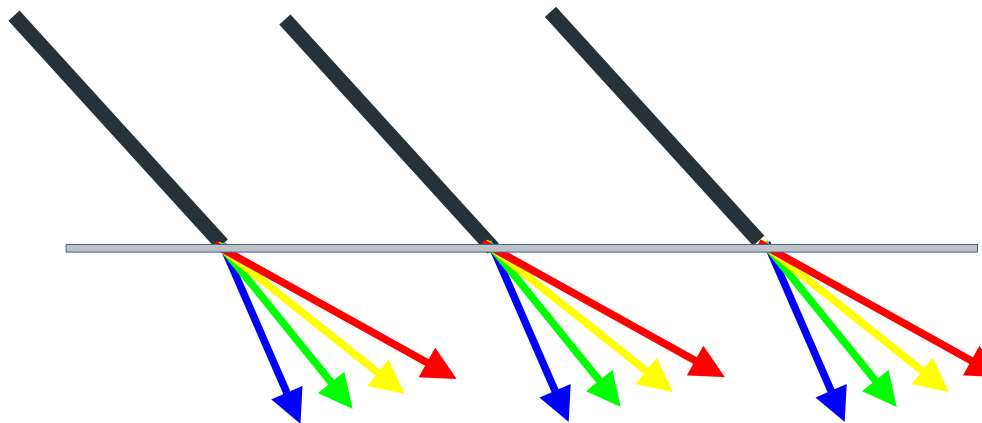
Réseau de diffraction



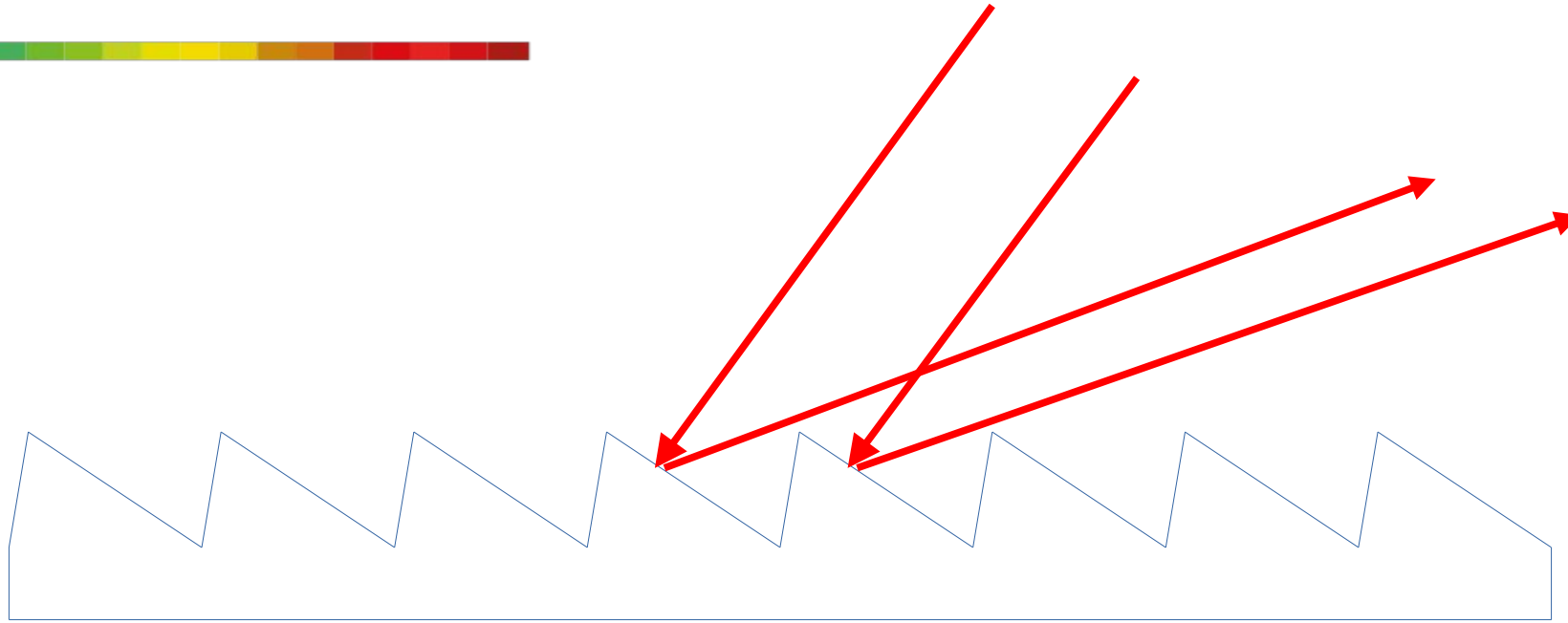
Réflexion



Transmission



Réseau de diffraction



Haute et Basse résolutions

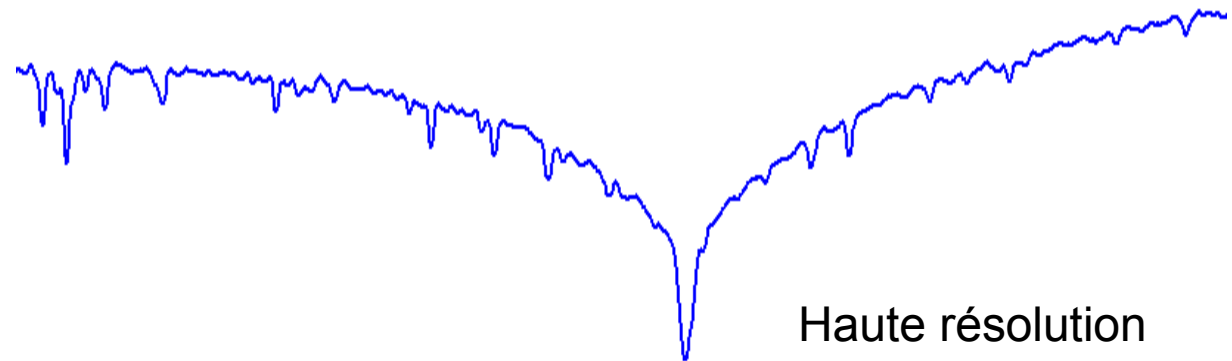
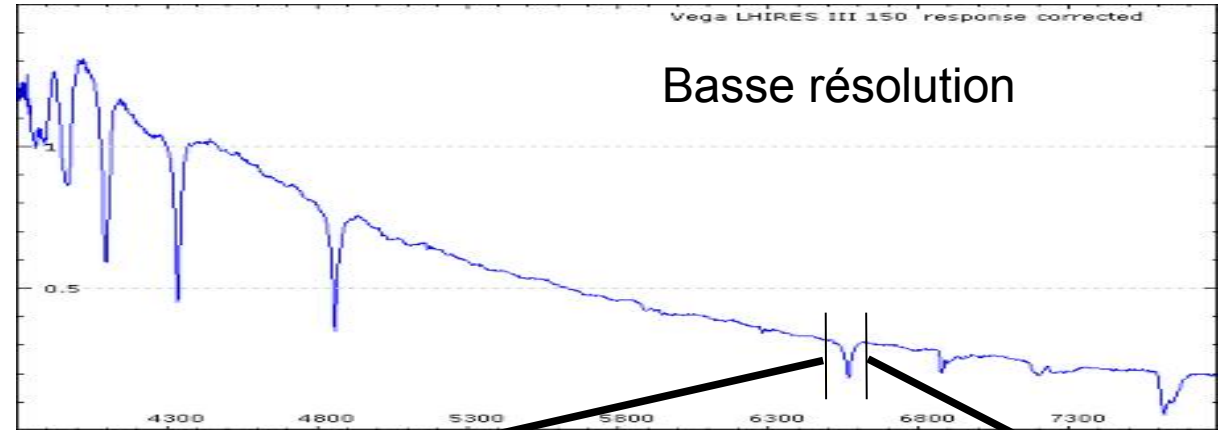


Haute résolution :

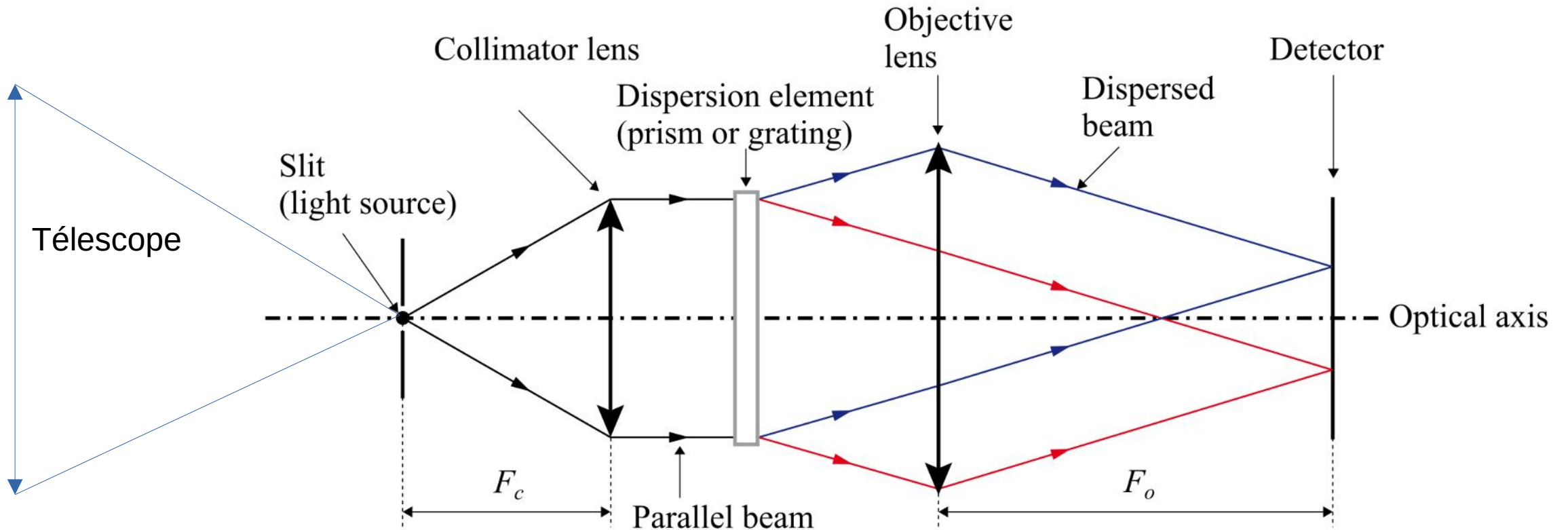
- Détails dans une raie particulière
- Mouvements Doppler
- Télescopes peu ouverts (F/8 - F/10)

Basse résolution :

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



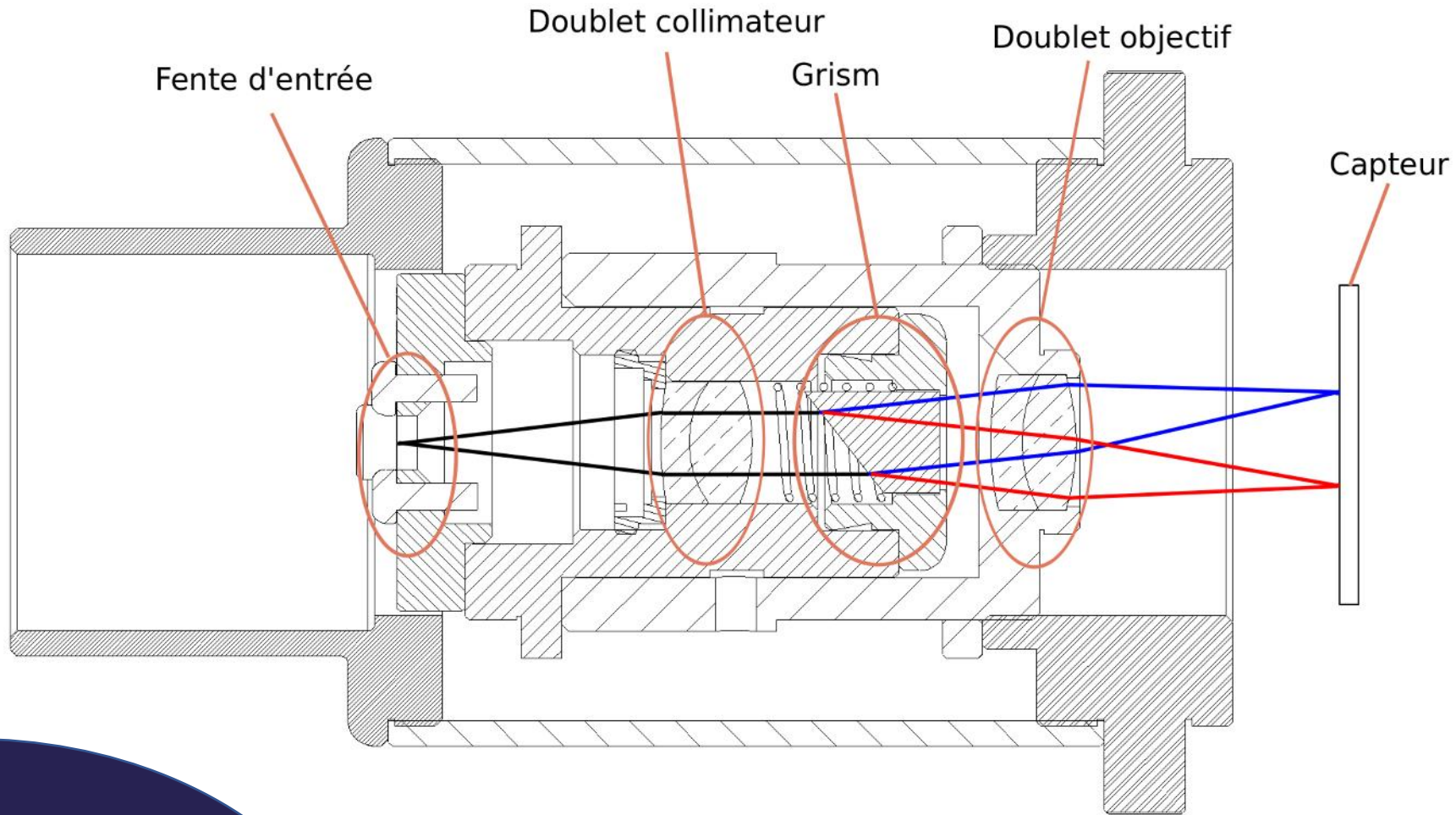
Architecture



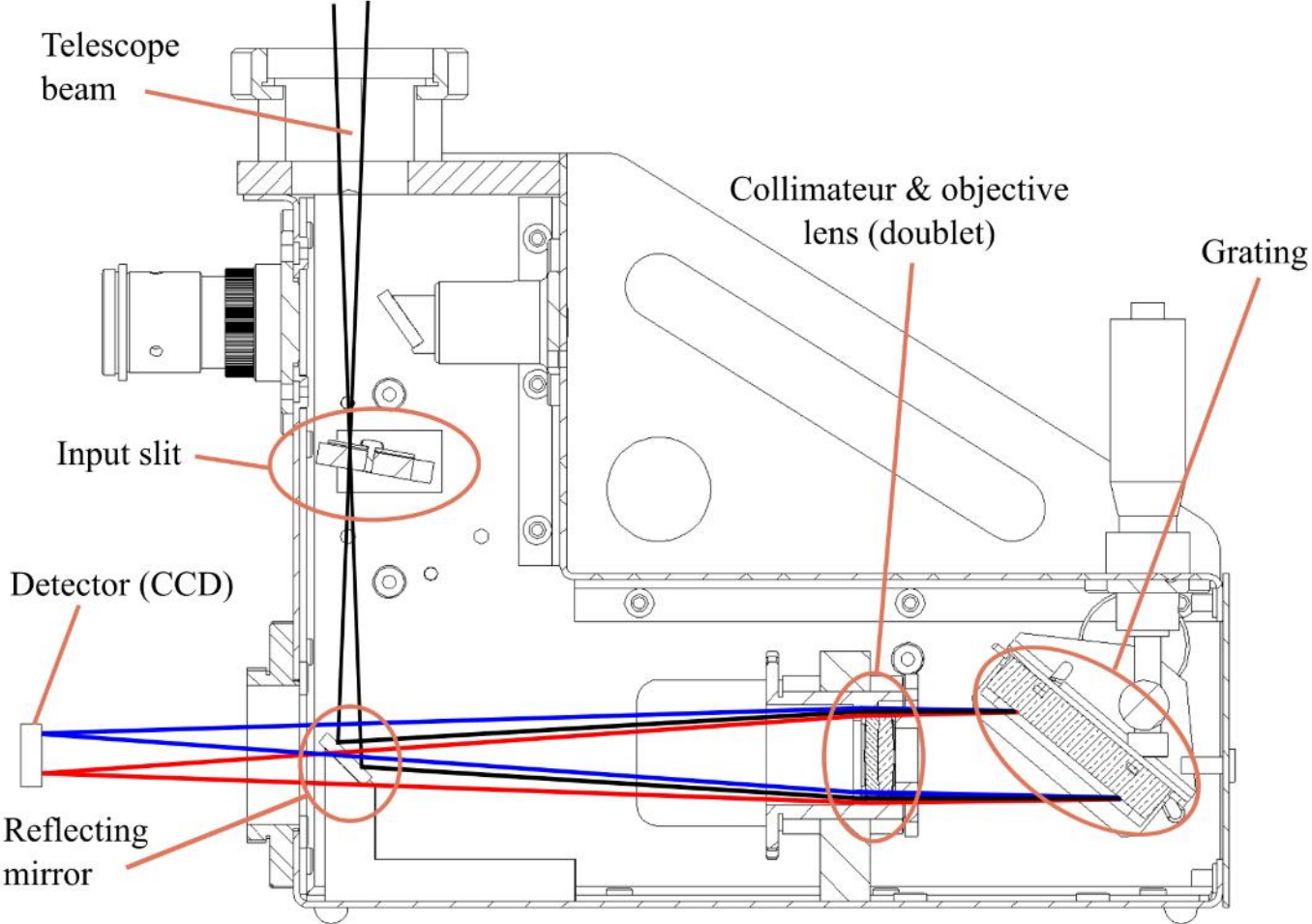
La résolution du spectro dépend de l'angle sous lequel la lentille collimatrice voit la fente

La spectro est facile sur un petit instrument

Alpy 600



Lhires III



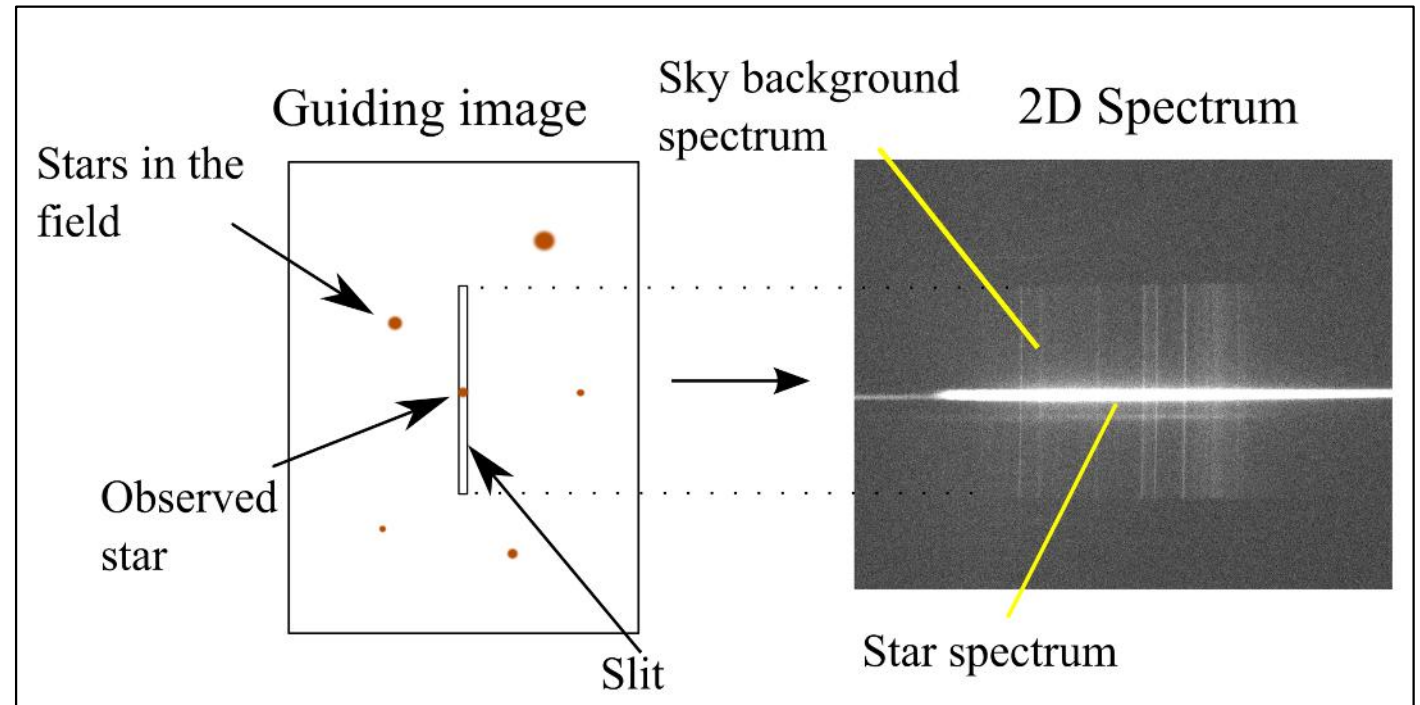
La Fente

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

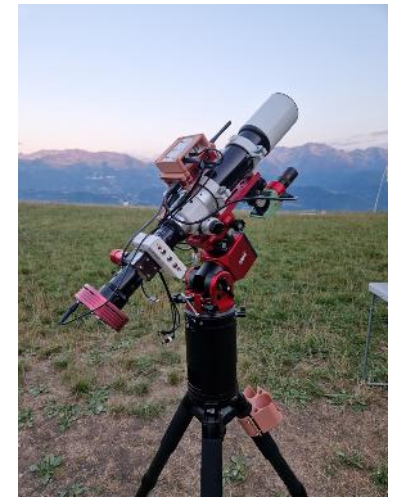
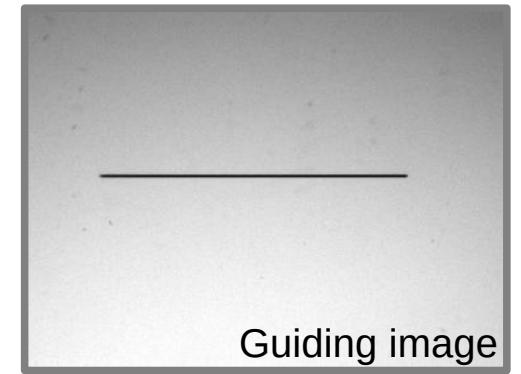
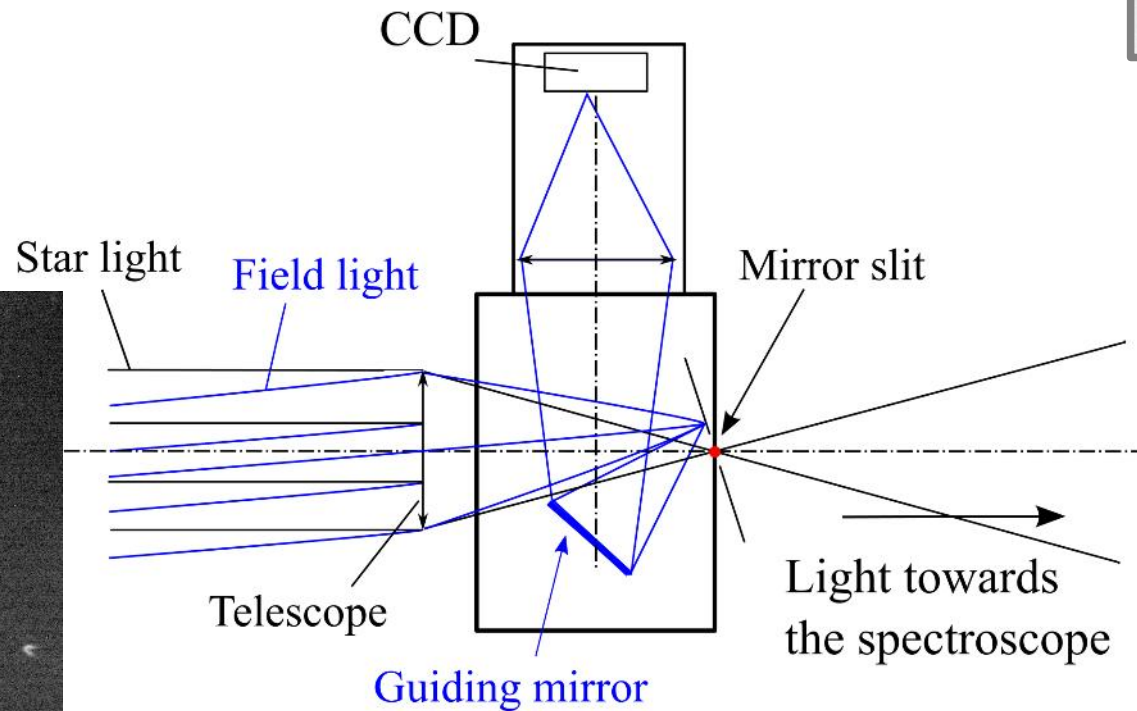


Un spectre est une image multiple de la fente

Le système de guidage

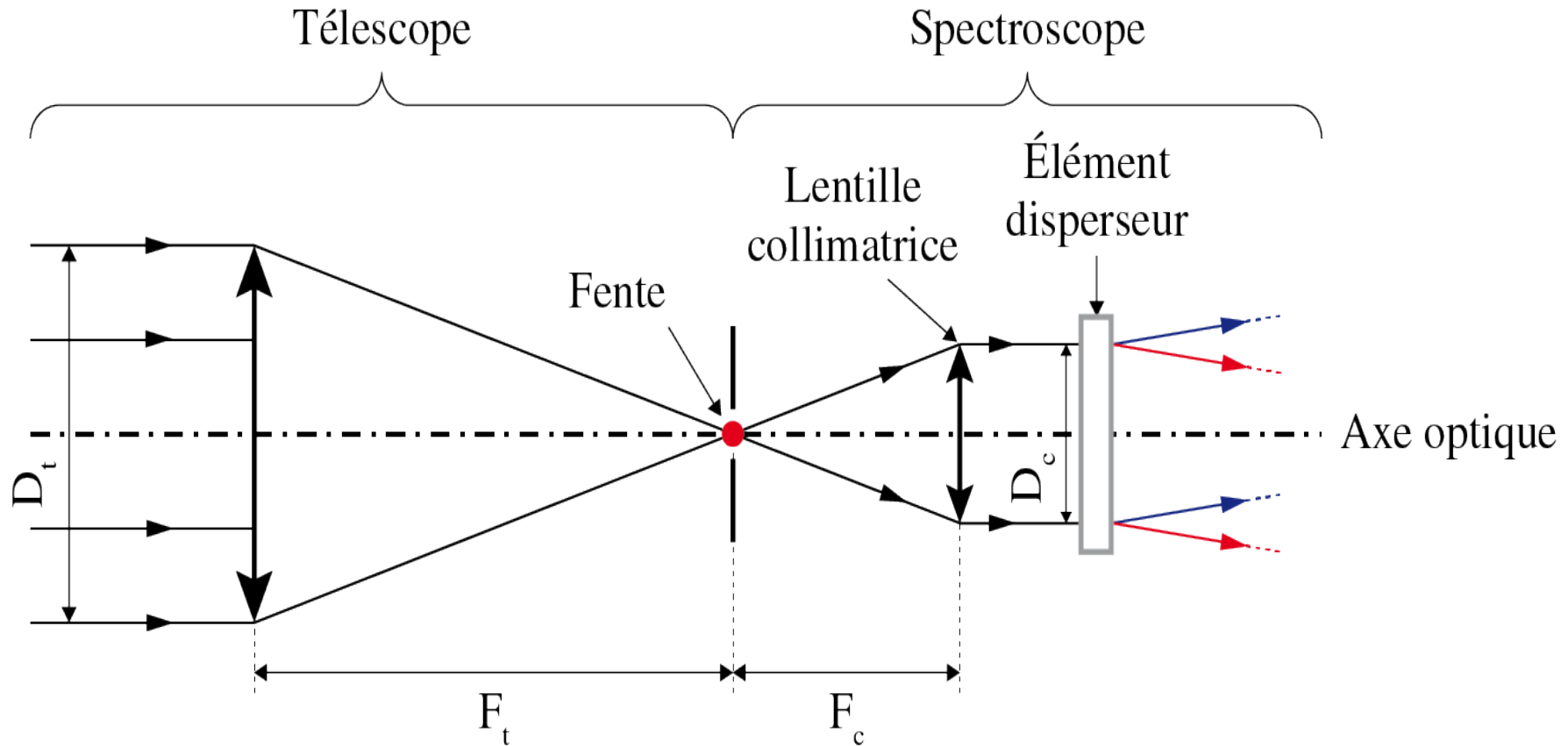


Une bonne observation
à mettre un maximum d
dans la fente



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

Ouverture (rapport F/D)

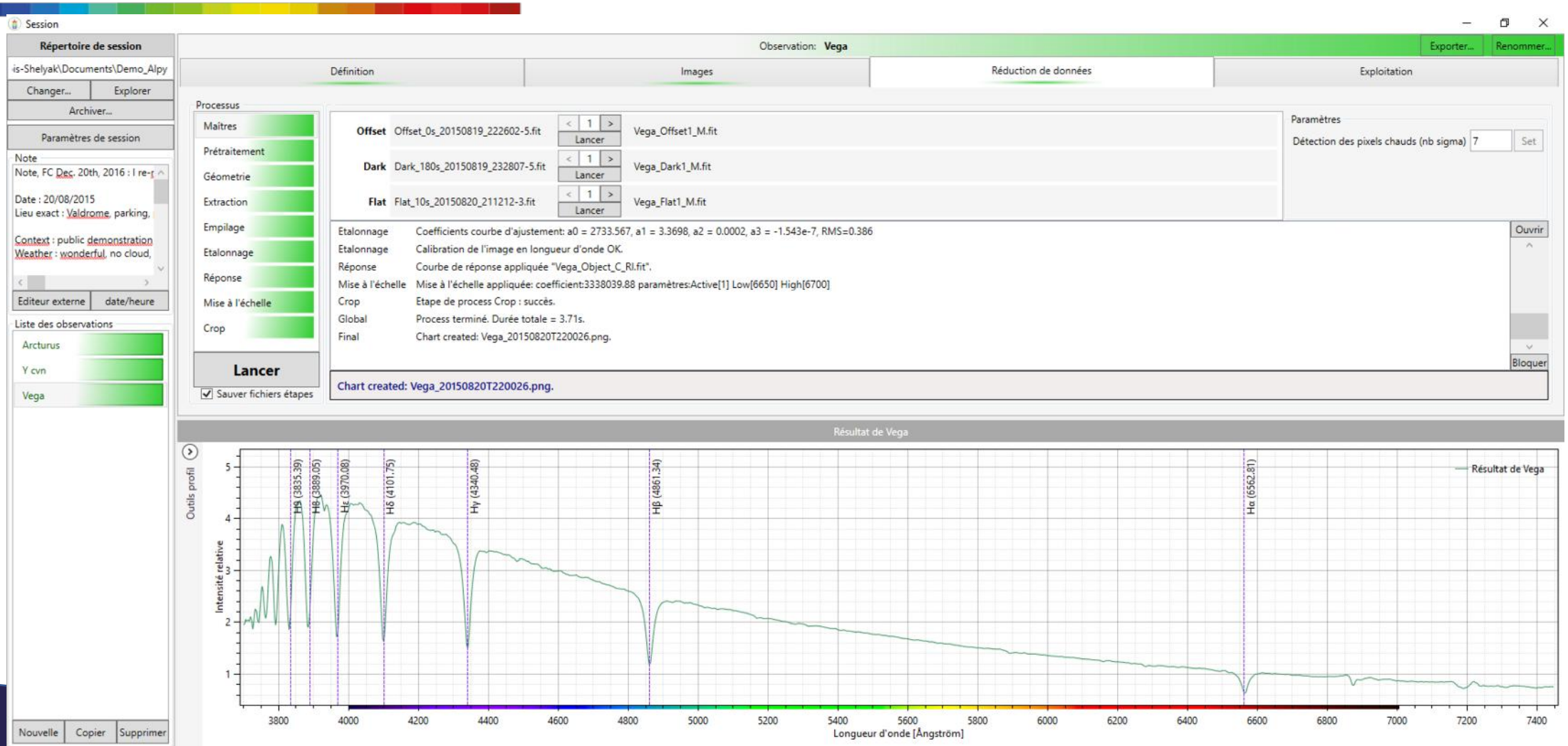


La réduction de données



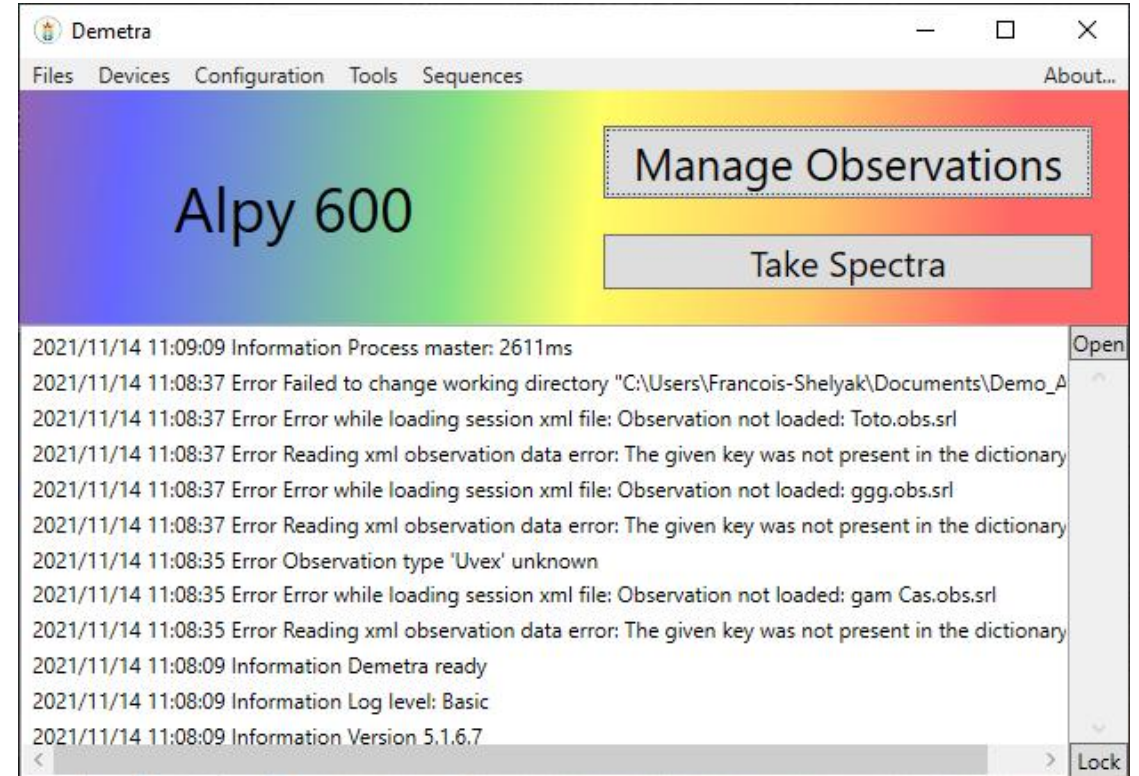
- Extraire l'information utile
- Corriger des effets instrumentaux
- Etalonner les données
- Convertir dans un format conventionnel
- Le **coeur du processus** d'observation
- ... *les images dont on a besoin*

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

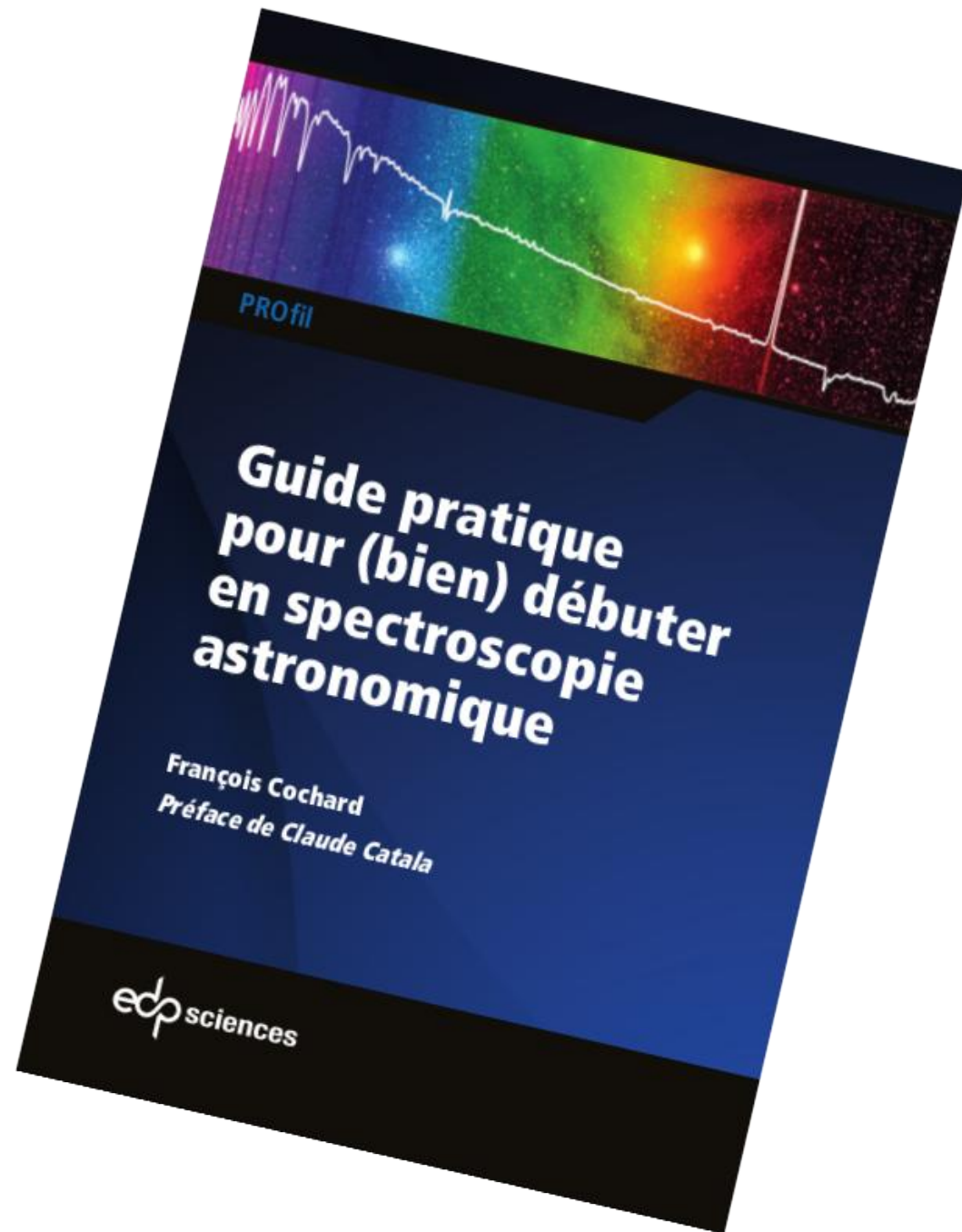
Guide pratique

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 !



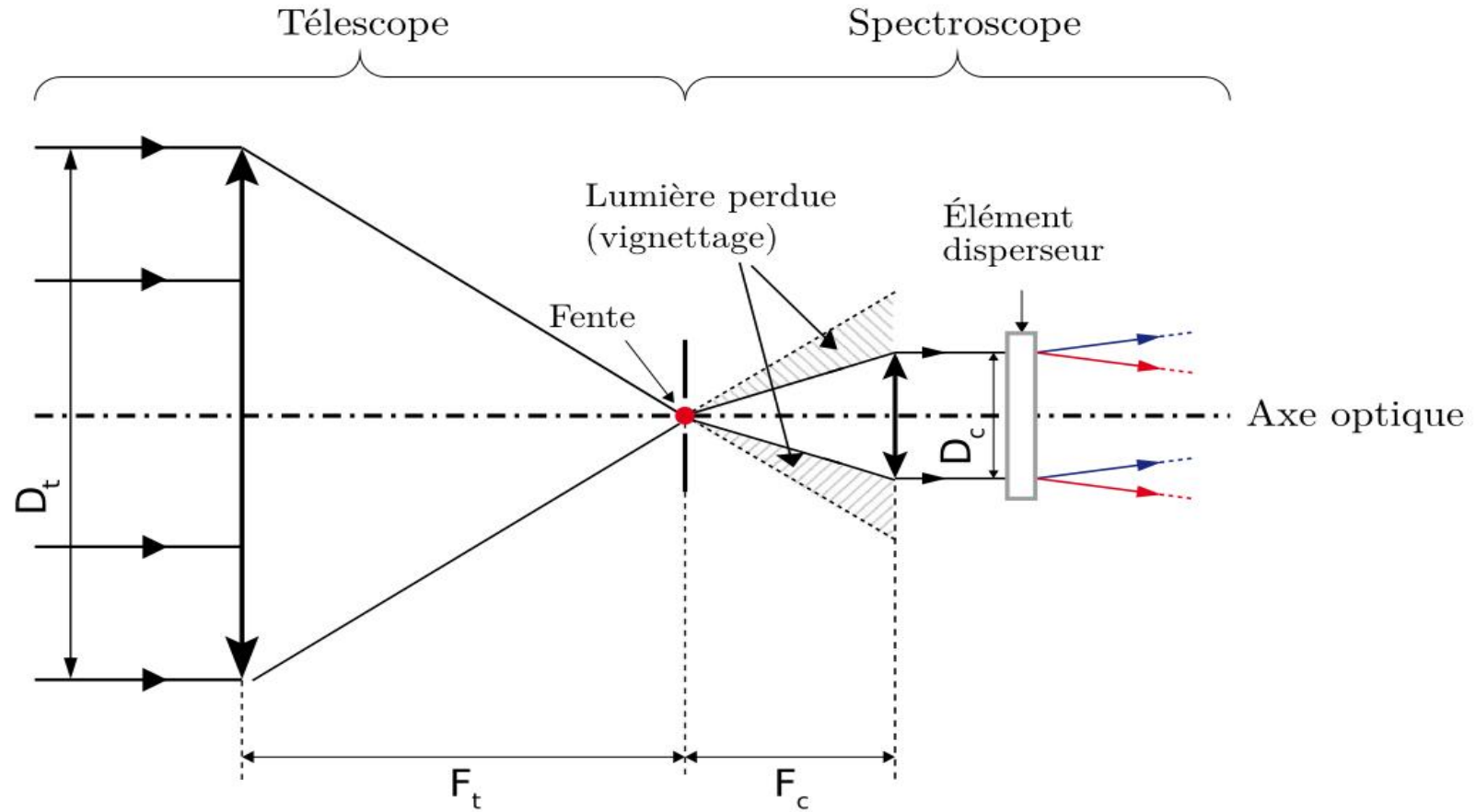
Merci !

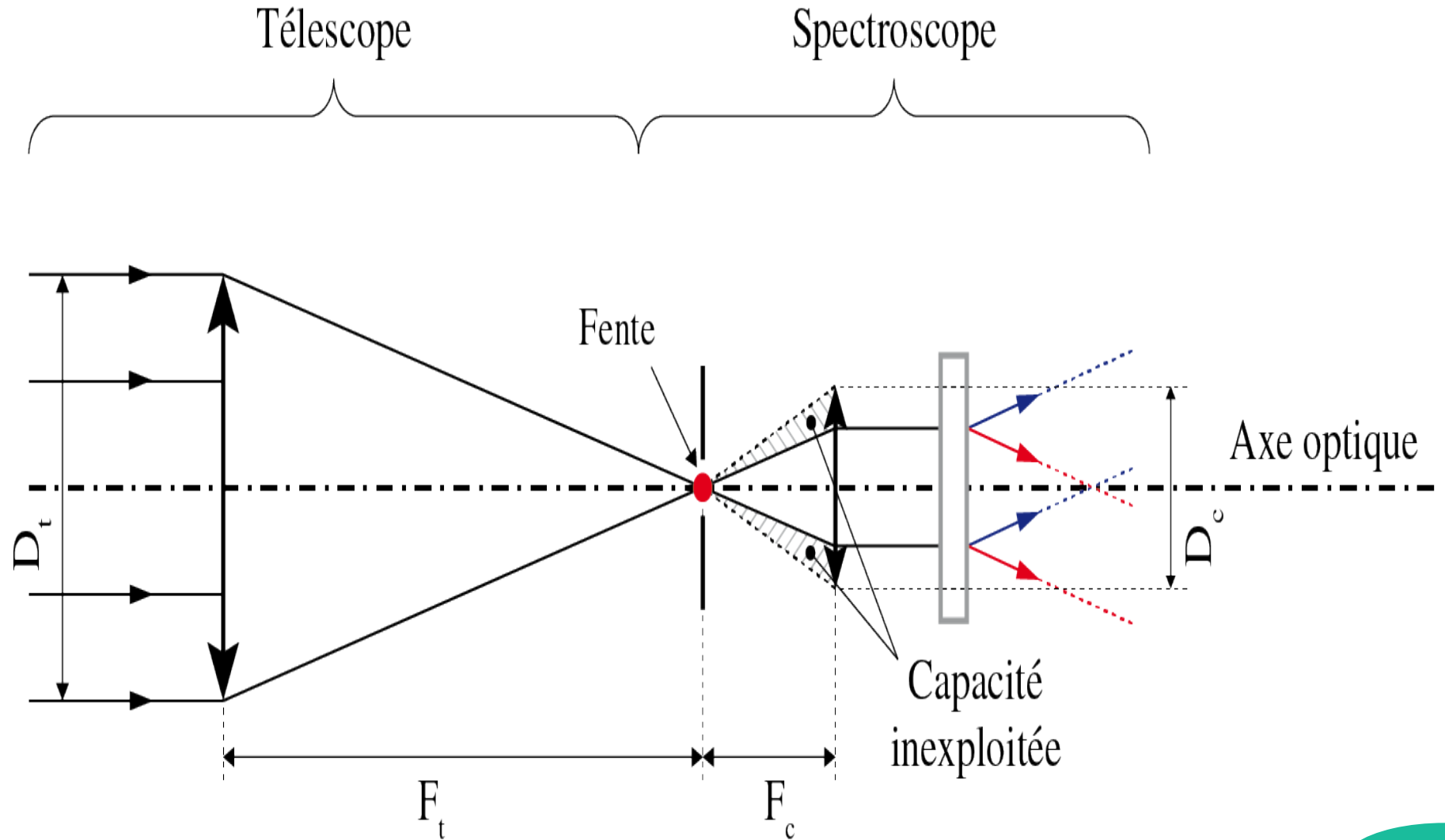
RCE, Paris, 10 novembre 2024
francois.cochard@shelyak.com
www.shelyak.com



Backup slides

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

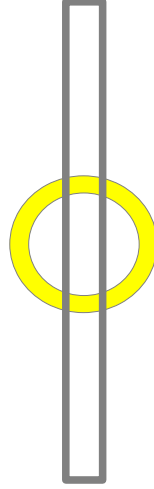






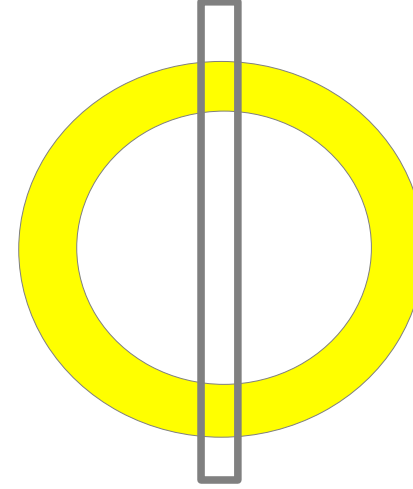
T200mm
F/10

F = 2 m



T600mm
F/10

F = 6 m



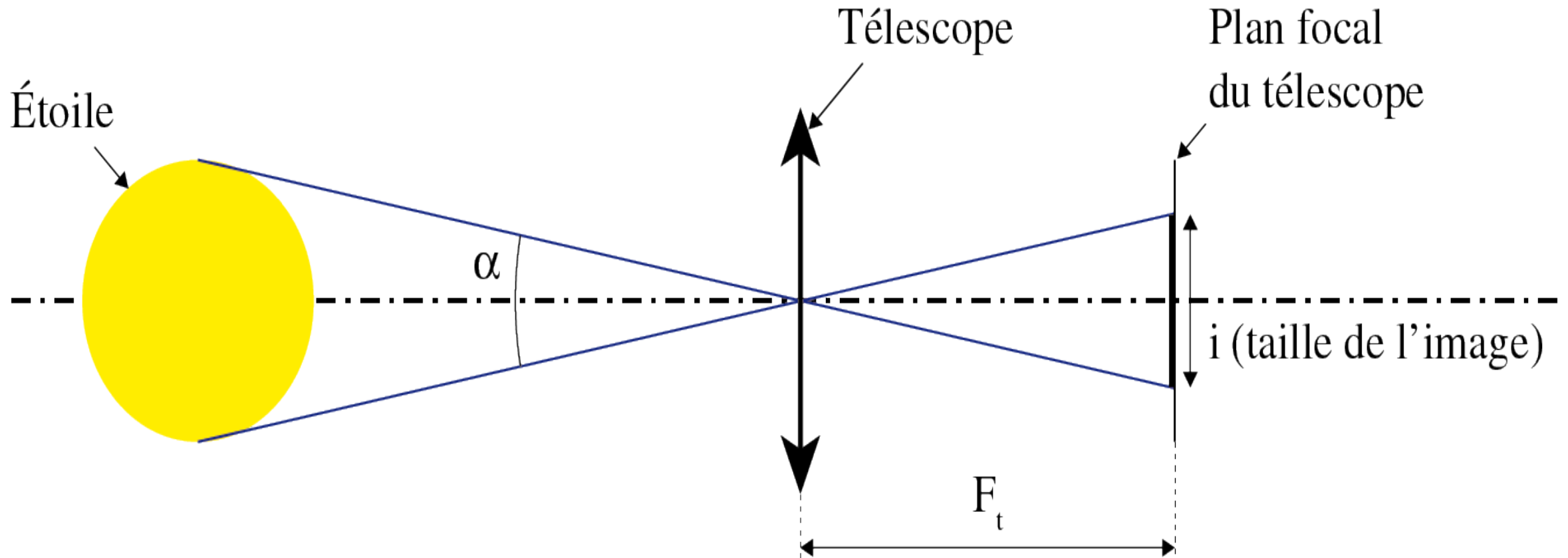
T2000mm
F/10

F = 20 m

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

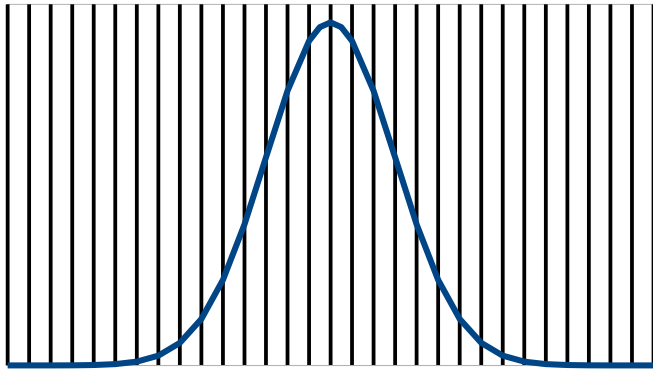
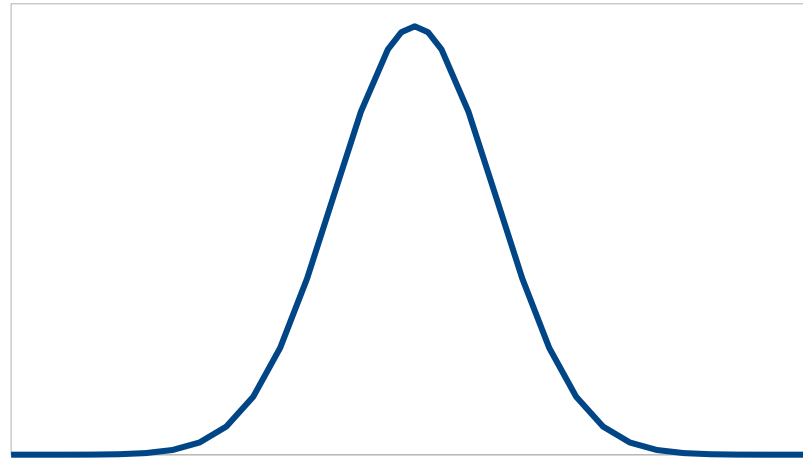
 Good seeing ($\sim 1,5$ arcsec)

 Poor seeing (~ 4 arcsec)

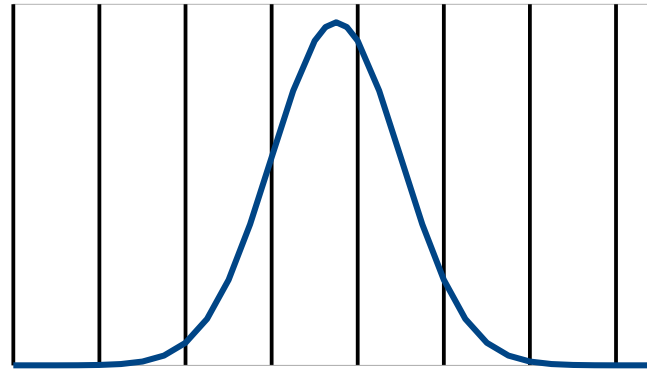


Optimal:

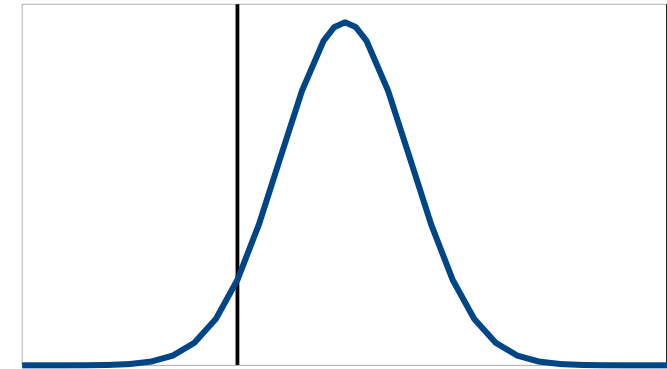
- Smallest details = 3-5 pixels



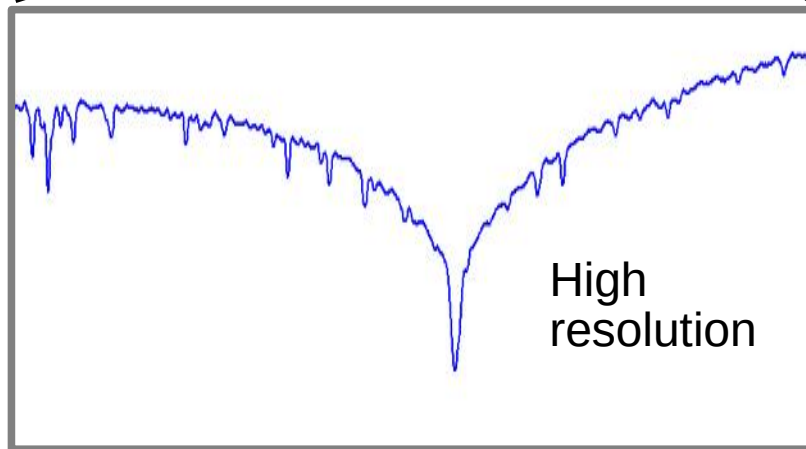
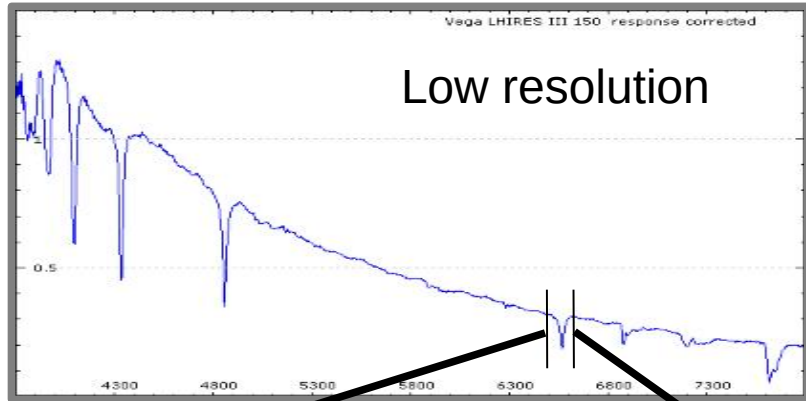
Over-sampling



Correct sampling



Sub-sampling



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

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

