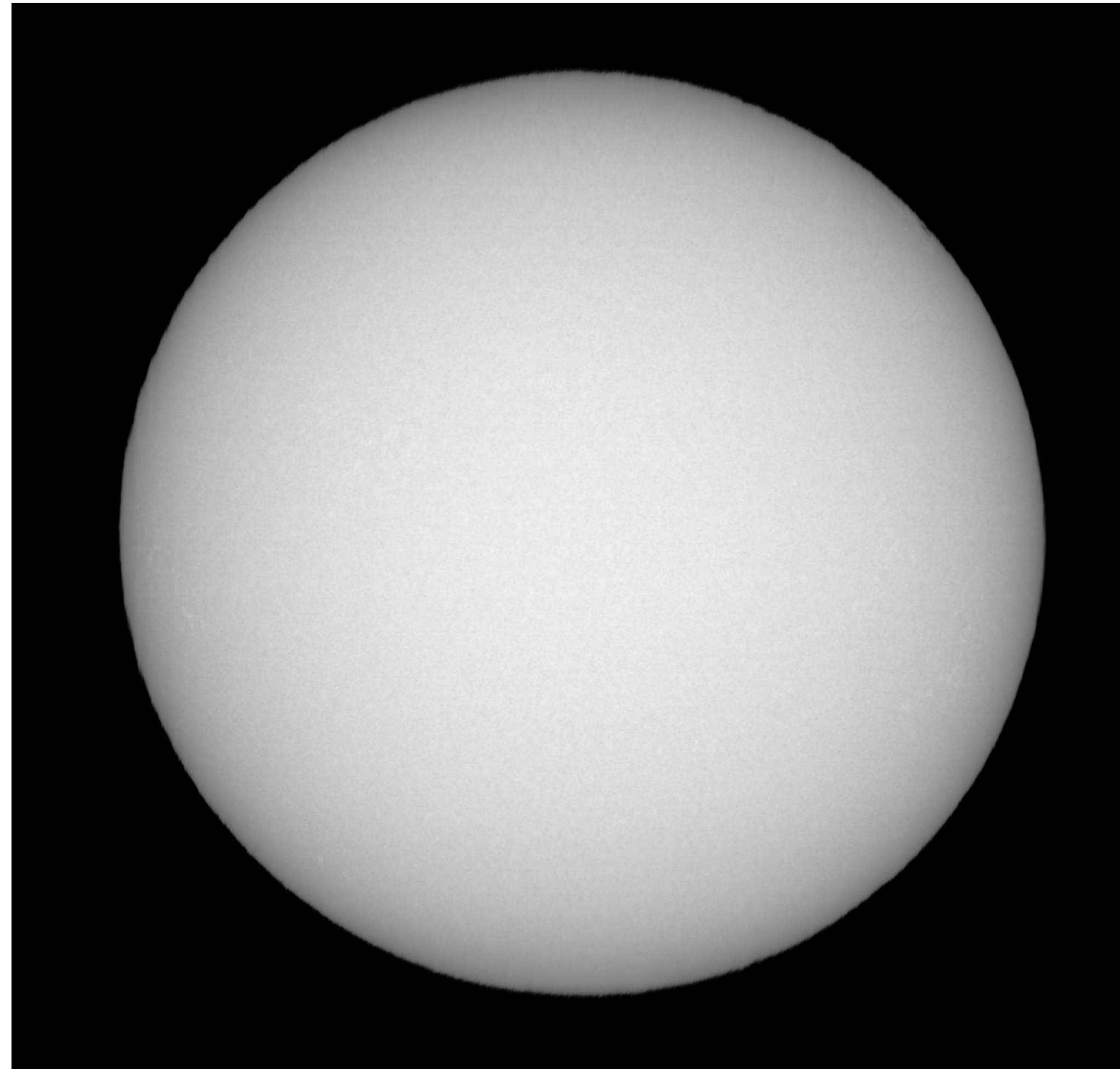


Le projet Sol'Ex



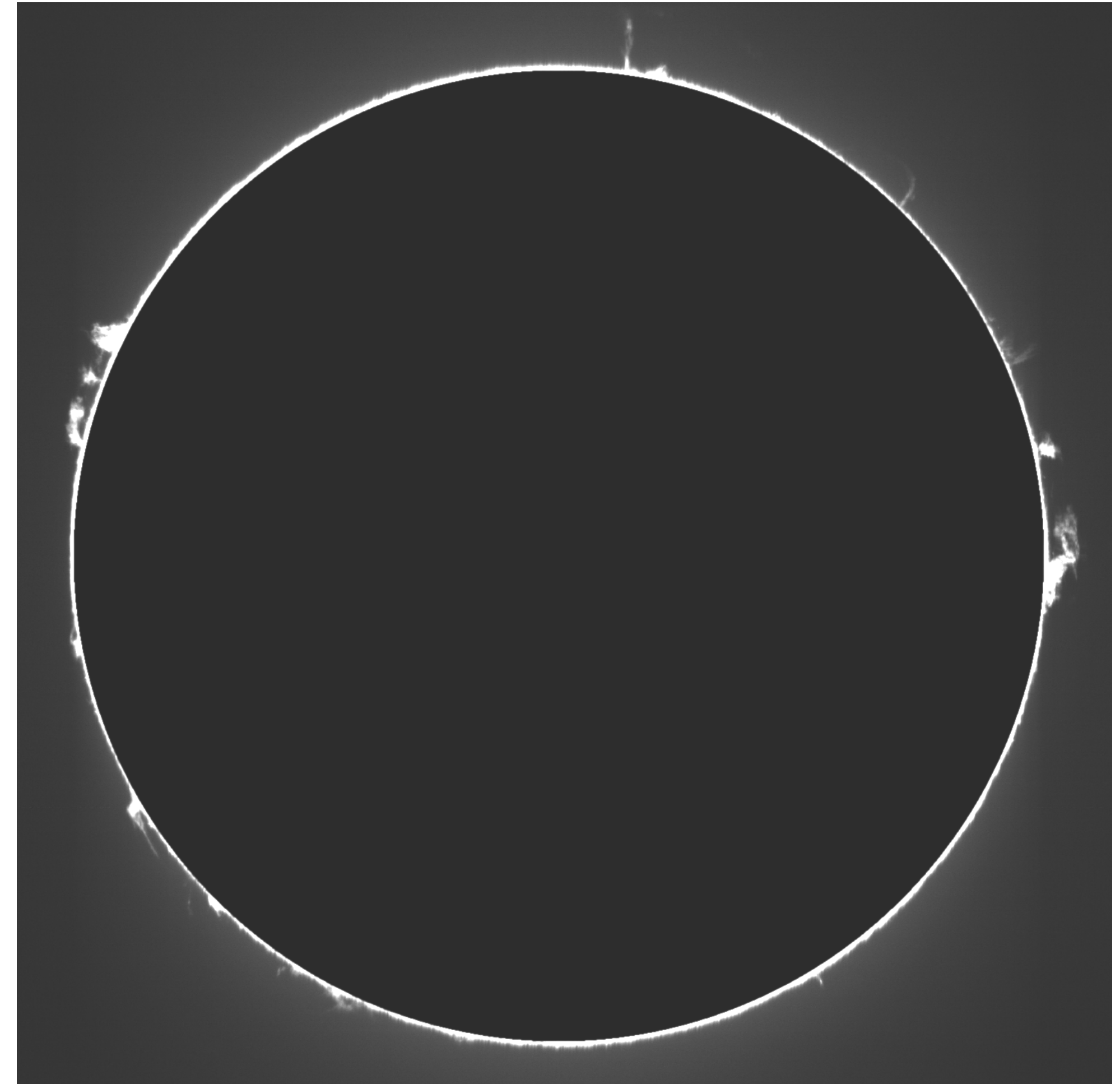
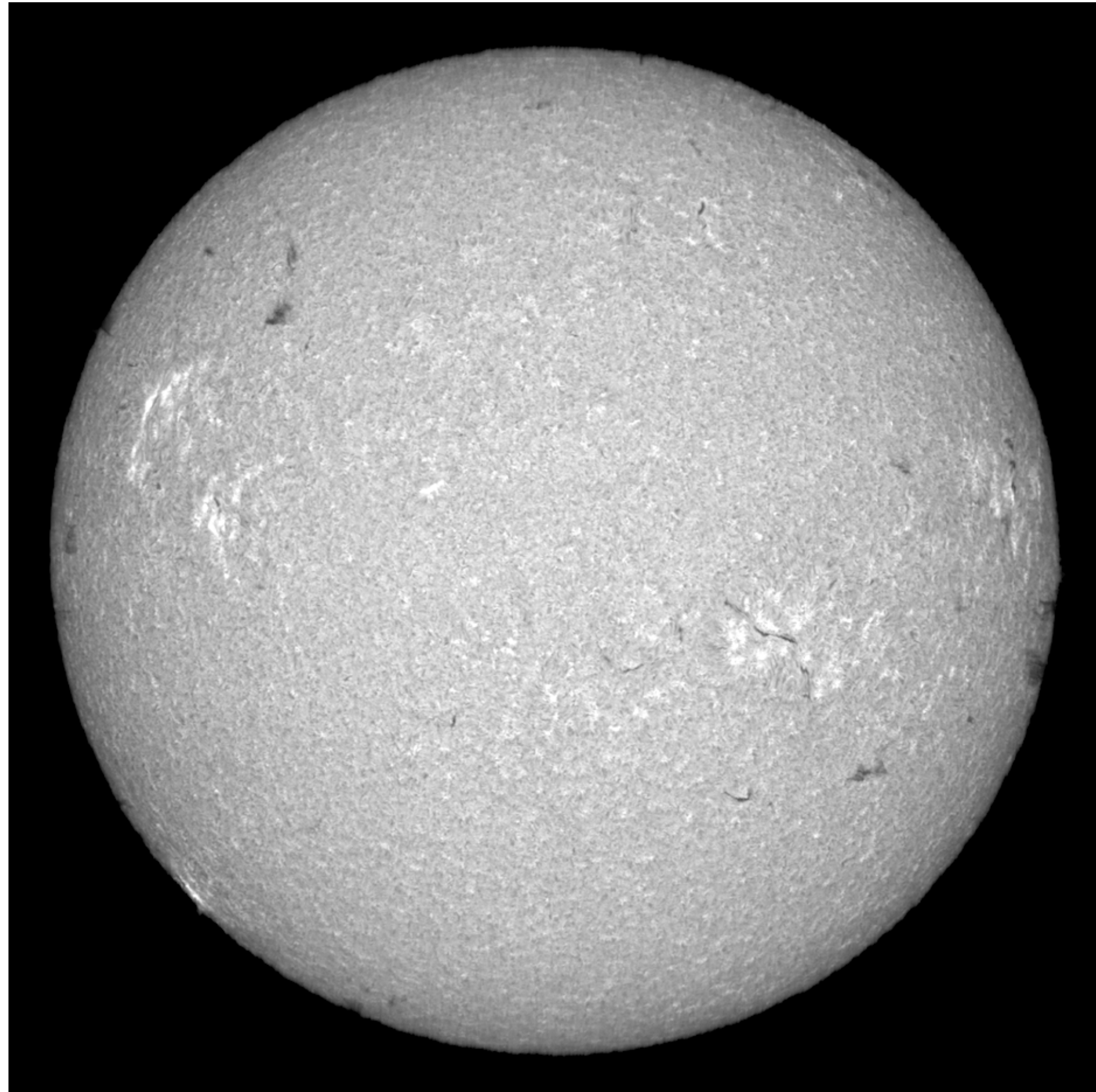
par Christian Buil et Valérie Desnoux

L'aspect de la photosphère solaire le 16 octobre 2021



Une activité bien calme, un peu déprimante...

... mais Sol'Ex est arrivé !



Pour la même date (16 octobre, 2021), l'aspect du Soleil vu au travers de Sol'Ex, à l'extrémité d'une lunette de 65 mm de diamètre !

Le projet Sol'Ex



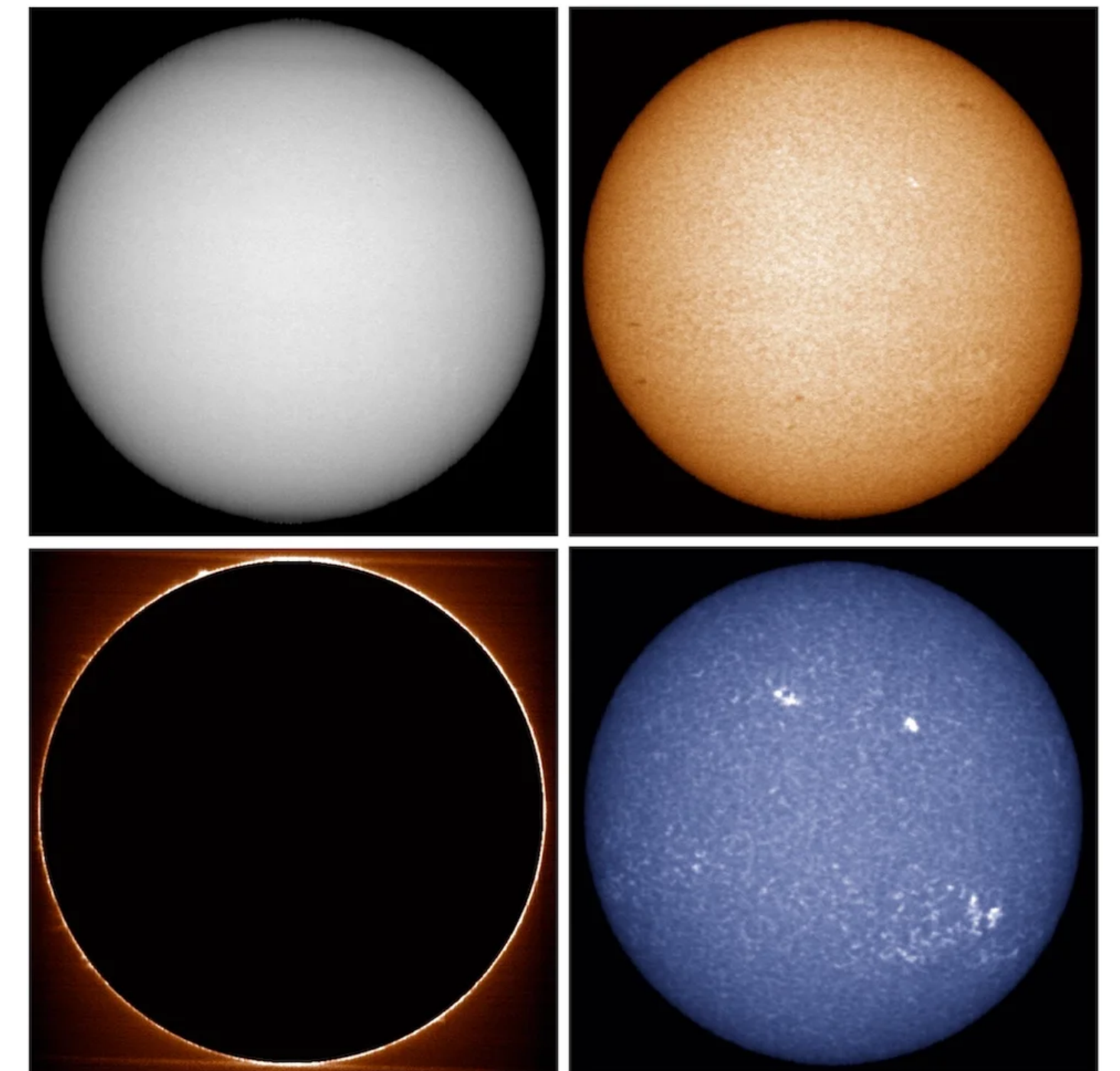
L'observation de la chromosphere n'est pas une histoire nouvelle chez les amateurs :

- Vous pouvez utiliser des filtres passe-bande étroits, mais couteux, spécifiques à une longueur d'onde et souvent fragiles.
- Vous pouvez construire un spectrohéliographe (SHG) , mais les réalisations actuelles sont des instruments lourds, assez difficiles à utiliser, ce qui décourage la plupart des amateurs.

Une analyse détaillée du problème technique posé montre qu'il est possible de faire moins cher, plus simple, et plus agréable à utiliser !

Le but est de rendre l'observation solaire plus accessible et populaire...

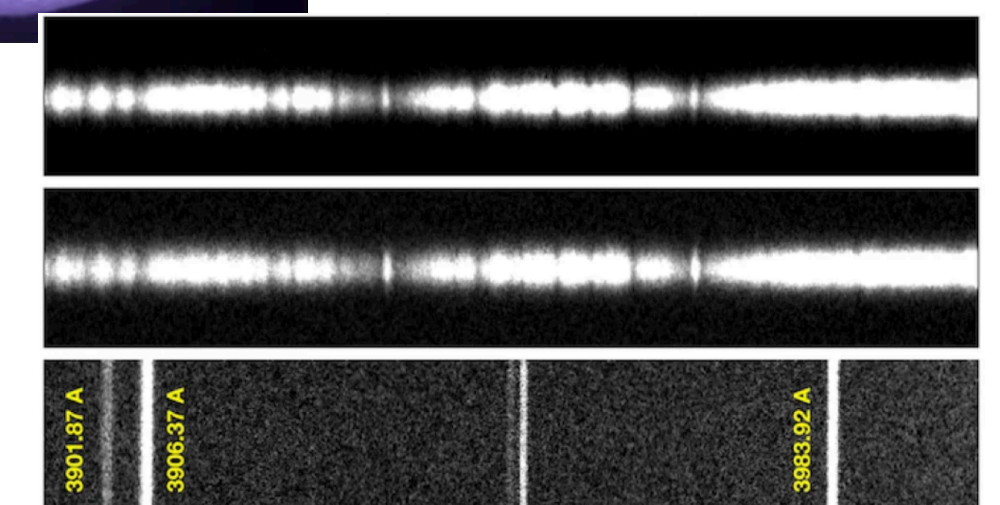
C'est l'origine de « Solar Explorer », le projet Sol'Ex !



Le « Solar Explorer » (Sol'Ex) est un instrument conçu pour l'observation de la chromosphère solaire en lumière quasi monochromatique (mais aussi de la photosphère... et peut-être de la couronne).

C'est un spectrohéliographe, mais pas de panique !

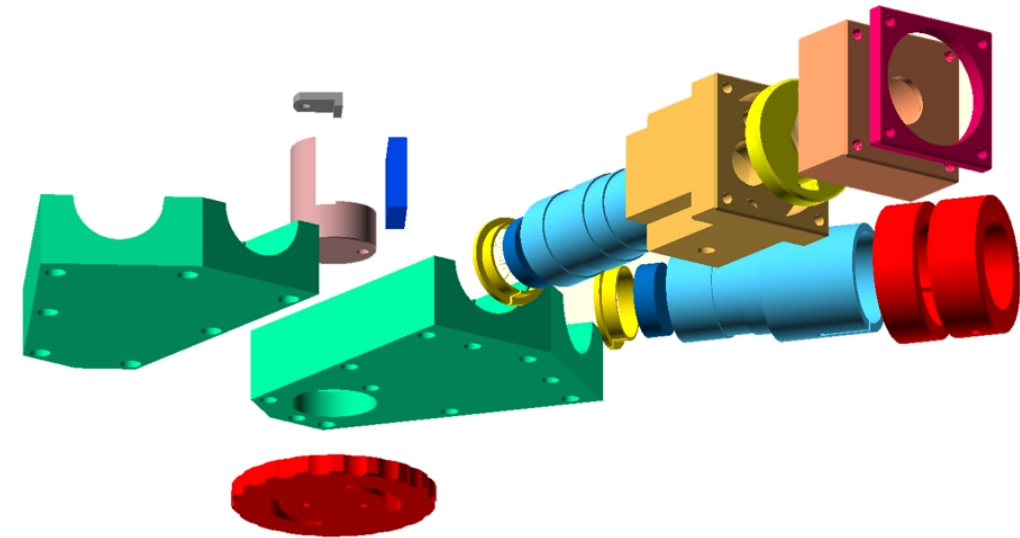
- Vous pouvez le construire vous même grâce à la technologie de l'impression 3D en raison de la simplicité du principe.
- Vous pouvez utiliser une petite lunette, et même un simple téléobjectif photographique, car Sol'Ex est compact et léger (500 grammes).
- Sol'Ex est un instrument à faible coût et un kit optique est disponible, qui rend la vie plus simple (Shelyak instruments).
- Avec Sol 'Ex vous pouvez choisir d'observer dans les raies de l'hydrogène, du calcium de l'hélium, du magnésium... La bande spectrale peut être aussi étroite que 0,25 Å (ce qui est plus fin que les filtres spécialisés disponibles). Il s'agit un instrument performant.
- L'observation solaire ce pratique de jour : idéal pour les clubs, les écoles, les étudiants. Une démarche pédagogique et ludique globale : l'optique, la CAO l'impression 3D, l'ajustement mécanique et optique, la métrologies, la programmation, le traitement numérique des données, l'astrophysique...
- Sol'Ex peut facilement être transformé en un spectrographe stellaire performant : Star'Ex, le « Stellar Explorer ».



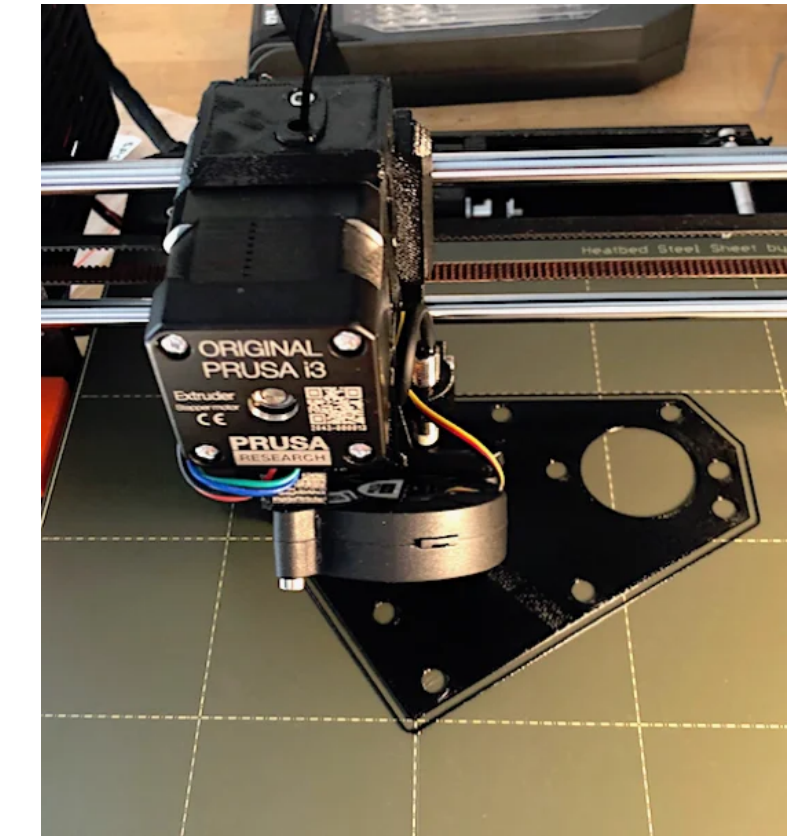
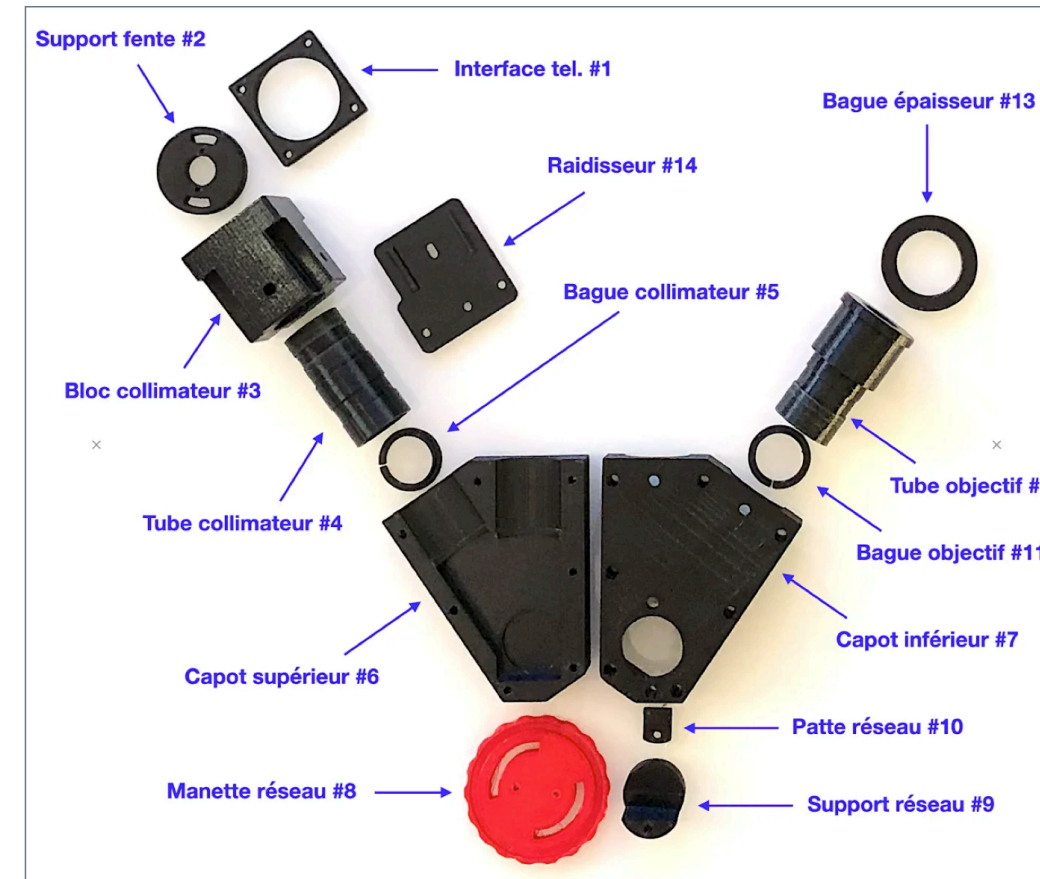
Comment assembler Sol'EX ?

Un site web décrit tous les détails de la construction et de l'utilisation : <http://www.astrosurf.com/solex/>

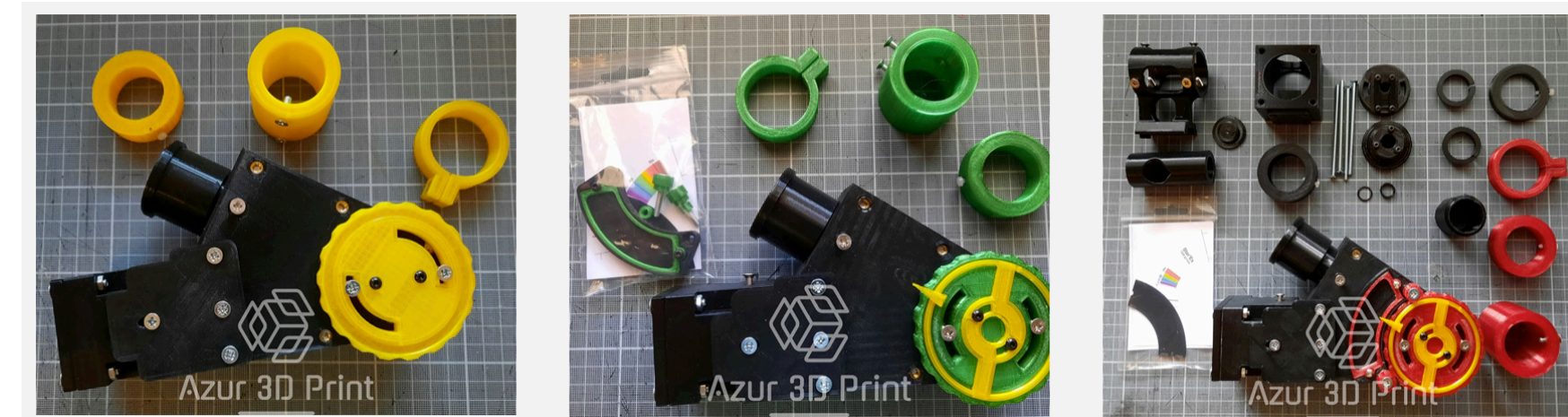
De nombreuses vidéos sont disponibles pour vous guider... et une large communauté peu vous aider (listes, forum, Facebook...)



Nombre limité de pièces et formes simples

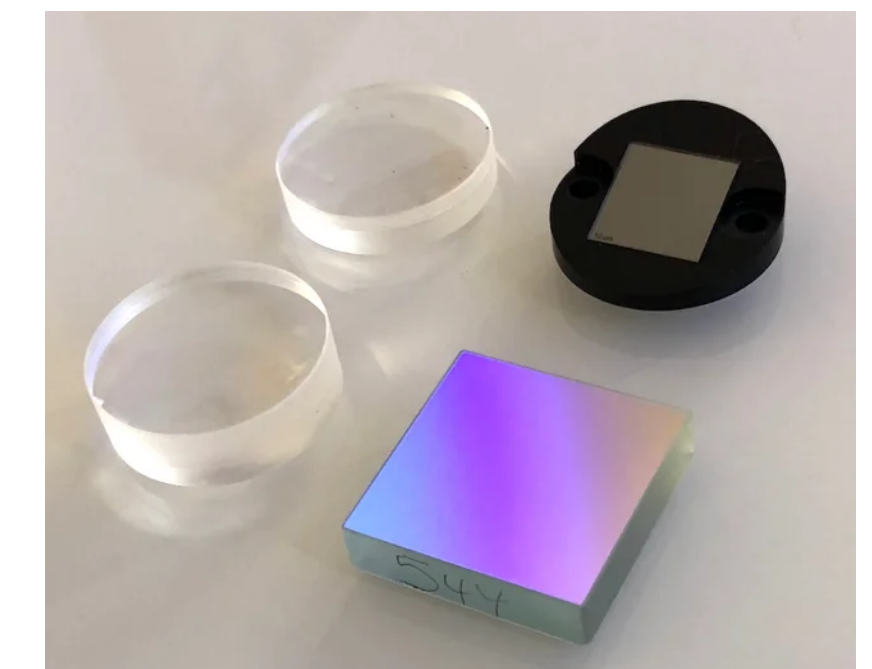


Pour ceux d'entre-vous non familier avec l'impression 3D, certaines entreprises peuvent faire le travail pour vous. Exemple : Azur3Dprint <https://www.azur3dprint.fr/accueil> (178 euros TTC pour un ensemble mécanique totalement monté + l'extension Sol'Ex+ quelques surprises..., 120 euros TTC en pièces détachées)



Un kit optique est disponible auprès de Shelyak : <https://www.shelyak.com/?lang=en>

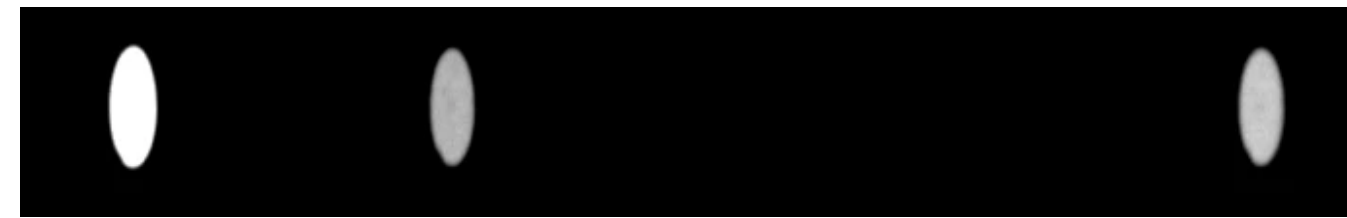
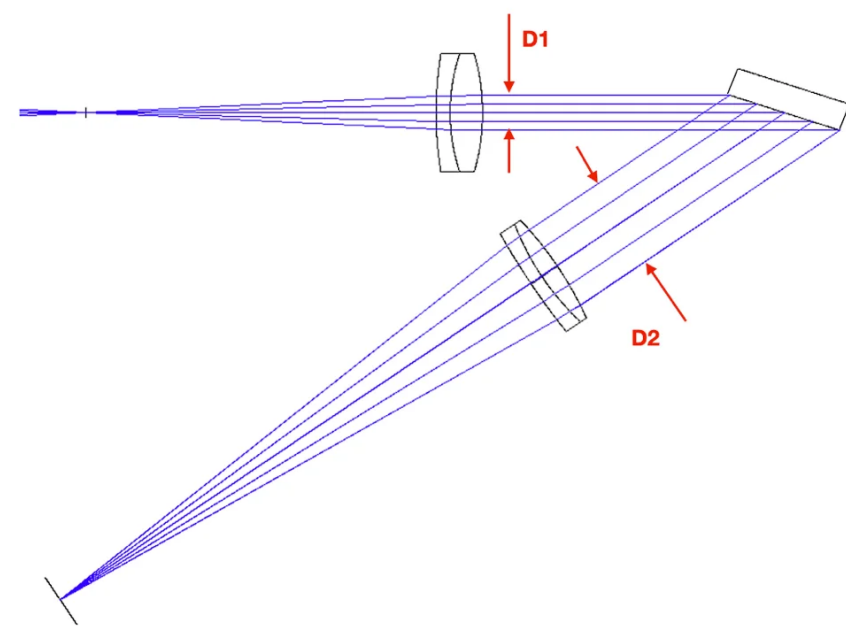
Il comporte un réseau holographique de 2400 lines/mm, deux objectifs principaux spécialement calculés pour Sol'Ex/Star'Ex/, une fente de 10 microns de large et de 4,5 mm de long haute qualité sur verre, un jeu de composants pour construire Star'Ex.



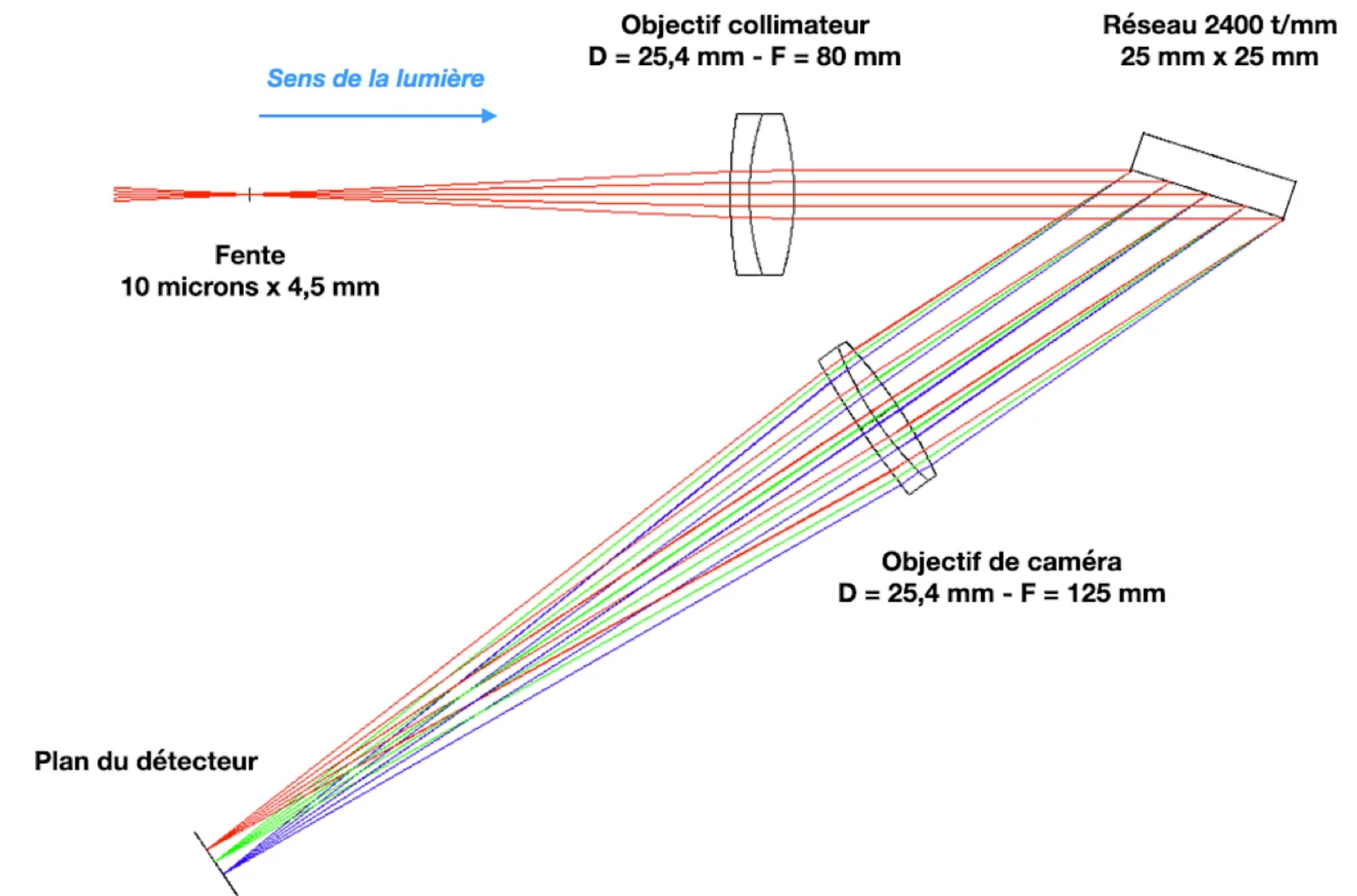
Le principe optique

Une configuration optique très classique, mais :

- Ajustement fin des paramètres relativement à la petite taille des pixels des caméras CMOS populaires (ASI178MM, ASI290MM, ...)
- Utilisation d'un réseau holographique à haute dispersion spectrale (2400 traits par millimètre)
- Objectifs spécialement conçus pour le projet (chromatisme réduit par l'emploi d'un verre spécial)
- Exploitation d'une fente très régulière sur un support en verre (10 microns de large)
- Exploitation du principe de l'anamorphose pour accroître la résolution spectrale :



$D1 / D2 = 0.383$ au niveau de H-alpha -> facteur d'anamorphose -> réduction de la largeur de l'image de la fente sur le détecteur -> augmentation du pouvoir de résolution



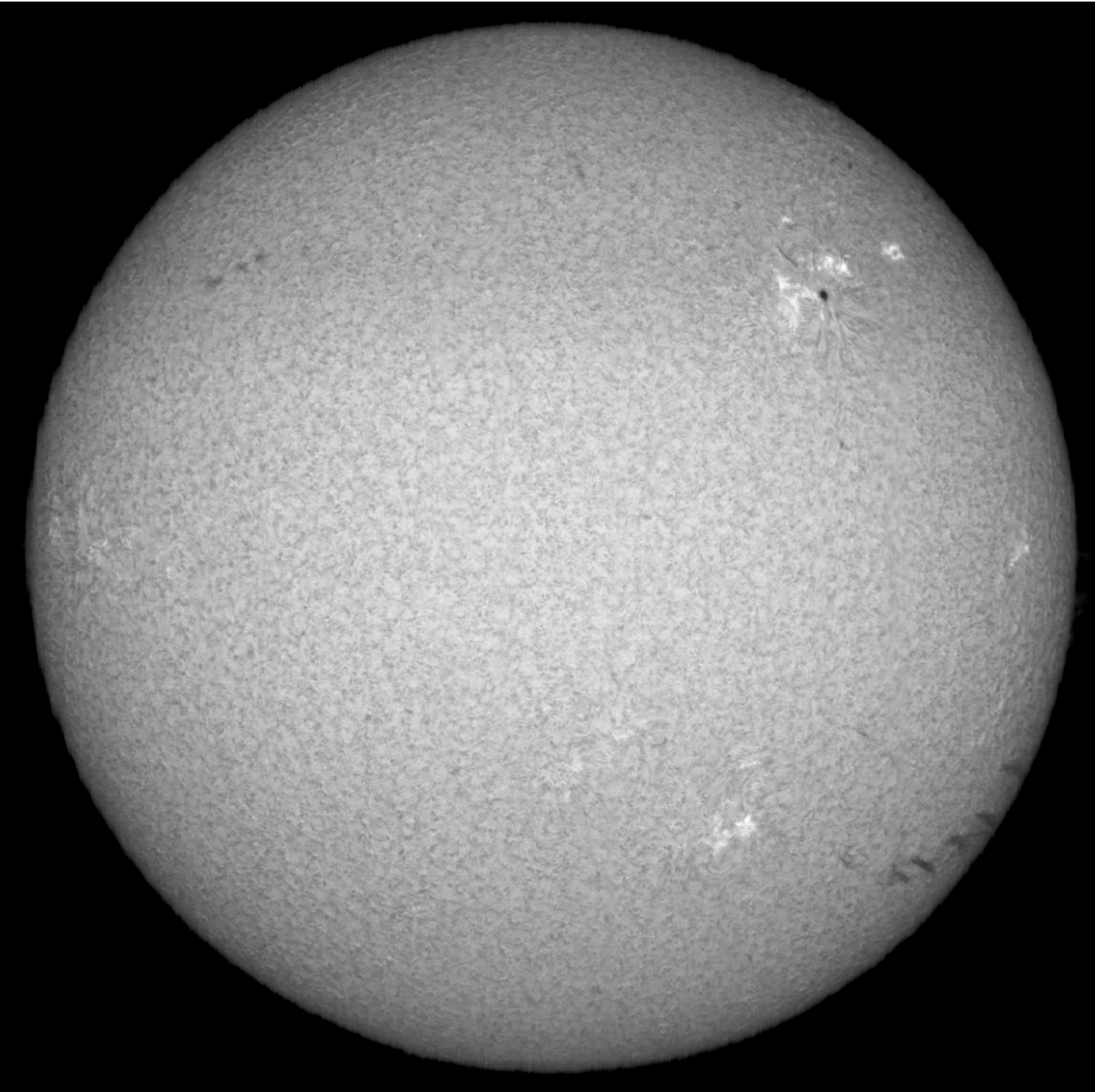
Sol'Ex est un spectrographe à très haute résolution spectrale : $R = \lambda/\Delta\lambda = 40.000$ -> finesse (bande-passante) de 0,16 Å (0,016 nm) au niveau de H-alpha



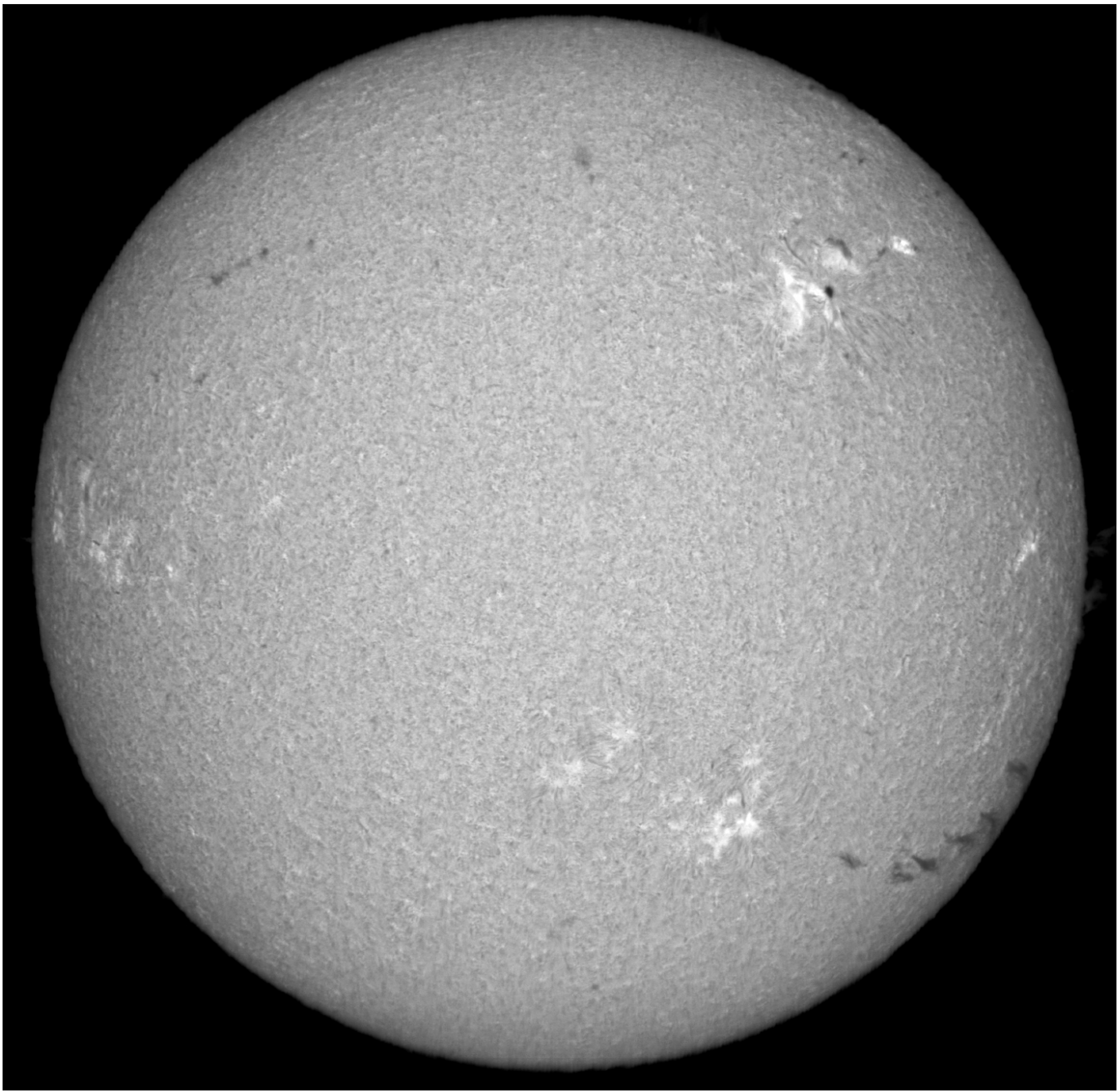
**Production d'images
« monochromatiques » à
haut contraste**

L'impact de la résolution spectrale

Lunette de 65 mm f/6,5

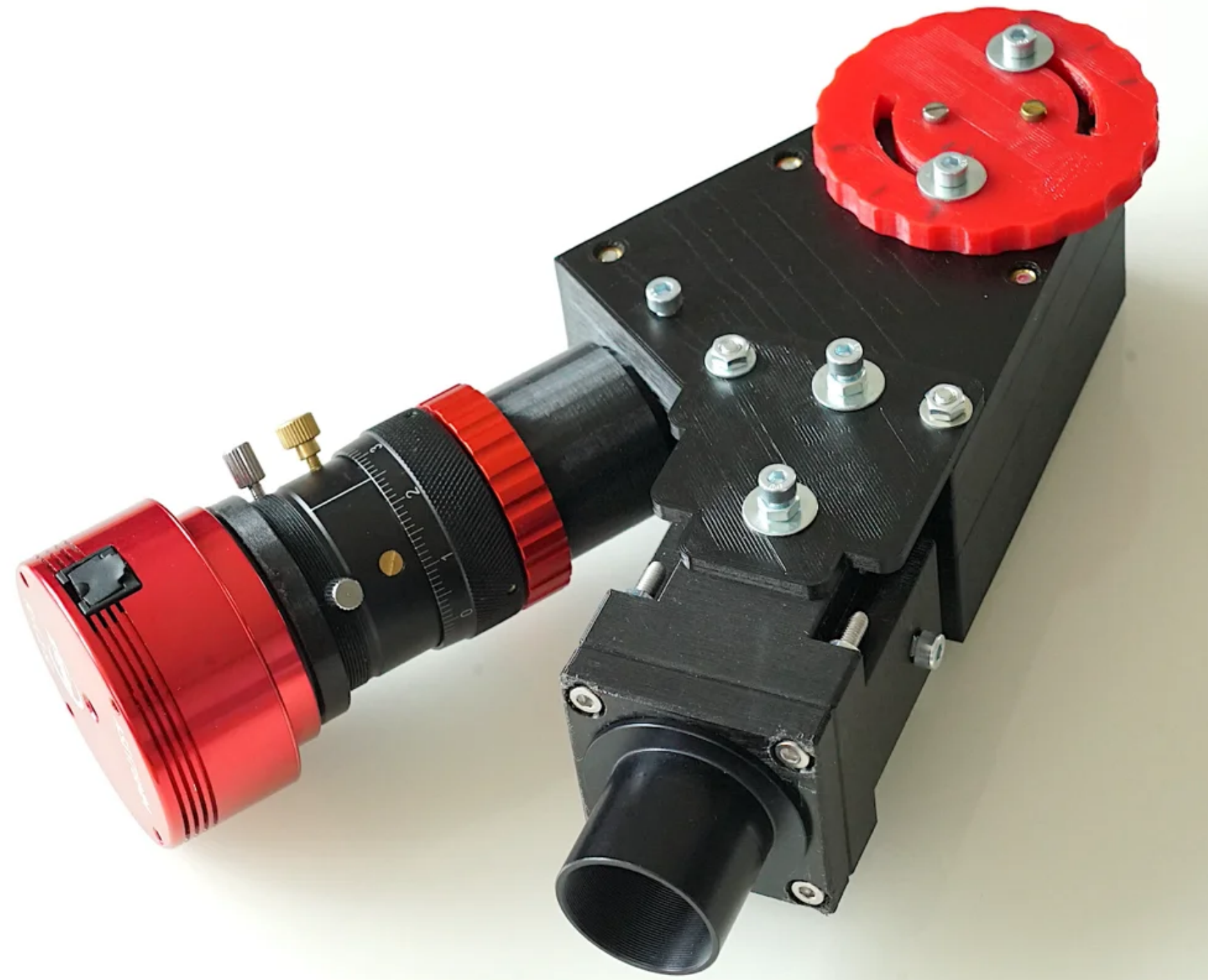


Sol'Ex : réseau 1200 traits/mm - $\Delta\lambda = 0,78 \text{ \AA}$

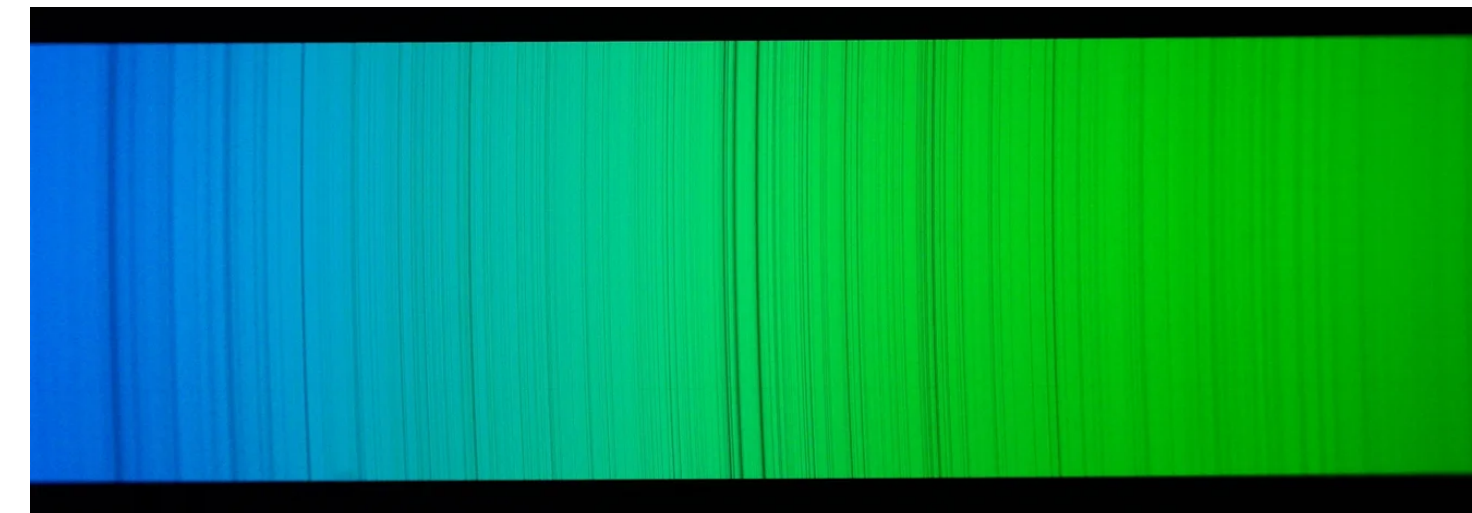


Sol'Ex : réseau 2400 traits/mm - $\Delta\lambda = 0,16 \text{ \AA}$

L'aspect final de Sol'Ex

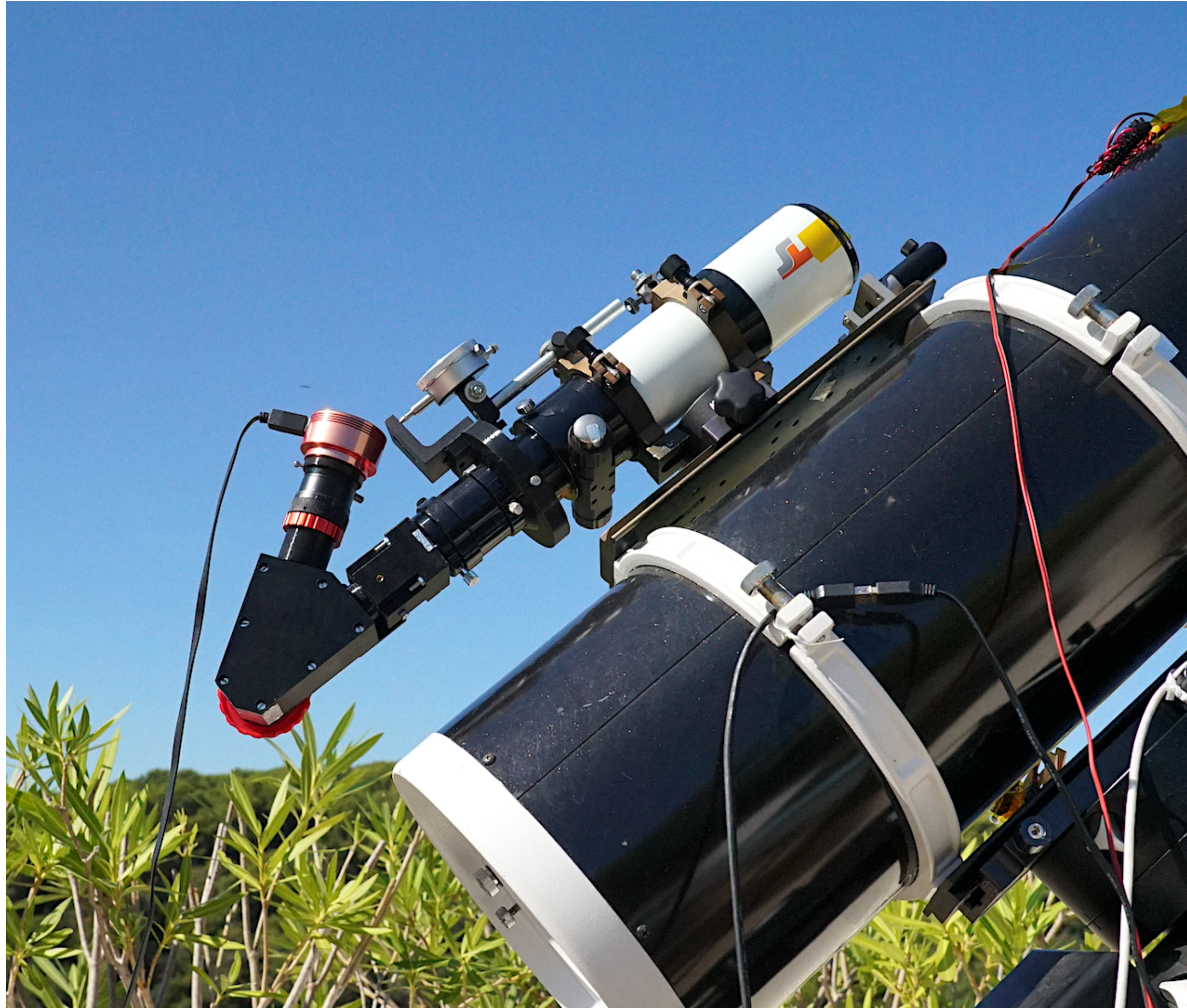


Configuration typique pour l'observation solaire

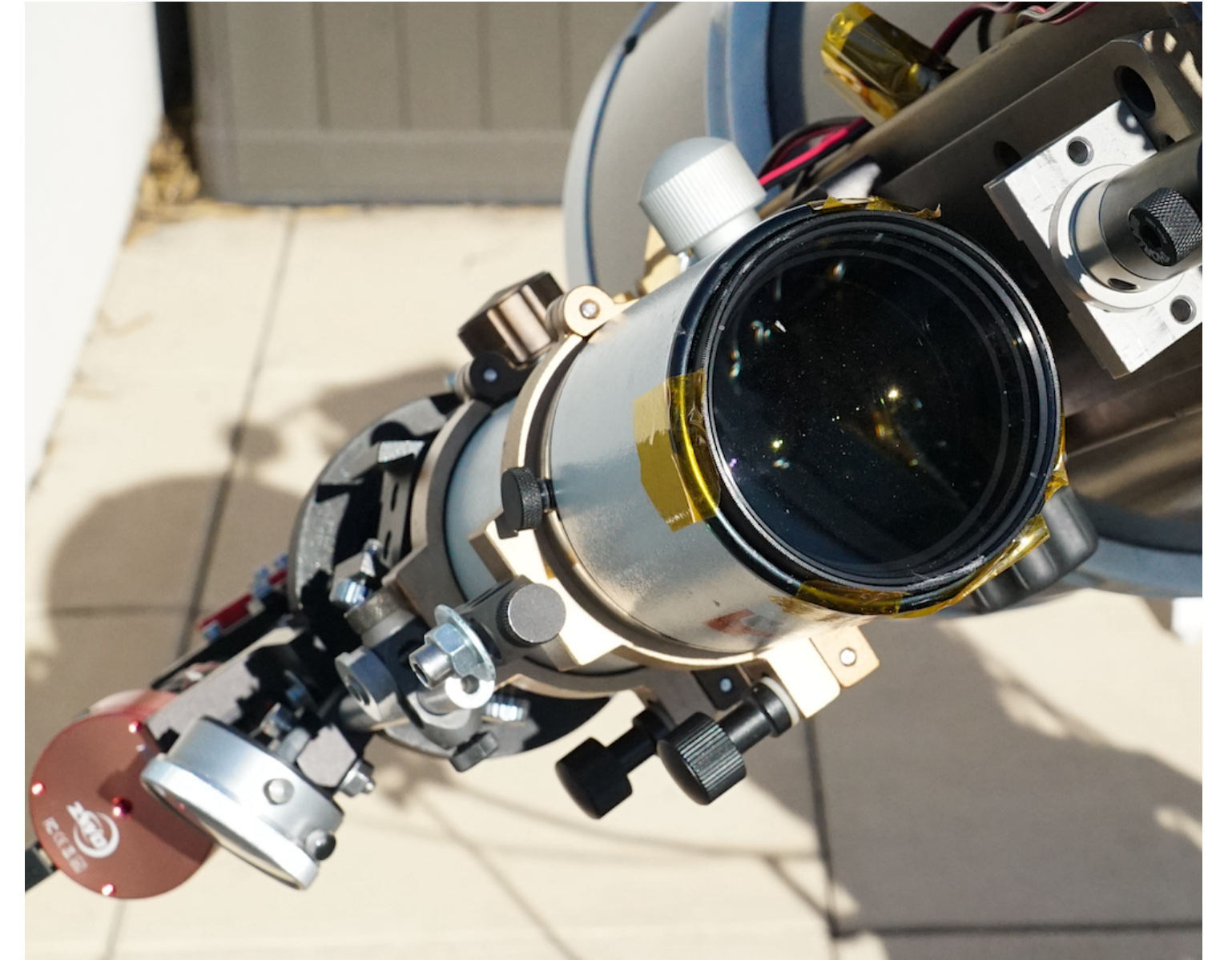


Utilisation d'un appareil photo numérique (pour un projet éducatif par exemple).

Sol'Ex en action au foyer d'une lunette (1/3)



Modèle TS D = 65 mm - F = 420 mm - Noter l'usage d'un micromètre pour réaliser une focalisation précise sur la fente.



Filtre atténuateurs utilisés pour la photographie (densités neutres)

Sol'Ex en action au foyer d'une lunette (2/3)



Utilisation d'une hélioscope d'Herschel pour atténuer le flux



Quelques modèles

Sol'Ex en action au foyer d'une lunette (3/3)



Sur un petit chercheur 50 mm EVOGUIDE

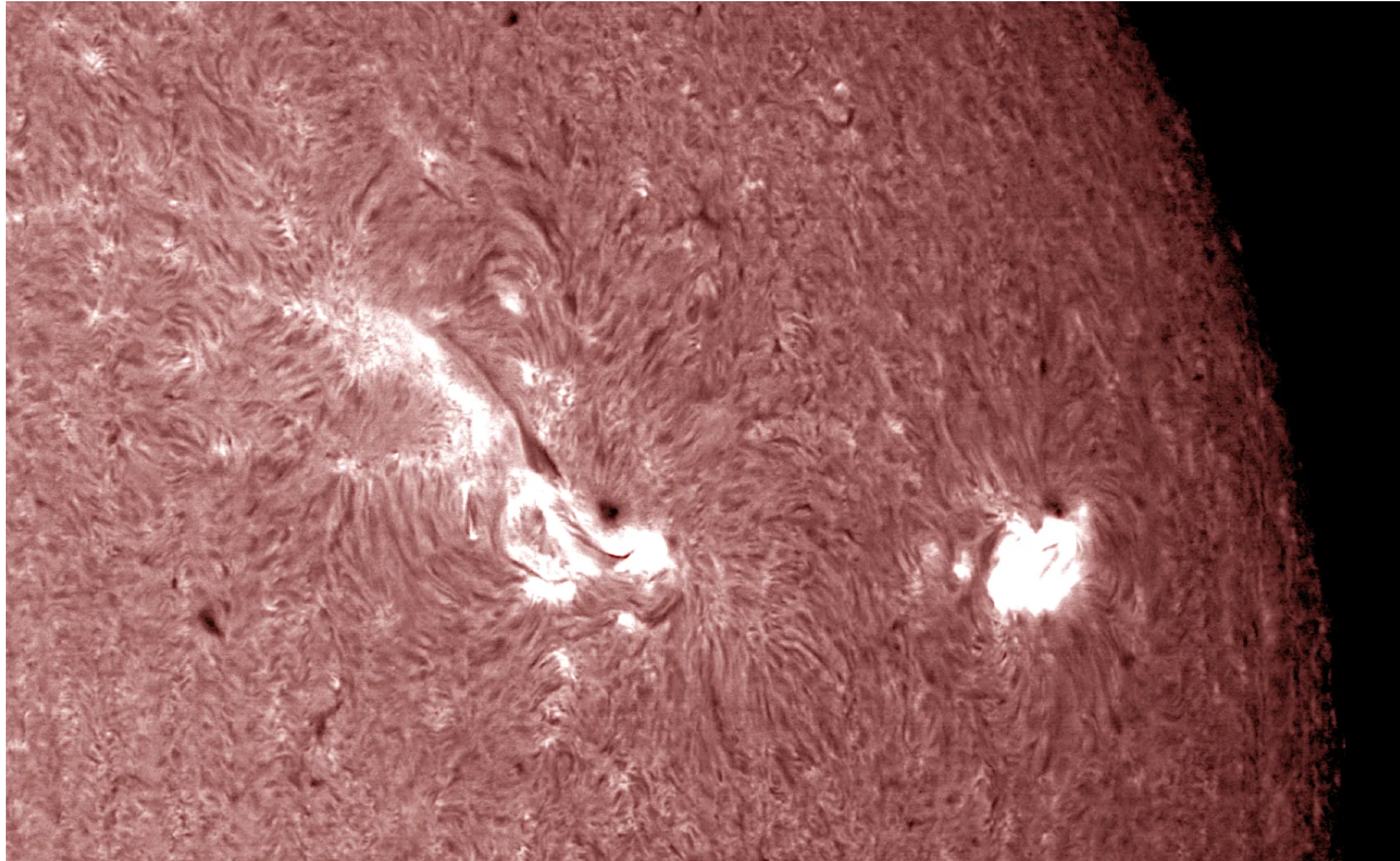


Sur un téléobjectif (Canon 400 mm + 2X extender - par exemple)

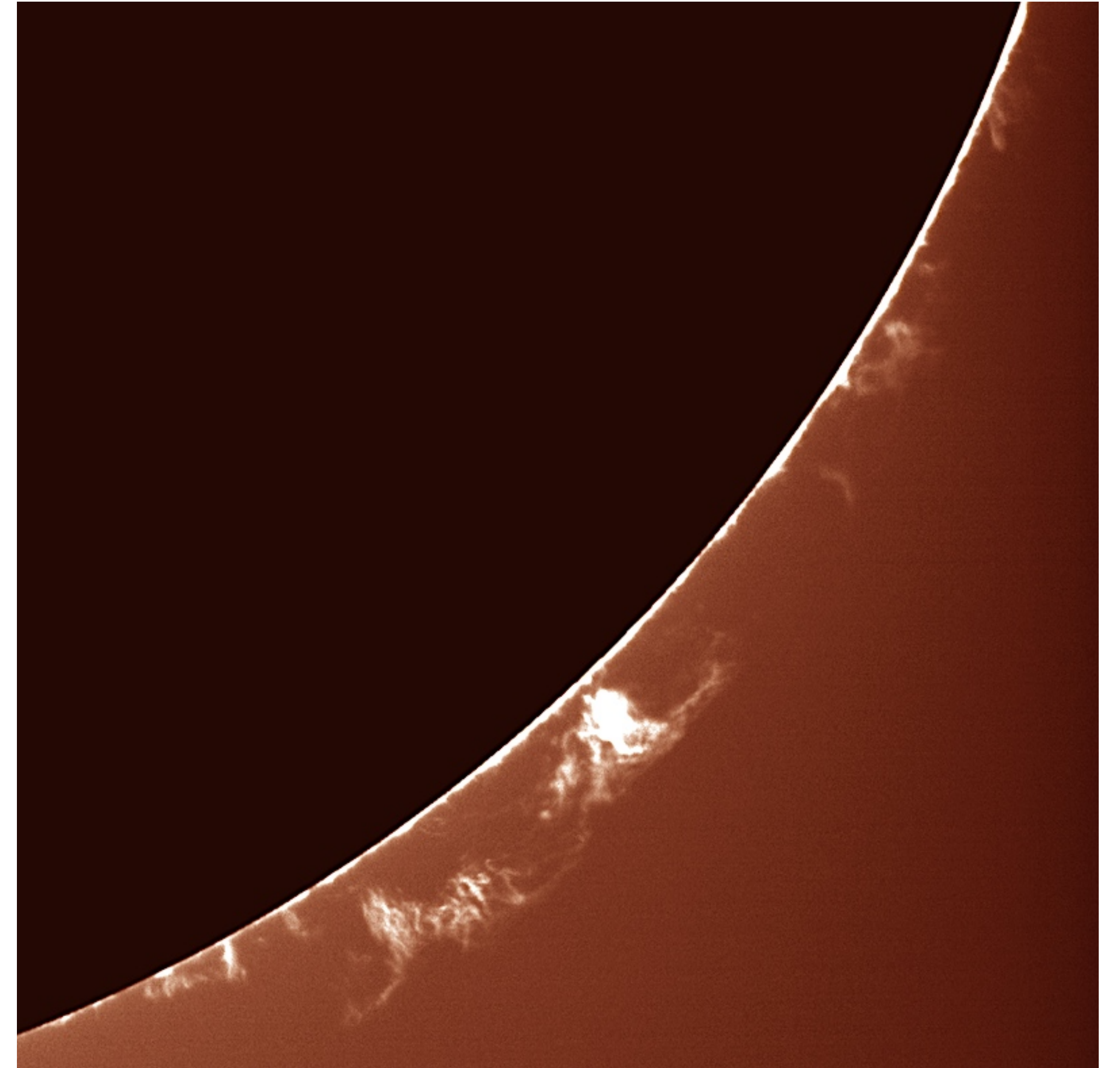


Sur une lunette Takahashi FS128

Images typiques au foyer d'une lunette de 128 mm (focale = 1040 mm)

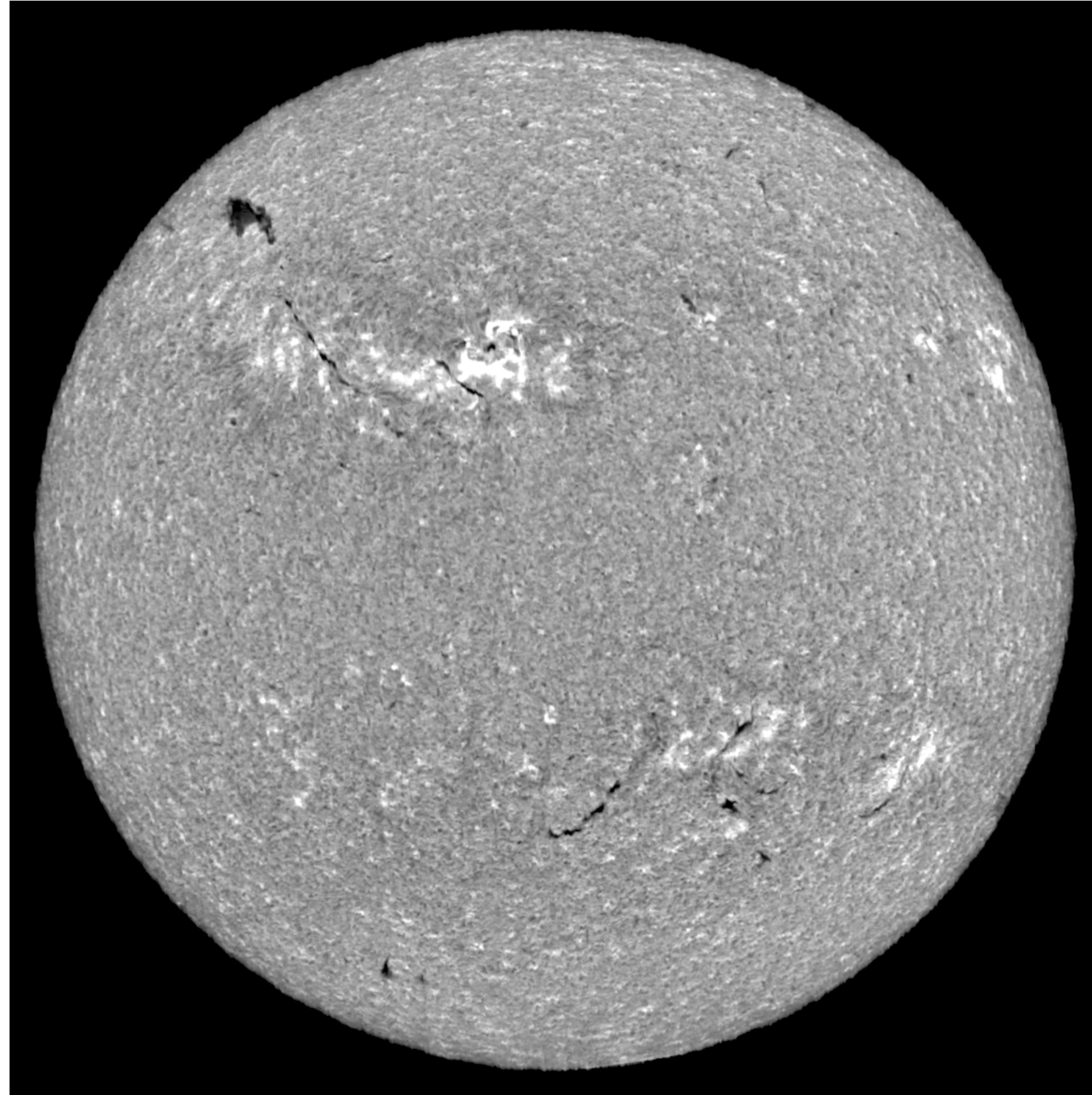


Note : le disque ne peut pas être saisi en entier en une passe à cause de la focale.

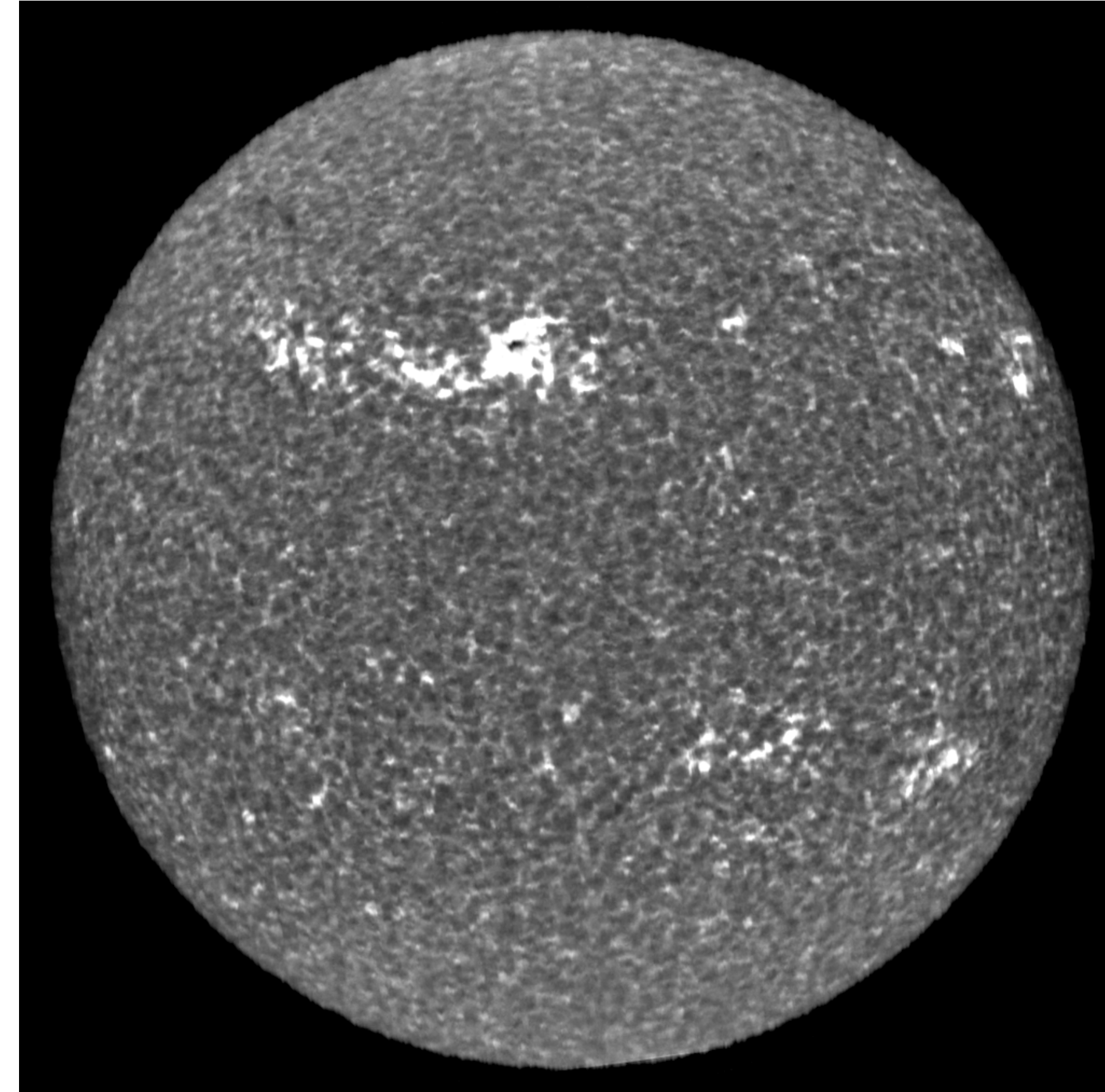


Sélection de la longueur d'onde sans changer d'instrument (1/2)

Sol'Ex sur une lunette Takahashi FS60



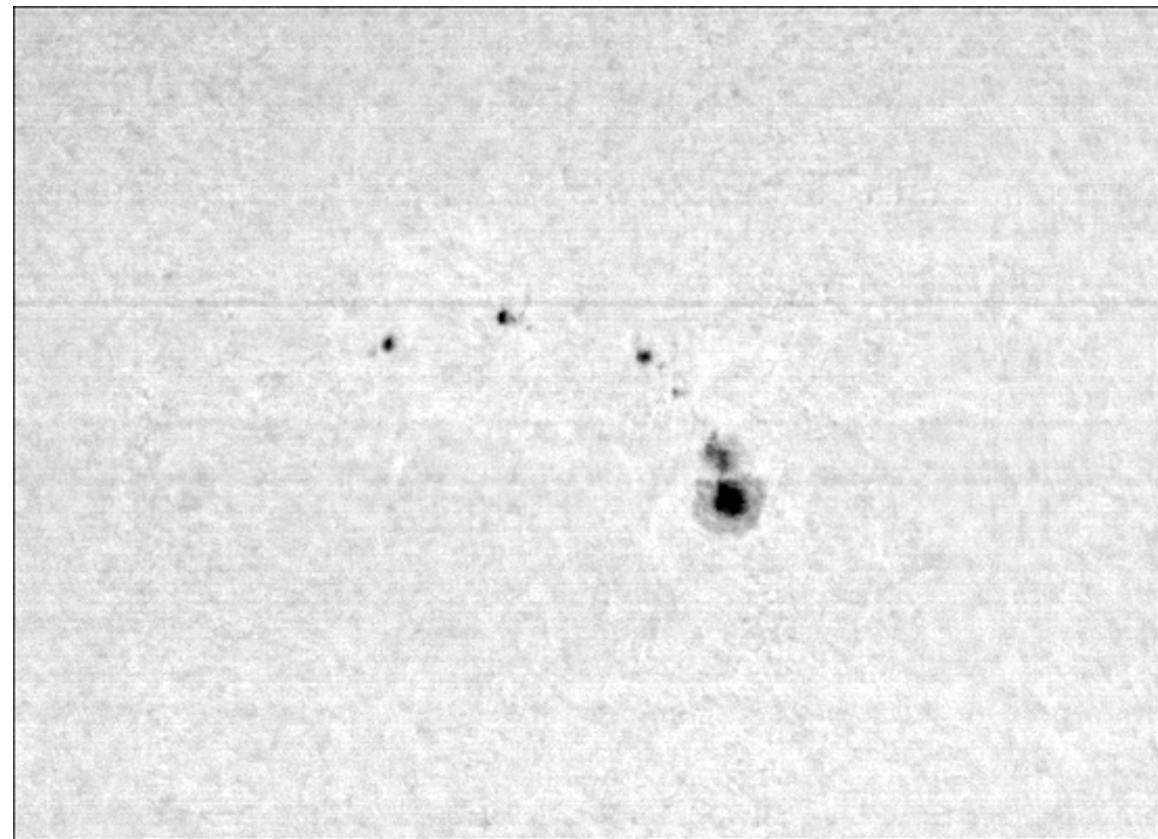
ROUGE : raie H-alpha de l'hydrogène



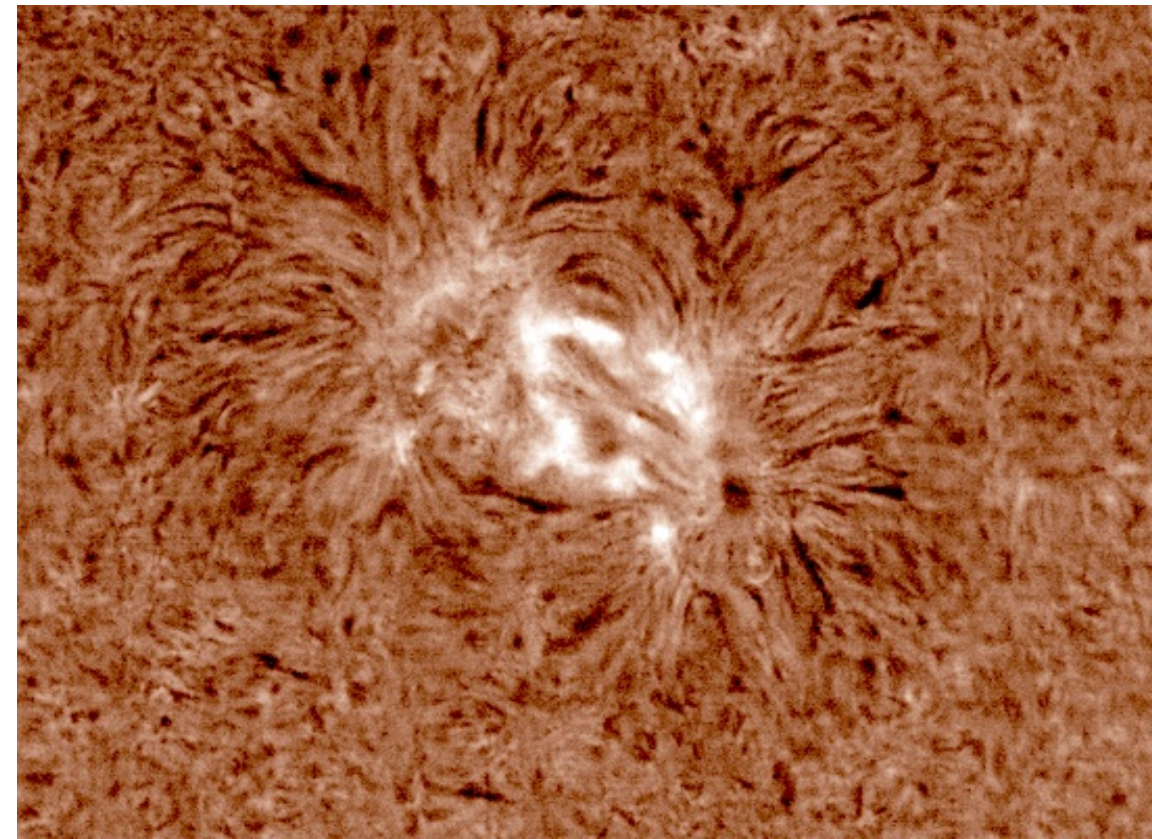
ULTRAVIOLET : raie du calcium Ca II K

Sélection de la longueur d'onde sans changer d'instrument (2/2)

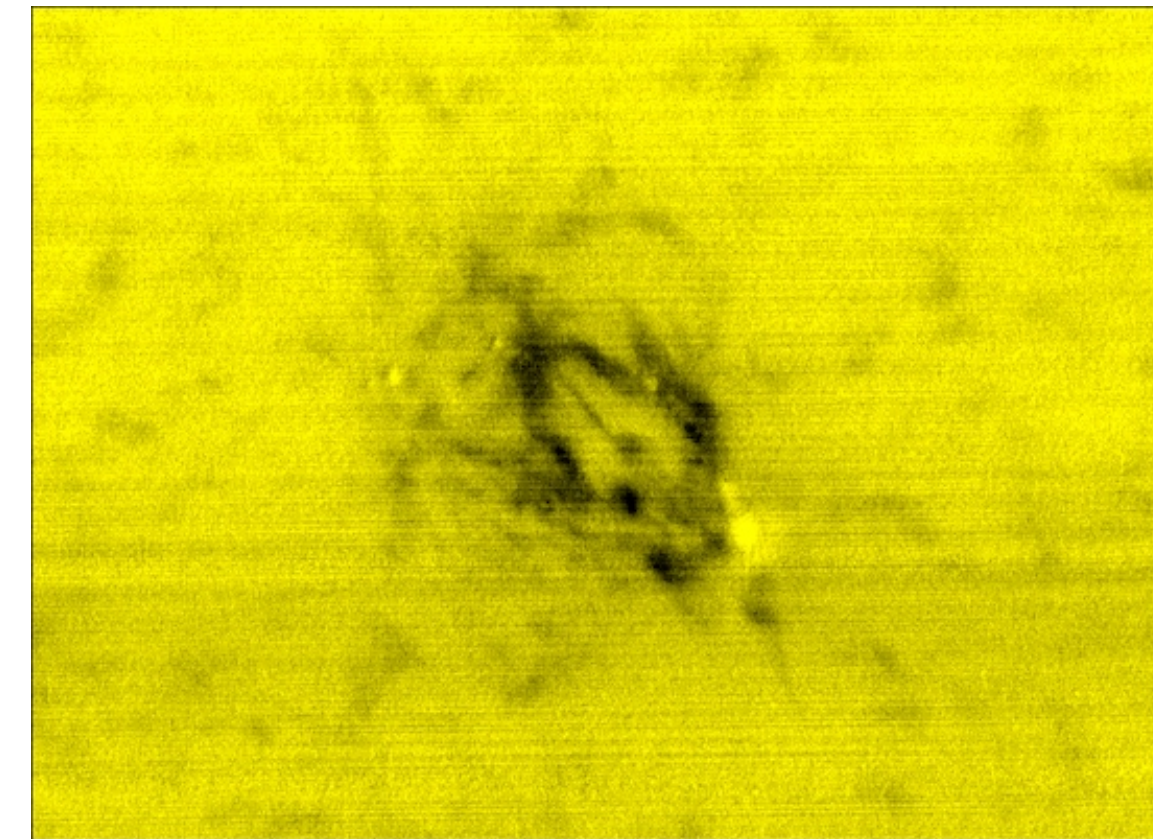
Sol'Ex sur une lunette TS de 65 mm



Continuum (6580 A)



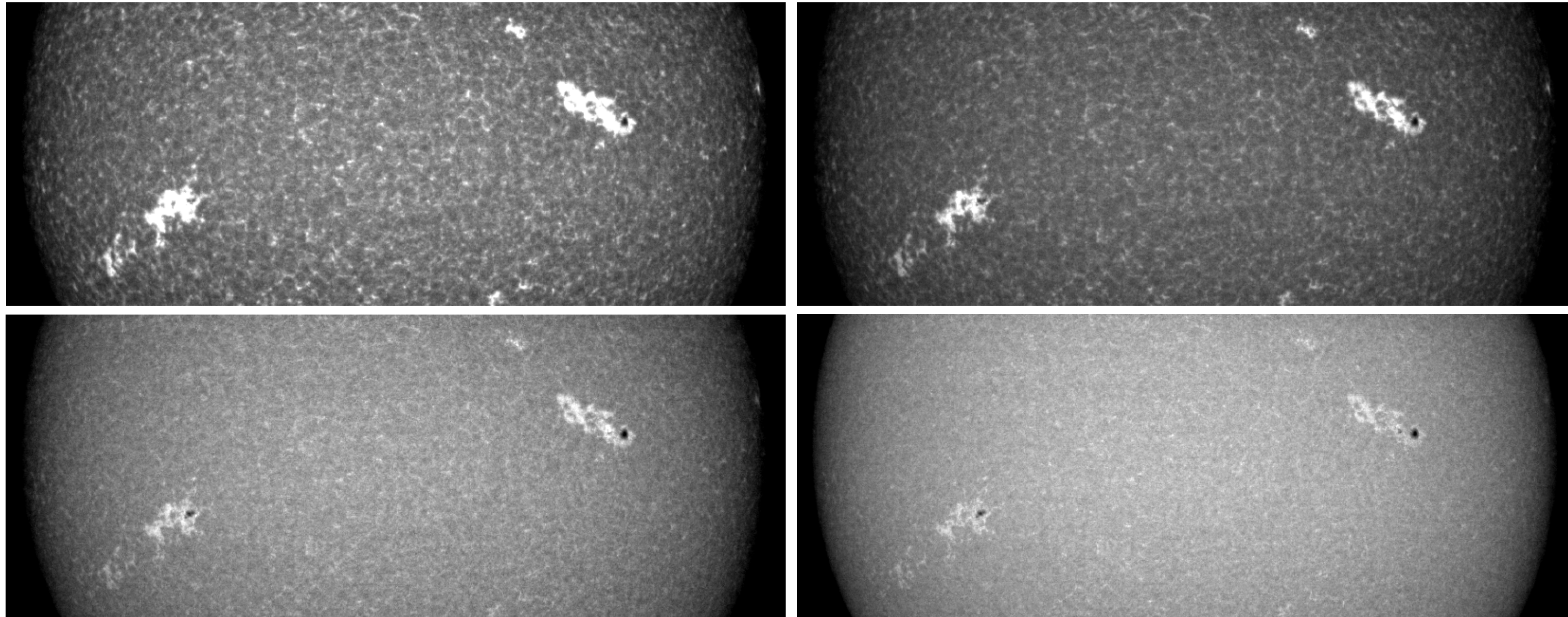
H-alpha (6563 A)



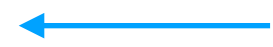
Hélium (5876 A)

Explorer l'intérieur d'une raie spectrale

Coeur de la raie Ca II K

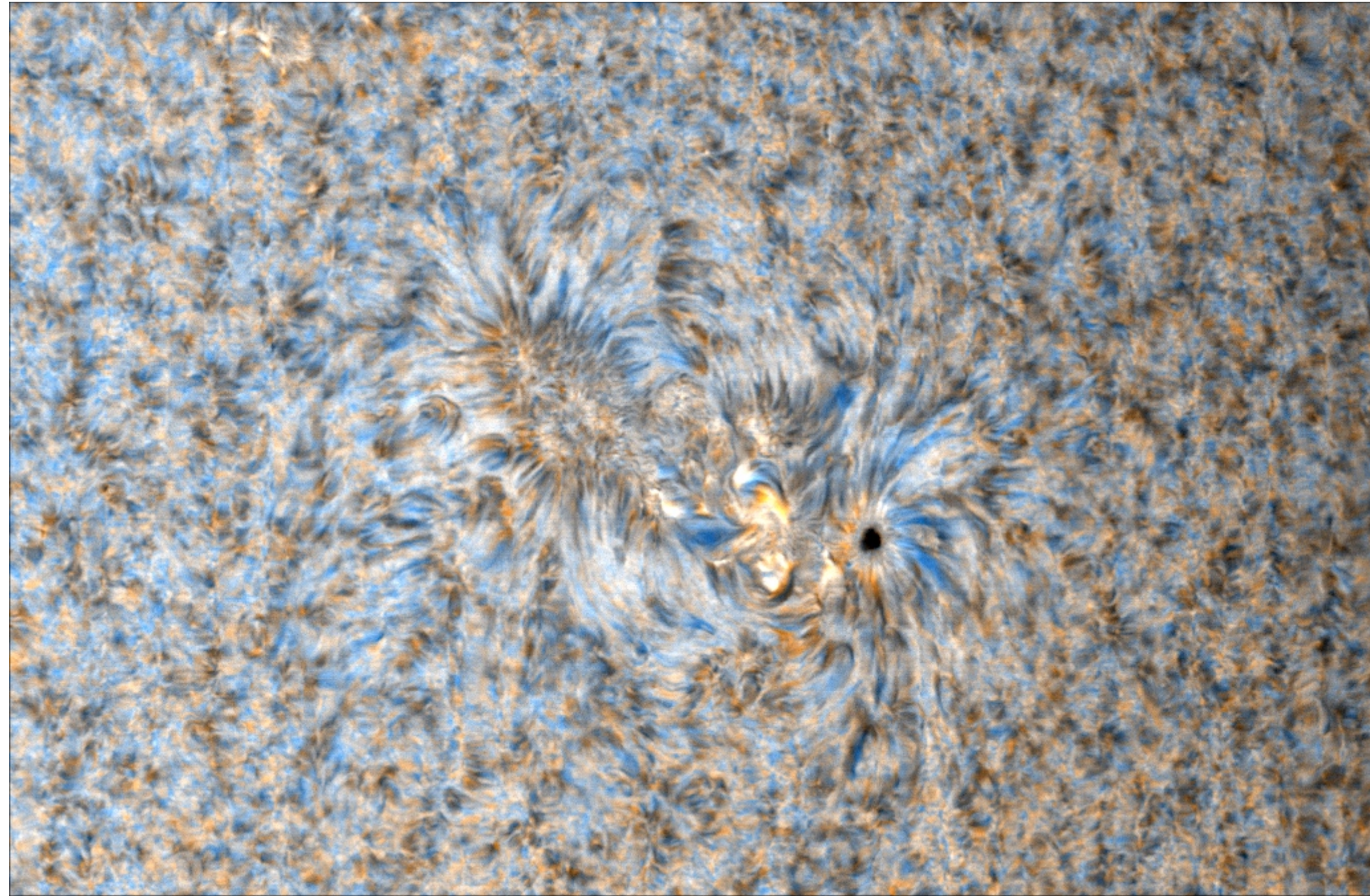


Aile de la raie Ca II K



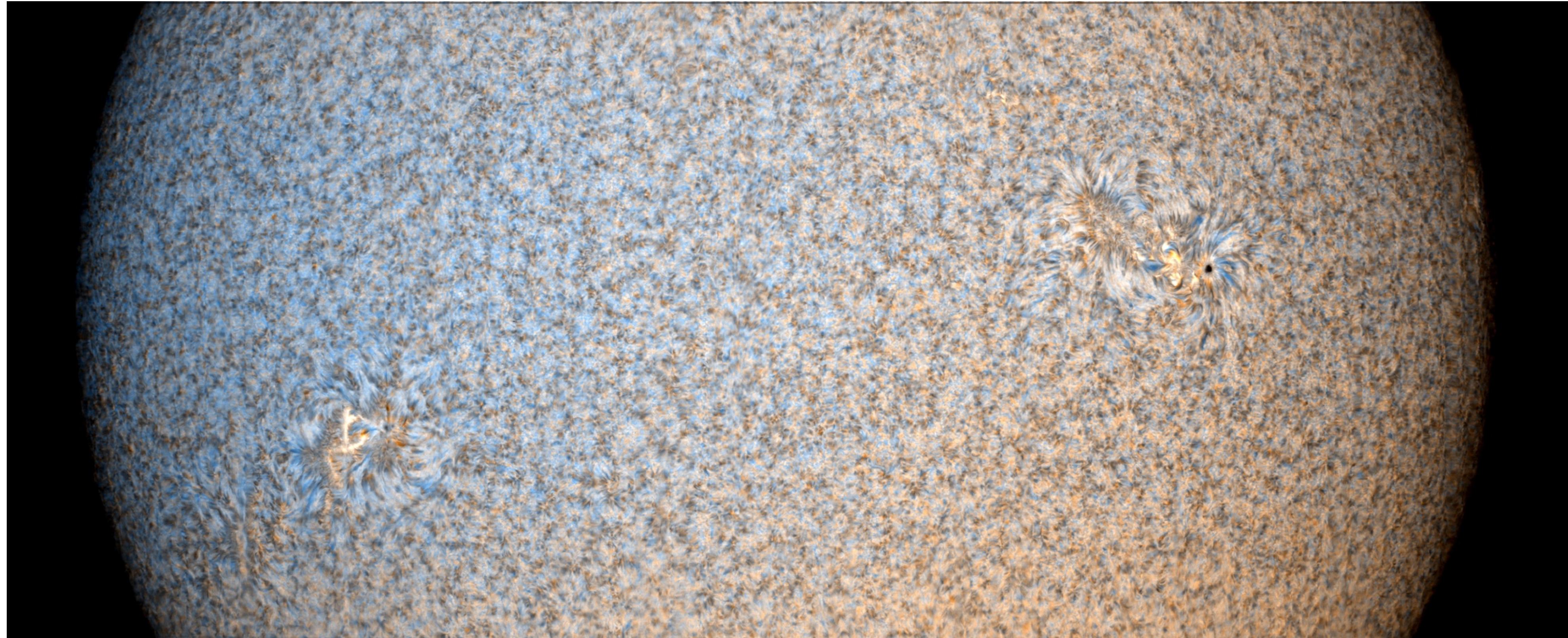
Quelques variations : le Dopplergramme (1/2)

Les intensités et couleurs indiquent la vitesse et la direction radiale des gaz



Quelques variations : le Dopplergramme (2/2)

Mesure de la rotation du Soleil par l'observation du décalage Doppler de la raie H-alpha (entre le bord est et le bord ouest)

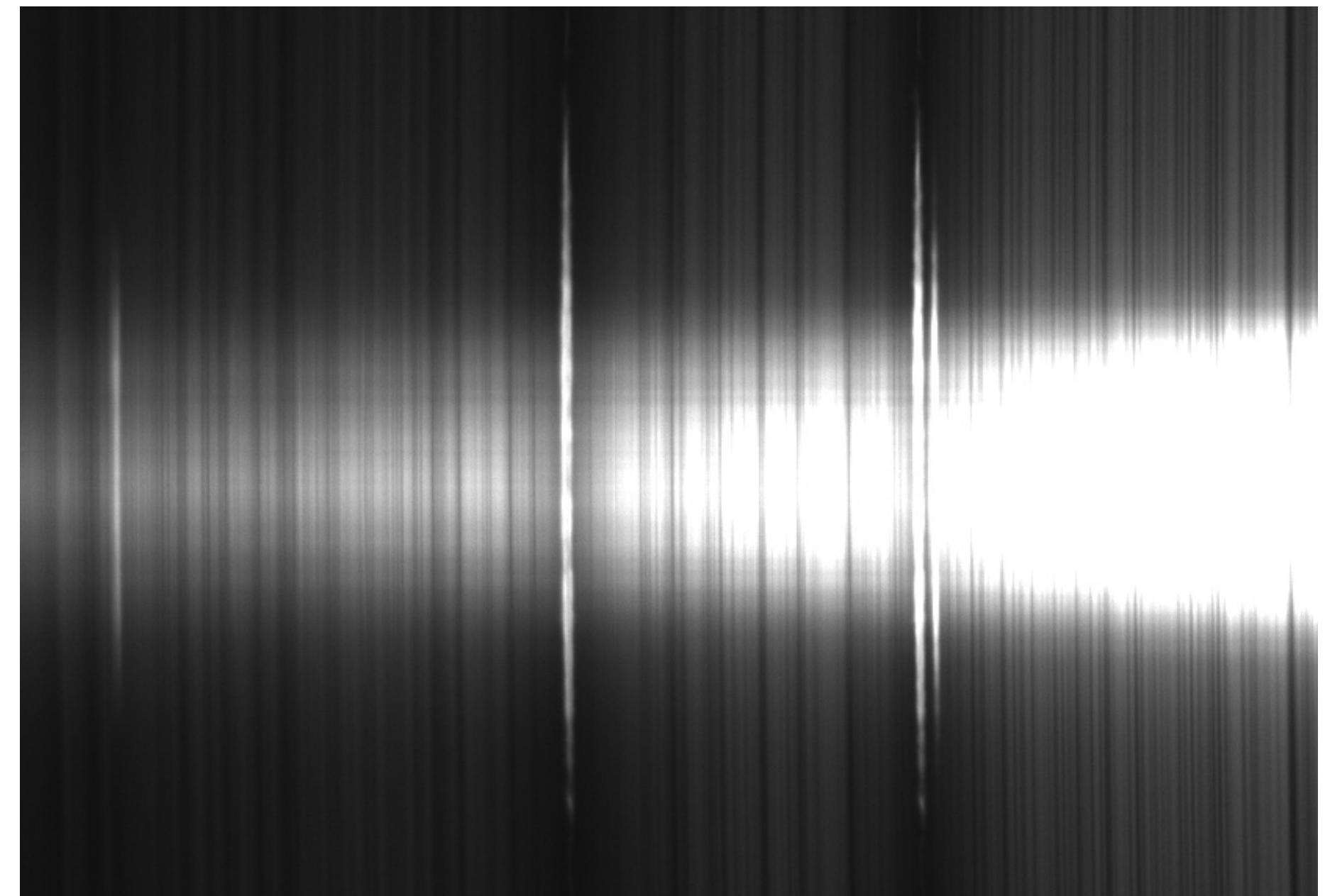


Principe du spectrohéliographe

Balayage du disque sur la fente d'entrée de Sol'Ex et capture à haute cadence des image du spectre (100 à 300 trames/s.).
Durée d'acquisition avec une caméra moderne : 10 to 30 sec. typ.



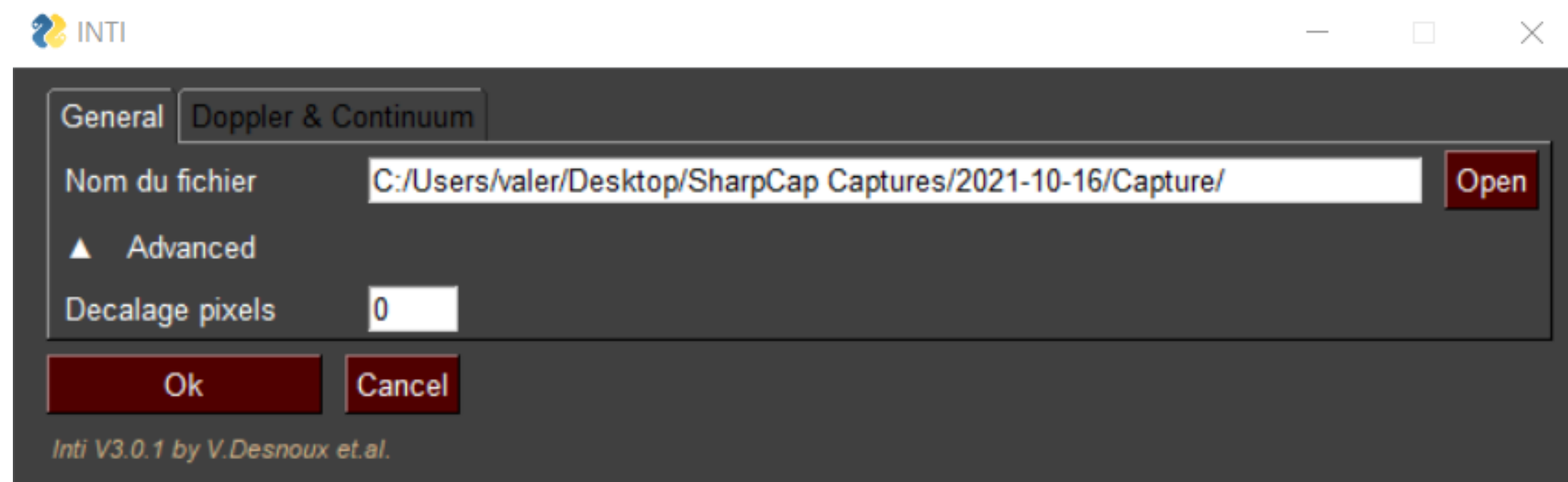
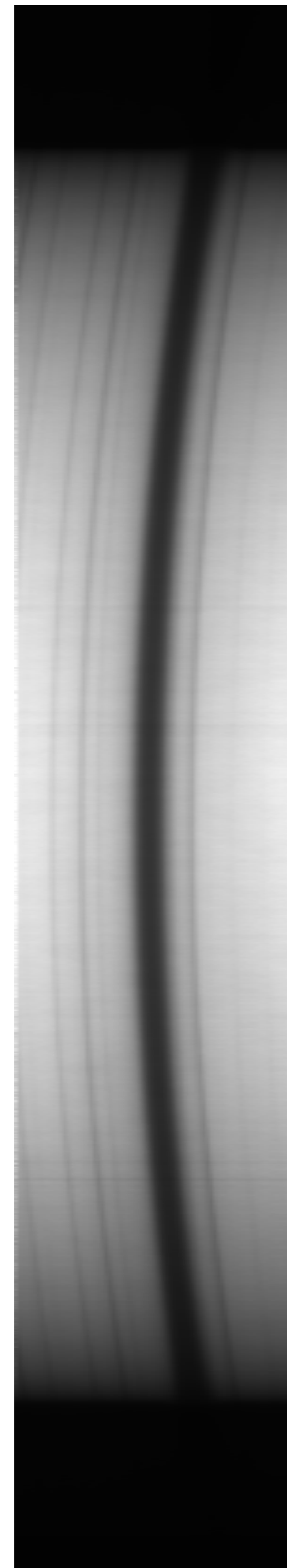
Il faut sélectionner une raies chromosphérique en « émission »



Aspect des raies Ca II H&K au limbe : phénomène d'inversion

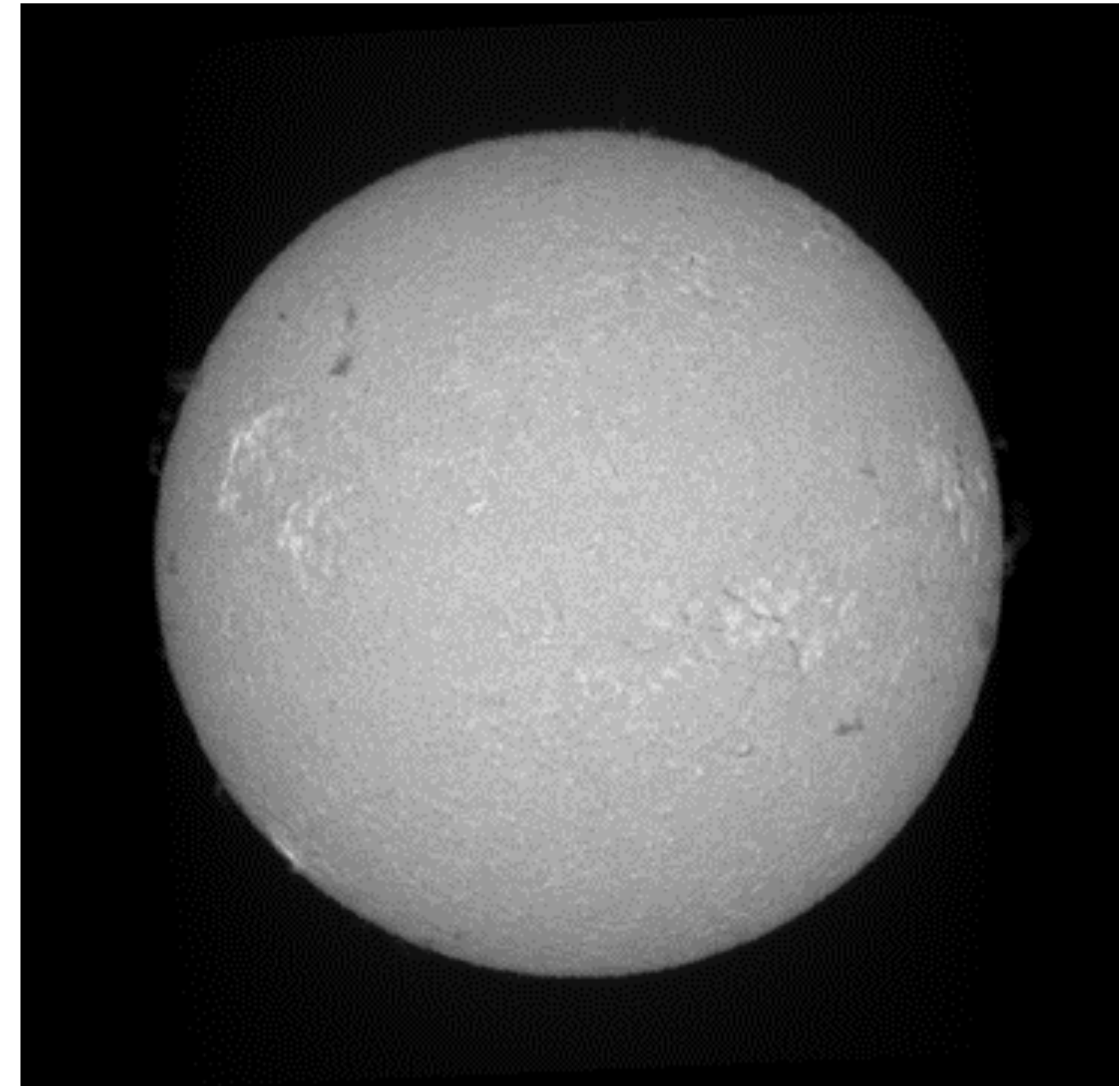
**Les images du disque sont reconstruite
avec un logiciel dédié : INTI**

Traitement d'images avec INTI

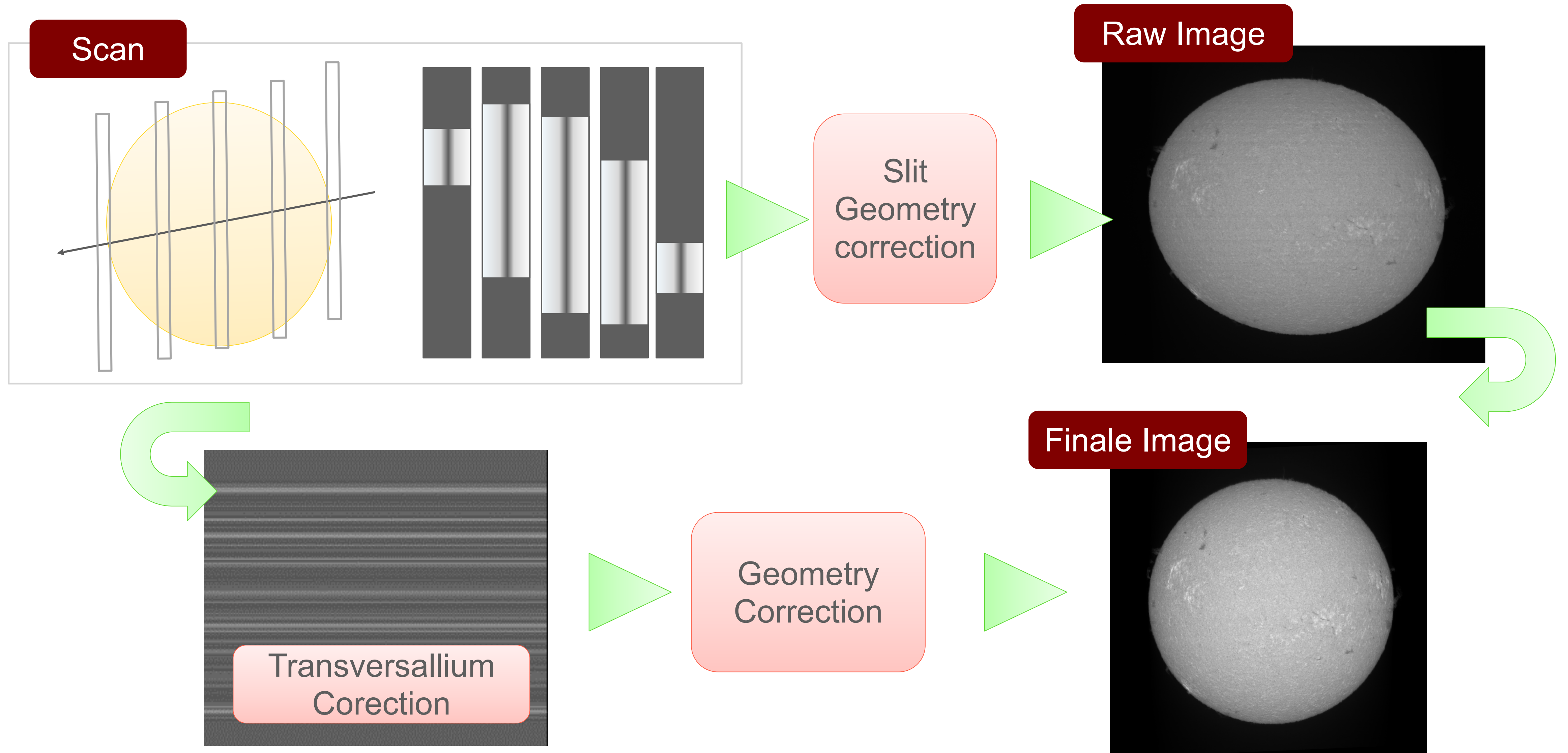


One click
Automatic Image Processing

<http://valerie.desnoux.free.fr/inti/>

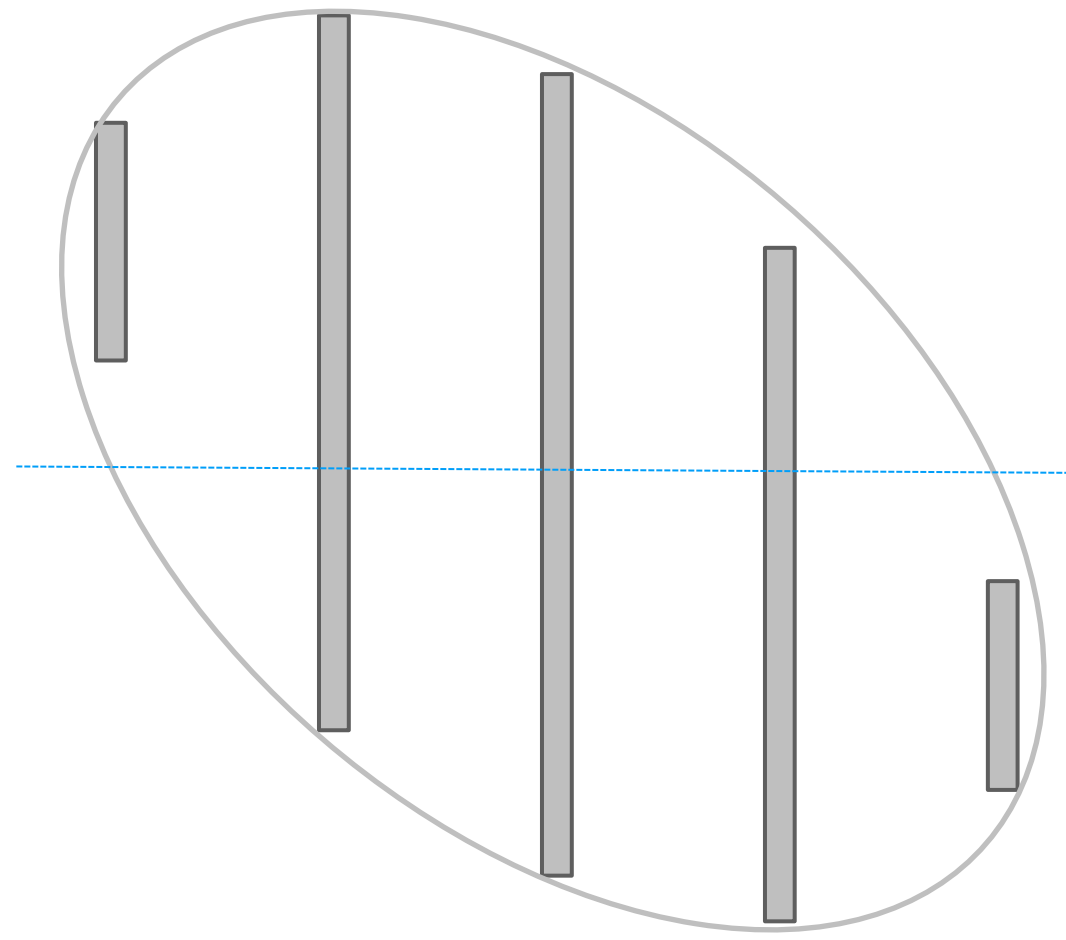


Formation des images

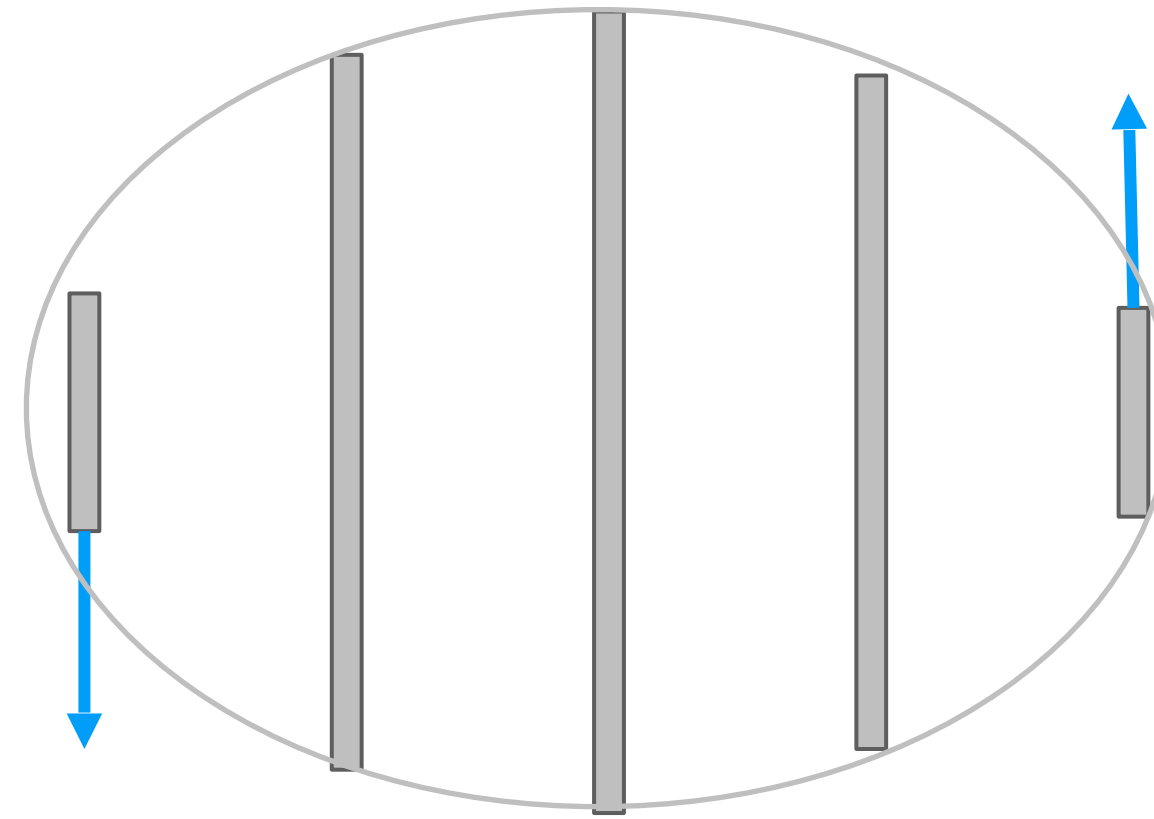


Corrections géométriques

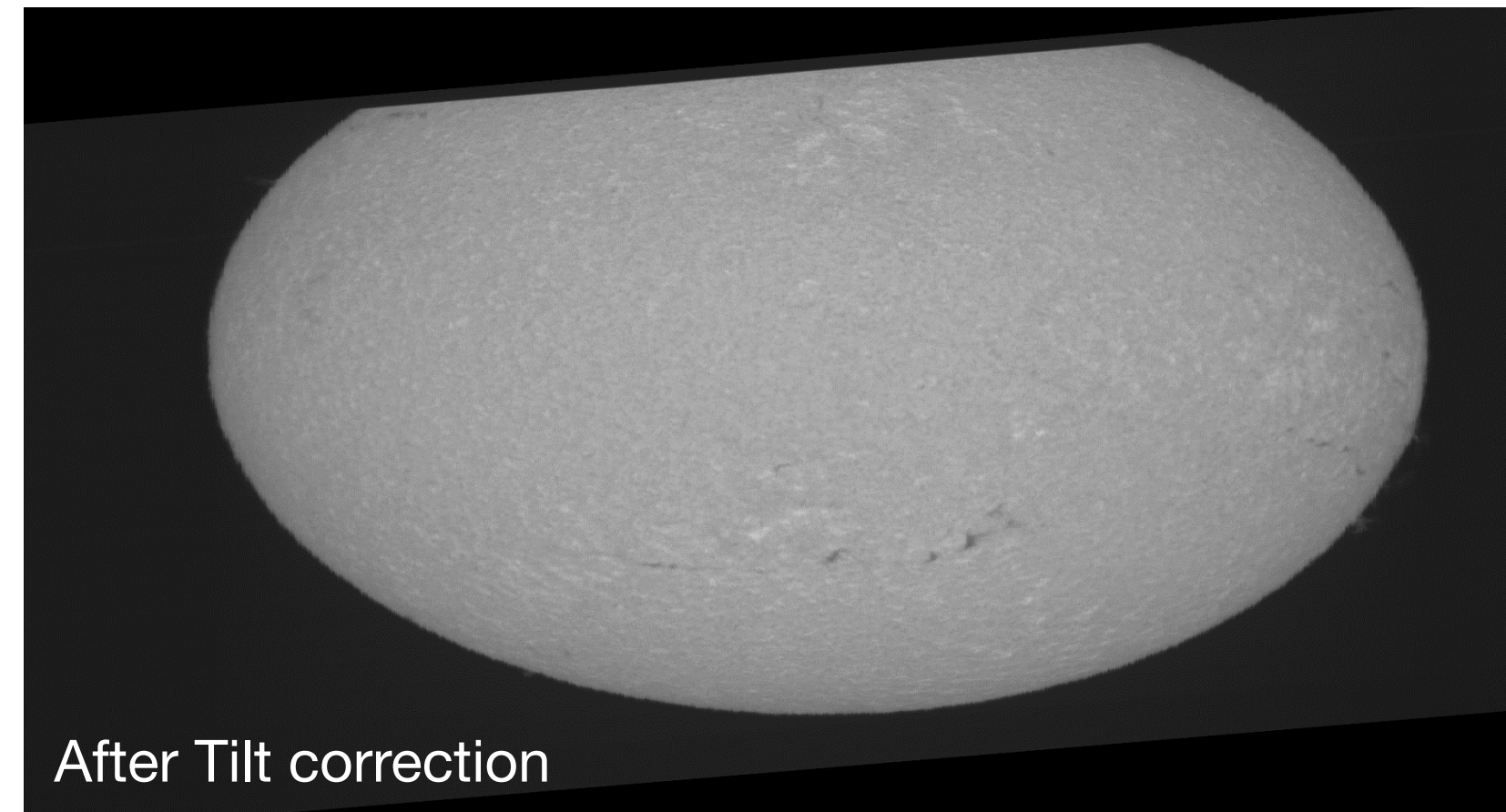
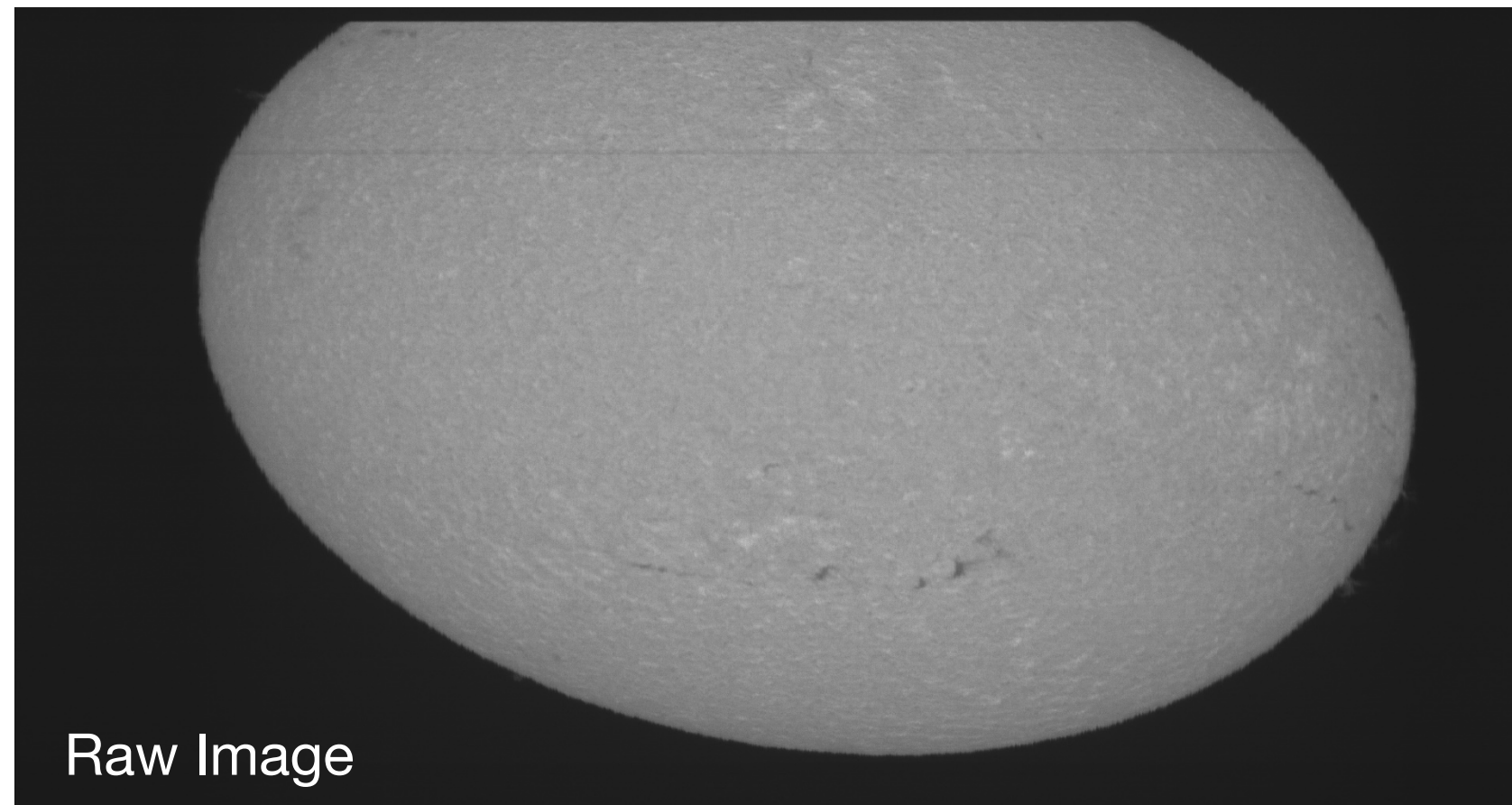
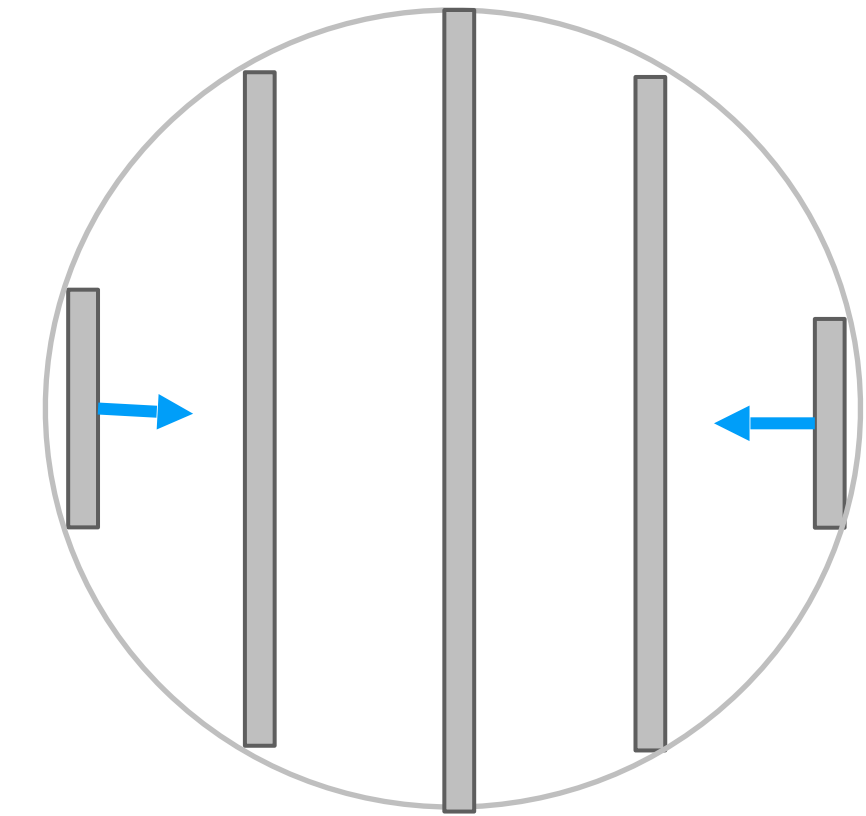
Raw



Tilt correction



Scaling



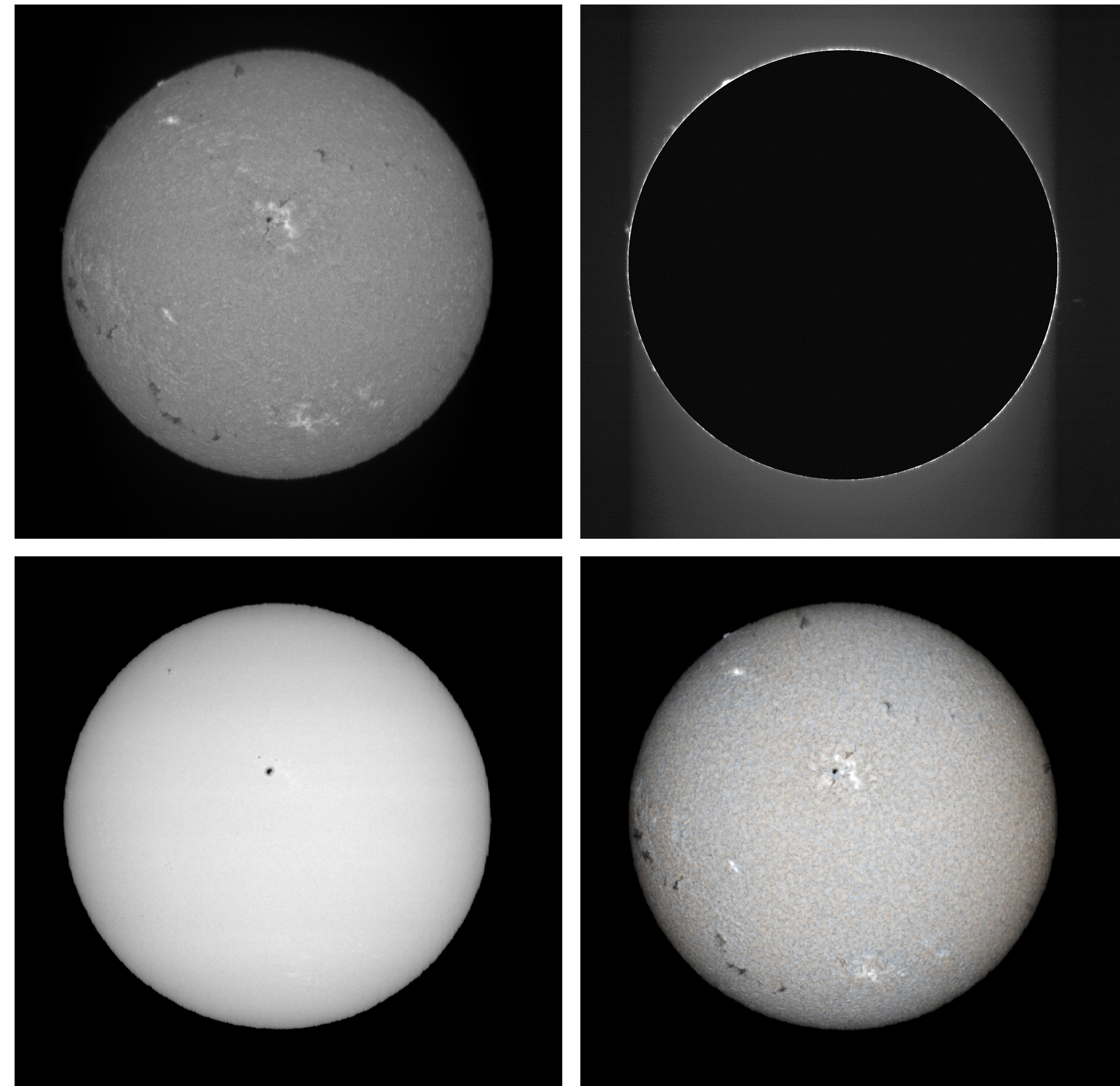
From Python to Windows exe

3 Fits images are created:

- Raw: line by line intensities from the slit
- Recon: finale corrected image
- Clahe: Post processed Image with Contrast Local Adaption Histogram Equalization

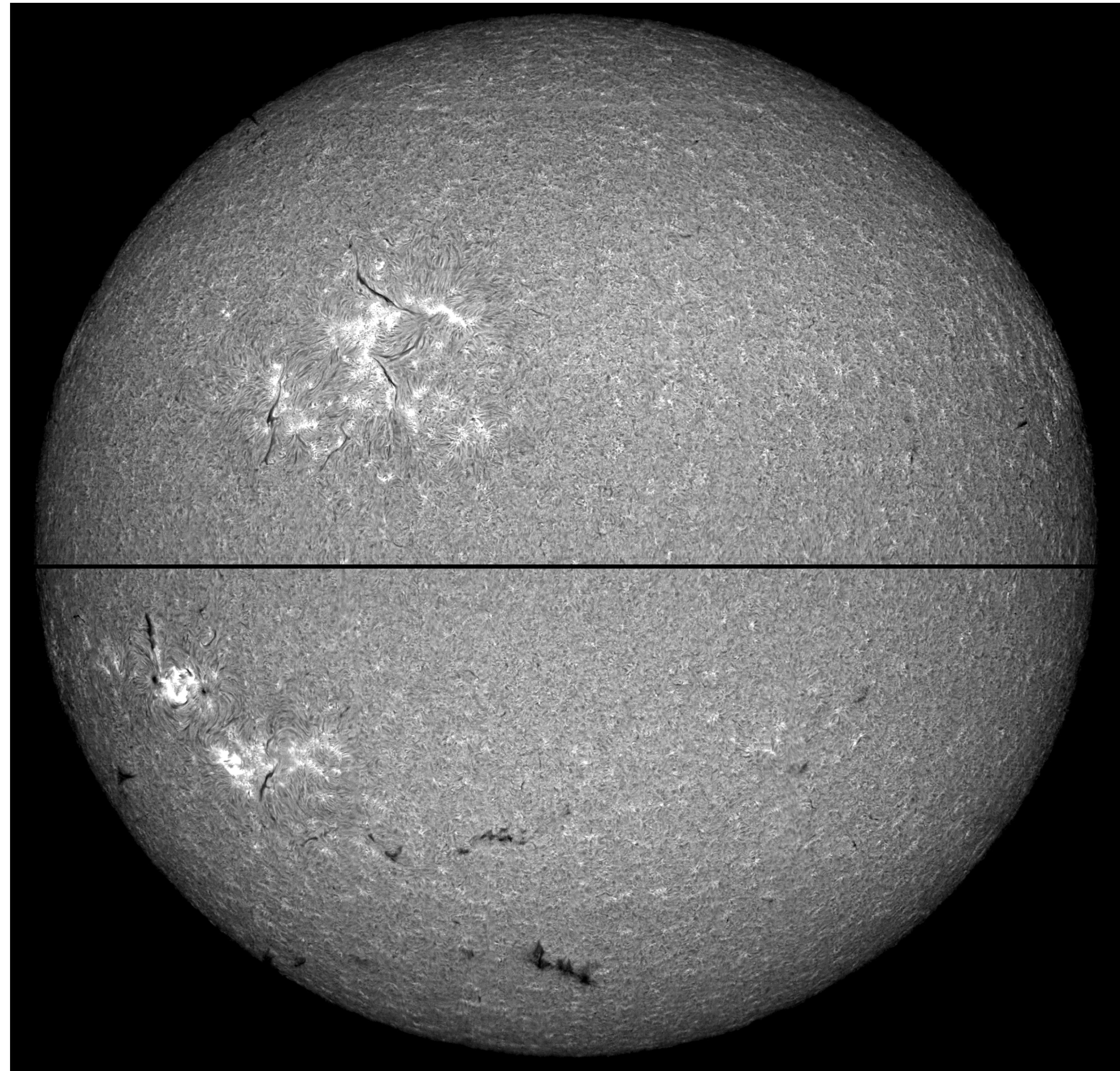
In addition to fits file, png Images are provided with different threshold settings

Next version will have continuum and doppler image creation



```
Sélection C:\Users\valer\Downloads\inti\inti\INTI.exe
E:/Data SolEX/2021-05-20/Capture/10_57_39.ser
ser frame width, height : 3000,100
ser number of frame : 5097
ser date UTC : "2021-05-20T10:57:40.0227207"
Limites verticales y1,y2 : 0 2959
Coef A2,A1,A0 :9.418902647309332e-06 -0.01279034642391089 26.221213648608245
Angle Tilt : +0.80
Scaling SY/SX : +1.31
Final SY/SX :+1.00
Centre xc,yc et rayon : 3228 1343 3158
```


Mosaïques (1/3)



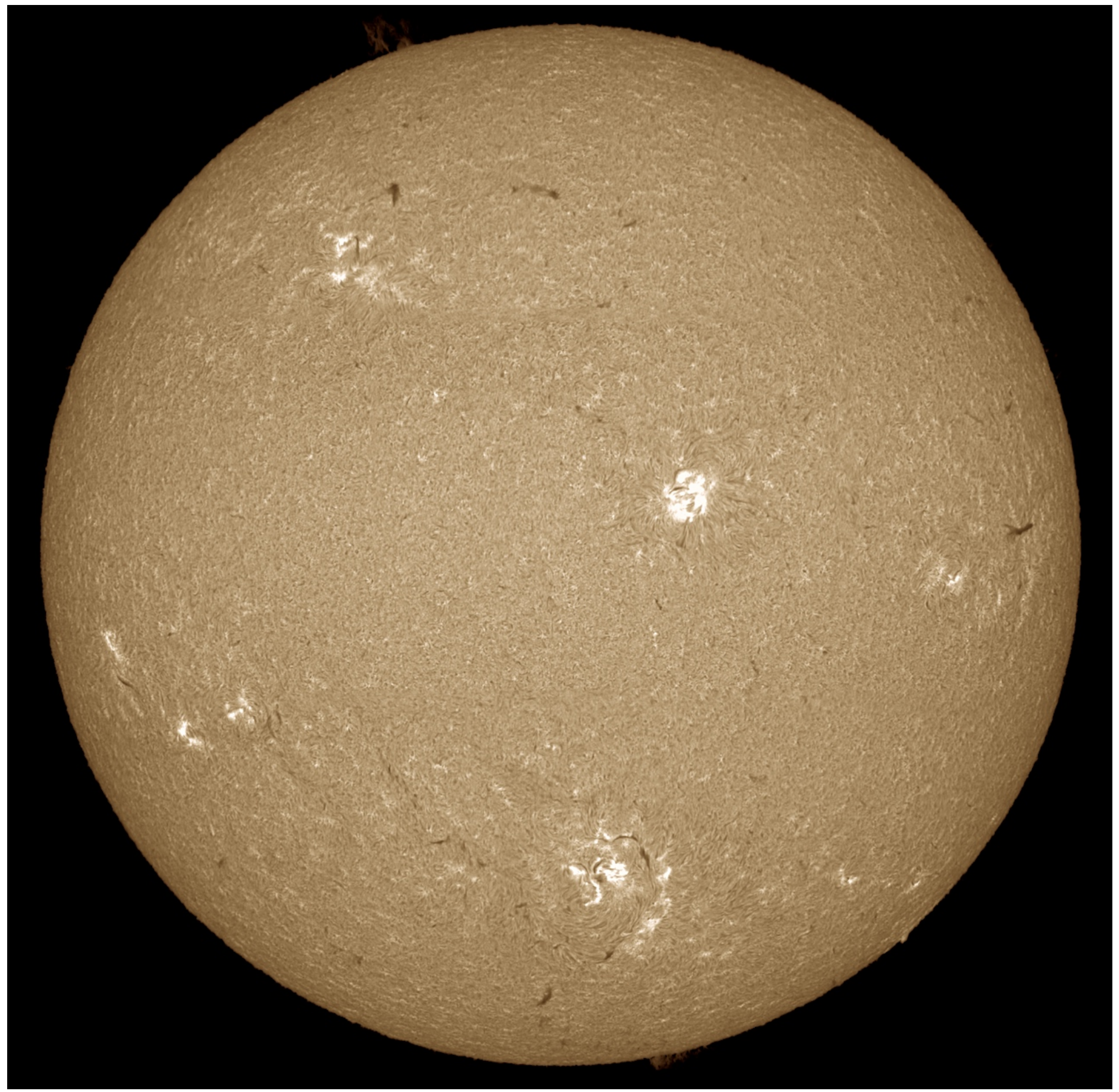
Lunette FS128 (F=1040 mm)

Utilisation de trois balayages
indépendants pour construire le
disque « complet ».

27 juin 2021

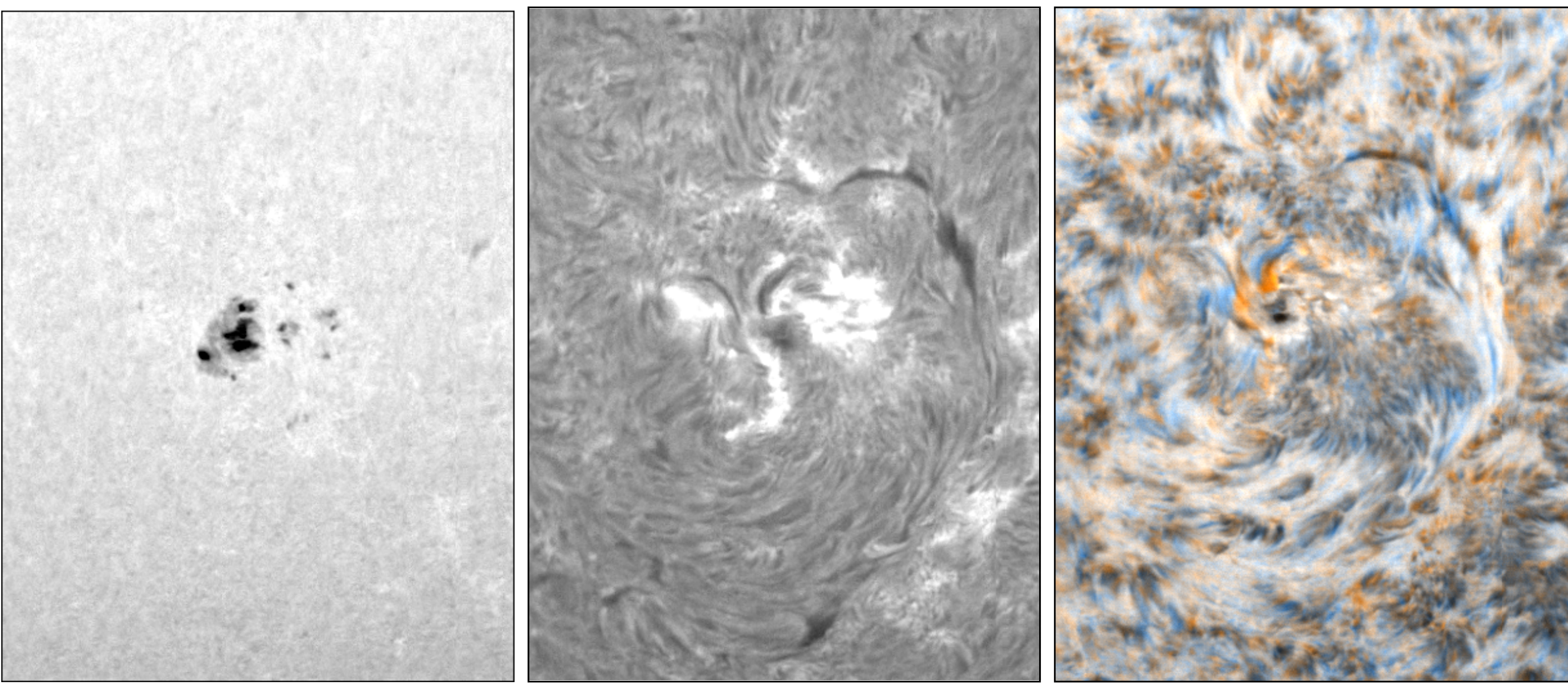
RCE 2021

Mosaïques (2/3)



Disque complet (3 scans)

Sol'Ex + lunette Astrophysics AP120



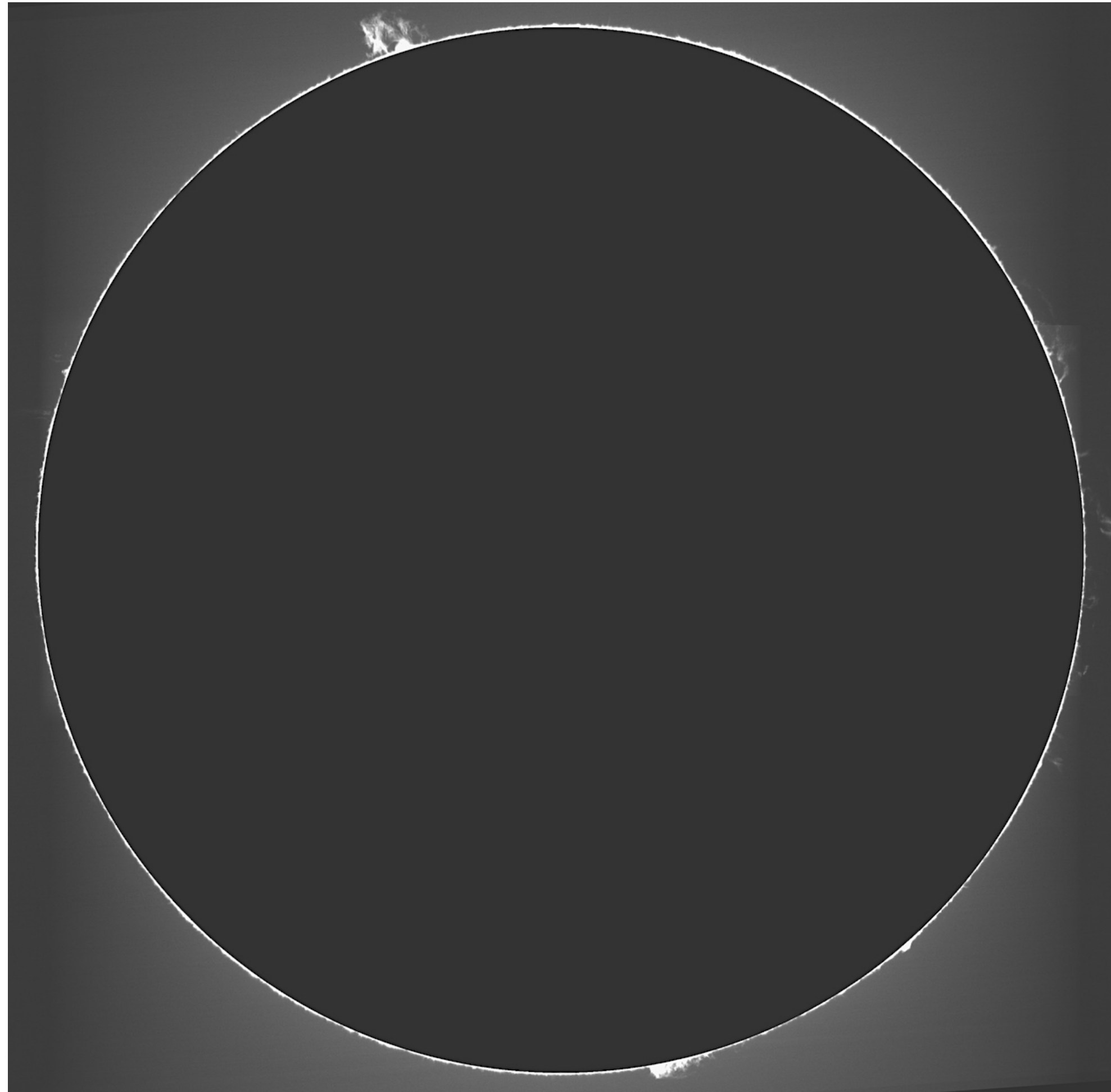
Continuum

H-alpha

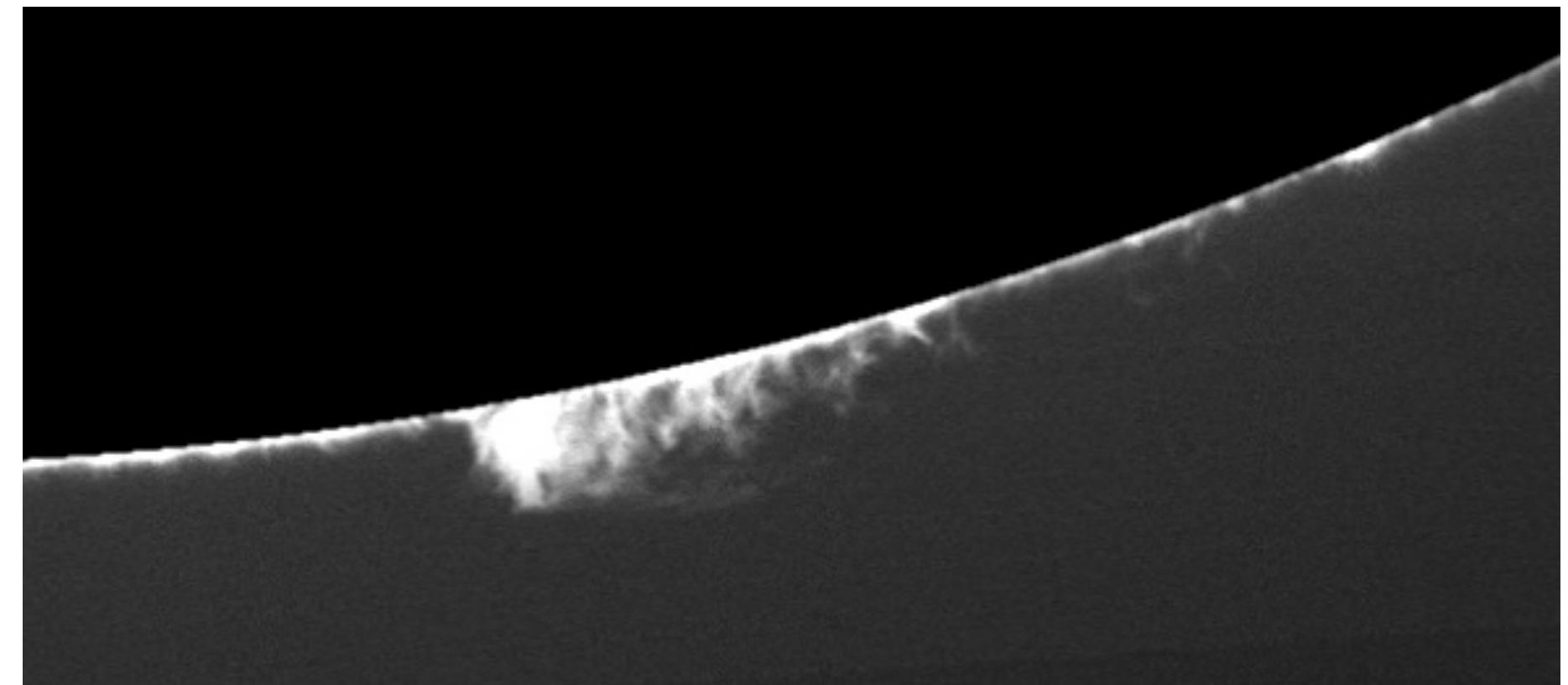
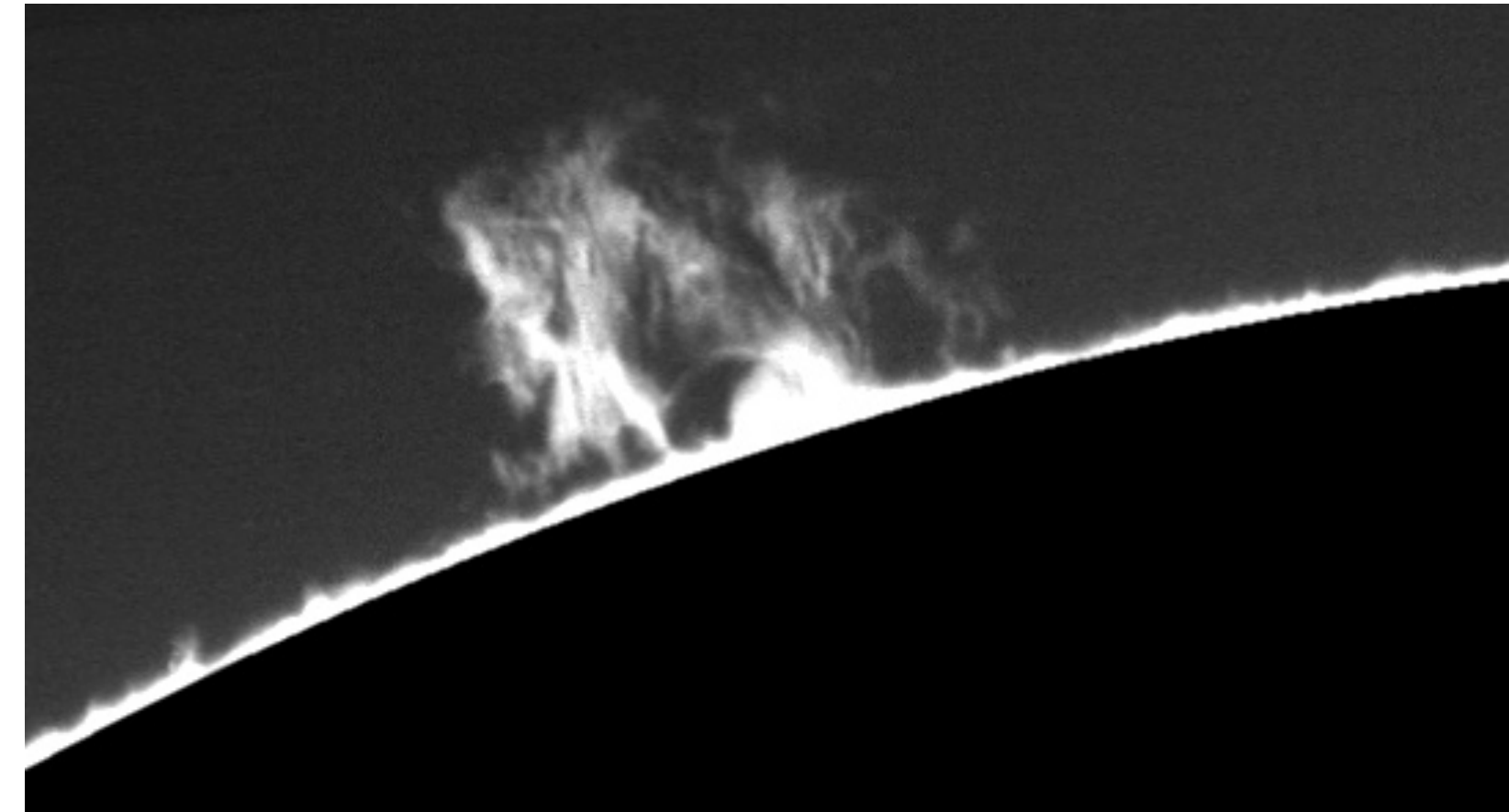
Doppler (+/- 23 km/s)

AR12871 - 23 septembre 2021

Mosaïques (3/3)



Disque complet (3 scans)



Sol'Ex + lunette Astrophysics AP120

23 septembre 2021

Une option avancée (pas obligatoire !)

Ajout d'une filtre passe-bande pour réduire la lumière parasite instrumentale

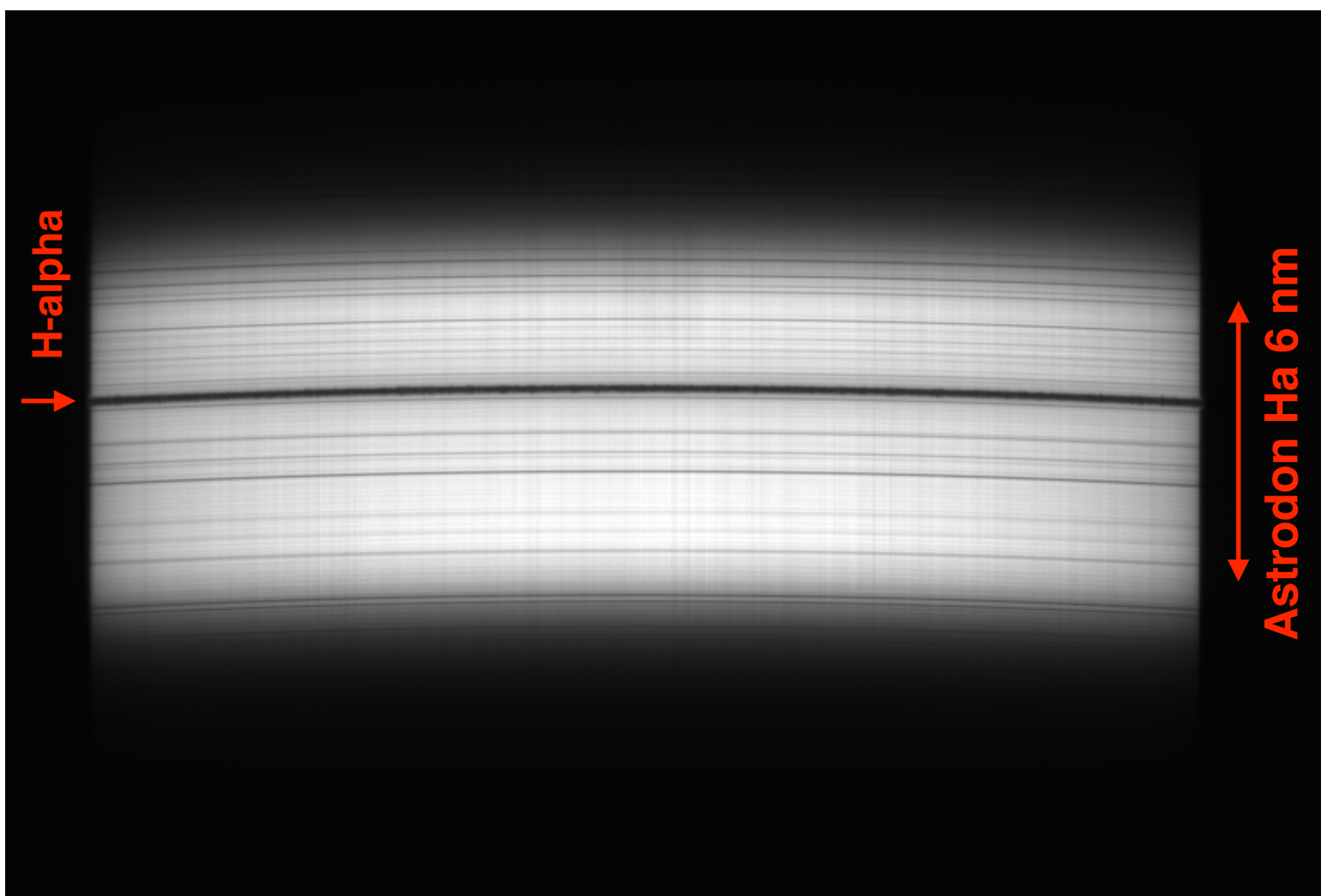
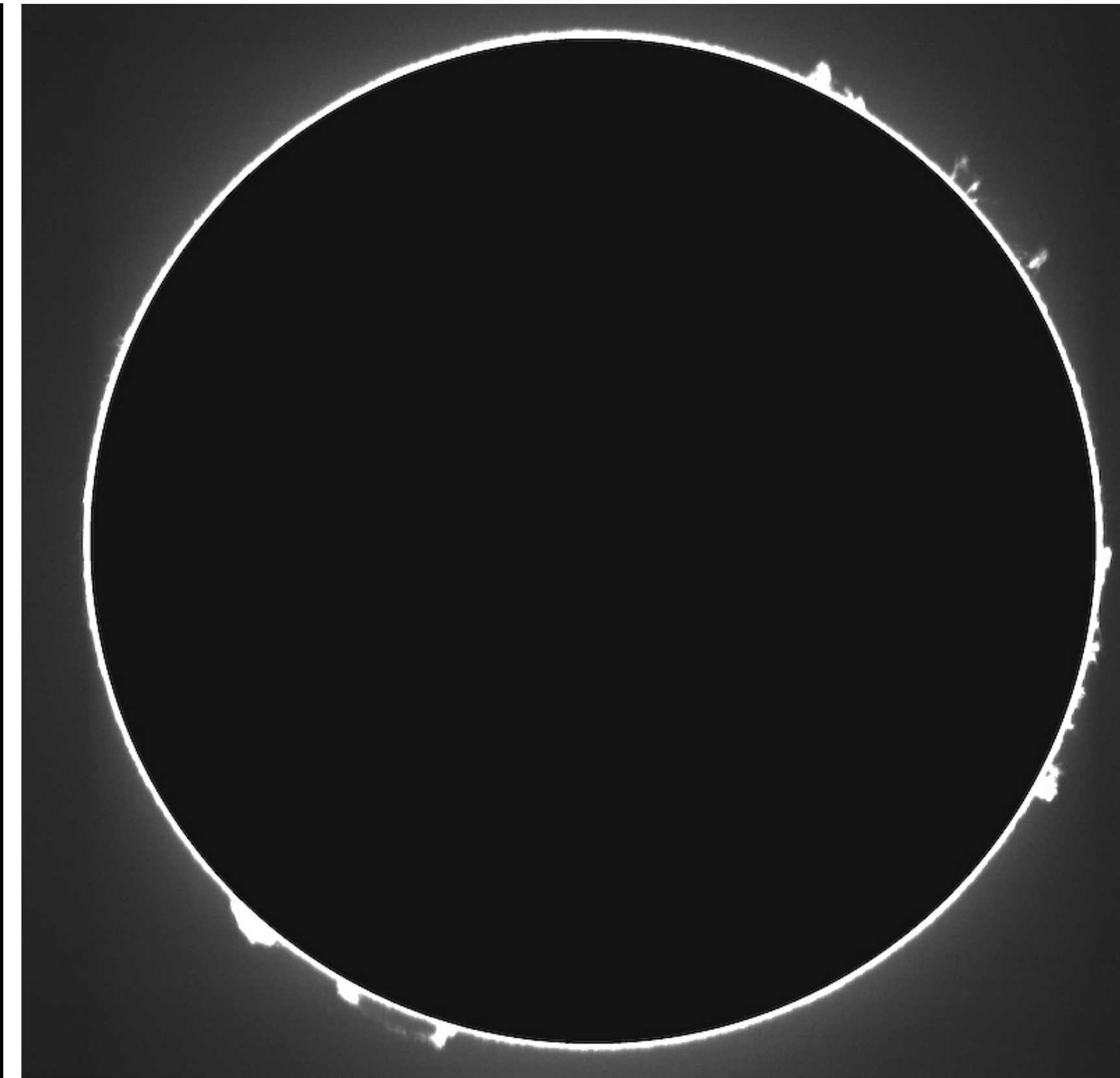
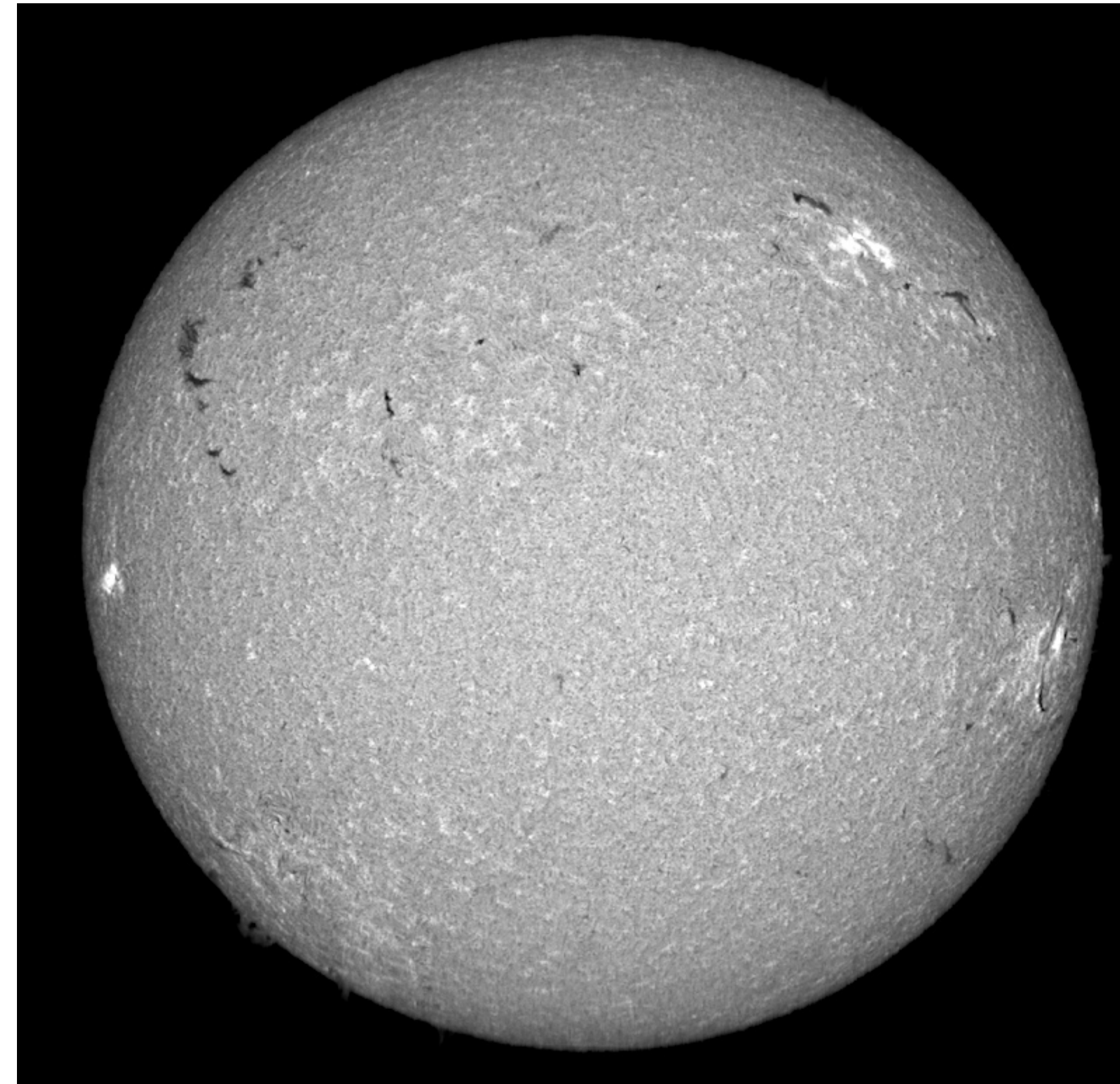


Image H-alpha - Sol'Ex standard + caméra ASI178MM + filtre Ha Astrodon 6 nm.
Sur lunette TS (D = 65 mm, F = 420 mm)
Date: 16 novembre 2021

Réduction du niveau de fond de ciel. Contraste amélioré des protubérances faibles (ou peut-être de la couronne dans des raies spécifiques).

Applications avancées (1/4)

La performance de Sol'Ex offre la possibilité de mesurer l'effet Zeeman et le champ magnétique du Soleil !

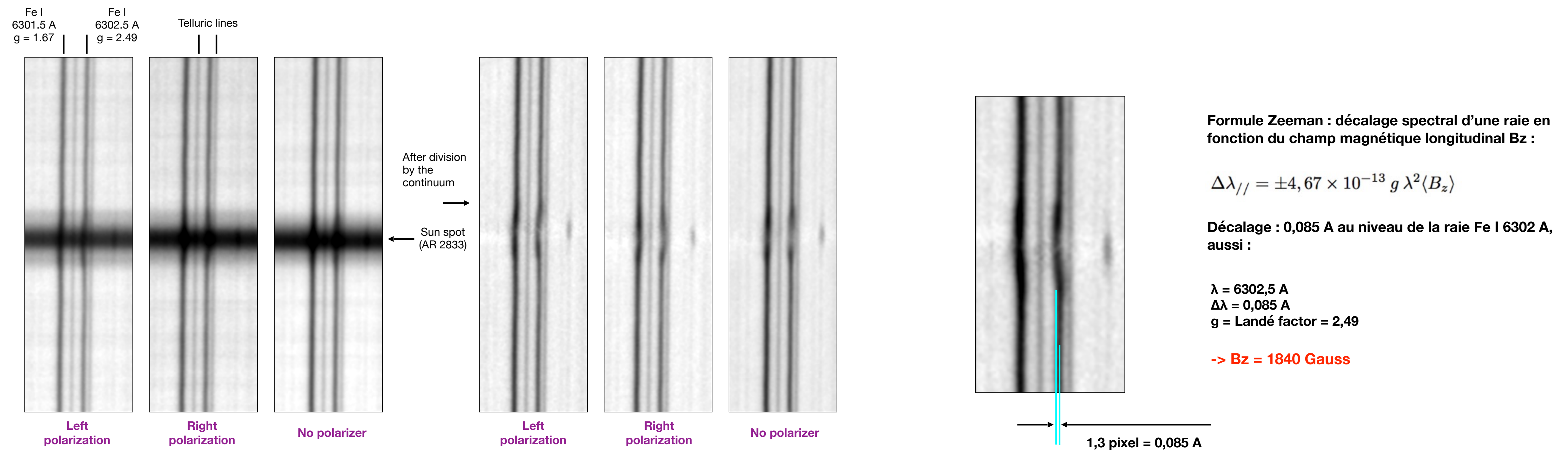
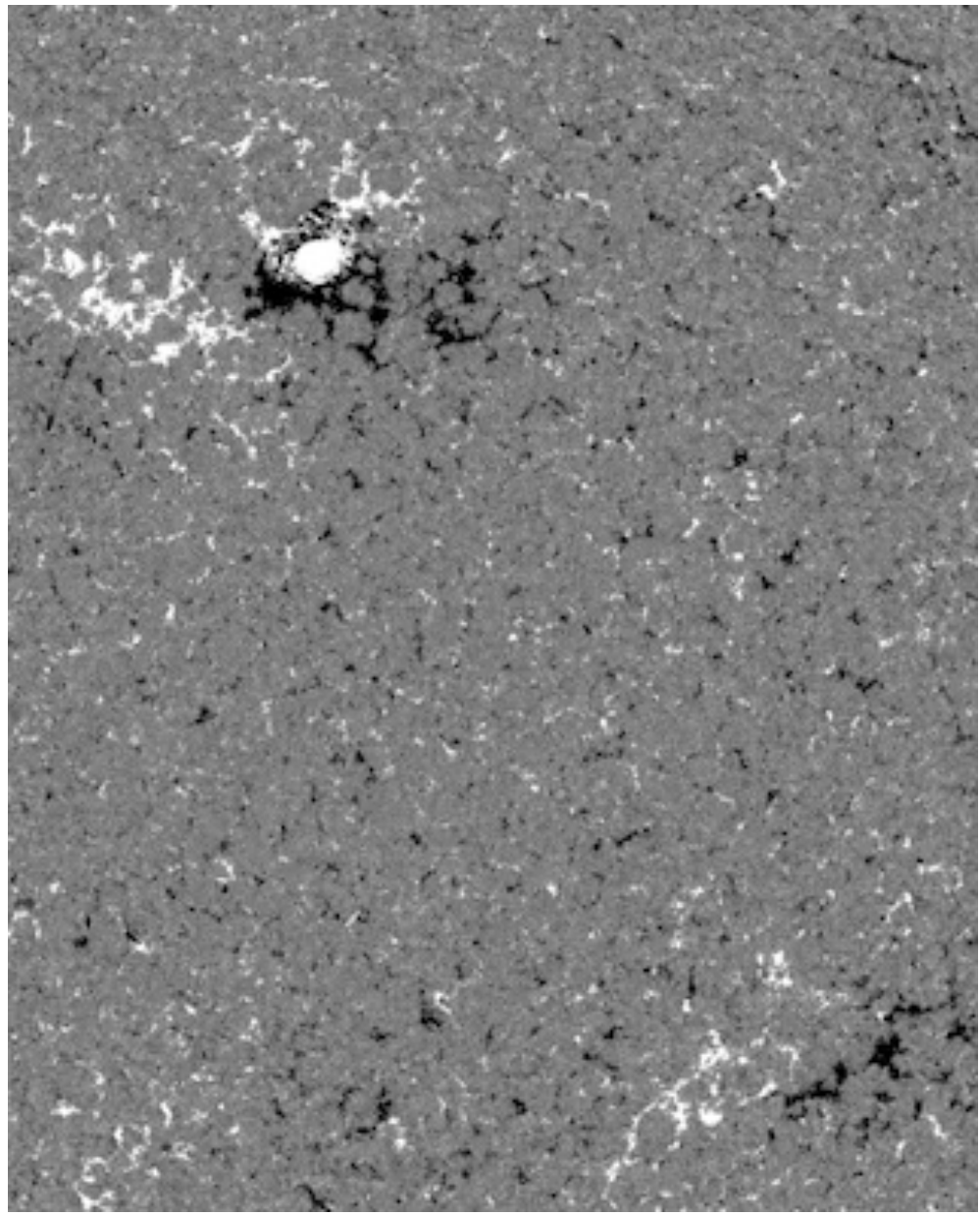


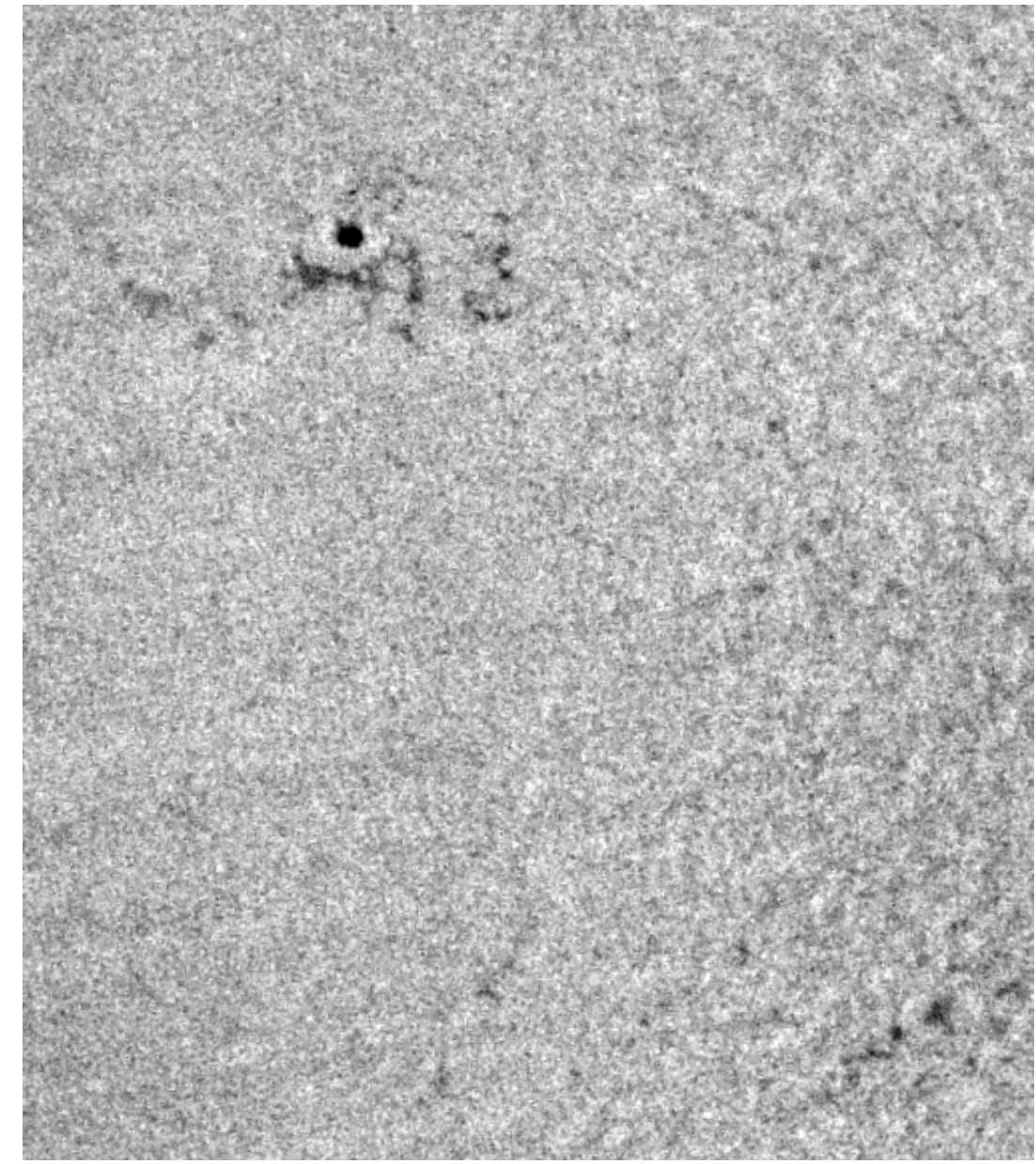
Image du champ magnétique solaire (magnétogramme)

18 juin 2021

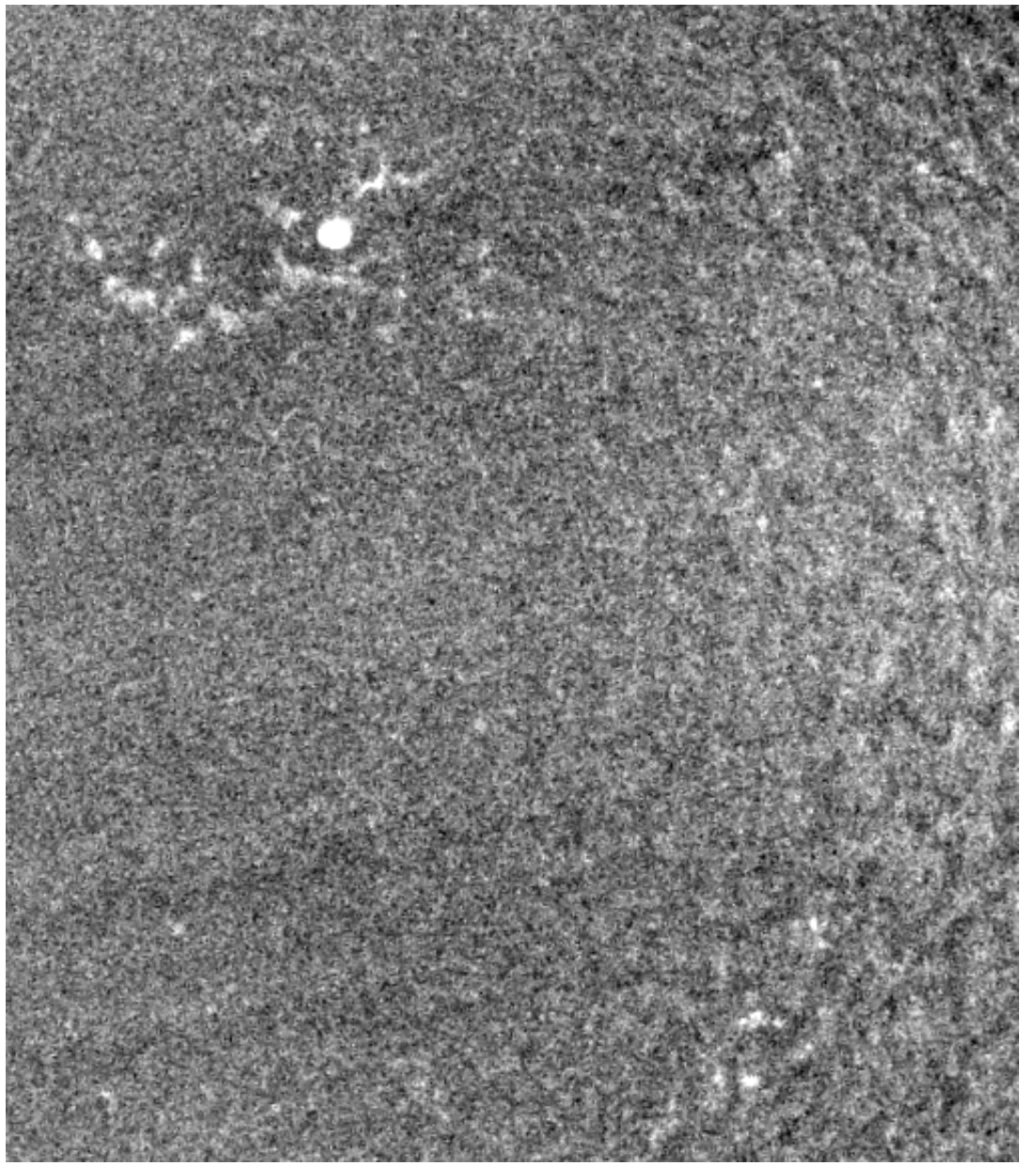
Utilisation de la raie Fe I 6302,5 A



Résultat professionnel
NISP magnetogram
See : <https://nso.edu>



Résultat amateur
Sol'Ex magnetogram
(negative field)



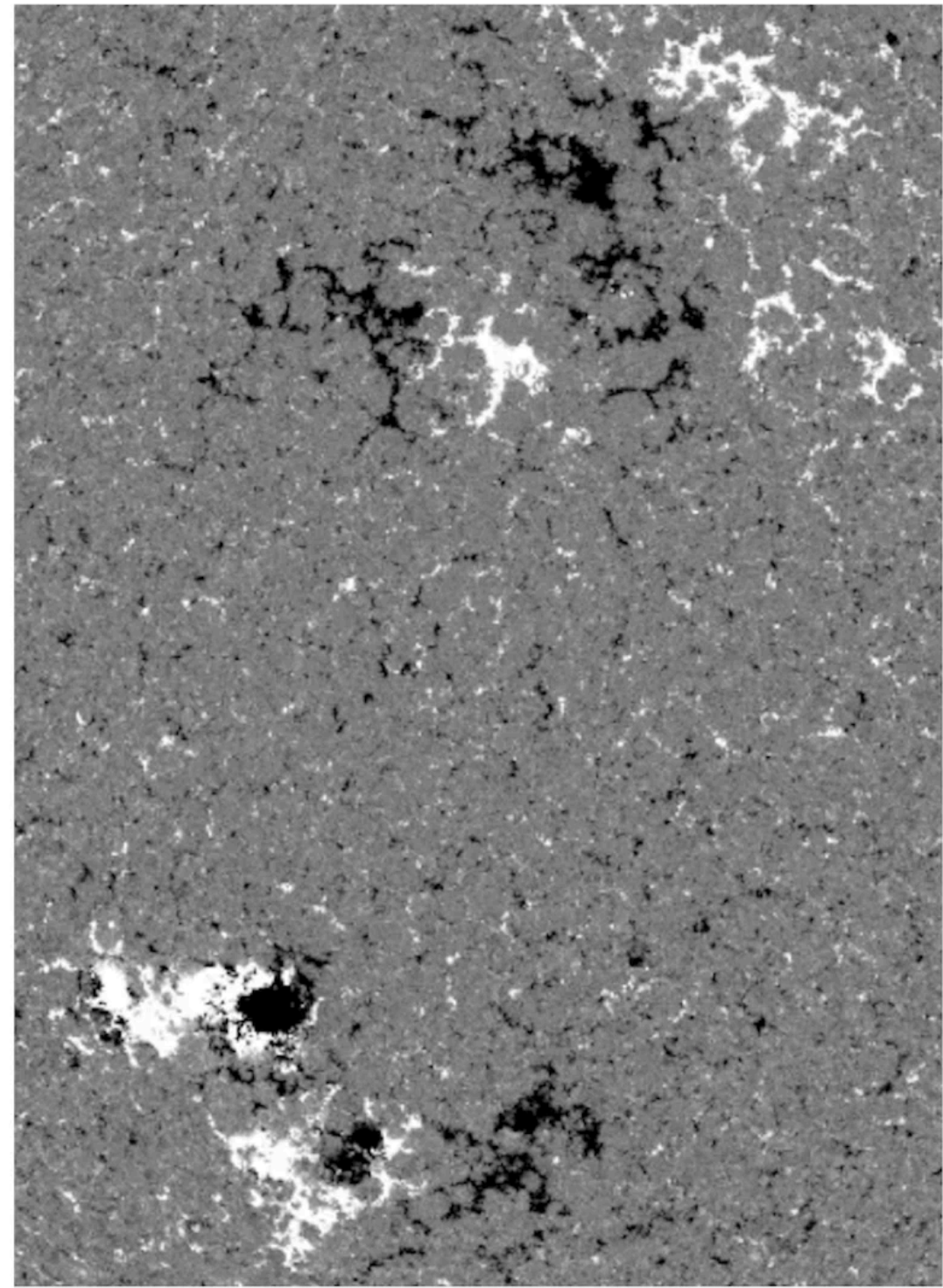
Résultat amateur
Sol'Ex magnetogram
(positive field)

Image du champ magnétique solaire (magnétogramme)

29 juin 2021

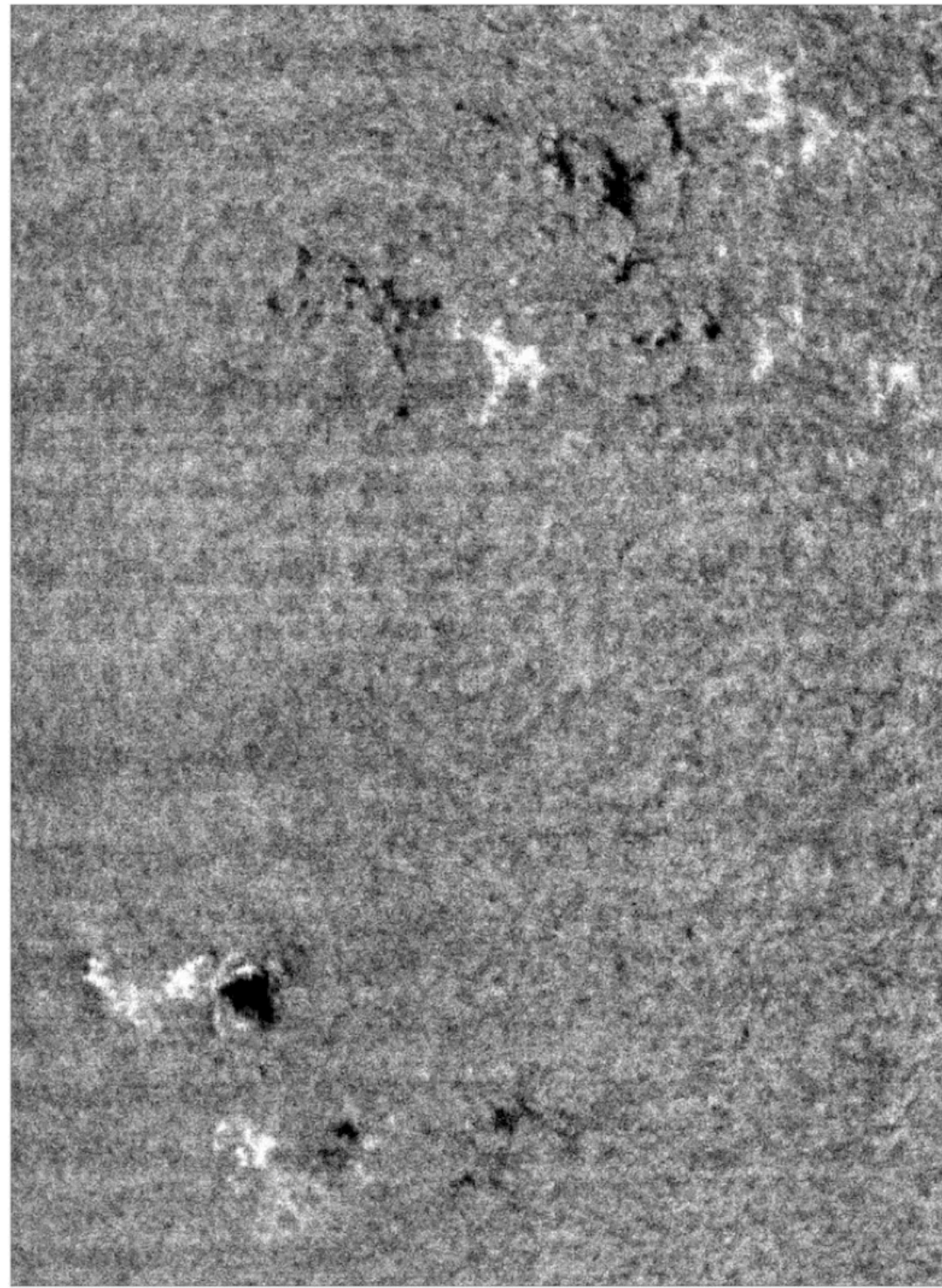
Utilisation de la raie Fe I 6302,5 Å

Magnetic imagery - June 29, 2021



Solar Dynamic Observatory (SDO) - HMI instrument

Professional



Sol'Ex instrument on FS60 refractor

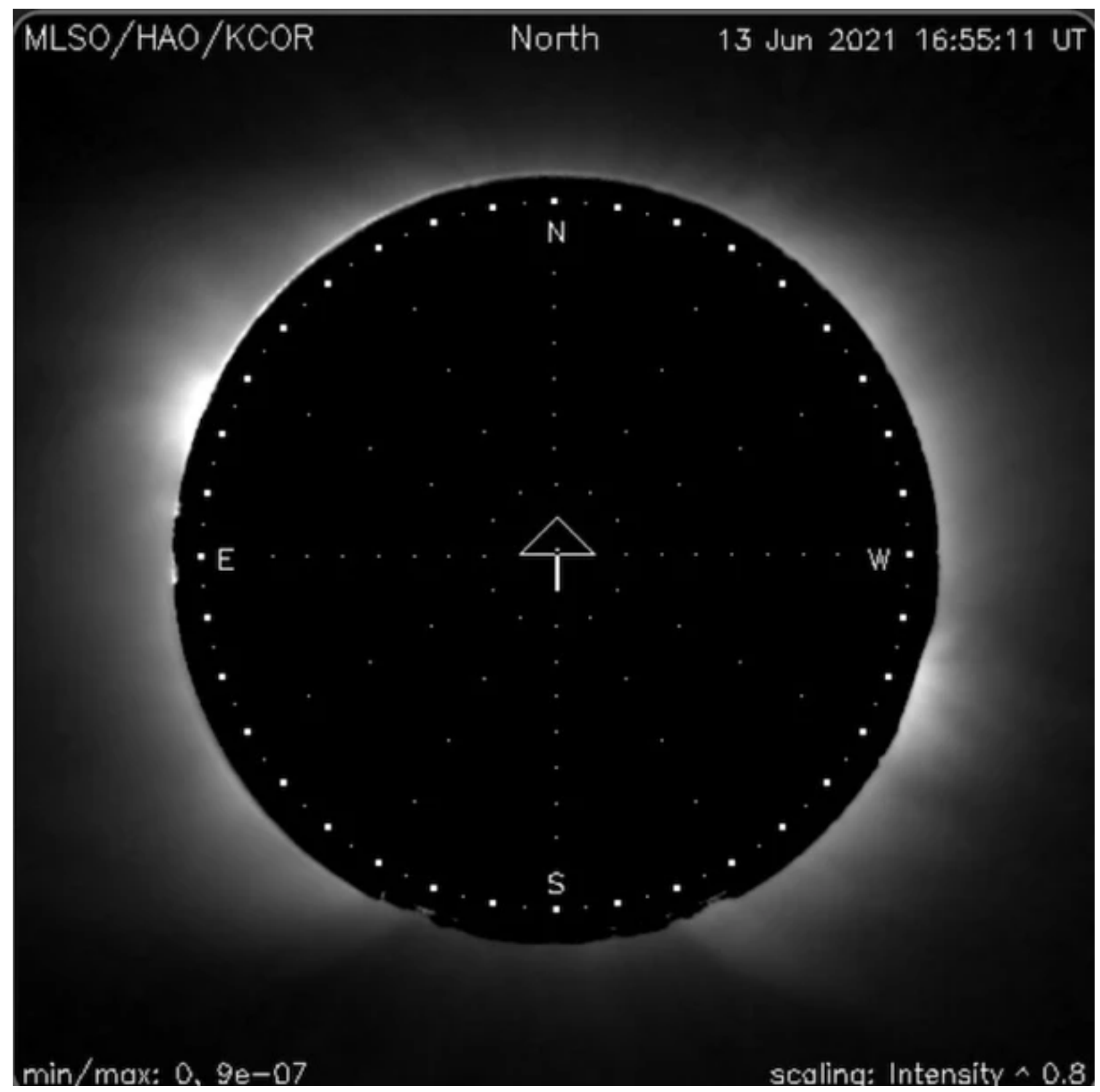
Amateur

Applications avancées (4/4)

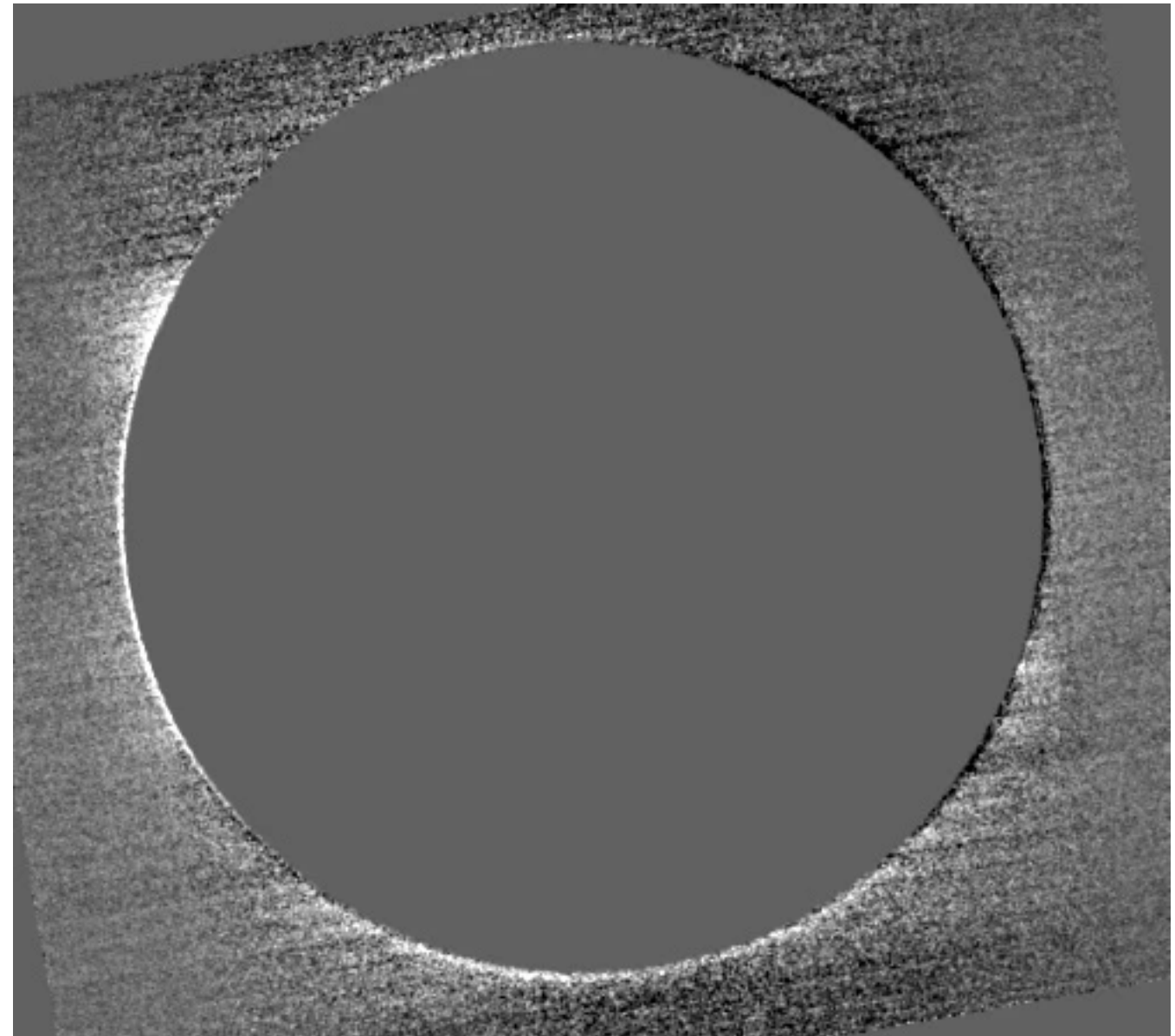
Observation probable de la « couronne E » en utilisant la raie Fe XIV (5302.2 Å)

13 juin 2021

Une observation difficile



Professional
Mauna Loa Solar Observatory



Amateur
Sol'Ex on a 60 mm refractor
Antibes St Jean Observatory
(altitude: 40 meters)

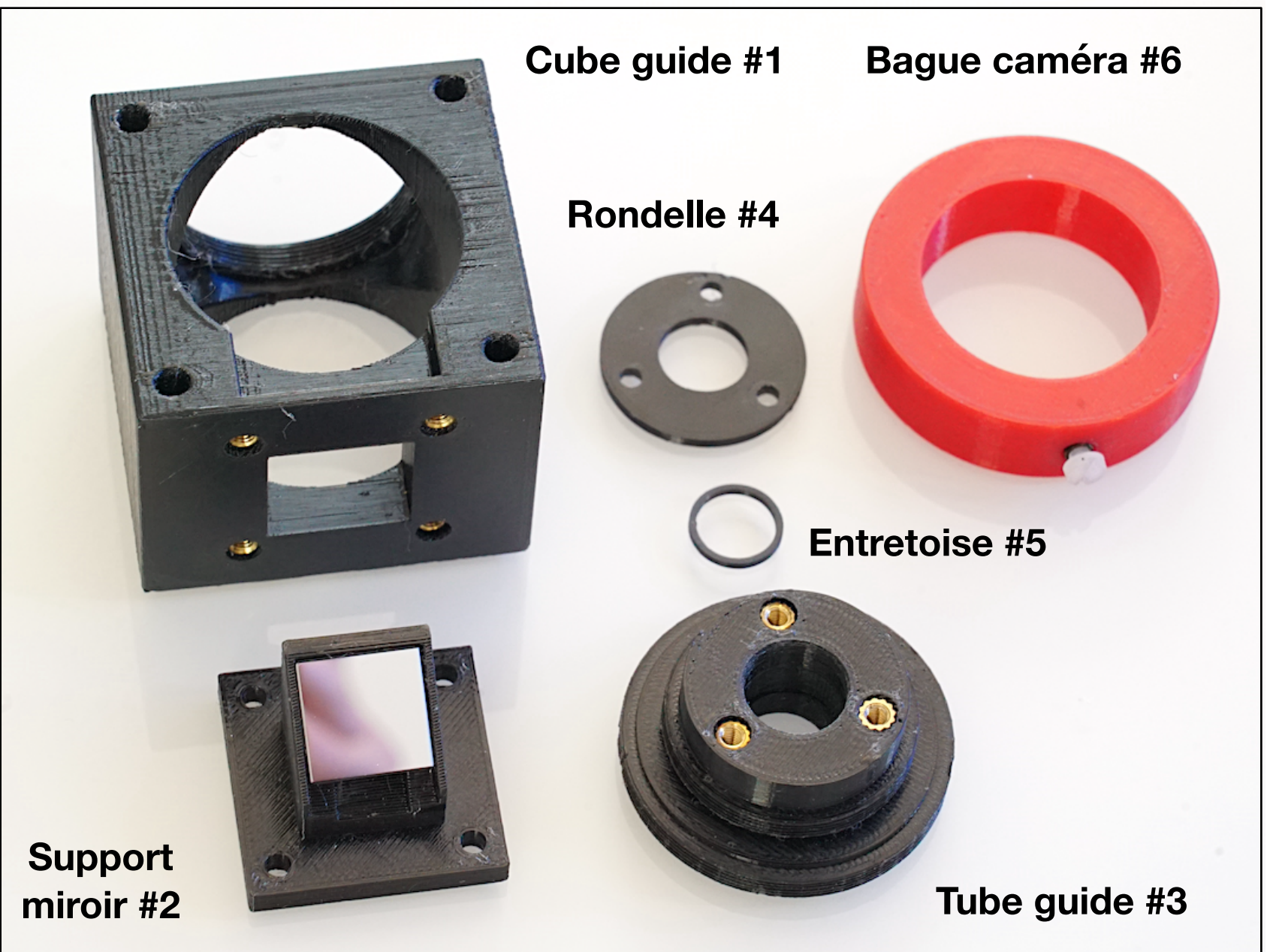
Et maintenant, après une modification mineure... on observe les étoiles et l'Univers !

Conversion de Sol'Ex en Star'Ex

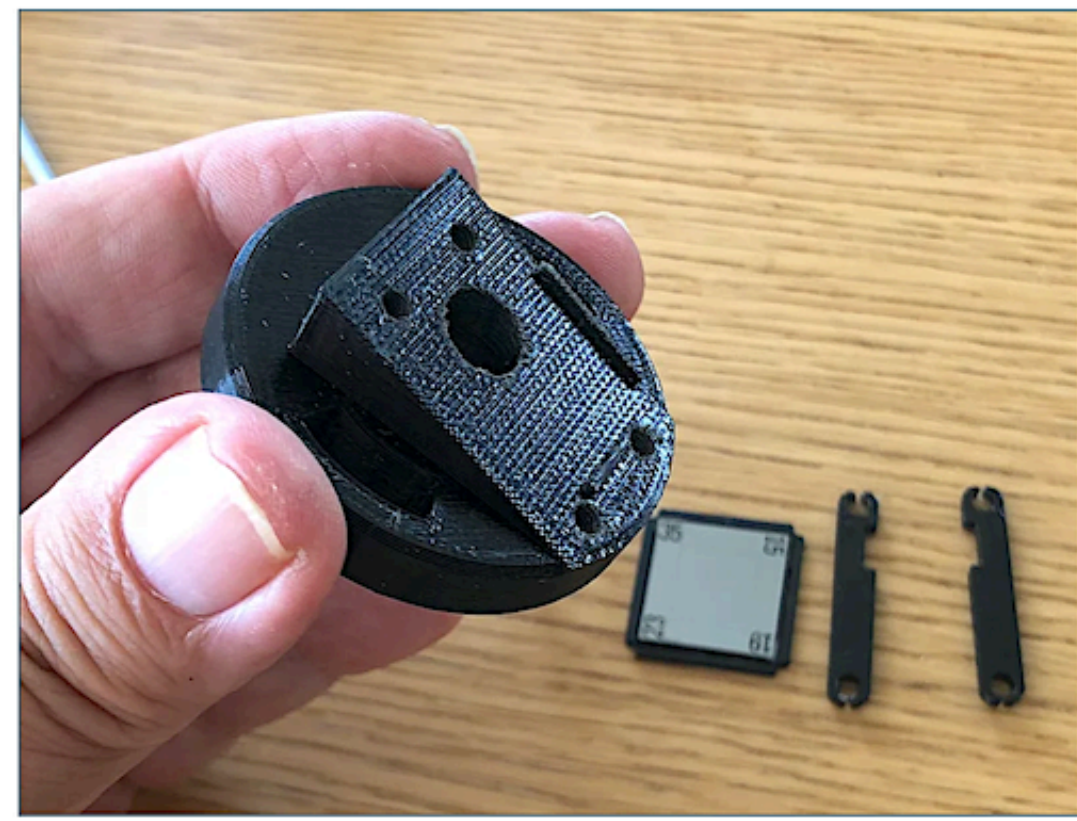
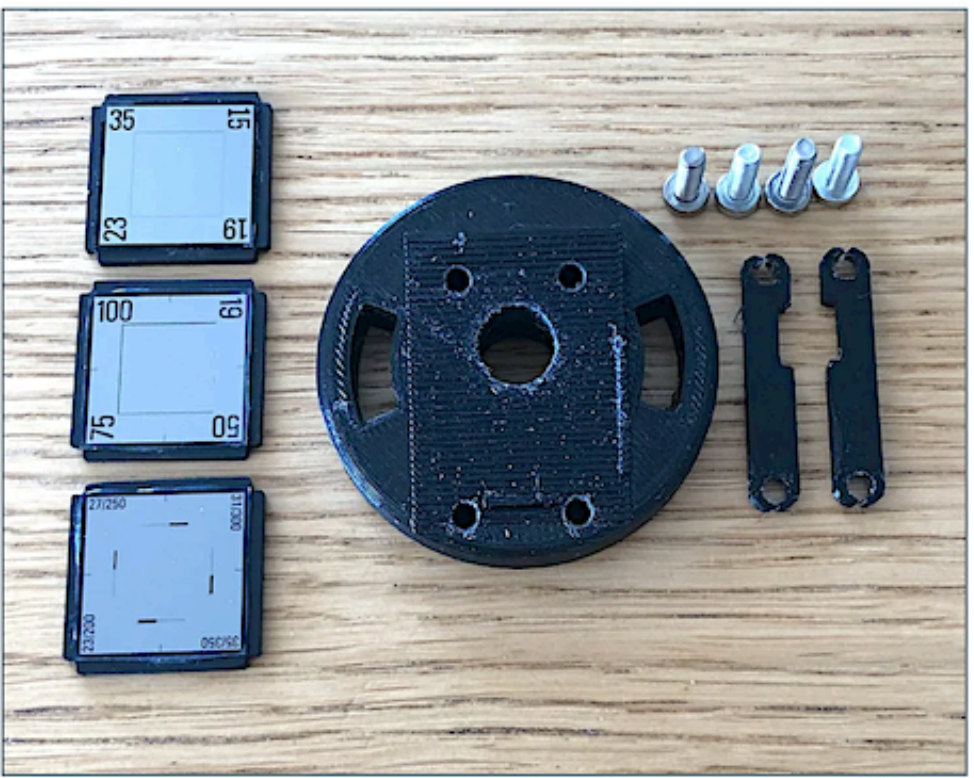


Addition d'un système de pointage/guidage, facile à faire.

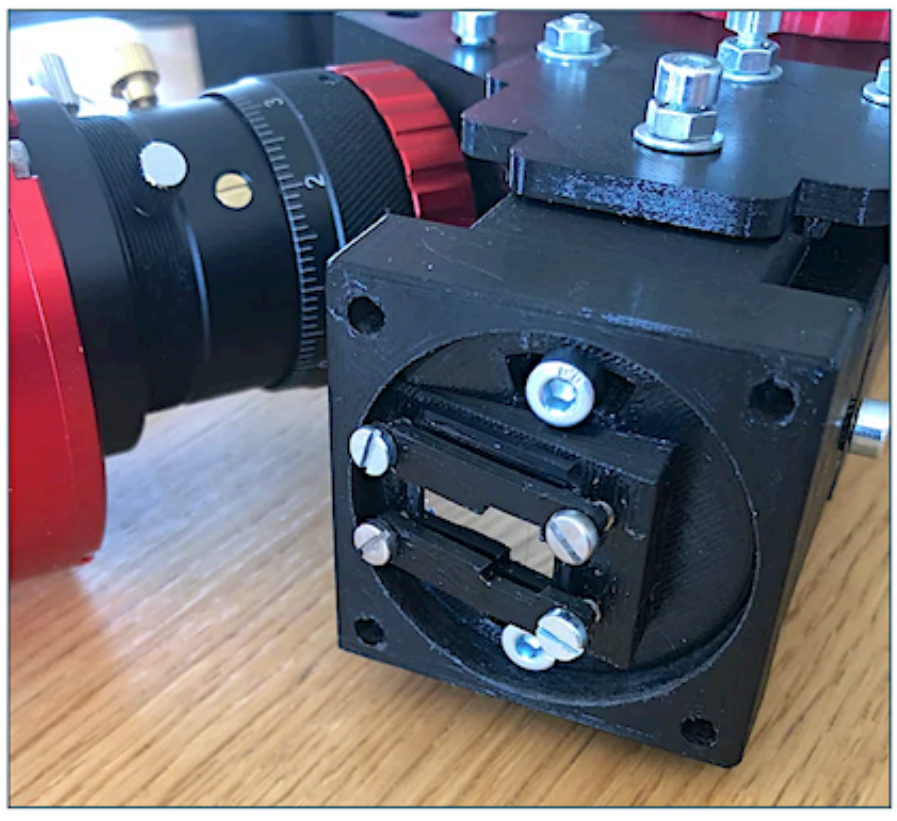
Transformer Sol'Ex en Star'Ex - le « Star Explorer »



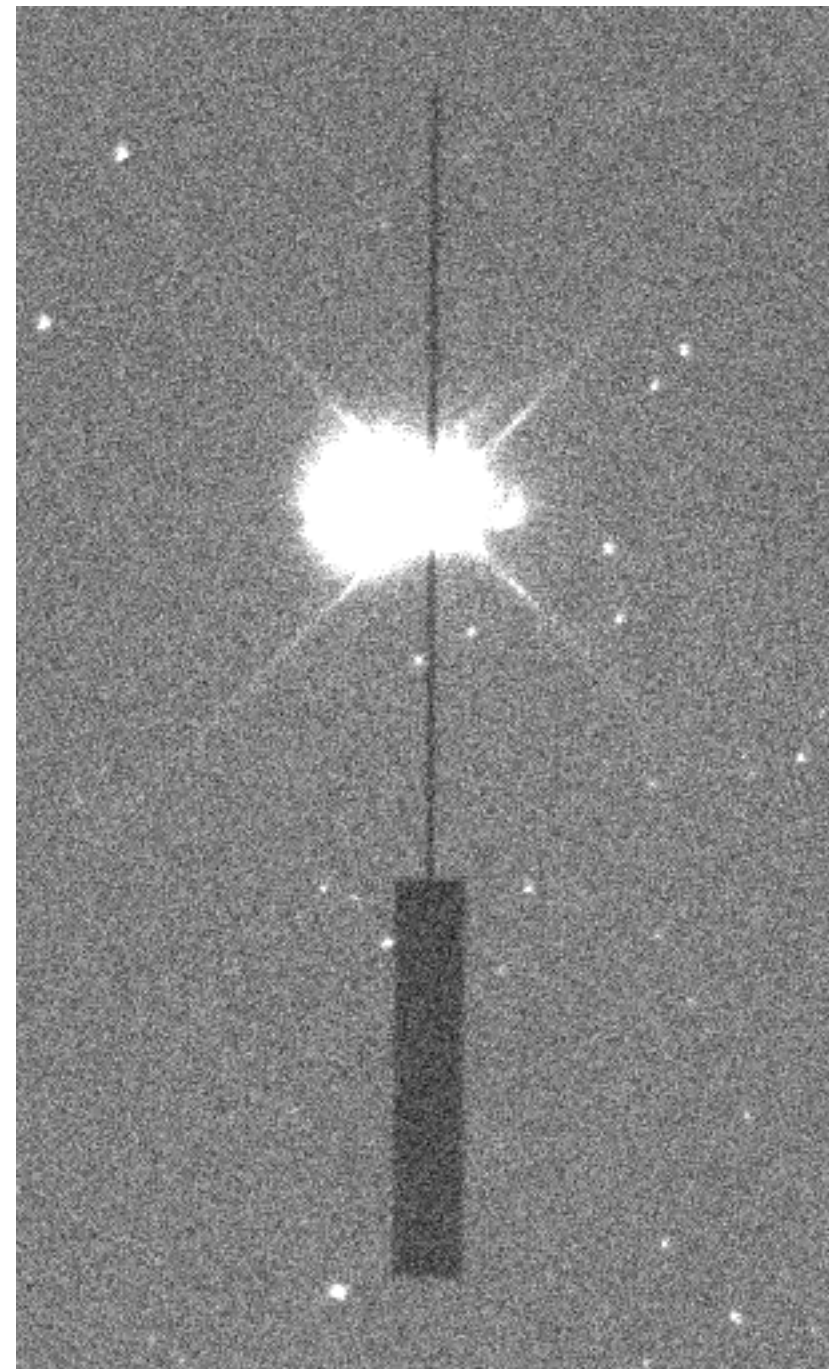
Cube de guidage (tous éléments optiques sont présents dans le kit de base)



Ajout de fentes optionnelles (modèle Lhires III, Shelyak)



On positionne l'étoile sur la fente...



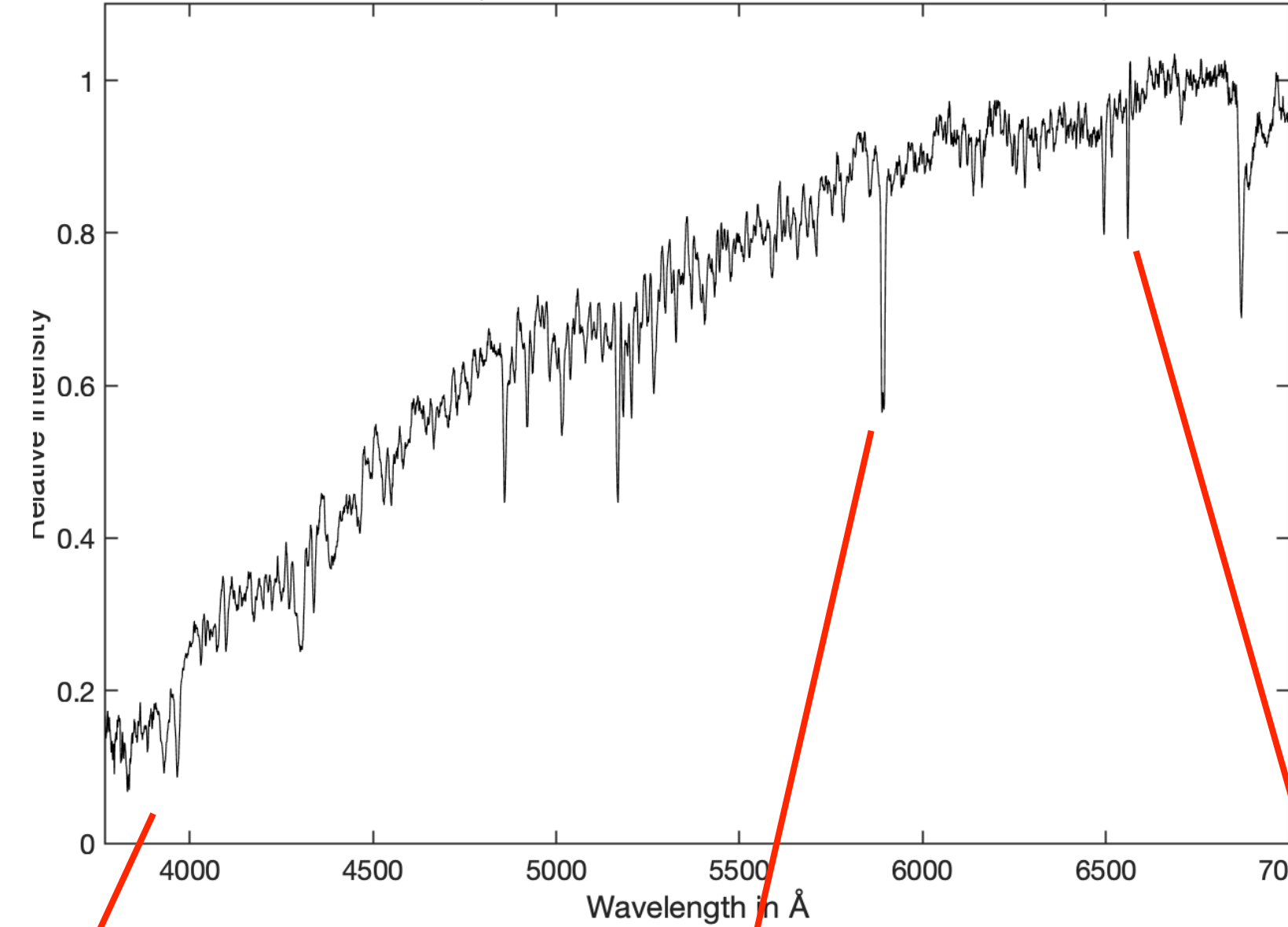
... et GO !

Observation d'étoiles variables (1/2)

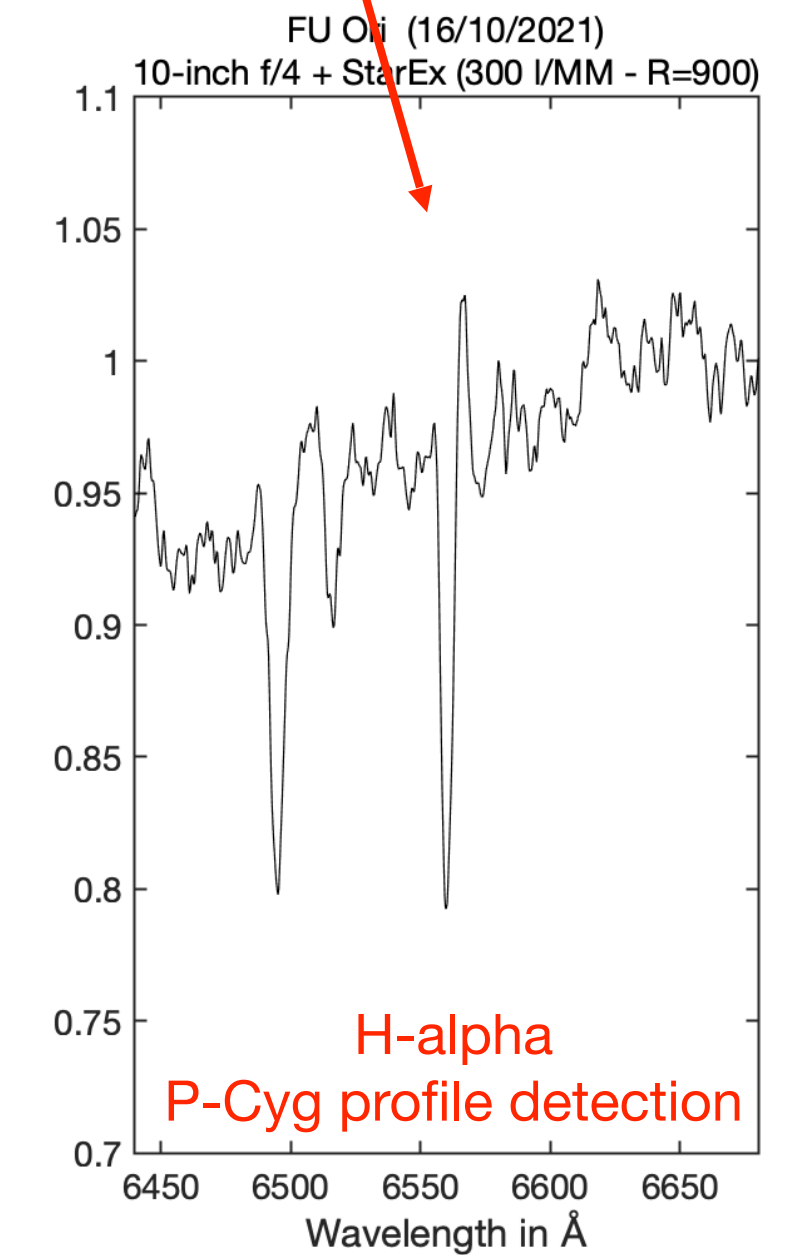
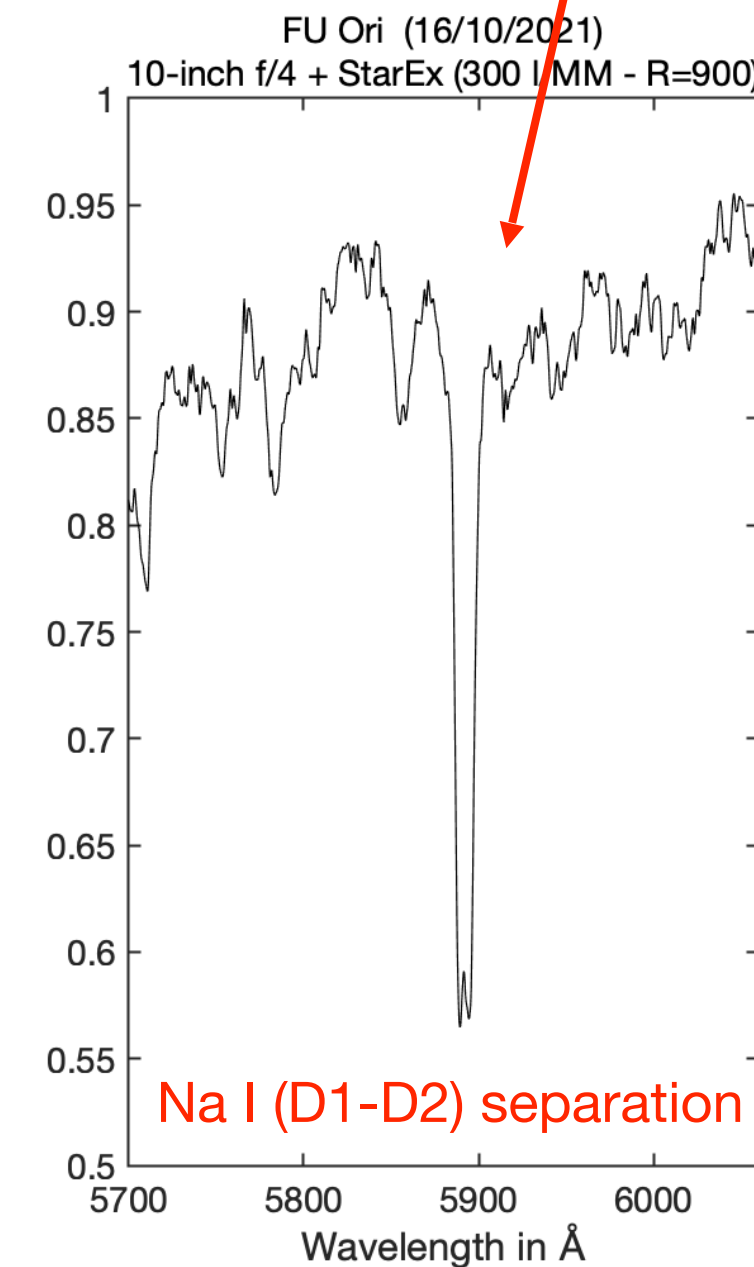
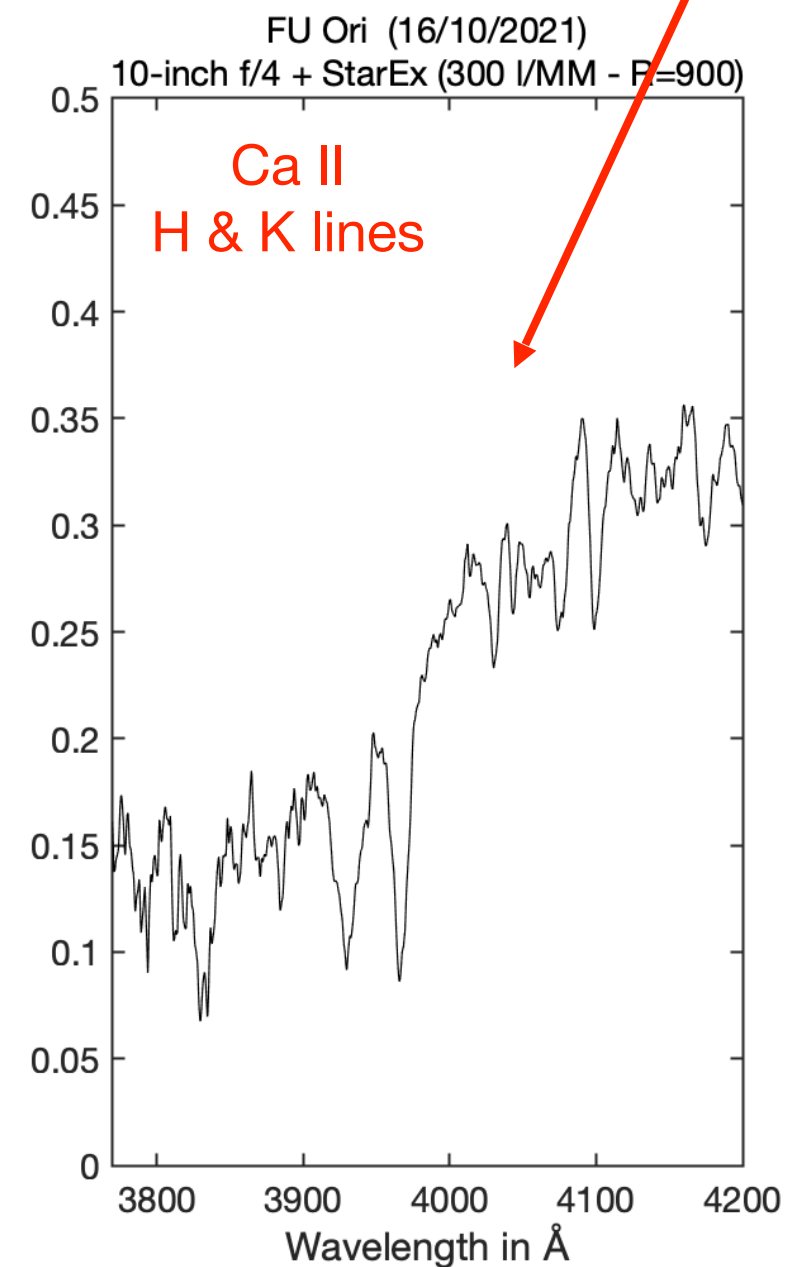
en « basse résolution » $R = 900 \rightarrow \Delta\lambda = 6 \text{ \AA} = 0,06 \text{ nm}$

L'exemple de FU Ori ($V = 9.6$)

FU Ori - 16.090/10/2021 - 3 x 900 s - Antibes St-Jean - C. Buil
Newton 10-inch f/4 - StarEx (300 l/mm - 19 microns slit - 80x80 conf. - R = 900) - ASI183MM



Note : l'échange du réseau est une opération simple. Le concept est flexible. Ici un réseau de 300 traits/mm.

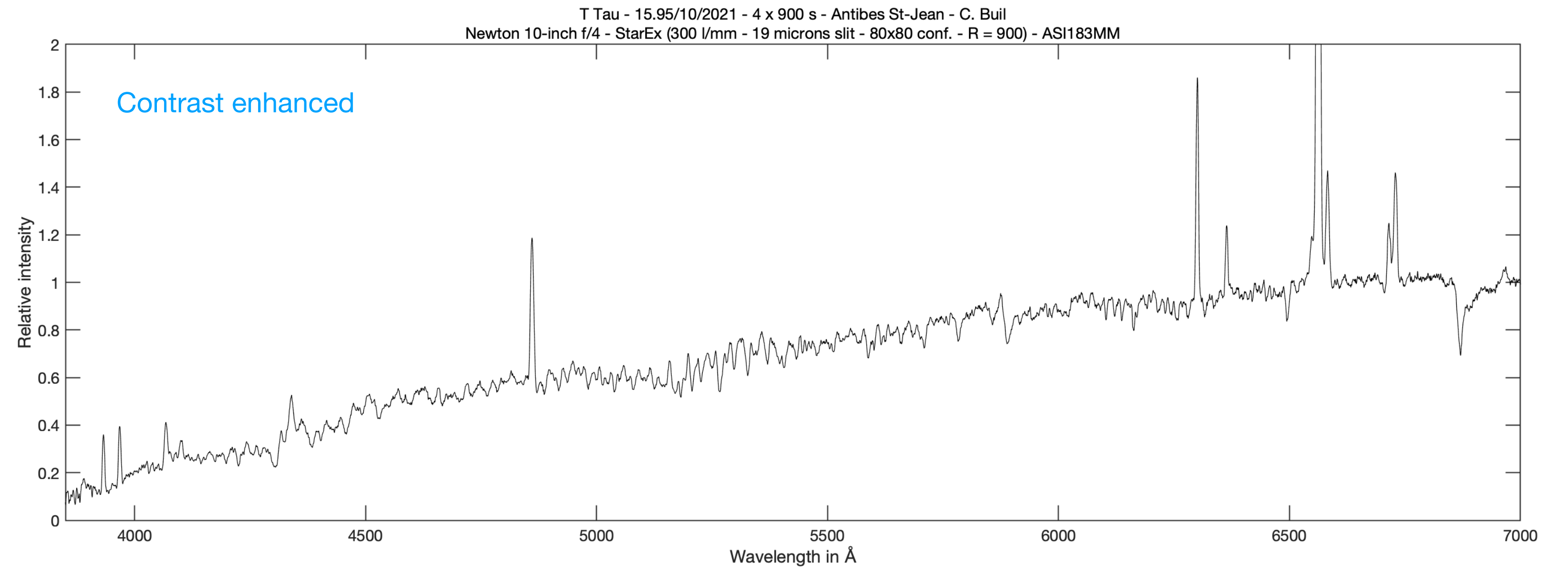
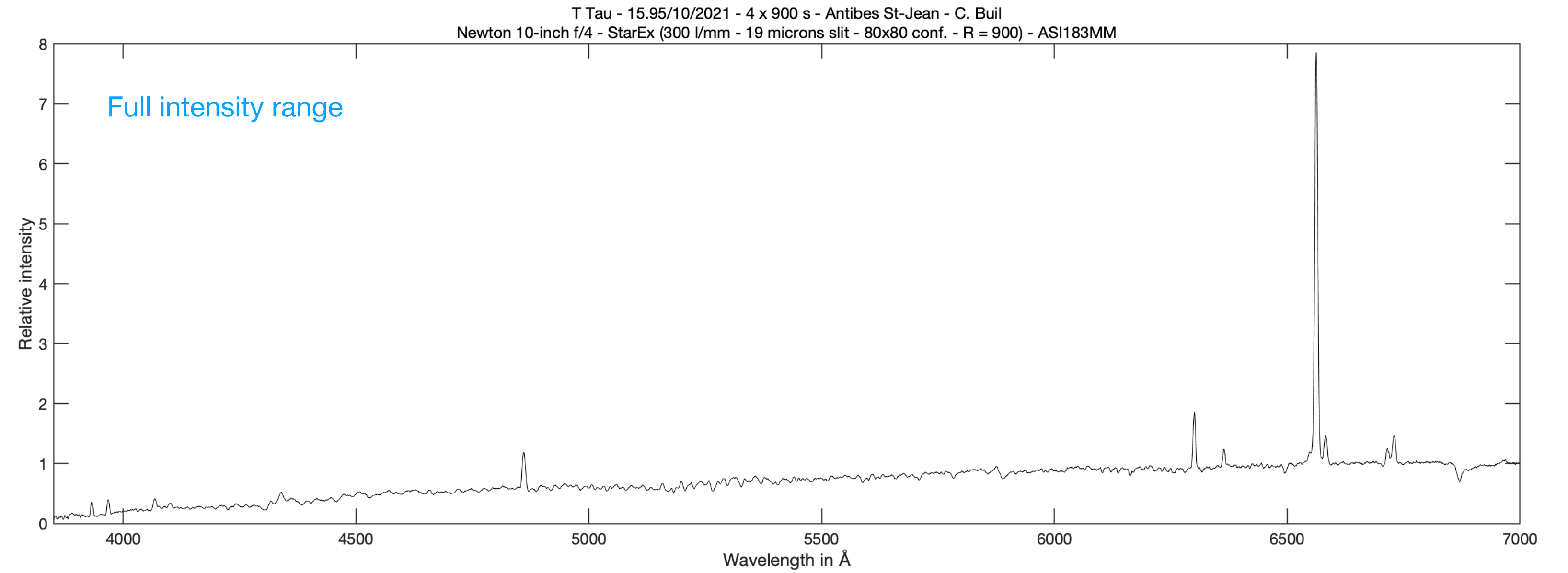


Observation d'étoiles variables (2/2)

Exemple de T Tau ($V = 10.1$)

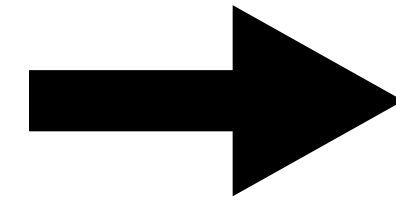
Le prototype des étoiles T Tauri, bien sûr !

Noter l'émission des raies Ca II H&K



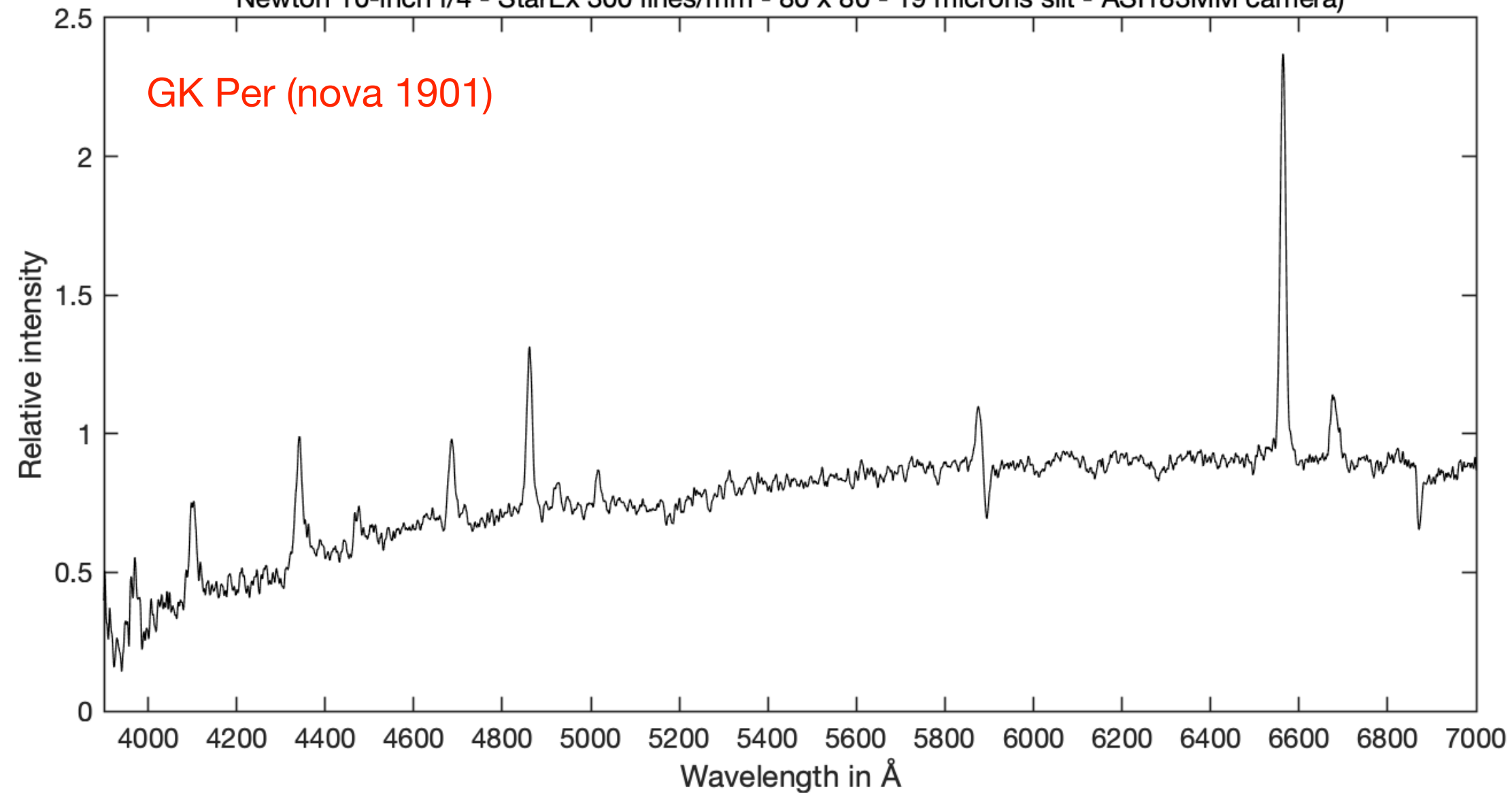
Spectrophotométrie et résolution temporelle :

- Etoiles cataclysmiques
- Etoiles symbiotiques
- Etoiles Mira
- Novae
- Etoiles Be
- Objets extragalactiques
- ...

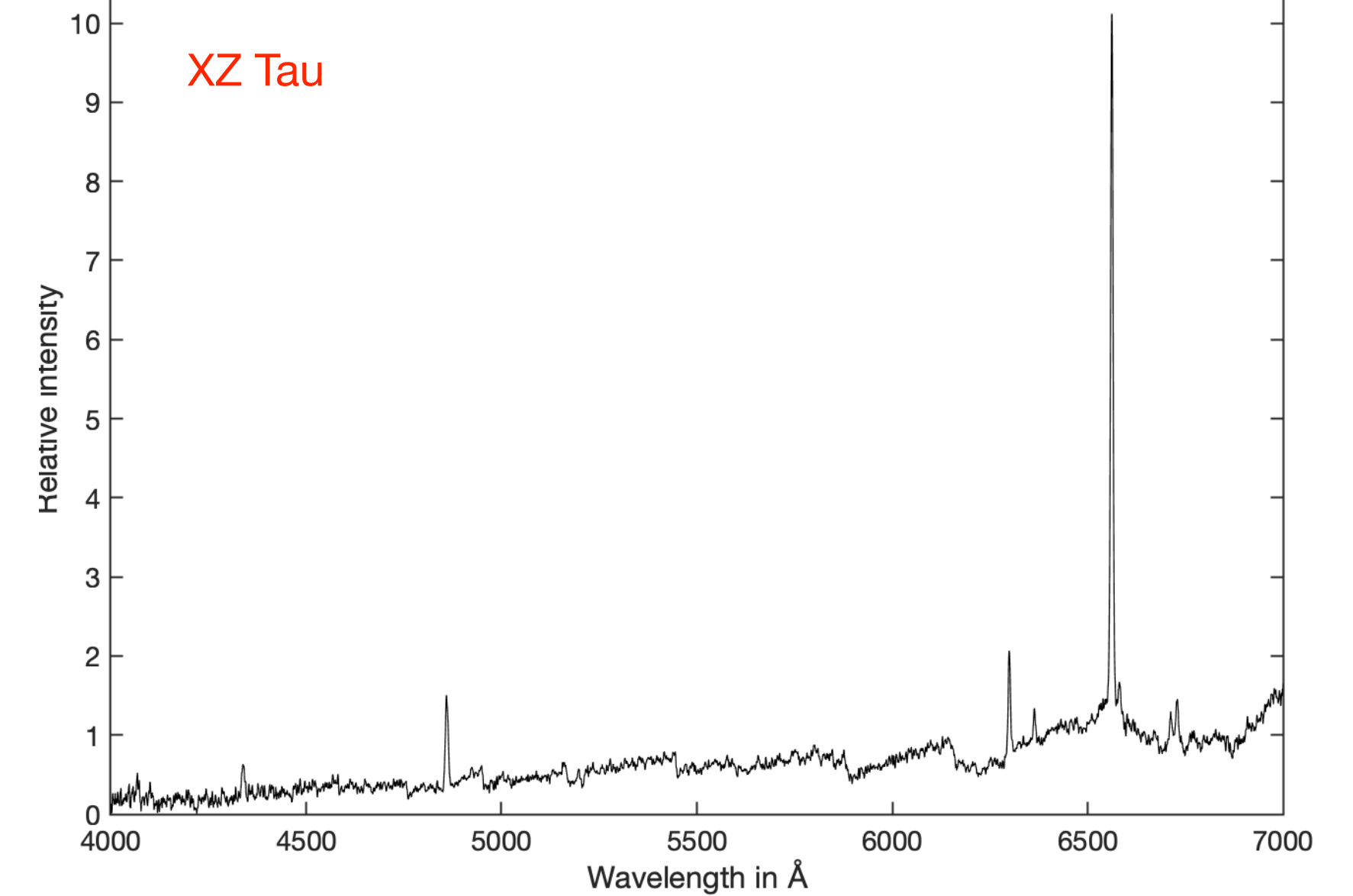


Tout ceci en utilisant
un spectrographe à
faible coût réalisé en
impression 3D

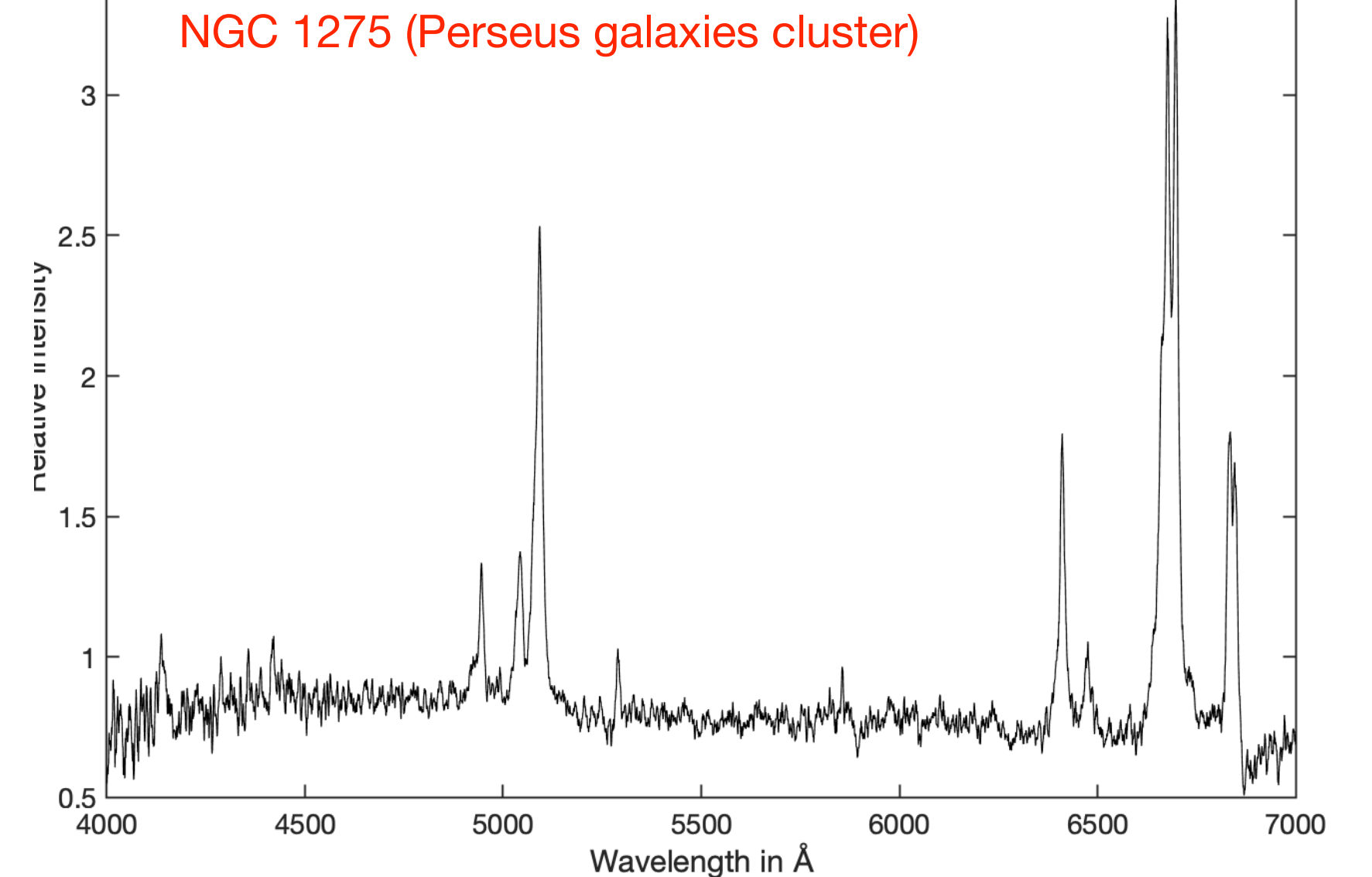
GK Per - nova 1901 (V=12.9) - 7.057/10/2021 - 4 x 600 s - R = 750 @ 560 nm - Antibes St Jean (France) - C. Buil
Newton 10-inch f/4 - StarEx 300 lines/mm - 80 x 80 - 19 microns slit - ASI183MM camera



XZ Tau - 16.111/10/2021 - 4 x 900 s - Antibes St-Jean - C. Buil
Newton 10-inch f/4 - StarEx (300 l/mm - 19 microns slit - 80x80 conf. - R = 900) - ASI183MM



NGC 1275 (Seyfert galaxy) - 15.933/10/2021 - 6 x 900 s - Antibes St-Jean - C. Buil
Newton 10-inch f/4 - StarEx (300 l/mm - 19 microns slit - 80x80 conf. - R = 900) - ASI183MM



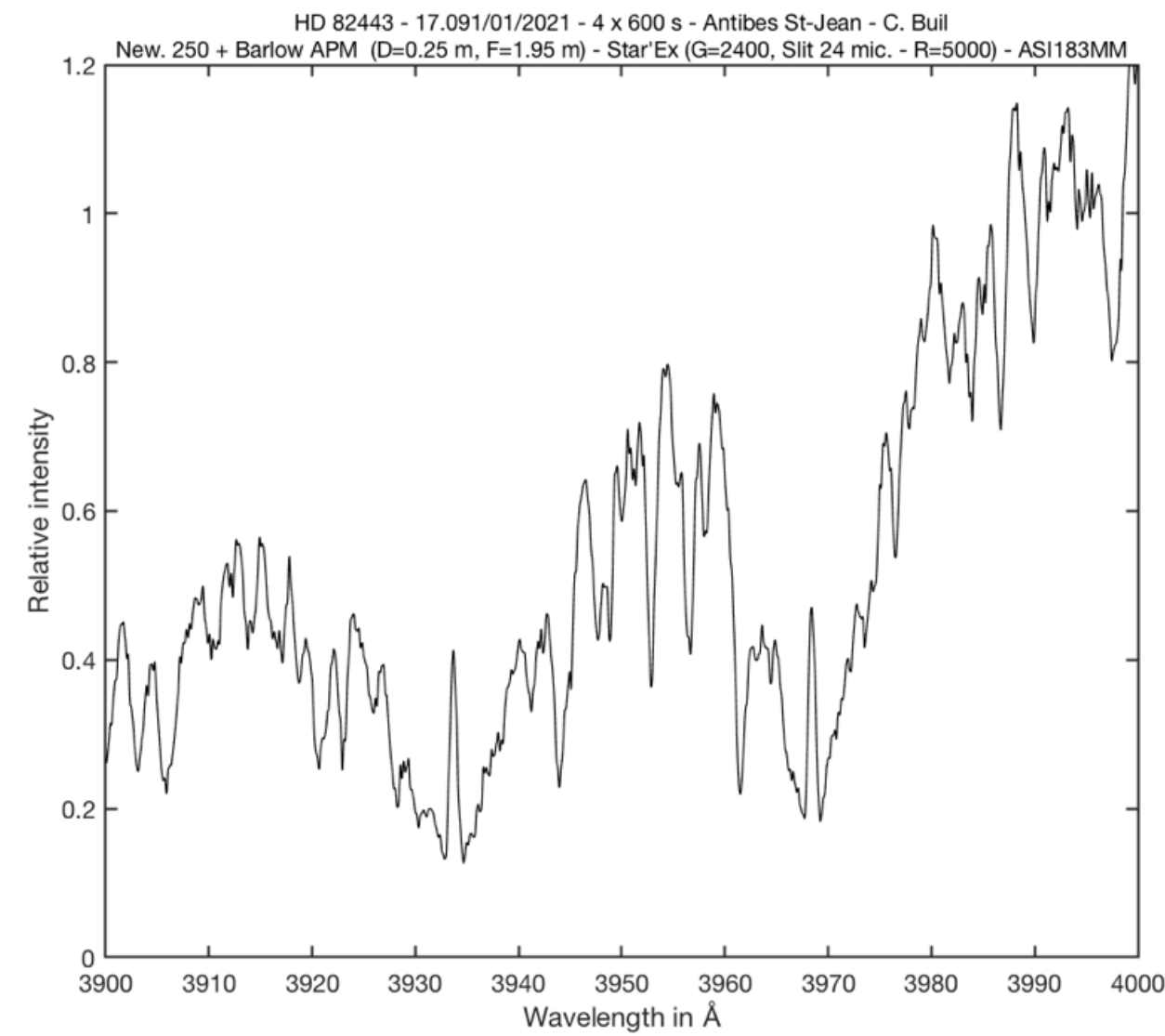
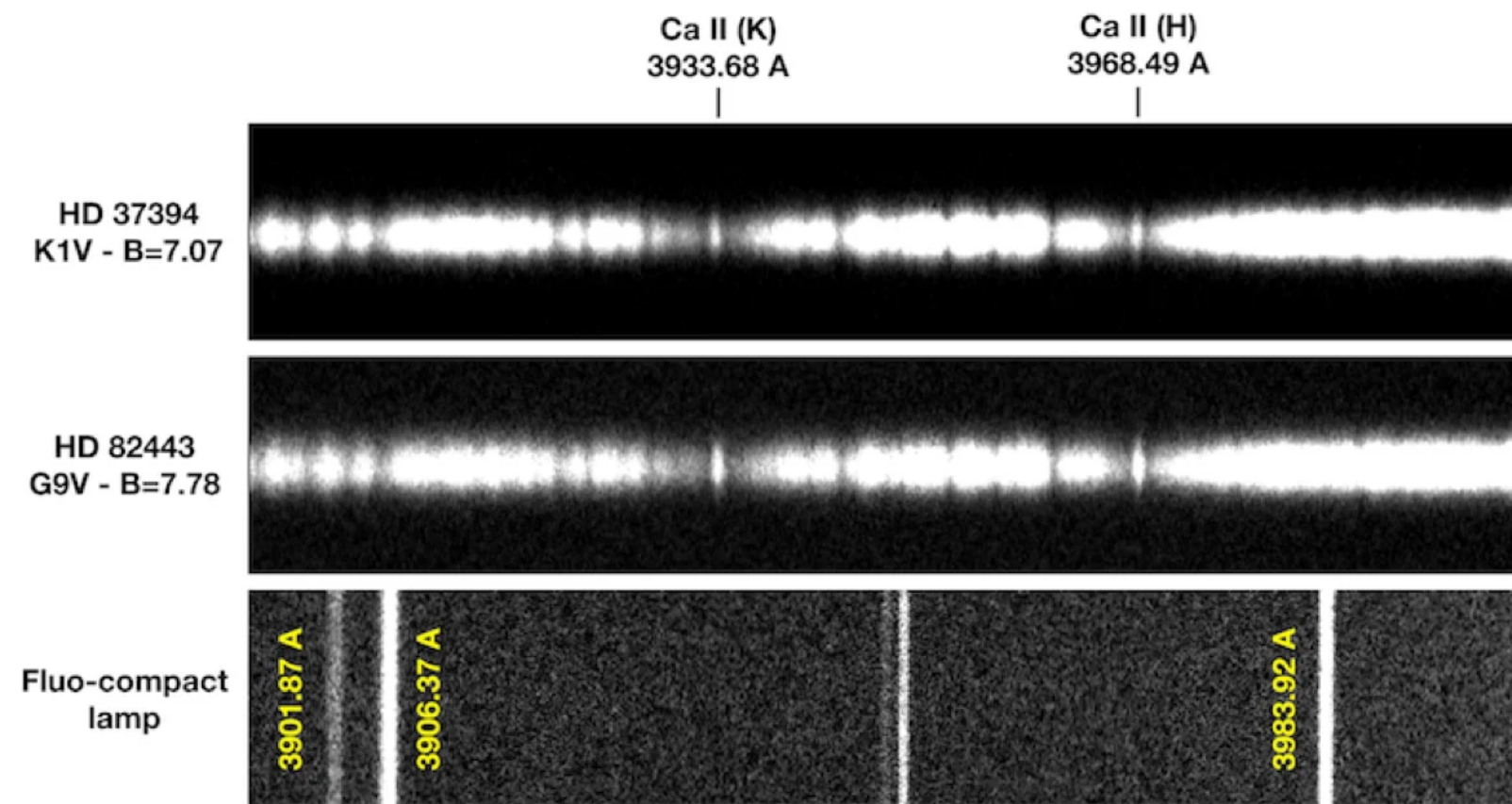
Observations de l'UV à l'IR

OK, Star'Ex est un instrument en plastique...
mais bien utilisé, c'est aussi un instrument de recherche !

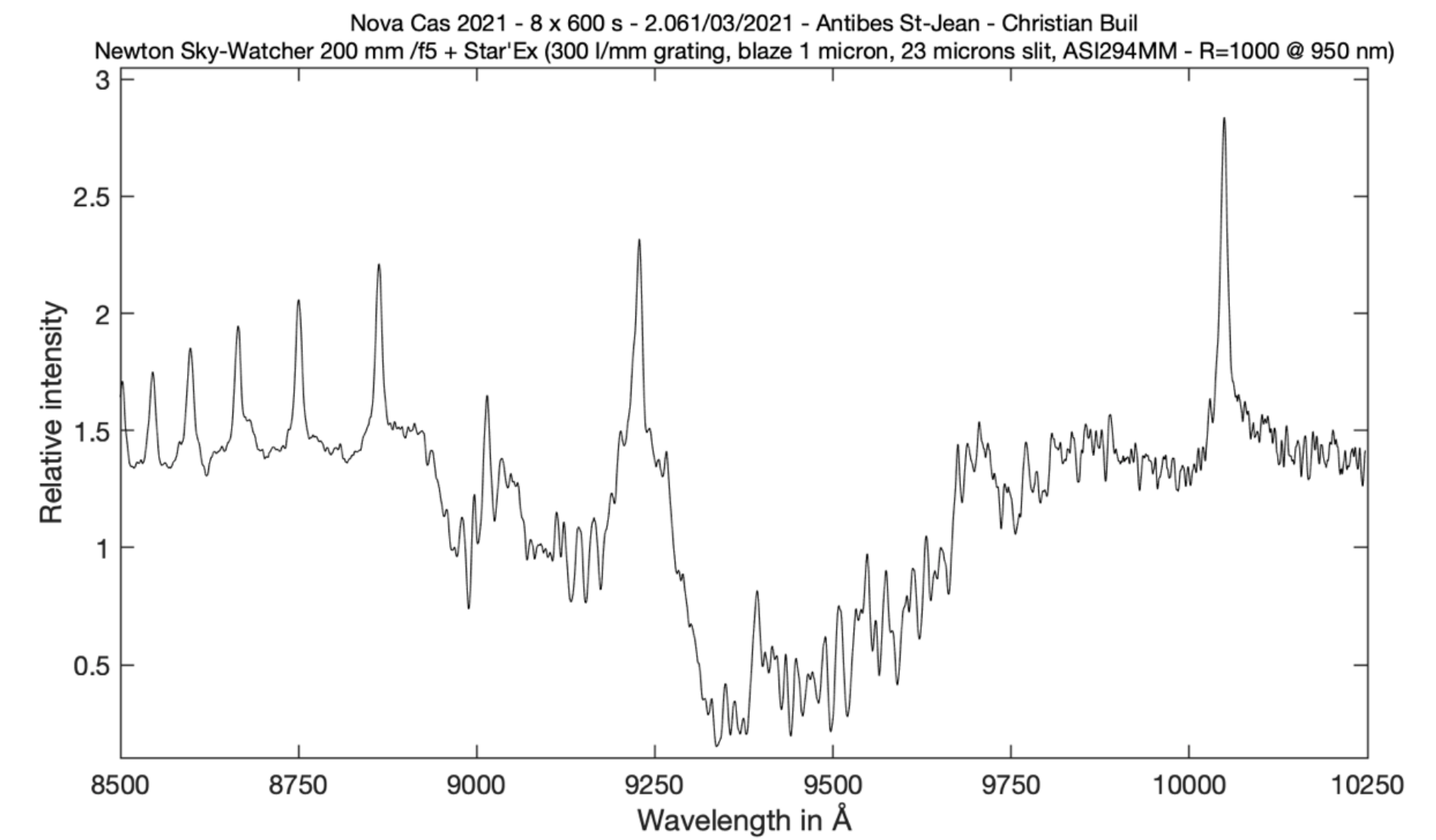
L'ultraviolet



L'infrarouge

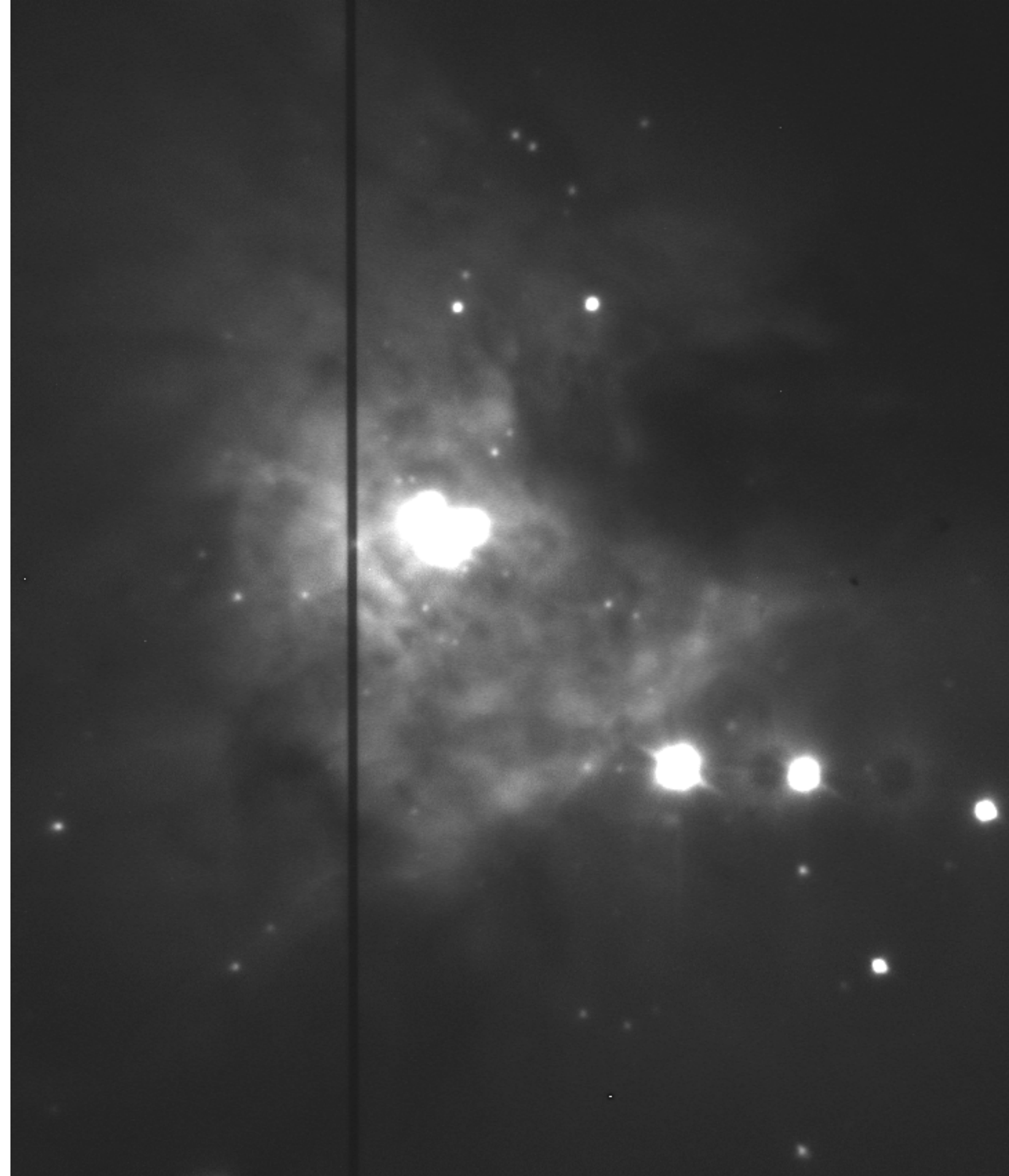


Surveillance des étoiles de type solaire à activité chromosphérique

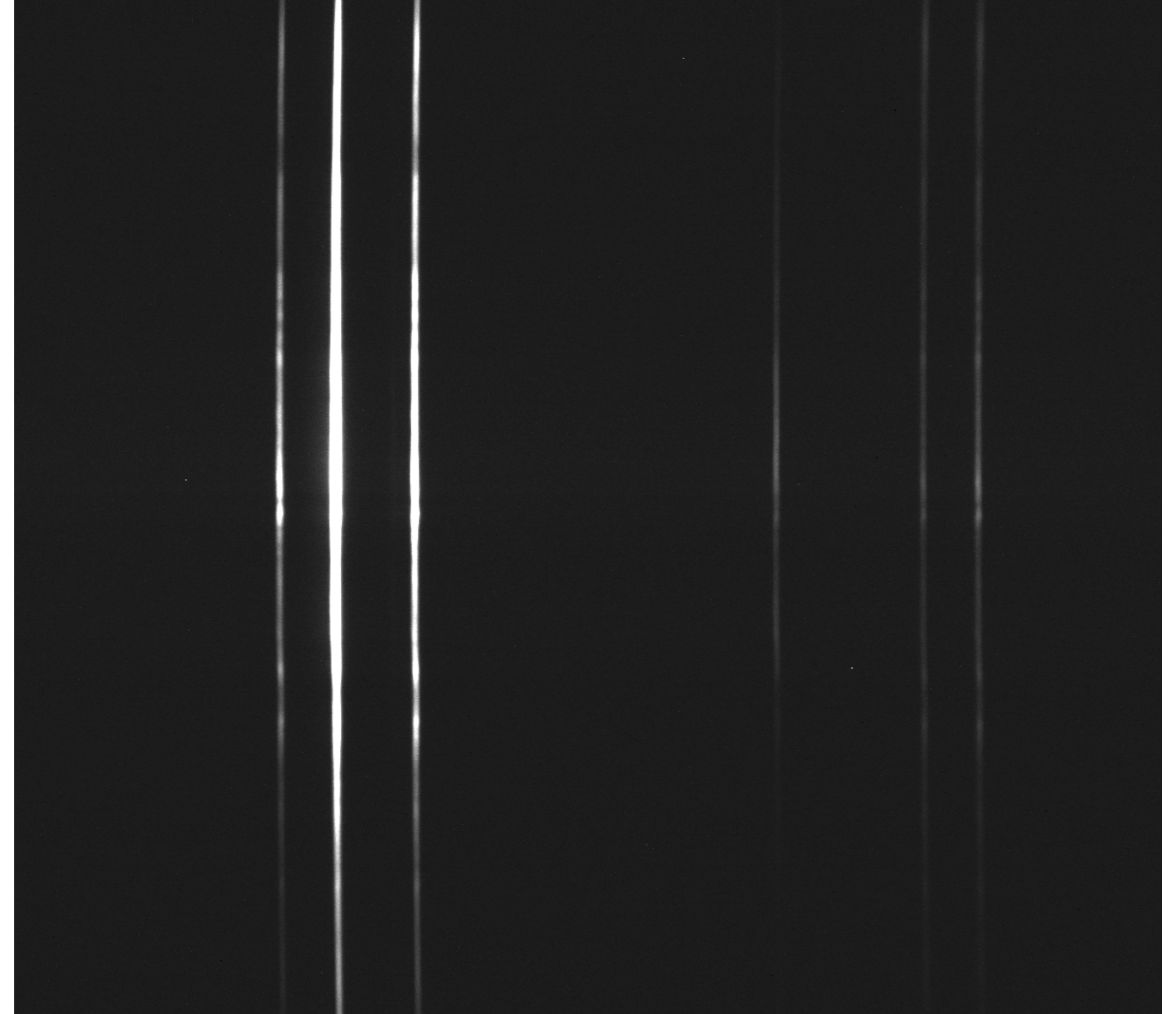


Observation des raies de Paschen en émission dans la nova Cas 2021

Imagerie ... and ... spectrographie



M42 Star'Ex sur un telescope de 250 mm /4 Fente de 19 microns

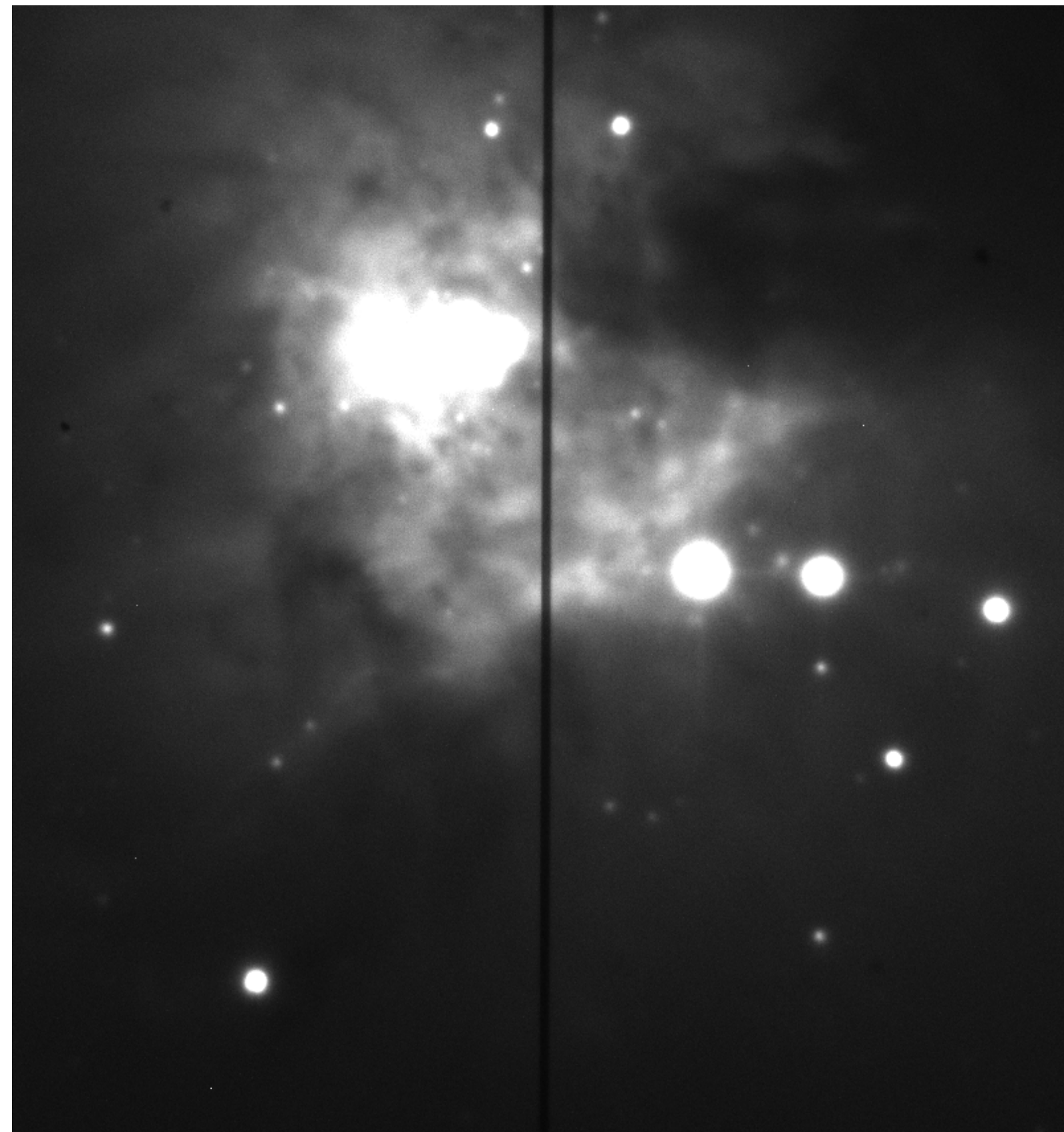


Partie rouge du spectre Réseau 600 traits/mm Exposition 5 x 180 secondes

NOTE IMPORTANTE : la qualité du spectre suivant l'axe spatial (vertical) est très bonne (merci à exigence de l'observation solaire !)

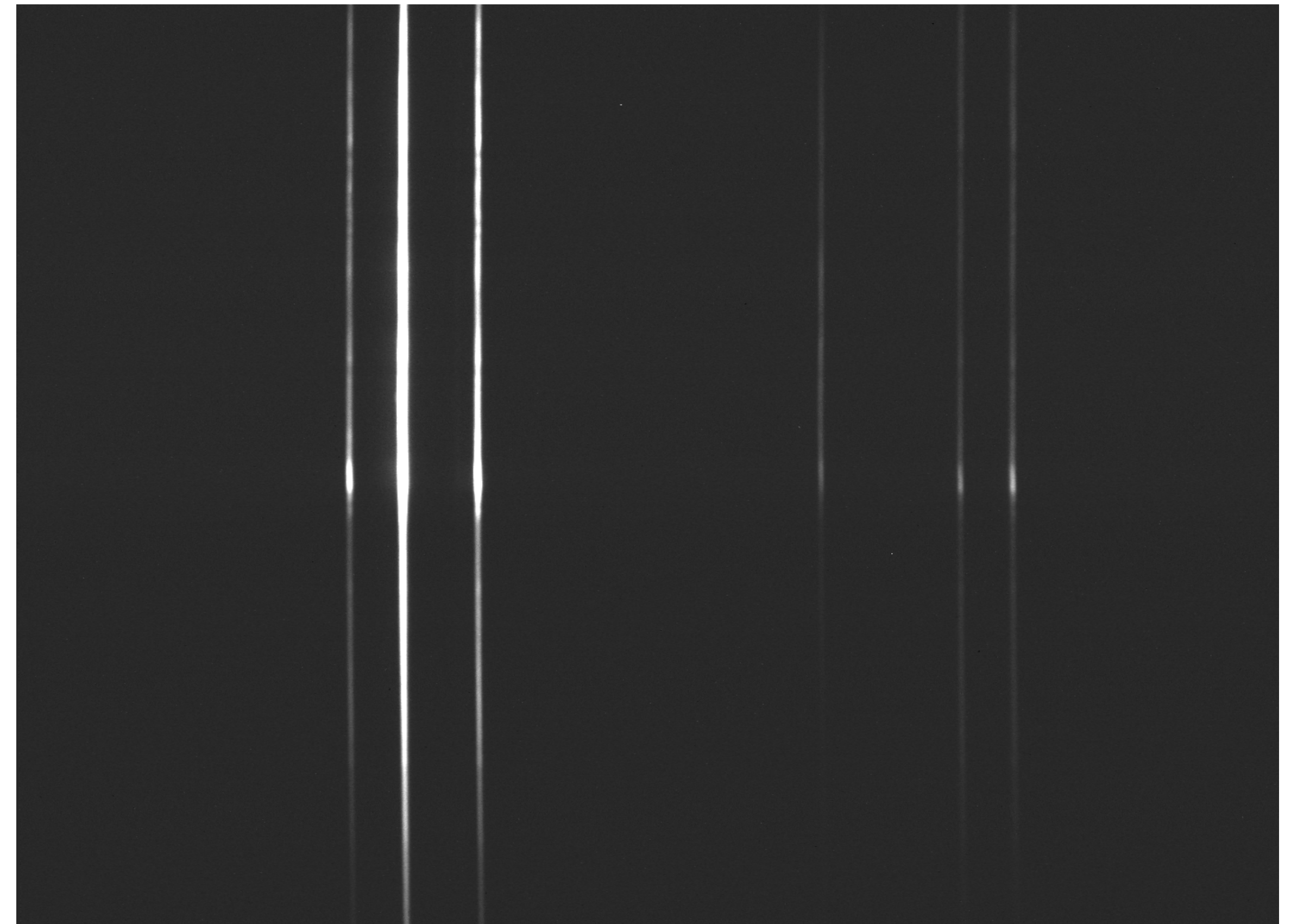
Donc, pas seulement les étoiles !

Image de Messier 42 depuis le système de pointage Star'Ex



Newton 10-inch f/4 - Star'Ex 1200 t/mm + fente 19 microns + caméra ASI183MM
Caméra de pointage/guidage : ASI190MM

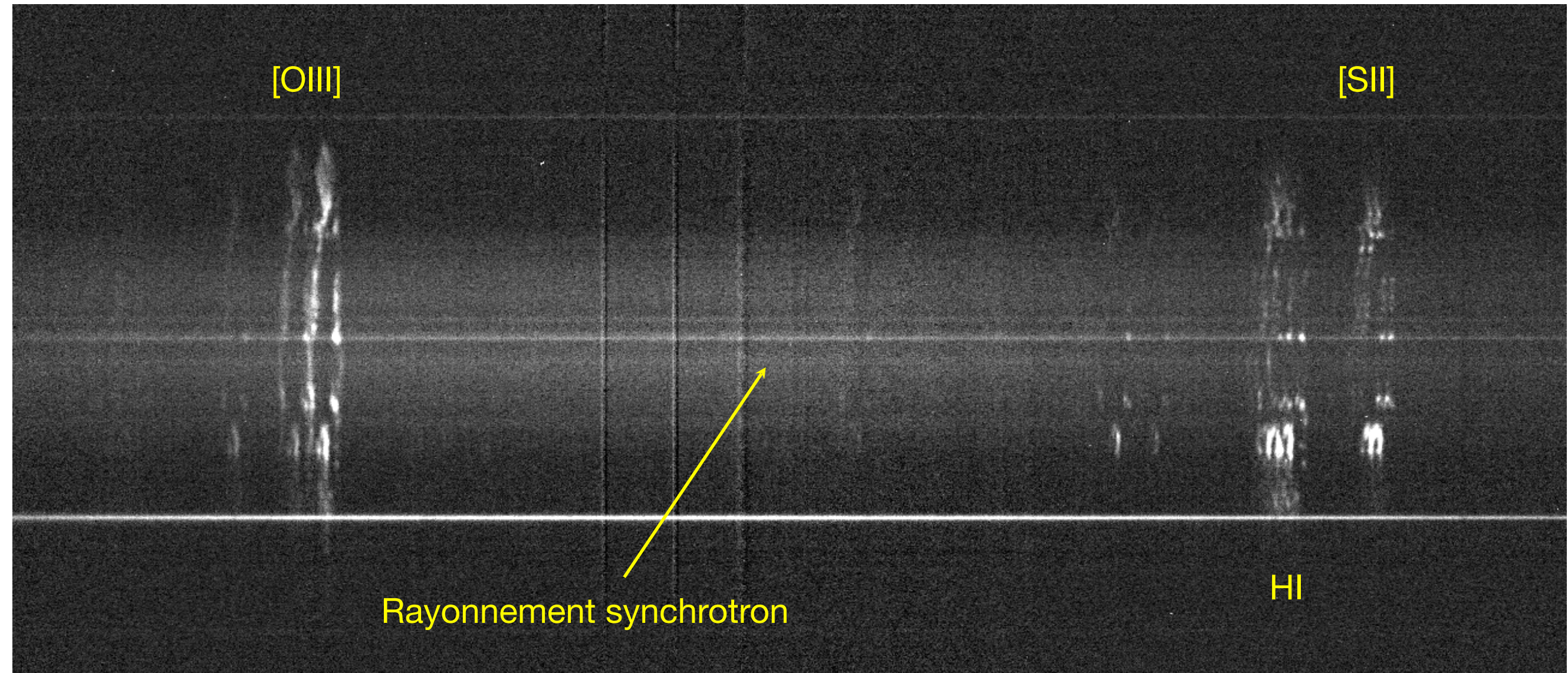
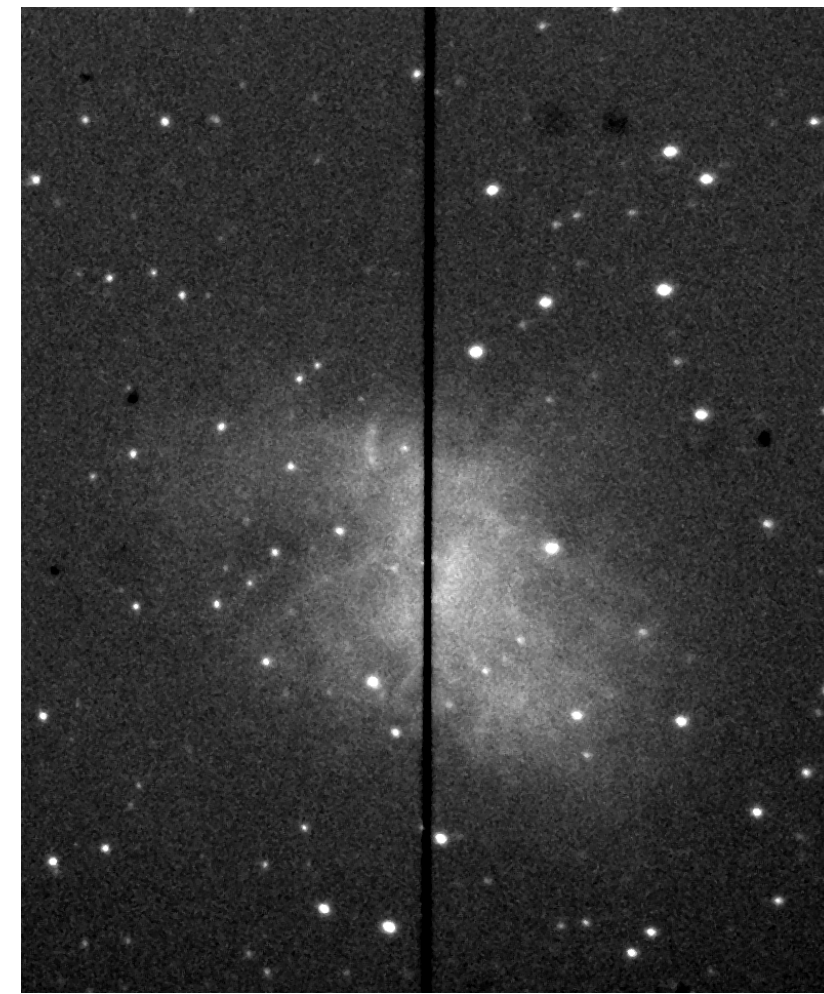
Spectre d'émission de Messier 42



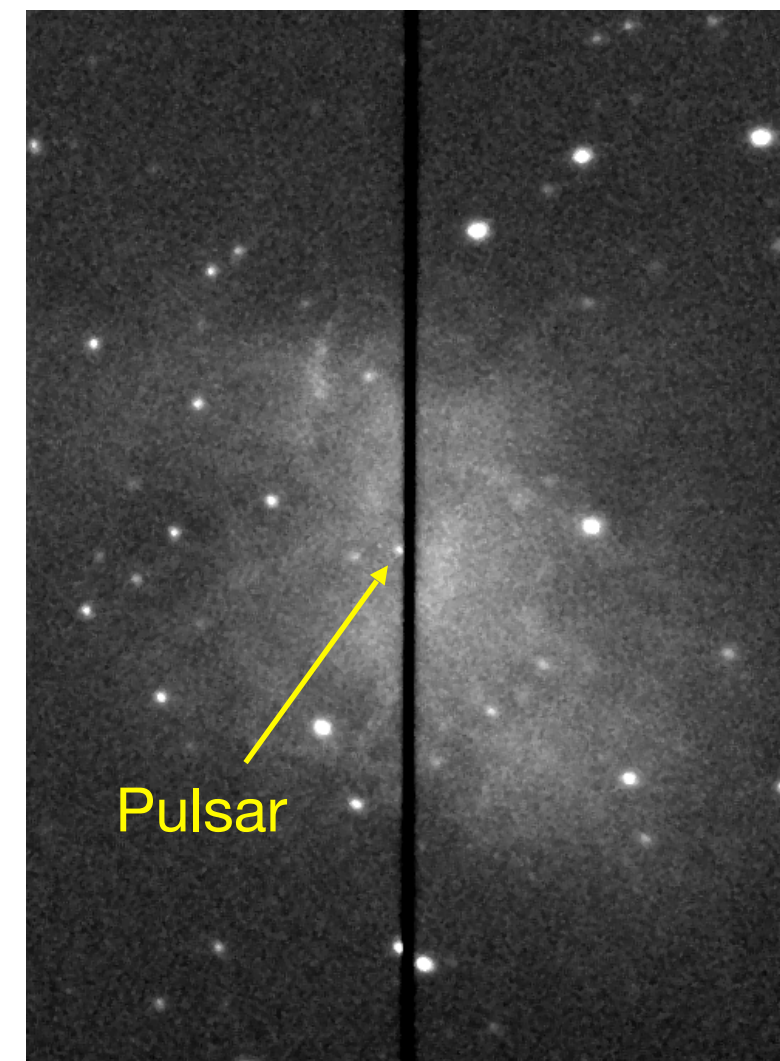
[NII] 6548 A H 6562 A [NII] 6584 A He 6678 A [SII] 6717 - 6731 A

Nébuleuse du Crabe (M1) : un rémanent de supernova

Vitesse d'expansion Doppler : 1300 km/s

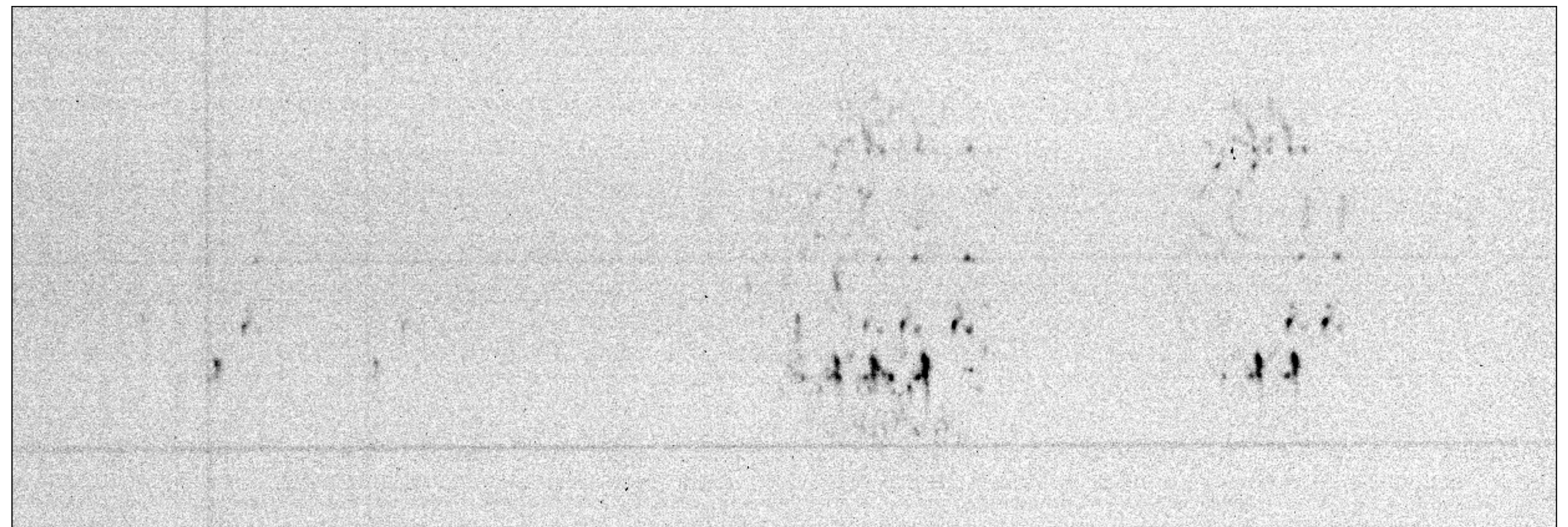


Newton 10-inch f/4 - Star'EX + réseau de 300 traits par mm (pouvoir de resolution: 800) + fente de 19 microns + configuration 80 x 80



Spectre du Pulsar
→
(noter les raies en émission)

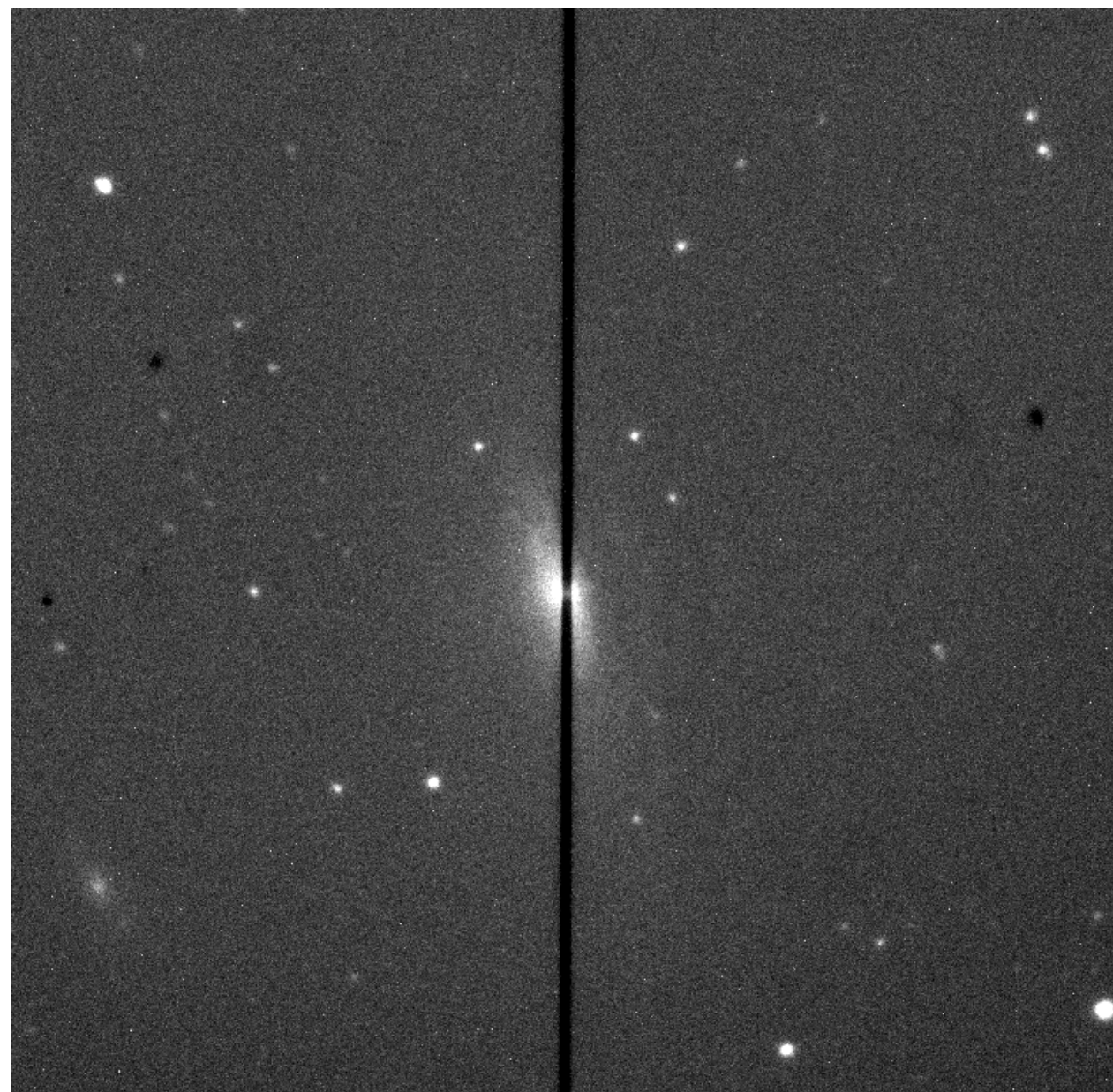
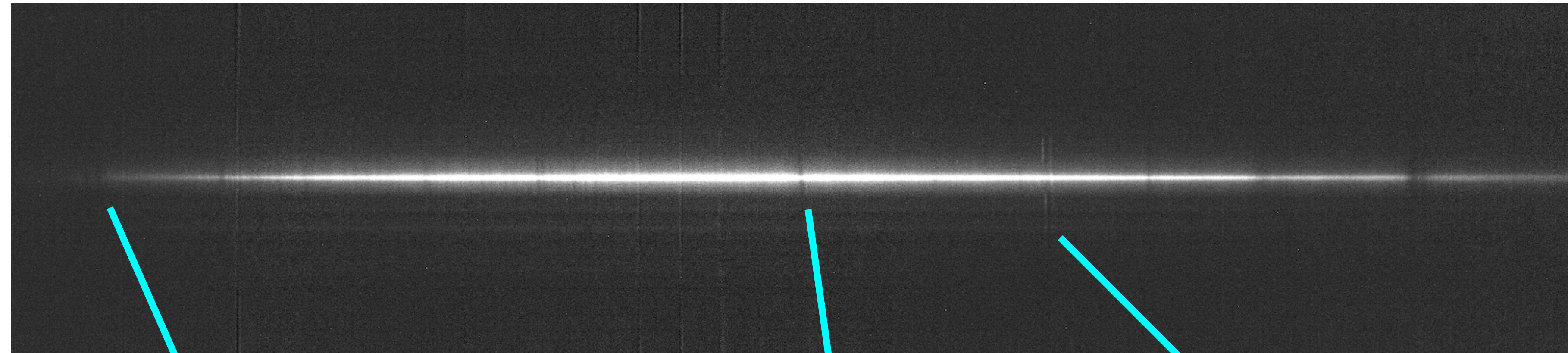
Image du système de guidage Sol'Ex



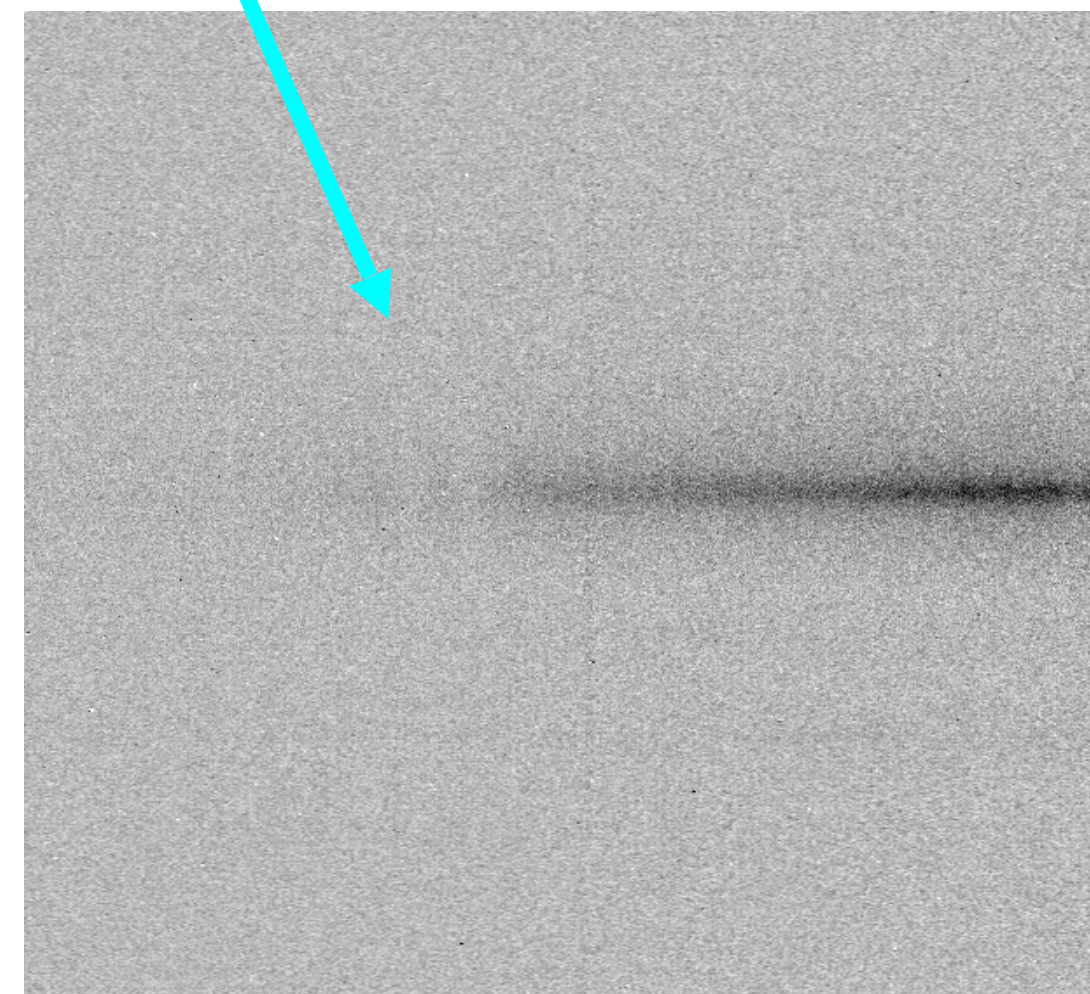
Newton 10-inch f/4 - Star'EX + réseau de 1200 traits par mm (pouvoir de résolution: 5200) + configuration 80 x 80

Observation de la rotation d'une galaxie : NGC 7331

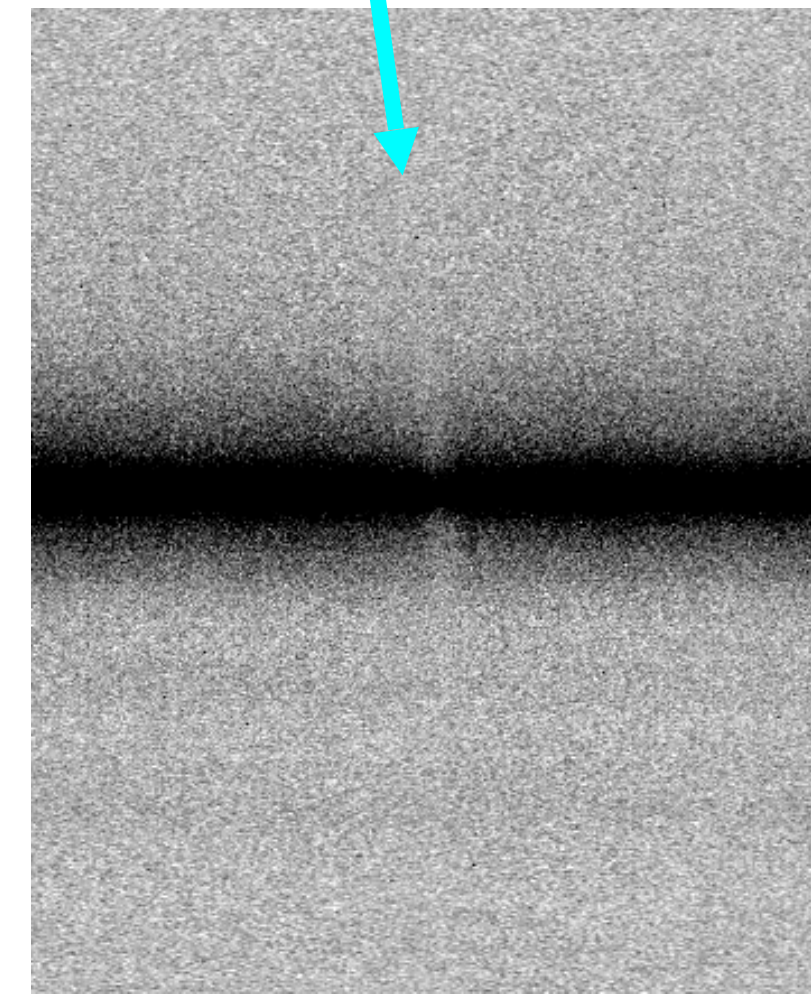
Newton 10-inch f/4 - Star'EX + 300 traits par mm - Configuration. 80x80 - Exposition : 6 x 900 seconds



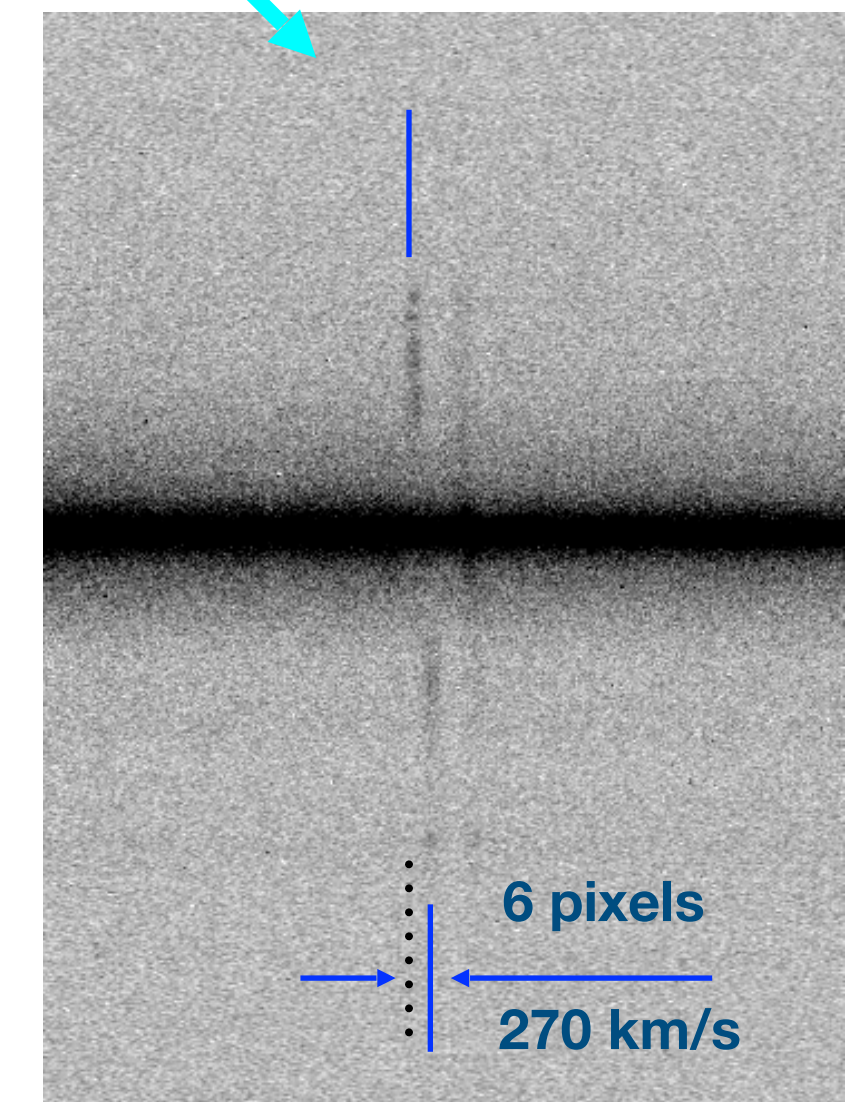
↑
Image de la fente (19 microns)



Ca II (H & K lines)



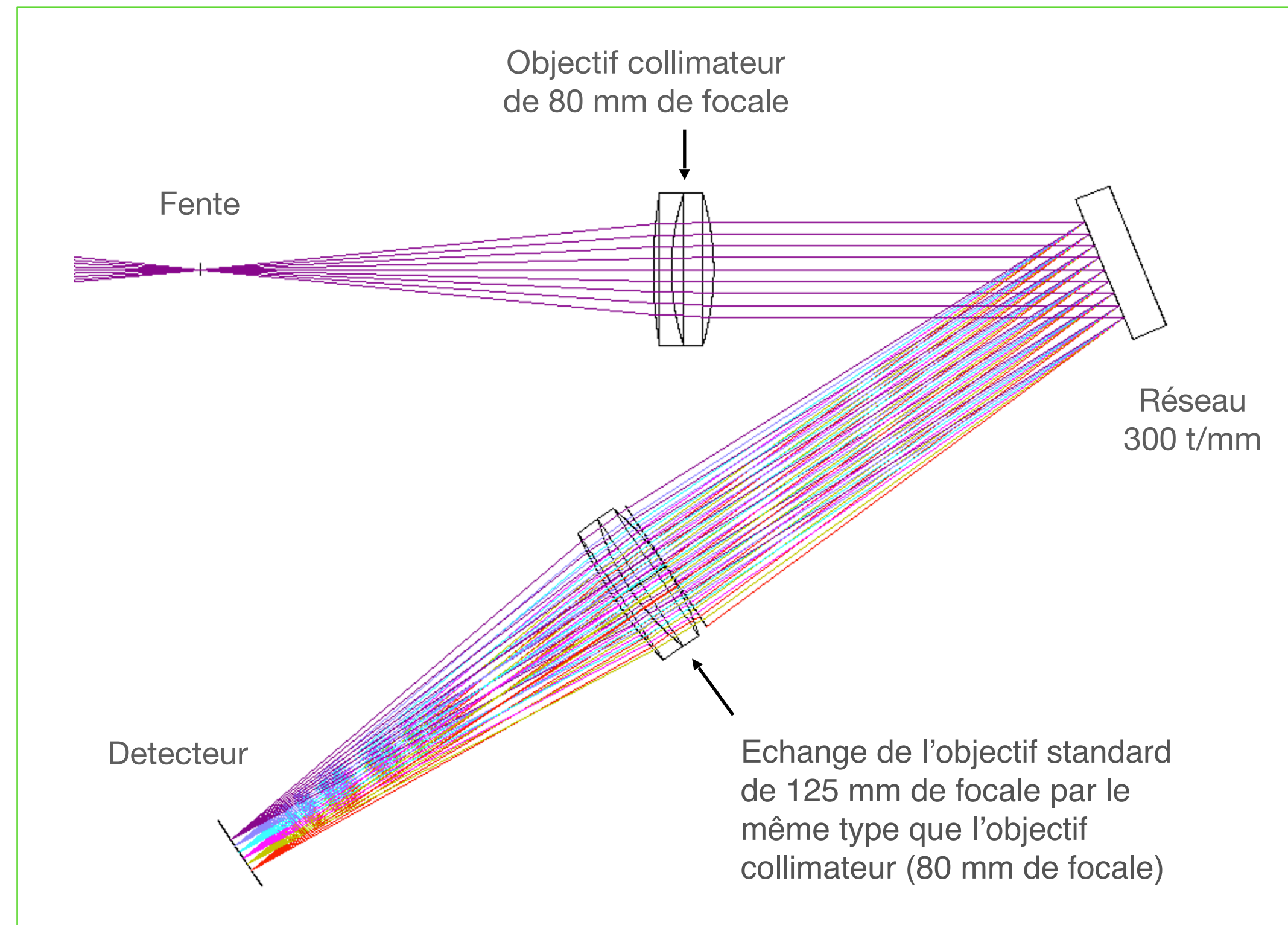
Na I (sodium S-Shape)



H-alpha (HII region)

Sol'Ex / Star'Ex: un concept flexible

Comment accroître l'efficacité pour les objets faibles *Une petite modification optique pour augmenter luminosité*



La configuration « 80 mm x 80 mm »

Objet faible : the quasar UM402

$z = 2.83 - V = 17.2$



DSS2 image

Le quasar est ici

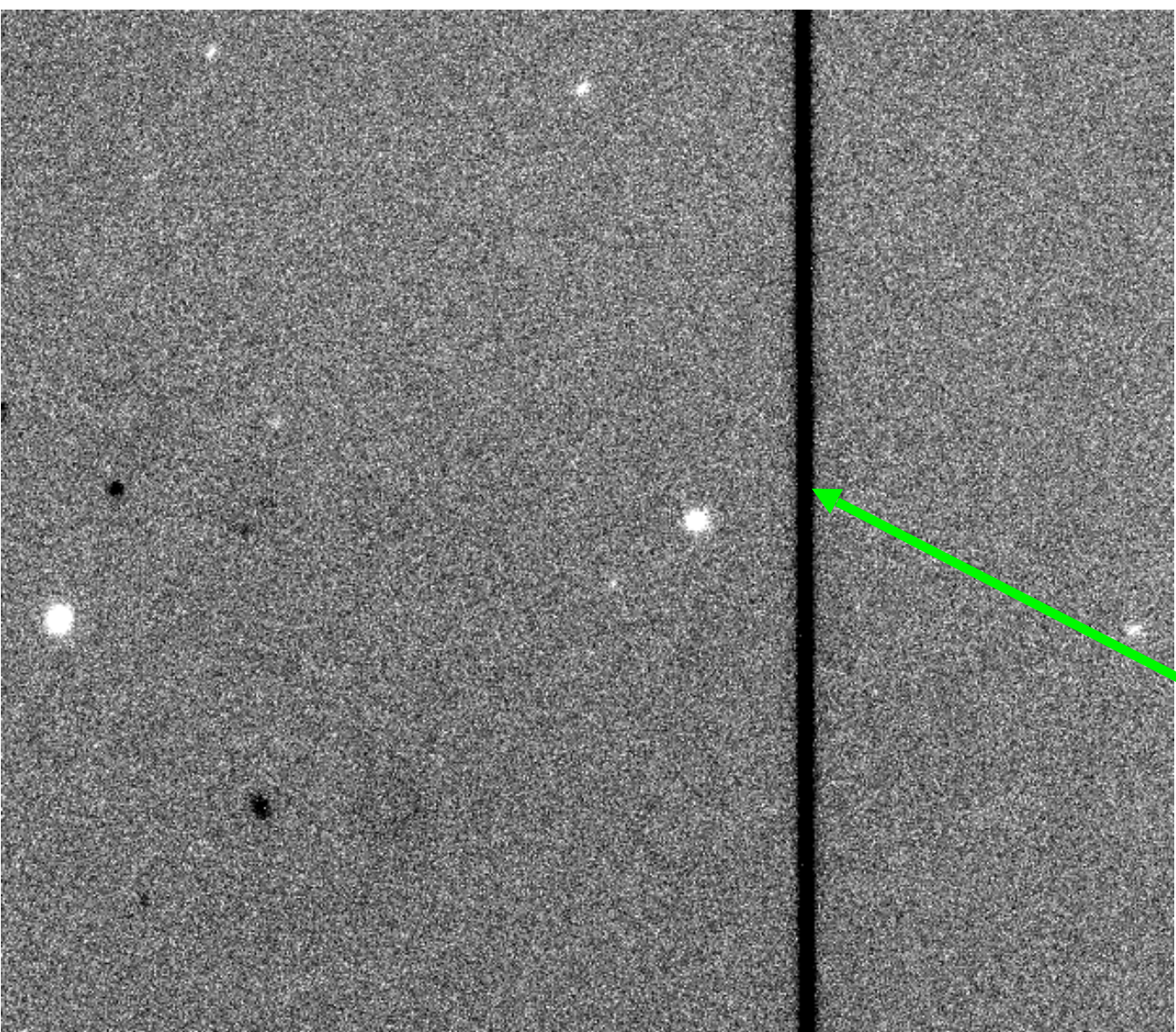
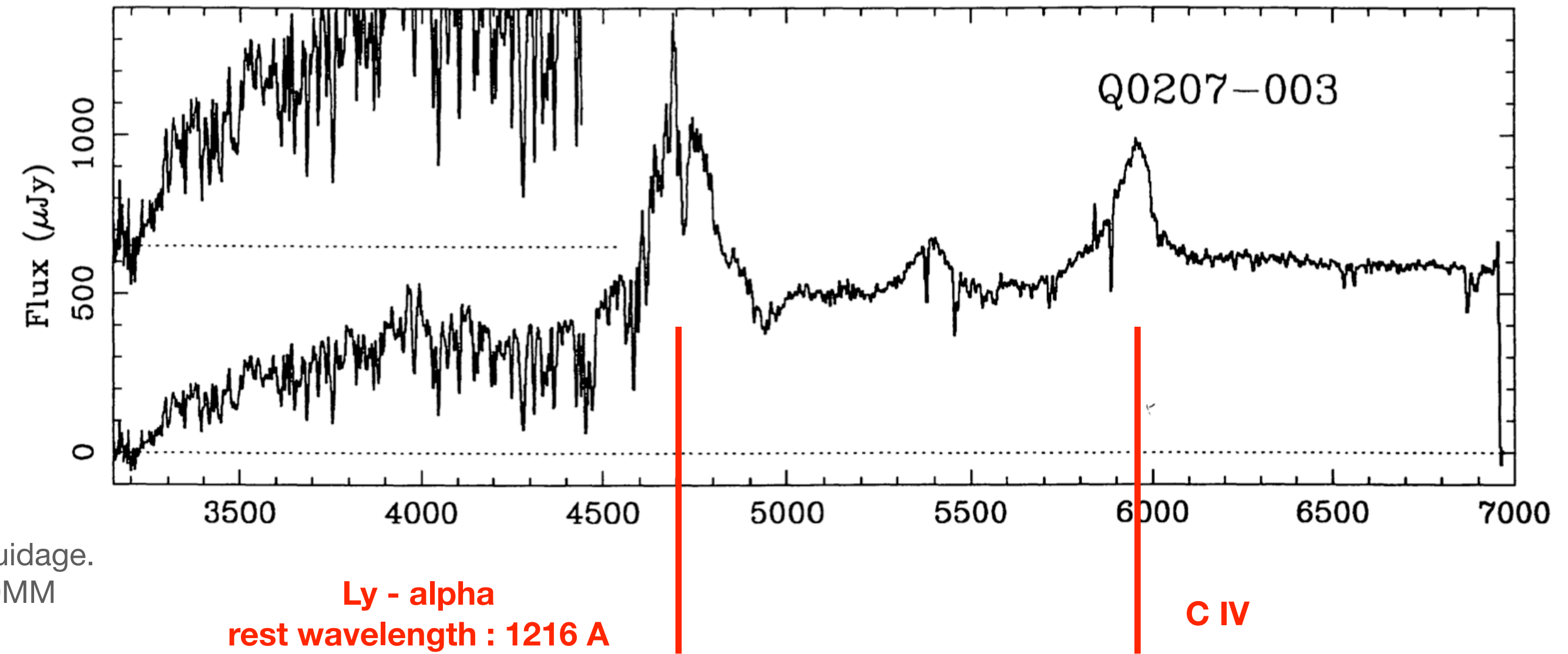


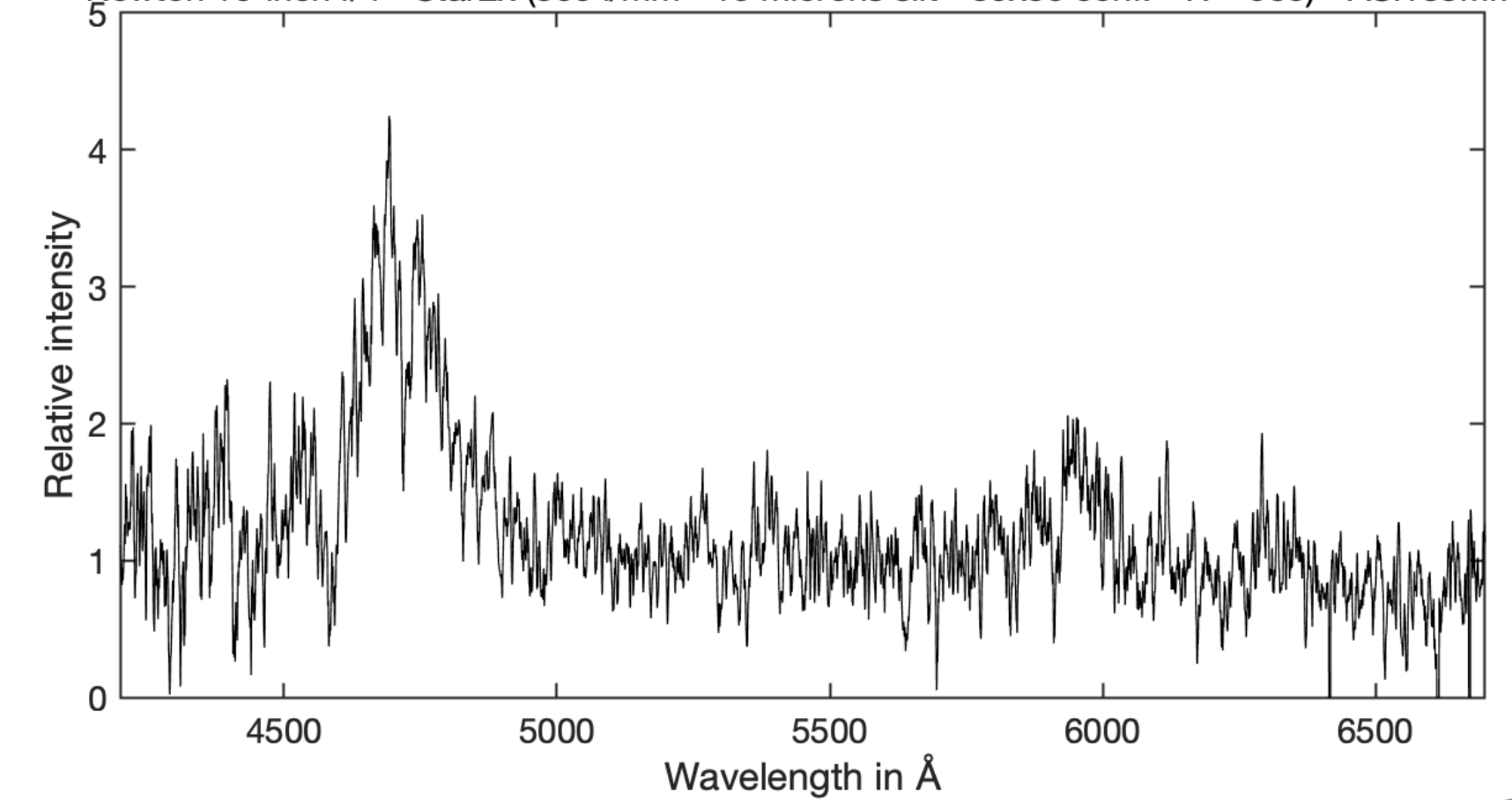
Image du système Star'Ex de guidage.
Pose de 90 sec, caméra ASI290MM
(+ la pollution du ciel !)

Le quasar est ici !!!

W. Sargent & all. AJSS 69, 703, 1989. - Hale 5 m telescope



UM 402 (quasar at $z = 2.83$) - 14.880/10/2021 - 16 x 900 s - Antibes St-Jean - C. Buil
Newton 10-inch f/4 - StarEx (300 l/mm - 19 microns slit - 80x80 conf. - R = 900) - ASI183MM



Newton de 250 mm - Star'Ex (300 traits/mm - fente de 19 microns de large)

La pollution du ciel (1/2)

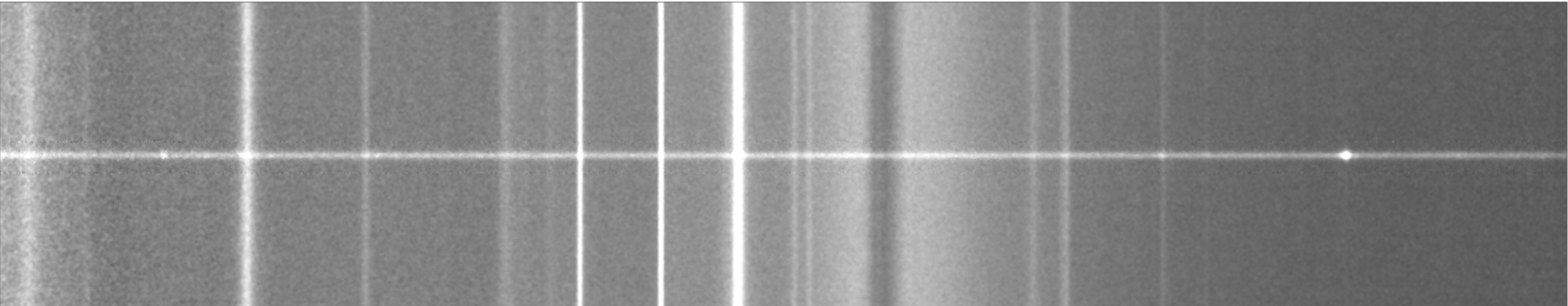
J'observe depuis la Côte d'Azur



La pollution lumineuse est intense !

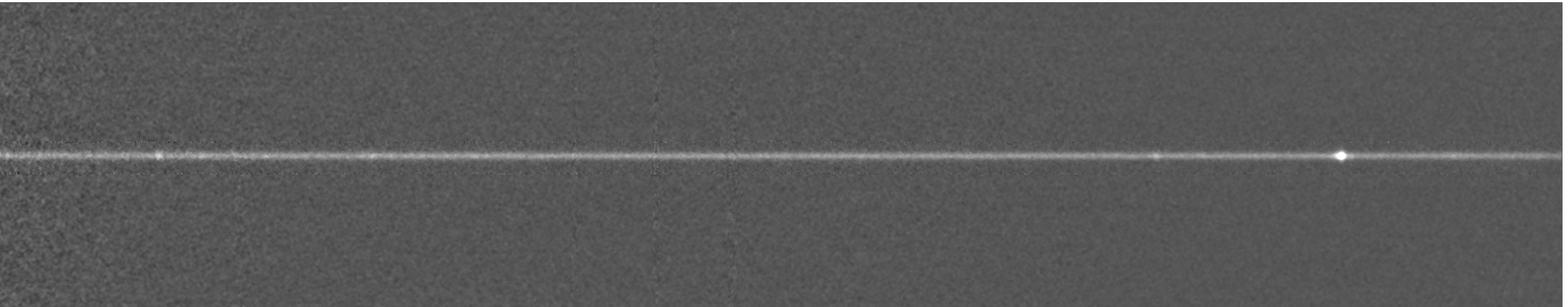
La pollution du ciel (2/2)

L'exemple de l'étoile variable HL Tau - V=14.5 (étoile type FU Ori)

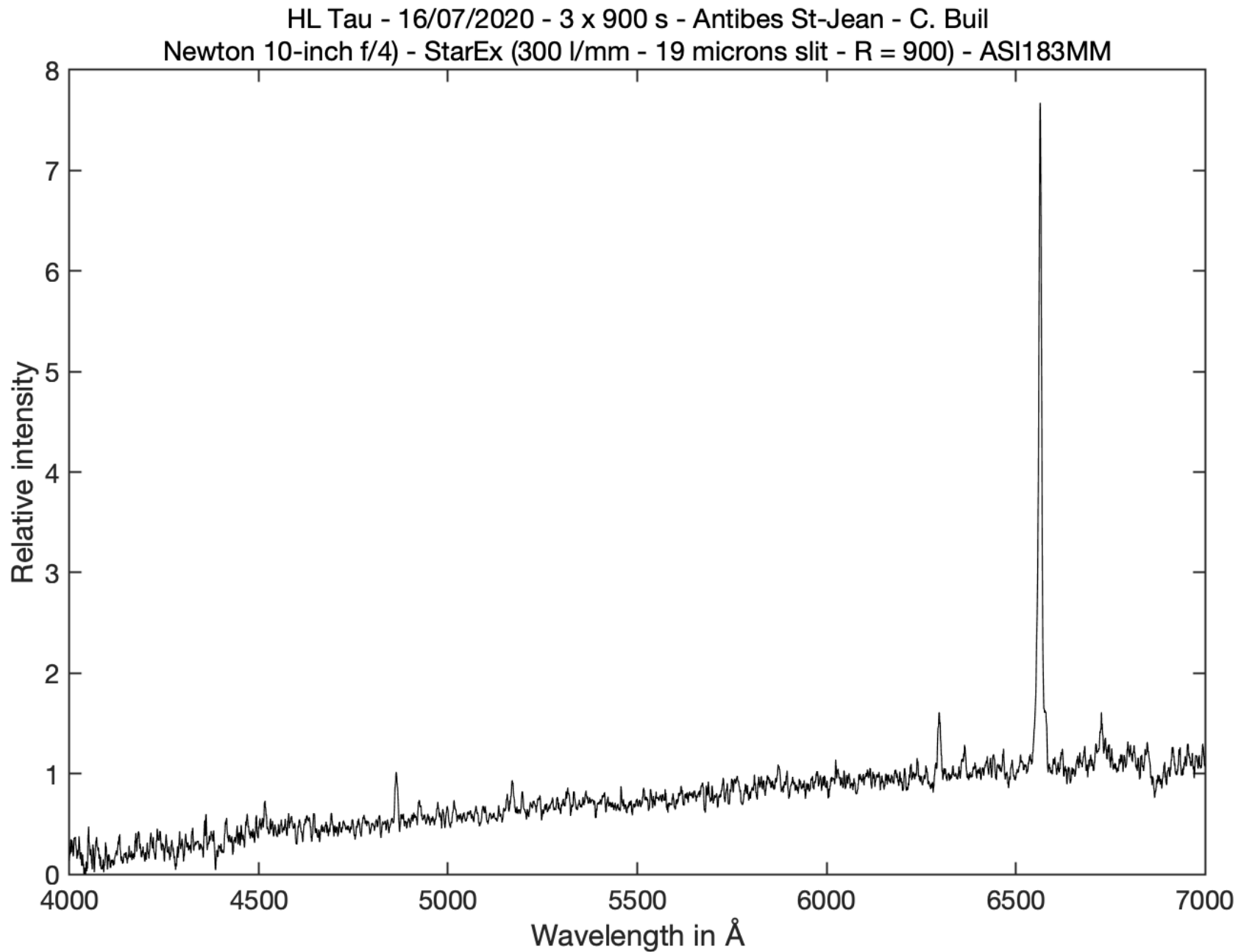
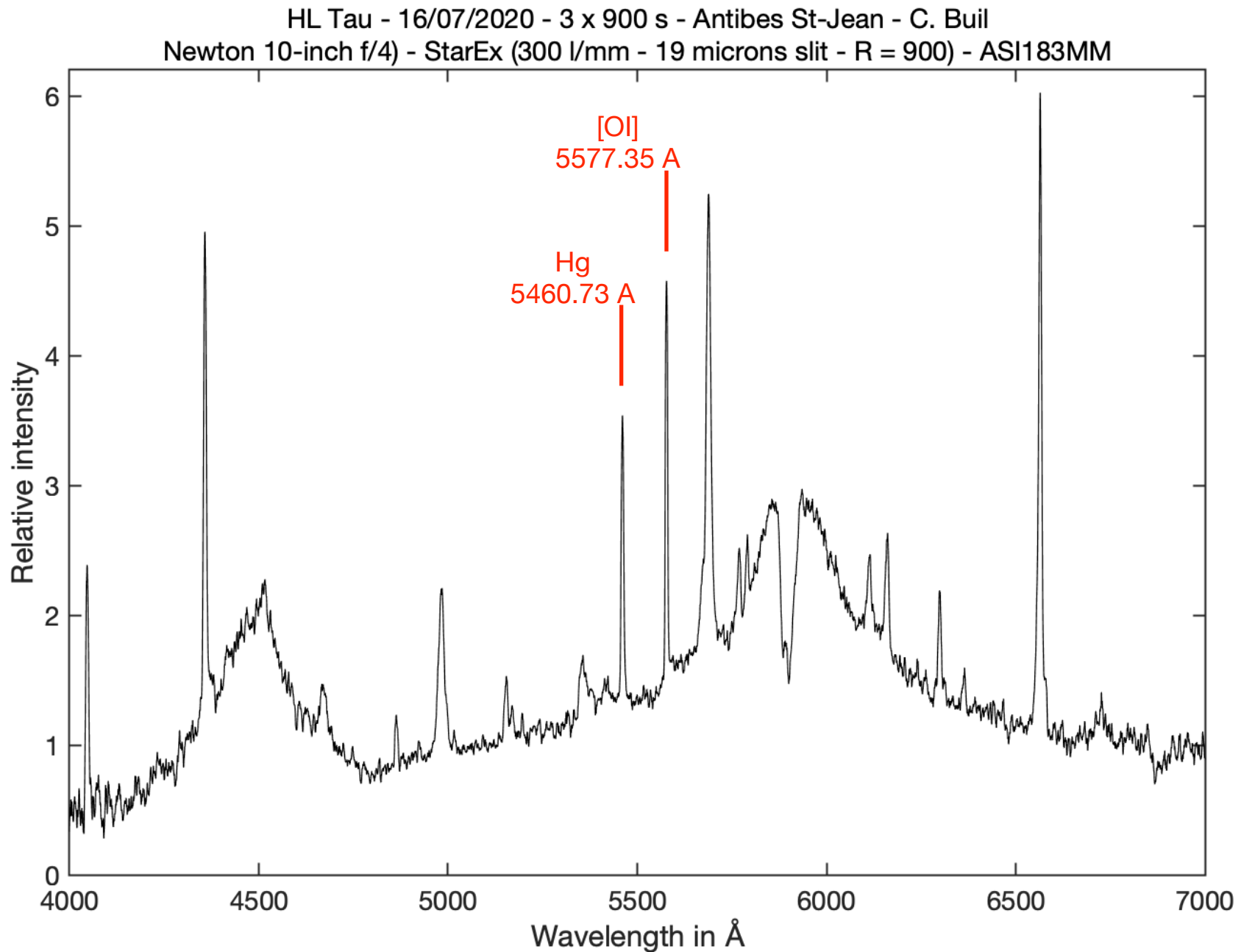


Avant le retrait du ciel

Newton 10-inch - Star'Ex 300 traits/mm + configuration 80x80 + fente de 19 microns de large



Après le retrait du ciel



Deux importantes remarques :

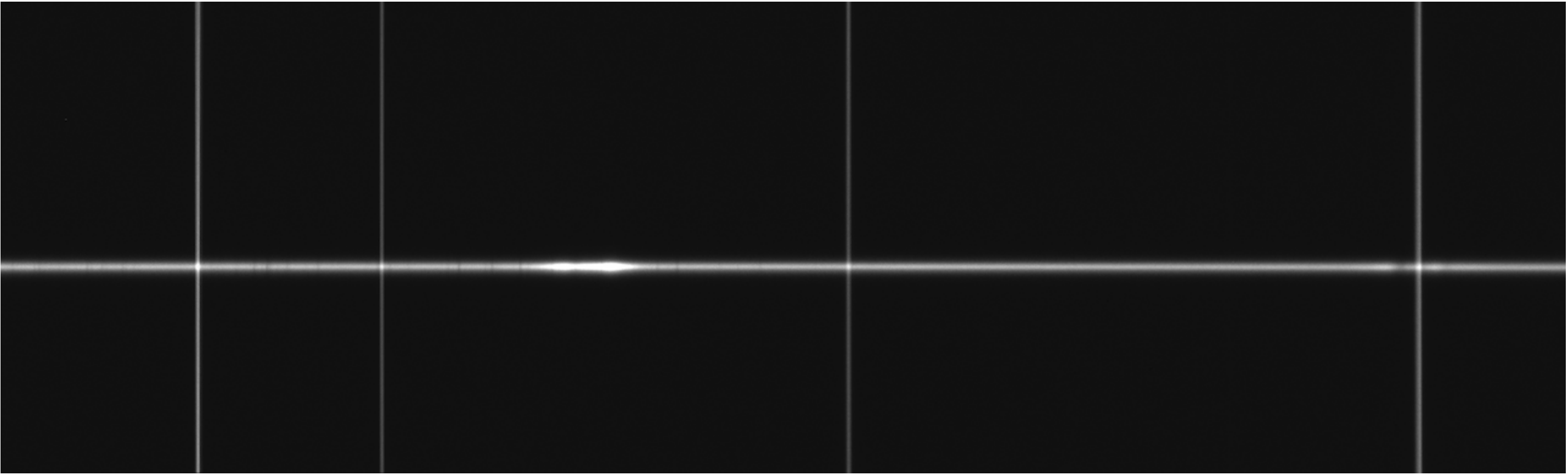
- 1 – Il est possible de faire de bonnes observations spectrographiques dans des conditions urbaines.**
- 2 – Les performances optiques de Star'Ex permettent un bonne suppression du signal de la pollution lumineuse des données (mais pas du bruit de photon).**

Etalonnage spectral permanent (mode latéral)

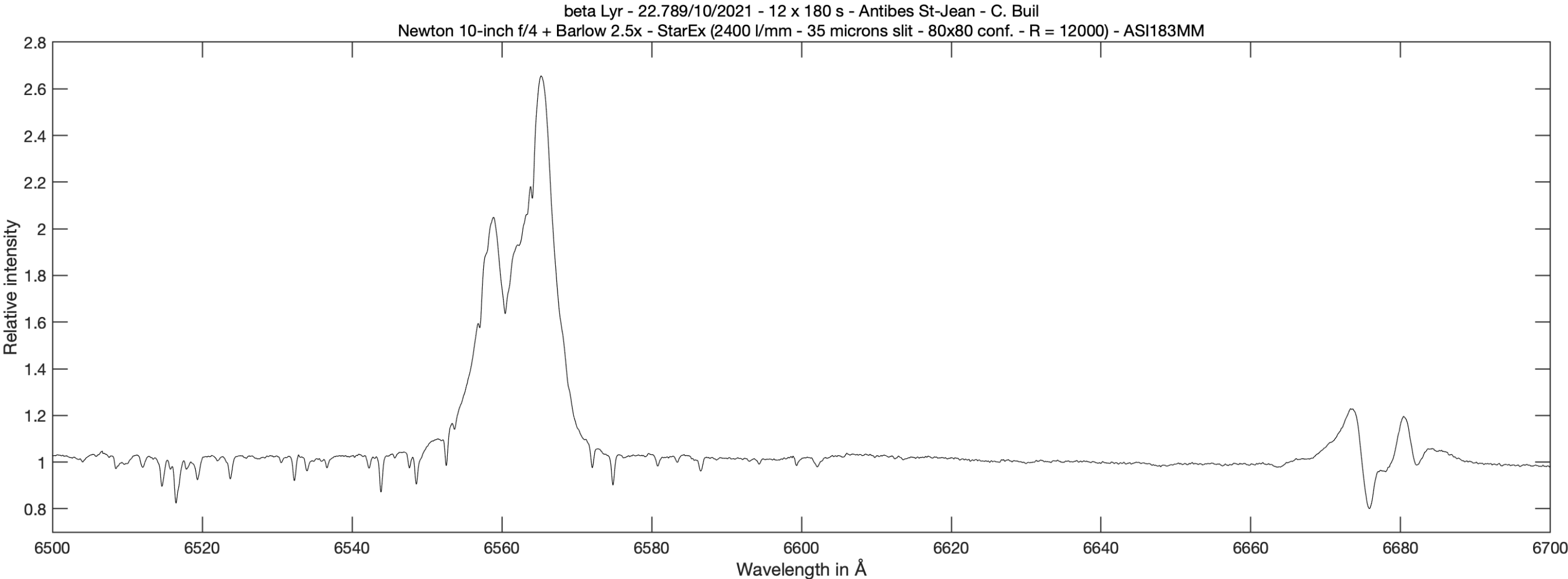


Lampes néon placées dans la pupille d'entrée du télescope

beta Lyr 2D spectrum (a Be star type)



Neon lines → 6506.53 Å 6532.88 Å 6598.95 Å 6678.28 Å



Newton de 250 mm utilisé à f/10 - Sol'Ex haute résolution : réseau de 2400 traits/mm grating - Fente 35 microns - R = 12000

L'observation spectrale des objets peut parfois être une étrange activité...



Mais c'est une autre histoire... à découvrir !

Le traitement des spectres

L'application specINTI

```
stu.save_fits_image(name, data_object[:,0], hdr_object[0], fits_ext)
print('$$$$ -> _step4')

# STEP 5: On additionne les images d'étalonnage pour ensuite trouver l'angle de slant
# (sauf si calibration_mode == 1, car l'angle de slant est prédéfini)
# Si on est en mode étalonnage standard, on utilise le spectre "néon"
# Si on est en mode étalonnage latéral, on utilise les images de la cible

if calibration_mode != 1: # on utilise une lampe d'étalonnage (en standard ou latéral)
    if calibration_mode != 3 and calibration_mode != 4: # on utilise un spectre d'étalonnage distinct
        calib_sum = np.sum(data_calib, axis = 2)
    else: # on utilise le spectre d'étalonnage latéral
        calib_sum = np.sum(data_object, axis = 2)

    if _DEBUG == True or check_mode == 1:
        name = path + '_step5'
        stu.save_fits_image(name, calib_sum, hdr_object[0], fits_ext)
        print('$$$$ -> _step5')

# STEP 6: Correction de l'angle de tilt (pile cible et image somme)
print('Tilt correction...')

if flag_tilt == True:
    print(f'Computed tilt angle = {tilt_angle:0.3f}')
else:
    print(f'Predefined tilt angle = {tilt_angle:0.3f}')

data_object = stu.correct_tilt(data_object, tilt_angle) # correction du tilt dans la pile d'images

if calibration_mode != 1:
    calib_sum = stu.correct_tilt(calib_sum, tilt_angle) # correction du tilt sur l'image d'été

if _DEBUG == True or check_mode == 1:
    name = path + '_step6'
    stu.save_fits_image(name, data_object[:,0], hdr_object[0], fits_ext) # sauvegarde de l'image
    print('$$$$ -> _step6')

# STEP 7: Correction de l'angle de slant (pile de spectres étoile et image d'étalonnage)
# Attention, une seule raie du spectre d'étalonnage est utilisé pour cela, c'est la
# première dans la liste de raies. Il est recommandé que cette raie soit la plus intense
# de la liste pour un maximum de précision.

# Coordonnées des extrémités de raies pour le calcul de l'angle de slant
posy1 = posy0 - int(skycoord[0] / bin_factor) # extremum des raies suivant l'axe spatial
posy2 = posy0 + int(skycoord[3] / bin_factor)
posx = int(posline[0] / bin_factor) # la raie utilisée est la première dans la liste wav

if calibration_mode != 1: # un spectre de lampe spectrale existe
    print('Slant correction...')
    if flag_slant == True:
        slant_angle = stu.compute_slant(calib_sum, posx, posy1, posy2, bin_factor) # calcul de l'ang
        print(f'Computed slant angle = {slant_angle:0.3f}')
```



```
# -----
# Longueurs en A d'onde d'étalonnage (obligatoire)
# -----
wavelength: [5460.73, 5577.35]

# -----
# Position des raies en pixels (obligatoire)
# -----
line_pos: [2168, 2286]

# -----
# Coefficients du polynôme d'étalonnage spectral
# (obligatoire si calib_mode = 1, 2, 4)
# -----
calib_coef: [-4.83666e-10, 5.26794e-6, 0.96485, 3347.363]

# ===== PARAMETRES OPTIONNELS =====

# Largeur en pixels de la zone de recherche des raies
# d'étalonnage spectral (optionnel). Valeur par défaut = 50
# -----
search_wide: 30

# -----
# Ordre du polynôme d'étalonnage à évaluer
# Obligatoire si calib_mode = 0 ou 3
# -----
poly_order: 3

# Nom du fichier de réponse instrumentale (optionnel)
# -----
instrumental_response: reponse

# -----
# Correction flat-field
# 0: sur l'image (valeur par défaut)
# 1: sur le profil (recommandé si extract_mode = 1)
# -----
flat_mode: 0

# -----
# Motif de filtrage médian (optionnel)
# 0: pas de filtrage, sinon: 3, 5, ...
# Valeur négative: optimisé pour le bruit impulsionnel
# -----
kernel_size: -5

# -----
# Filtrage gaussien (optionnel)
# Si valeur nulle, pas de filtrage
# -----
sigma_gauss: 0.0

# -----
# Mode d'extraction du profil (optionnel)
# 0: standard (valeur par défaut), 1: optimisé
# -----
extract_mode: 1

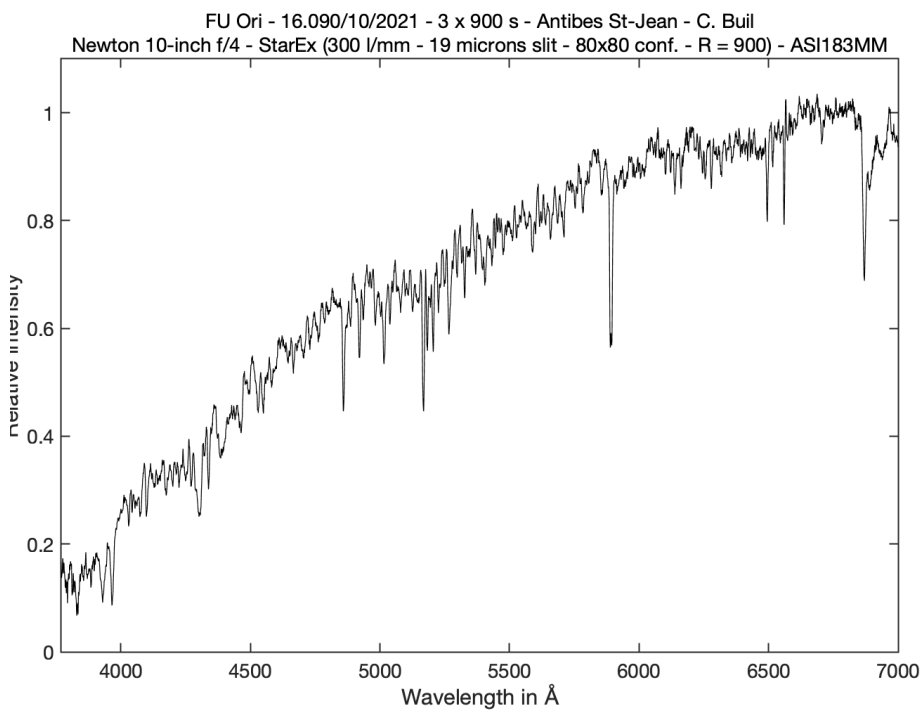
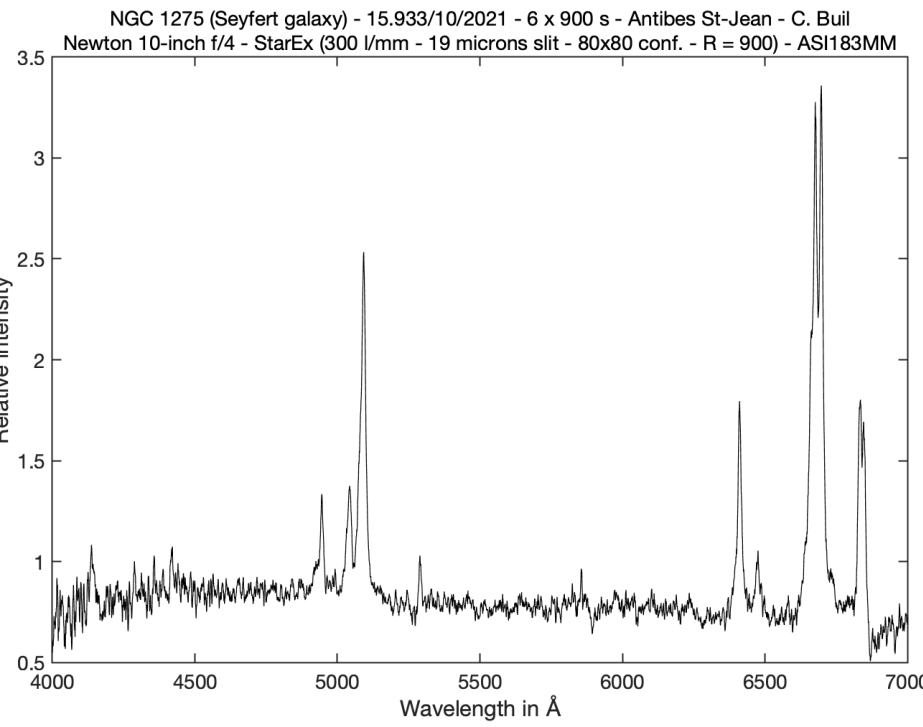
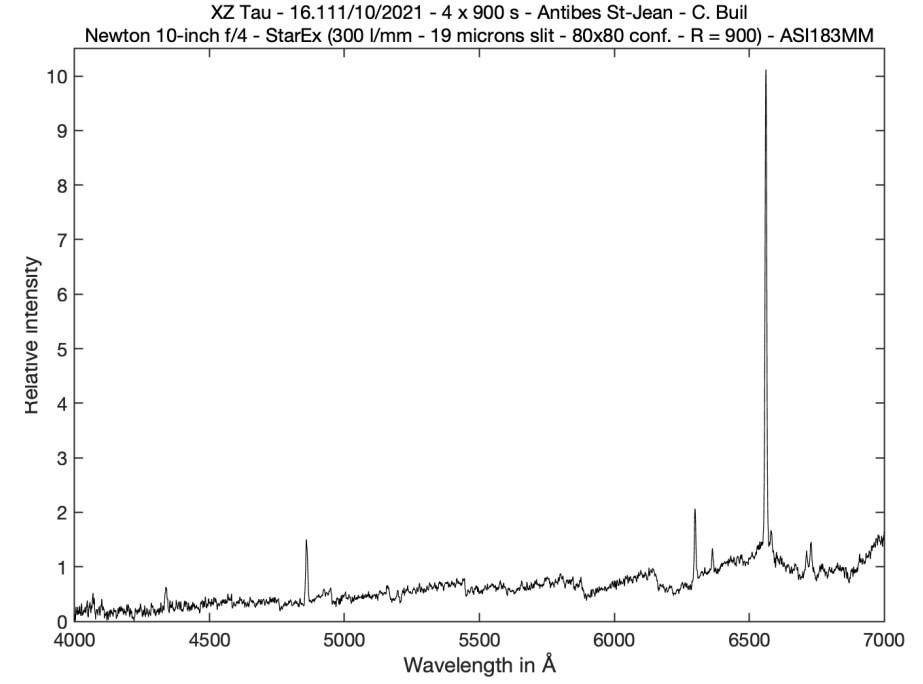
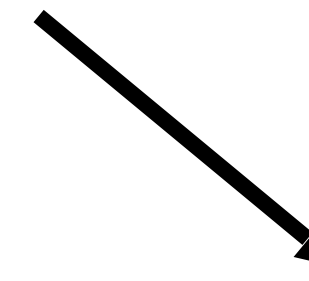
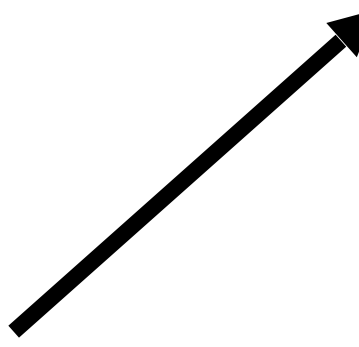
# -----
# Mode d'évaluation du fond de ciel
# 0: par la valeur médiane du fond (rapide)
# 1: par l'ajustement polynomial (lent)
# -----
sky_mode: 1
```



```
# *****
XZ Tau:
# *****
- XZ Tau # catalog name
- xztau- # generic target file name
- 4 # number of target spectral images
- none # generic spectral lamp files name
- 0 # number of spectral lamp images
- hd31295_tun-g- # generic flat lamp files name
- 30 # number of flat images
- n900- # generic dark files name
- 10 # number of dark images
- o- # generic offset files name
- 36 # number of offset files name
- none # optical atmospheric transmission
# *****

# *****
NGC 1276:
# *****
- NGC 1275_sky # catalog name
- n1275- # generic target file name
- 6 # number of target spectral images
- none # generic spectral lamp files name
- 0 # number of spectral lamp images
- hd31295_tung- # generic flat lamp files name
- 30 # number of flat images
- n900- # generic dark files name
- 10 # number of dark images
- o- # generic offset files name
- 36 # number of offset files name
- none # optical atmospheric transmission
# *****

# *****
FU Ori:
# *****
- FU Ori # catalog name
- fuori- # generic target file name
- 3 # number of target spectral images
- none # generic spectral lamp files name
- 0 # number of spectral lamp images
- _flat # generic flat lamp files name
- 0 # number of flat images
- _dark # generic dark files name
- 0 # number of dark images
- _offset # generic offset files name
- 0 # number of offset files name
- none # optical atmospheric transmission
# *****
```



specINTI est une application Python
(mais distribuée sous la forme d'un exécutable)

Un fichier de configuration
décrit votre instrument et la
manière de traiter les spectres

Un fichier « batch » d'observation
décrit vos observations

Traitement automatique de toutes vos données

Retenez que Sol'Ex et Star'Ex sont de merveilleux instruments pour découvrir l'astronomie



Démonstrations toujours spectaculaire et provoque la curiosité de tous les publics !

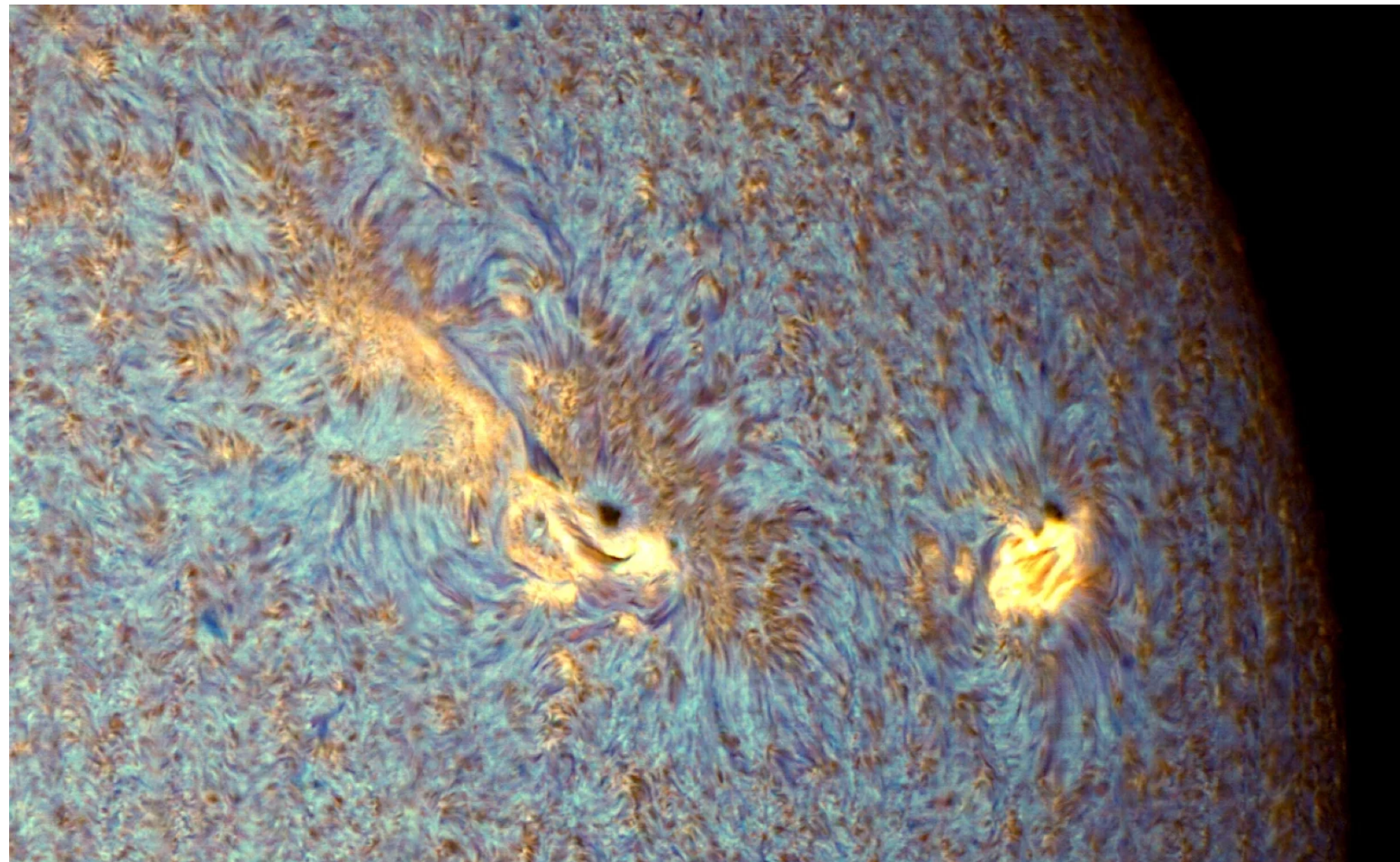


Crédit Pierre DUBREUIL

Ajoutez votre contribution à la communauté Sol'Ex



et prenez du plaisir !



Merci pour votre attention