

# Le test des filtres H $\alpha$ et Ca II K (ou H)

Pourquoi, comment, quels résultats ?

Christian Viladrich

<http://www.astrosurf.com/viladrich/>

<http://www.astronomiesolaire.com/>

# Sommaire

1. C'est quoi un bon filtre ?
2. Quelles méthodes de test ?
  - Qualitatives : visuel et photographique.
  - Quantitatives :
    - interférométrie avec lampe Ha
    - spectrométrie avec Sol'Ex
3. Les filtres sont-ils conformes aux spécifications des fabricants?

# Origine de la question

- Certains filtres Ha semblent meilleurs que d'autres : vrai ou pas ? Si oui pourquoi ?
- Une longue liste de questions :
  - Etalon à air (= Lunt, Coronado, Solarscope) versus étalon mica (=DayStar, SolarSpectrum) ?
  - Montage télécentrique versus montage collimaté (étalons frontaux ou interne) ?
    - Télécentrique :
      - Vrai ou faux télécentrique (Barlow seule, Barlow dites télécentrique) ?
      - Influence du rapport F/D sur le contraste (FWHM)
      - Qualité du montage mécanique (bien dans l'axe ou de travers) ?
    - Collimaté :
      - Taille du sweet spot en fonction du rapport F/D, du facteur d'agrandissement du collimateur, de l'écart de la longueur d'onde centrale à la raie Ha.

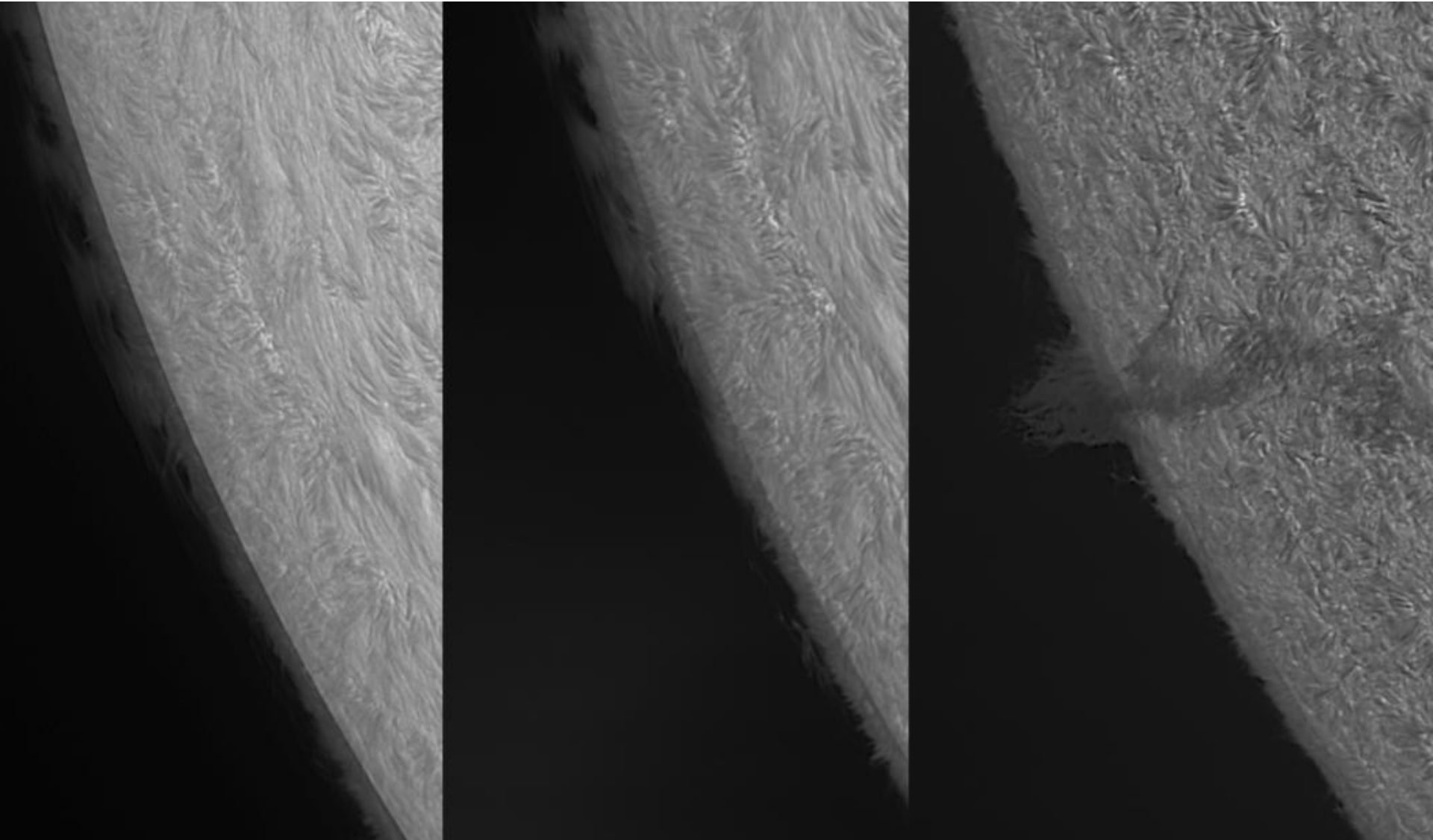
# Les méthodes de test : le visuel

- Comparaison visuelle de filtre, quelques pièges :
  - Comparaison sur deux instruments côte à côte ou sur le même instrument l'un après l'autre?
  - Influence du grossissement : le grossissement diminue l'acutance (disque solaire vs petit champ).
  - Trop de la luminosité : écrase le contraste.
  - Trop de la turbulence : diminue le contraste.
  - Expérience de l'observateur
- Quelques points de repère :
  - Effet double limbe.
  - Contraste des filaments sur le disque.

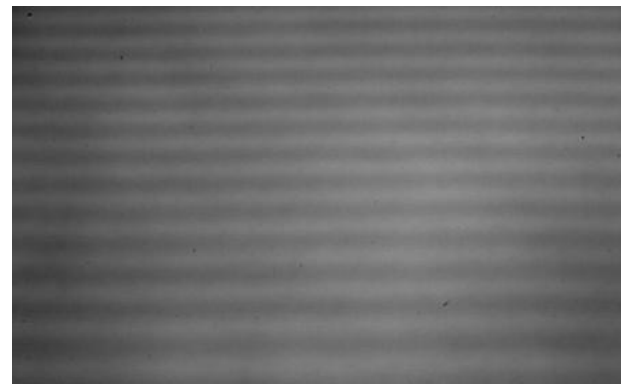
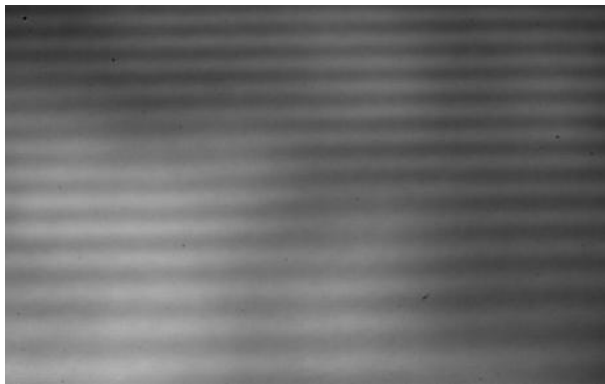
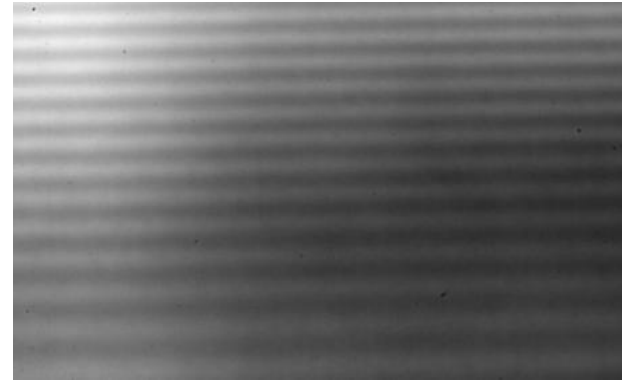
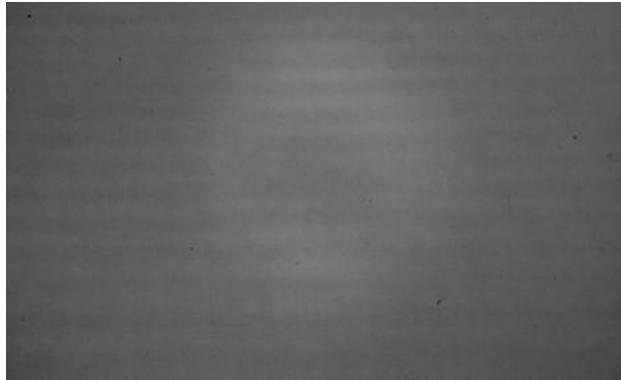
# Les méthodes de test : la photo

- Les comparaisons photographiques
  - Plus « précis », permet les comparaisons « à distance ».
  - Peut être partagé et analysé a posteriori à loisir
- Quelques points de repère
  - Uniformité du filtre:
    - Résulte de la combinaison entre transparence, FWHM et CWL
    - Il est difficile de séparer ces différents facteurs.
  - FWHM : effet double limbe

# Effet double limbe



# Uniformité : images de flat



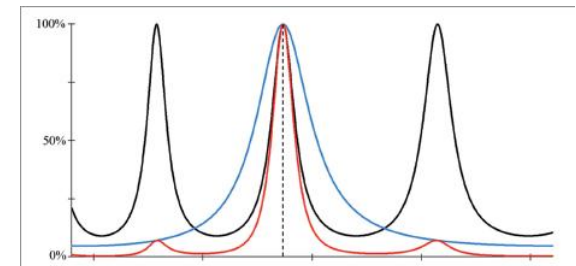
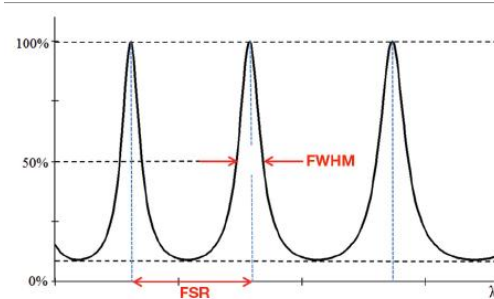
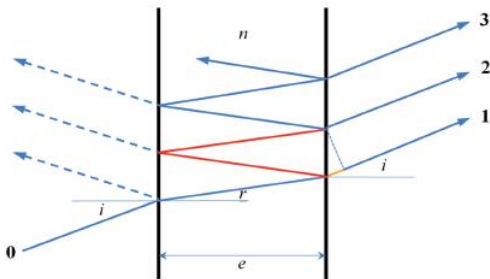
# Les méthodes de test quantitatives :

## (a) Interférométrie avec lampe Ha



# De quoi on parle ?

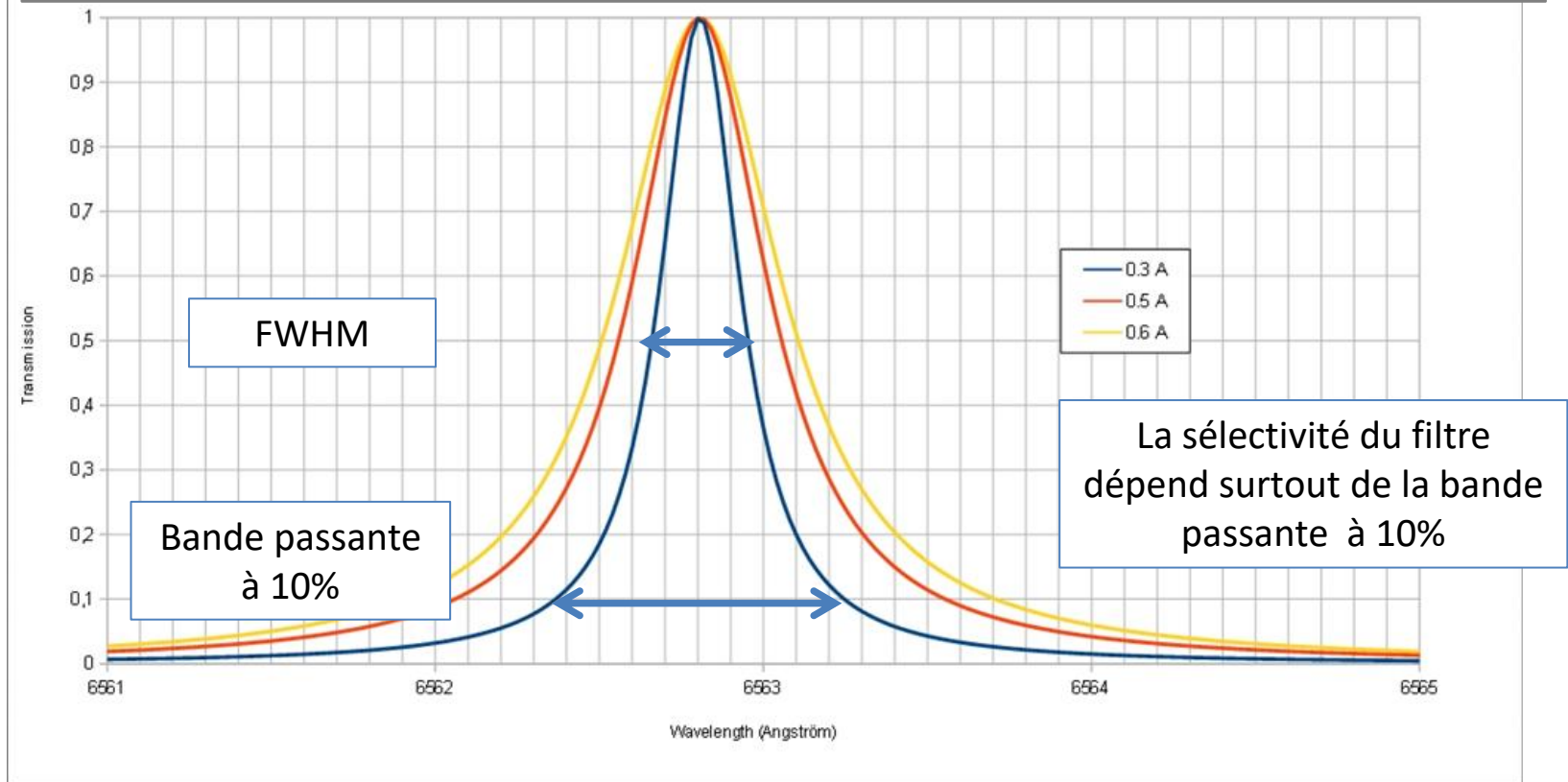
- Le cœur du filtre Ha est l'étalon de Fabry-Perot



# Profil de transmission d'un étalon F-P

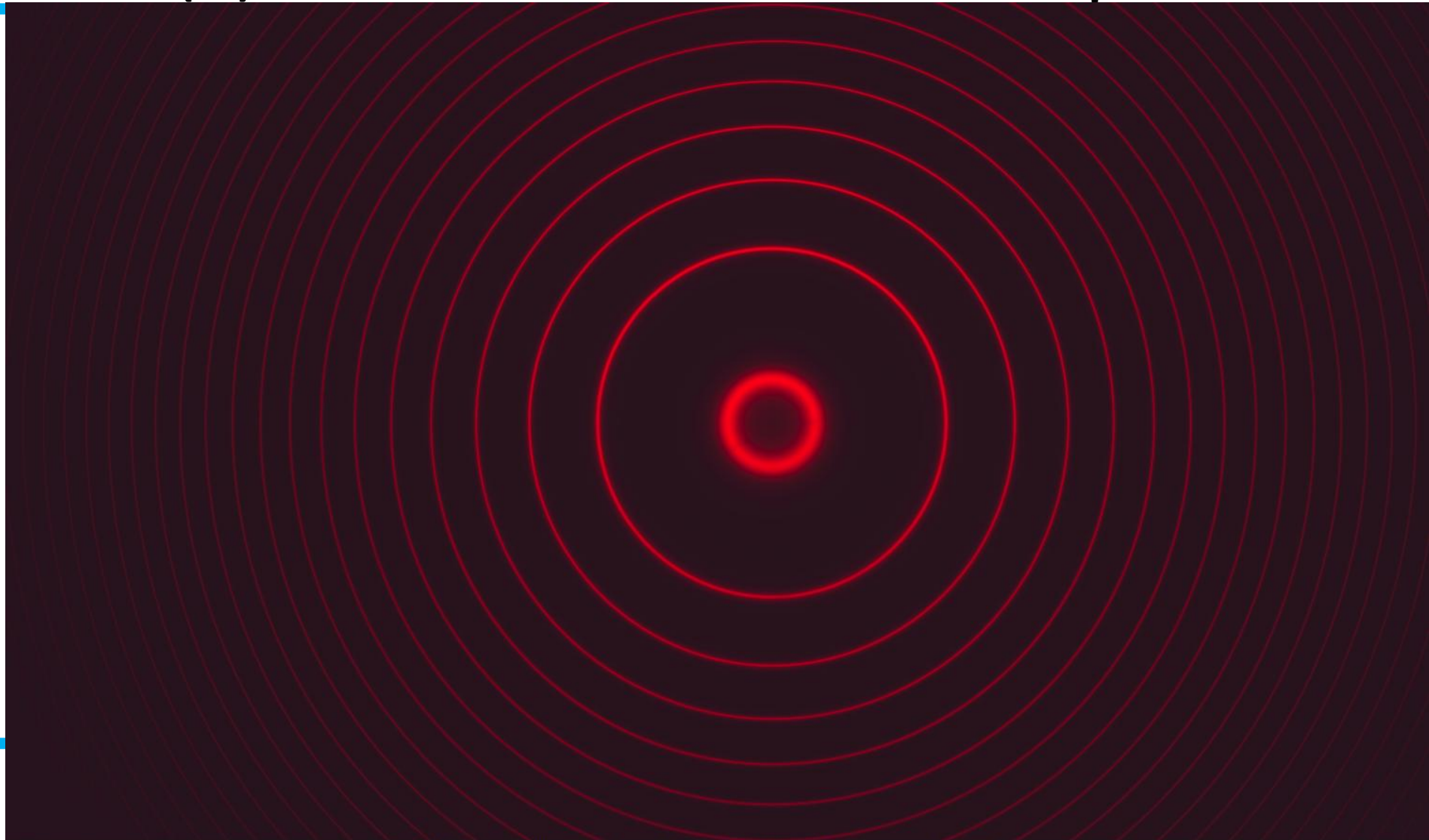
## Fonction de Lorentz :

Le profil ne dépend que de la FWHM, ne dépend pas du fait qu'il s'agisse d'un étalon mica ou à air



# Les méthodes de test quantitatives :

## (a) Interférométrie avec lampe Ha



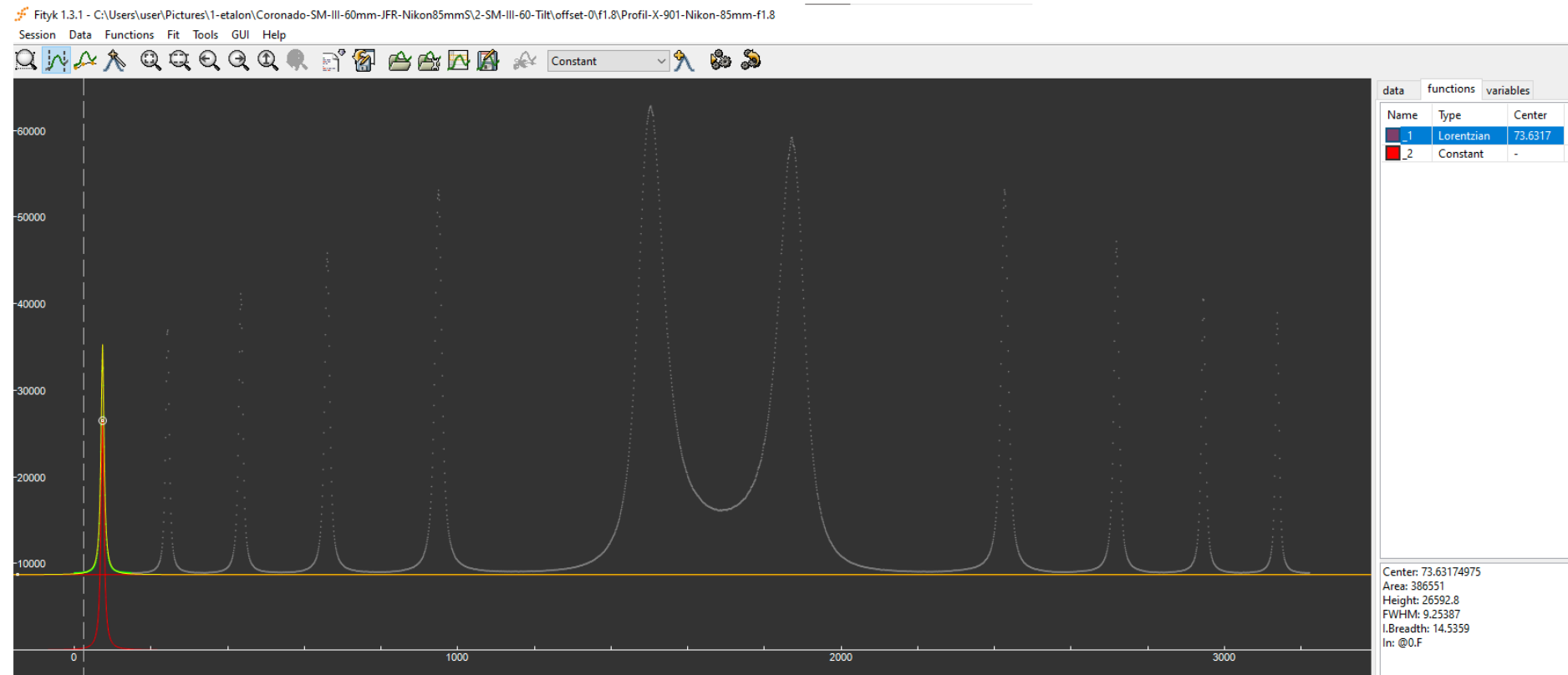
# (a) Interférométrie avec lampe Ha

- Permet de mesurer :
  - FWHM et CWL (longueur d'onde centrale) moyenne sur la surface définie par le diamètre du diaphragme de l'objectif.
  - Uniformité de la CWL.
  - Uniformité de la FWHM.
- Limites / précautions :
  - La lampe Ha s'use très vite (runs 1 à 2 min max)
  - La précision de la mesure dépend directement de la qualité optique de l'objectif de l'appareil photo, en particulier si l'objectif est utilisé à pleine ouverture.
  - La focale de l'objectif doit être mesurée précisément : utilisation de Astronomy.net.

# (a) Interférométrie avec lampe Ha

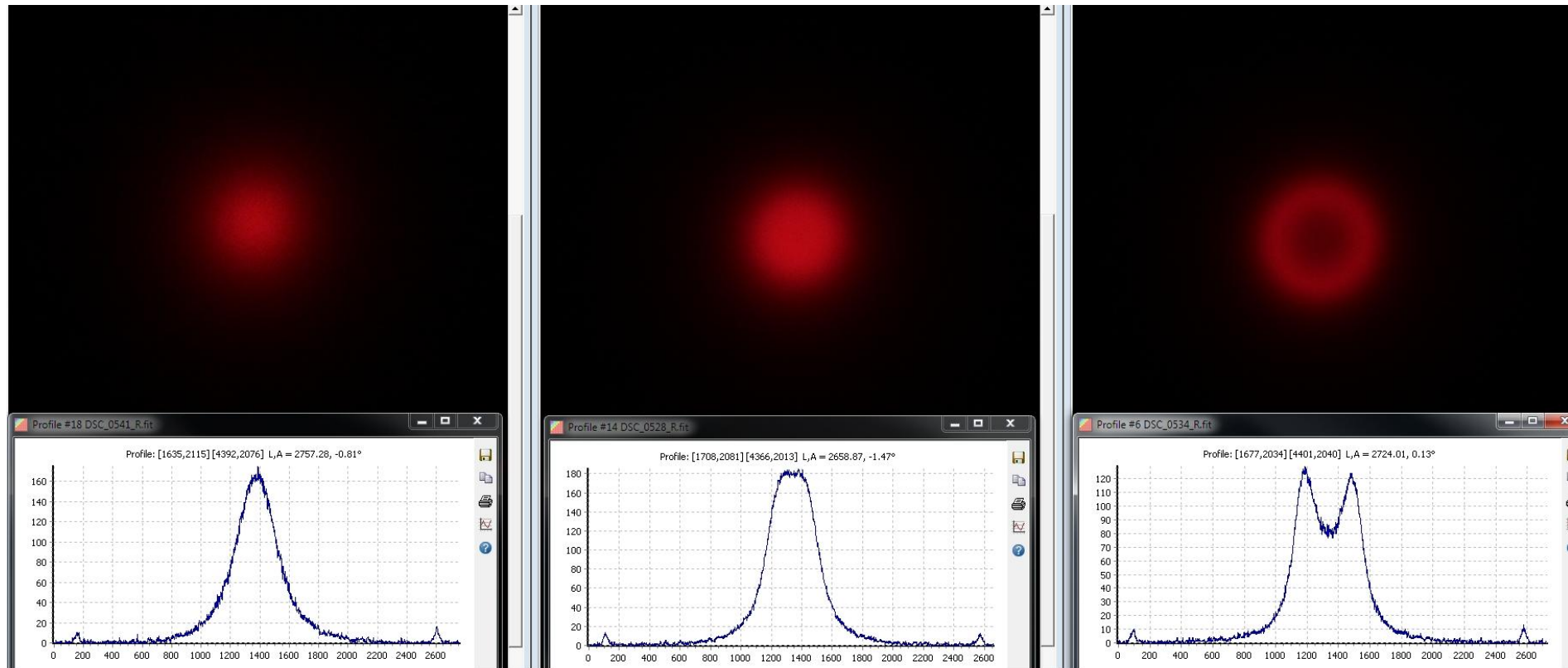
- Principe de la mesure :
  - Mesure de la position et de la largeur à mi-hauteur des franges (fitting par fonction de Lorentz).
  - A partir de la mesure du système de franges : calcul du FSR et du FWHM.
  - La frange centrale permet de mesurer l'écart à Ha (à incidence normale), c'est également une méthode très précise du réglage du filtre.
  - Voir les formules établies par François Rouvière
  - <http://astrosurf.com/viladrich/astro/instrument/solar/F-P-interferometer/F-P-testing.html>

# (a) Interférométrie avec lampe Ha



Logiciel Fityk : approximation du profil par fonction de Lorentz ou de Voigt  
(= convolution d'une fonction de Lorentz et d'une gaussienne)

# Réglage de la longueur d'onde centrale (CWL)



Central interference pattern observed through a thermo-regulated mica-spaced etalon at three different settings of wavelengths :  $H\alpha$ ,  $H\alpha + 0.5\text{Å}$ ,  $H\alpha + 1.0\text{Å}$ . At  $+0.5\text{Å}$ , the top of the central peak flattens. At  $H\alpha + 1.0\text{Å}$ , it turns into a small ring.

# (a) Interférométrie avec lampe Ha

- Mesure de quelques étalons à air :

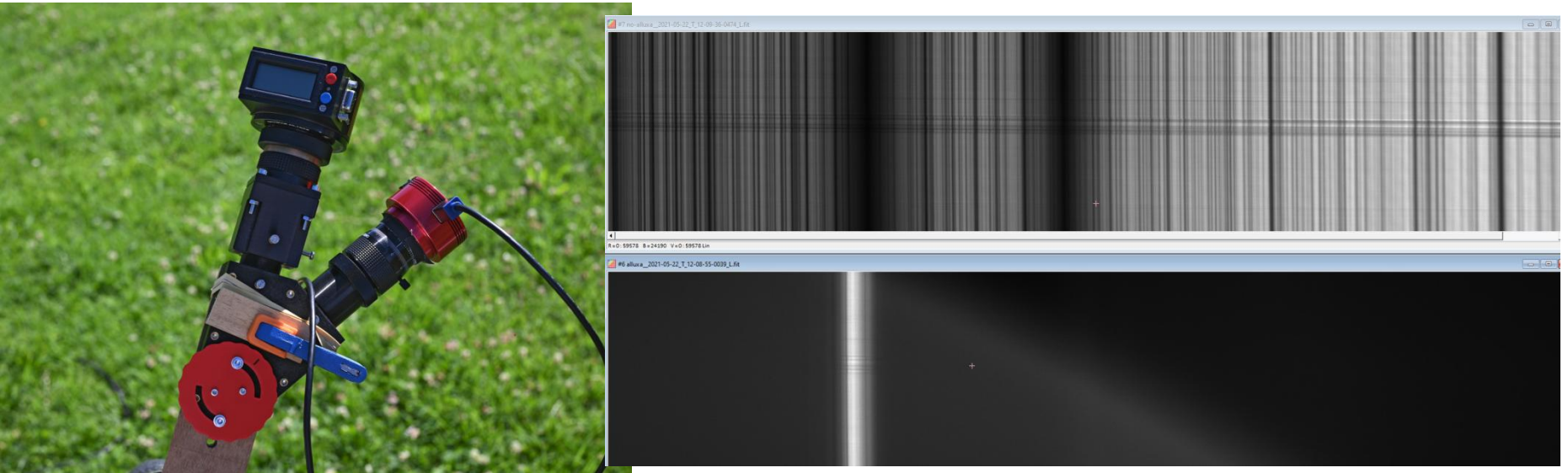
| Etalon                                     | FSR    | FWHM     | Delta CWL                                                    |
|--------------------------------------------|--------|----------|--------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Coronado SM40</a>              | 12.1 A | 0.74 A   | negligeable                                                  |
| <a href="#">Coronado SMIII 60</a>          | 8.5 A  | < 0.55 A | from 0.55 A (center) to 0.60 A (at 25 mm from etalon center) |
| <a href="#">Coronado SMIII 60 RichView</a> | 8.9 A  | < 0.58 A | from 1.20 A (center) to 1.25 A (at 20 mm from etalon center) |

- Conformes aux spécifications fabricants pour la FWHM
  - Mais écart par rapport à Ha (CWL), ce qui accentue l'effet sweet spot (réduction de la zone du champ sur Ha, effet de banding)
- 
- Mesure de quelques étalons mica : .....

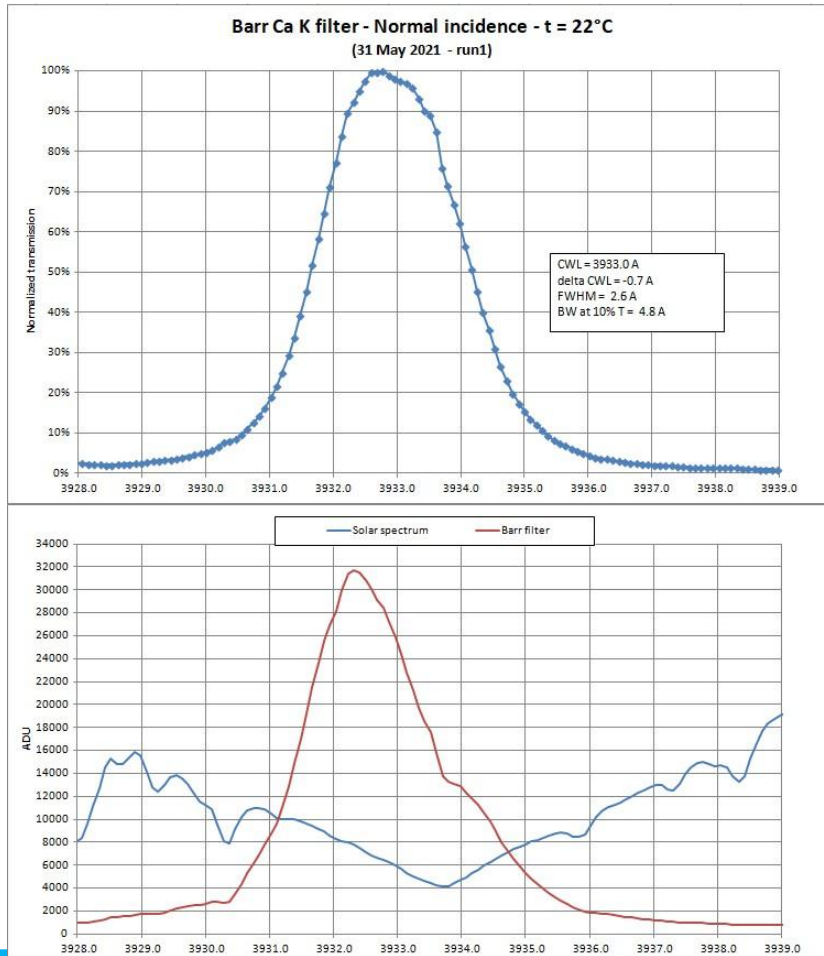
# Les méthodes de test quantitatives :

## (b) Mesure spectro avec SHG Sol'Ex

- Mesure directe CWL, FWHM et transmission à 10% pic par spectrométrie.
- Image1 = spectre solaire dans filtre => Profil 1
- Image 2 = spectre transmis par le filtre => Profil 2
- Courbe de transmission du filtre = Profil 2/ Profil 1

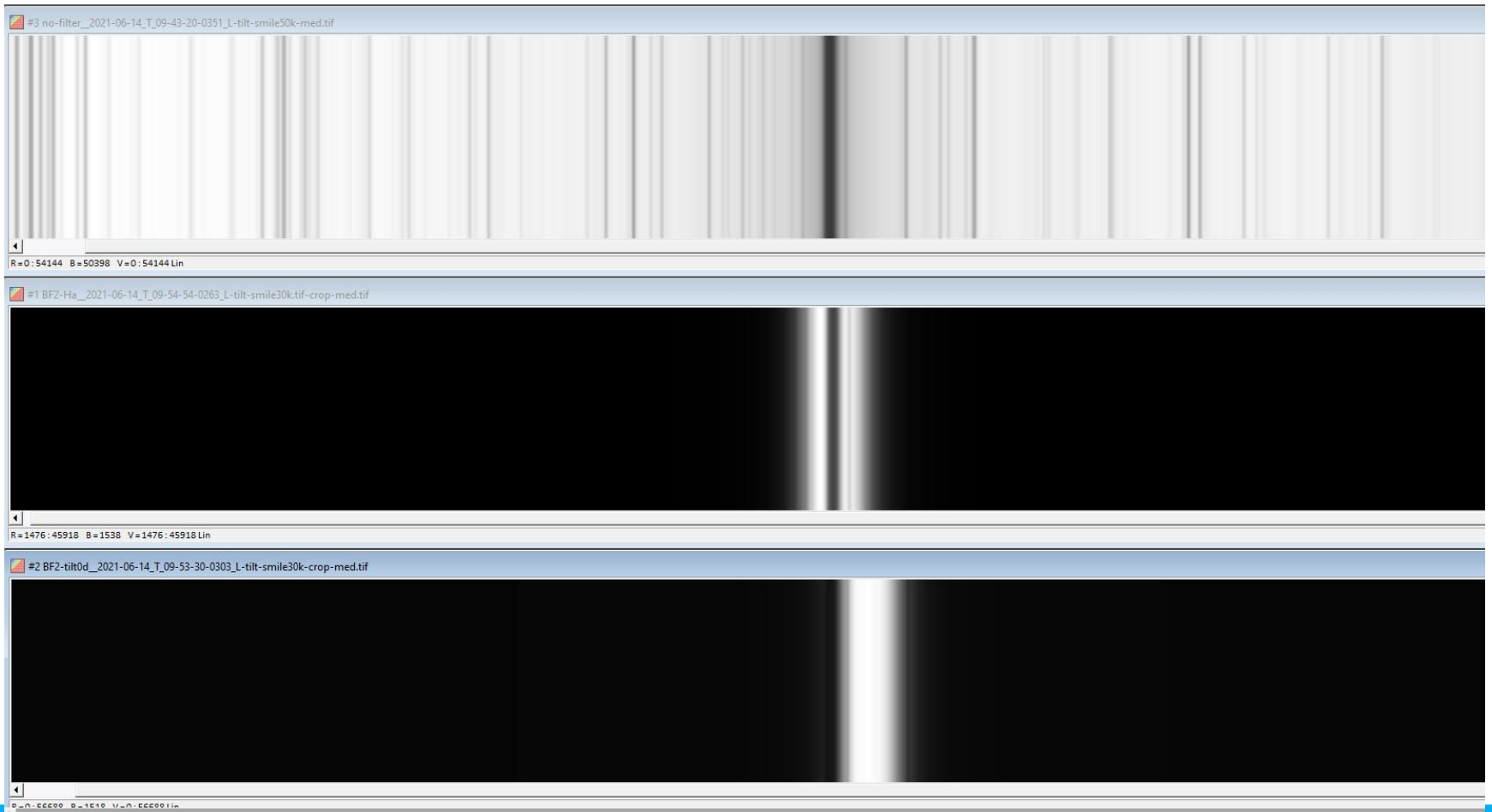


# Mesure d'un filtre Ca K

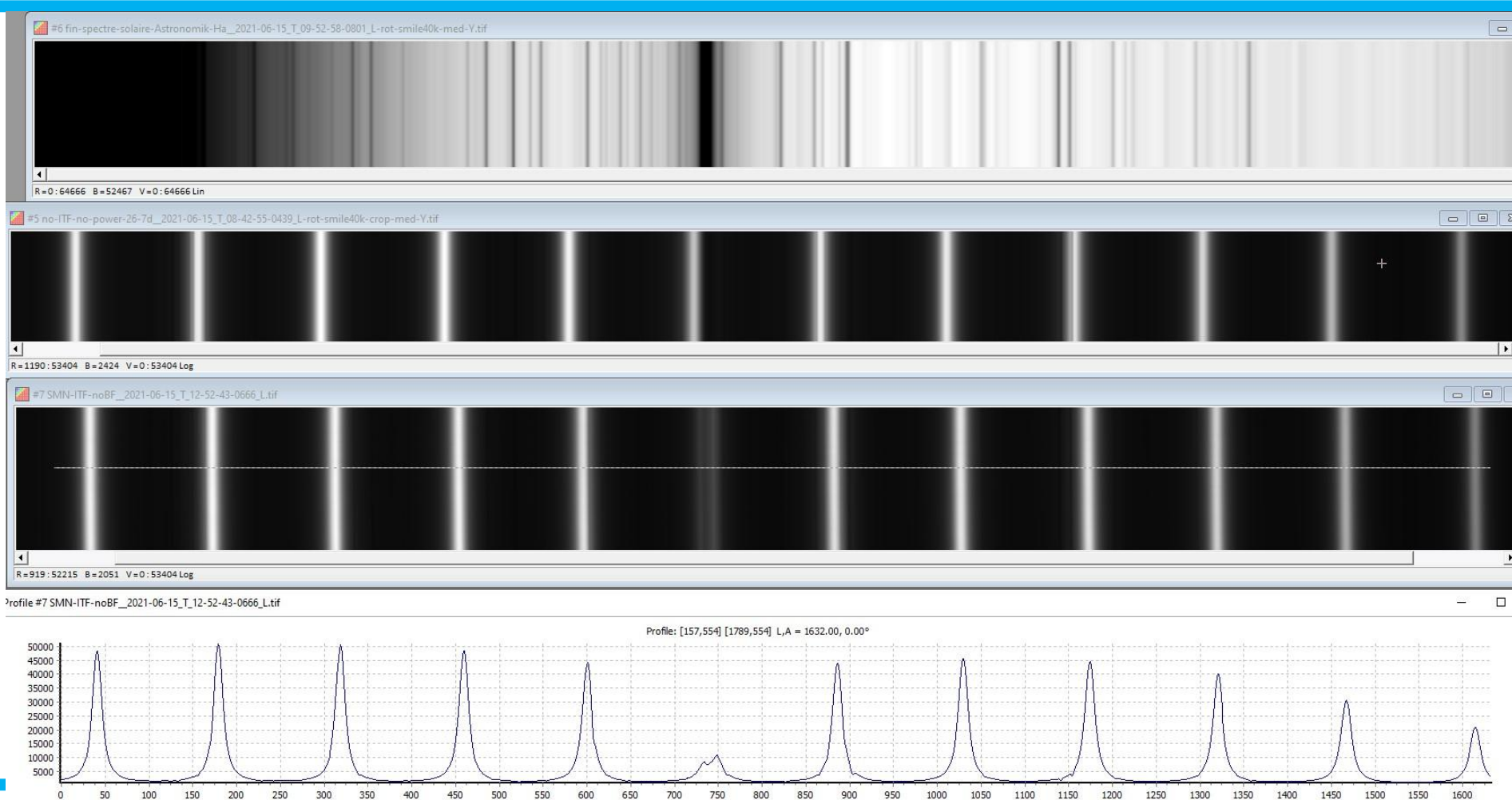


- Profil filtre = profil spectre solaire avec filtre / profil sans filtre.
- Valeur de la CWL, FWHM et largeur à 10% stables à 0.1 Å près d'une mesure à l'autre.
- Mais forme du profil très sensible au recalage du spectre d'une image à l'autre.
- NB : Il s'agit ici d'un filtre double cavité (bande à 10% pic transmission < 2 FWHM), donc équivalent à un double stack.

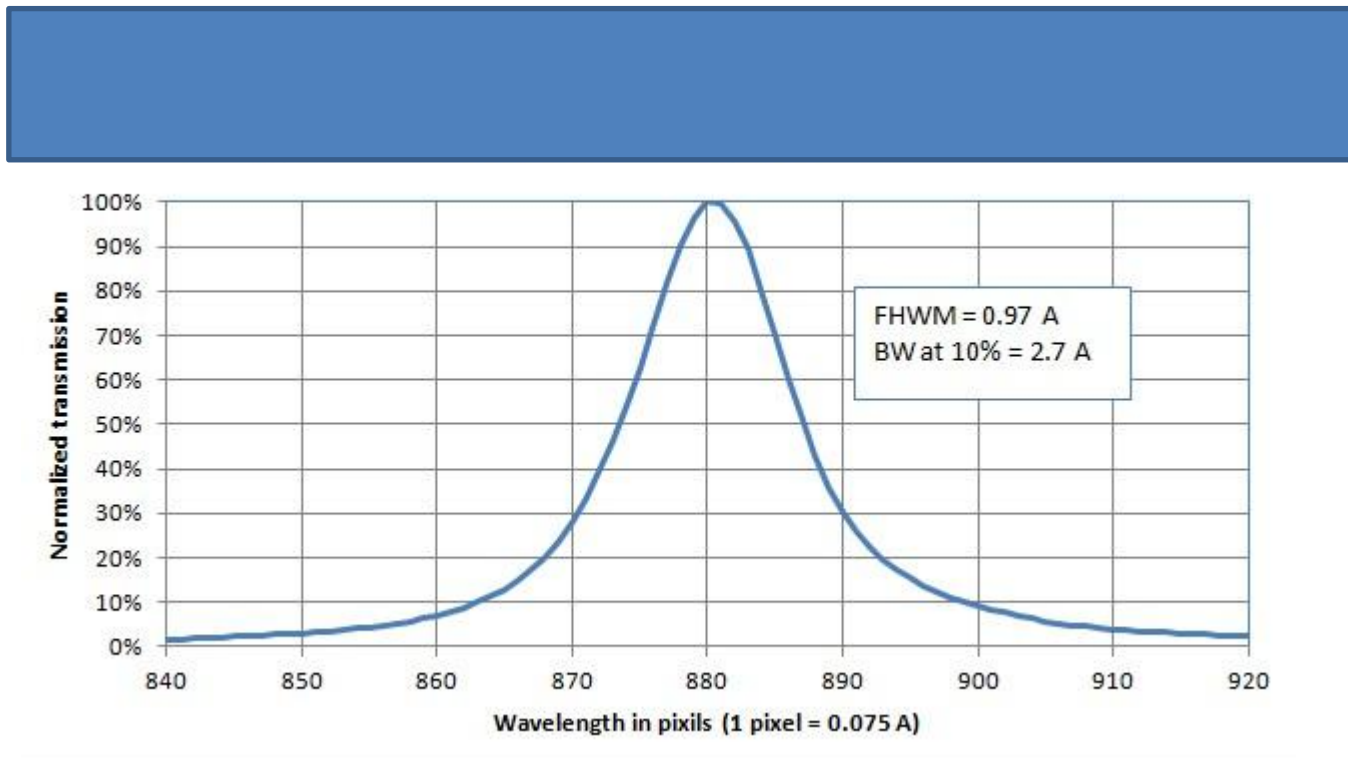
# Mesure d'un filtre BF Ha



# Mesure d'un étalon



# Mesure d'un autre étalon



# Les méthodes de test quantitatives :

## (b) Mesure avec SHG Sol'Ex

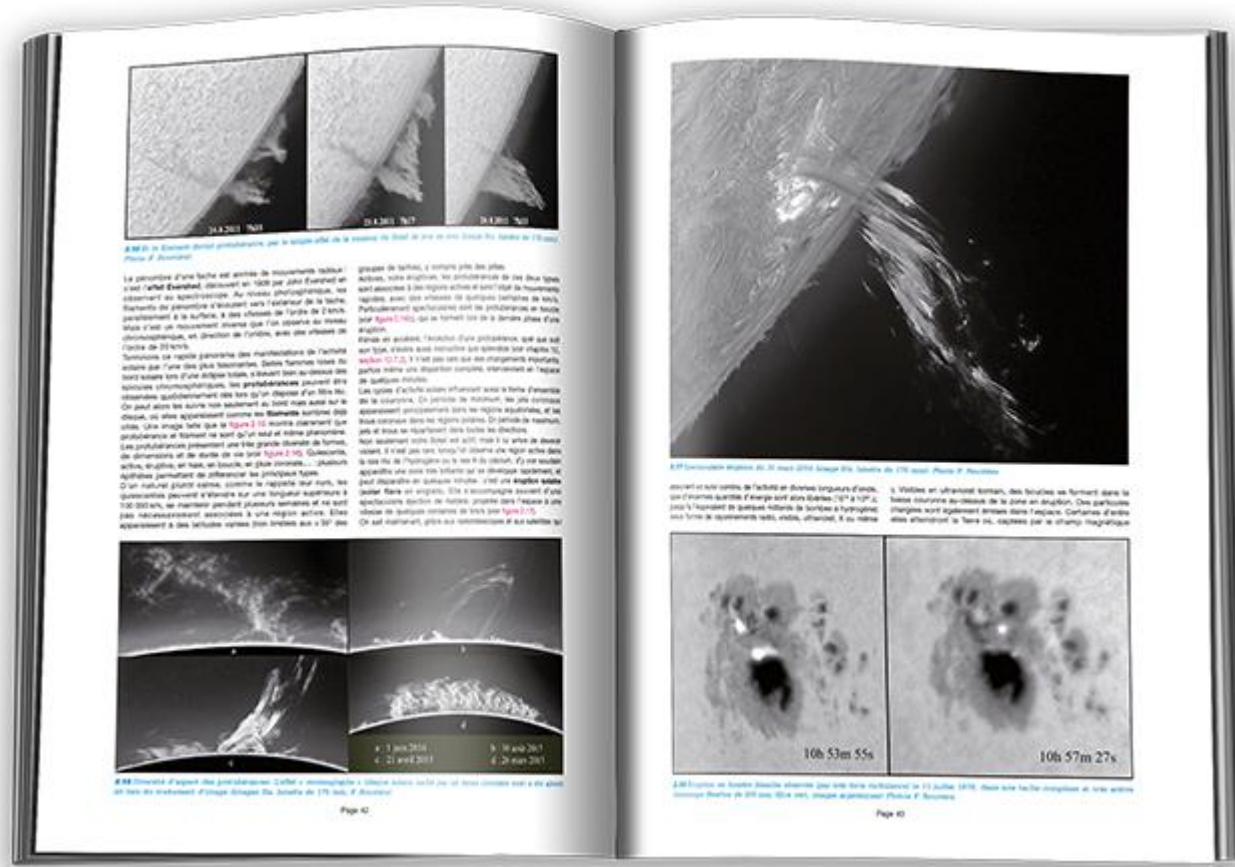
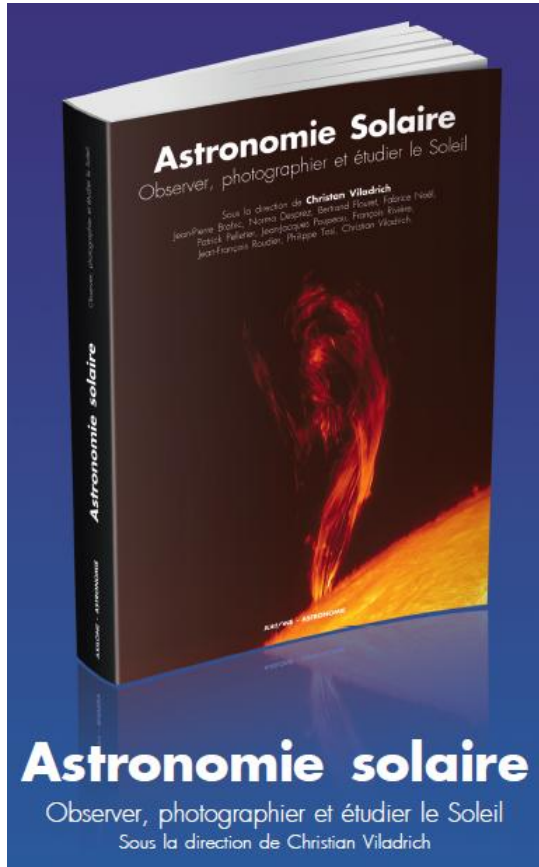
- Echantillonnage spectral avec l'ASI290 (collimateur de 80 mm et imageur de 125 mm)
  - Ca K : 0.0925 Å/pixel
  - Ha : 0.0753 Å /pixel
- Capacité à mesurer des filtres de 1 Å FWHM, et avoir une estimation intéressante sur des filtres de 0.3 Å FWHM.
- Configurations de mesure possible :
  - Sans télescope, en incidence normale à f-155 : mesure des spécifications du filtre
  - Avec télescope, dans la configuration utilisée pour l'observation habituelle (par exemple montage télécentrique) : prend en compte alors toutes les limites du montage (F/D, défaut de perpendicularité, réglage du tilt, de la température)
- Avantage/ limite de la mesure :
  - Ne mesure qu'une surface infime du filtre 10 micron x 4.5 mm : donc très optimiste
  - Permet de voir la forme du profil de transmission (filtre simple/double/triple cavité)

# Conformité aux spécifications constructeurs ?

---

- Etalons à air
- Etalons mica

# Merci de votre attention ...



<http://www.astronomiesolaire.com/>