

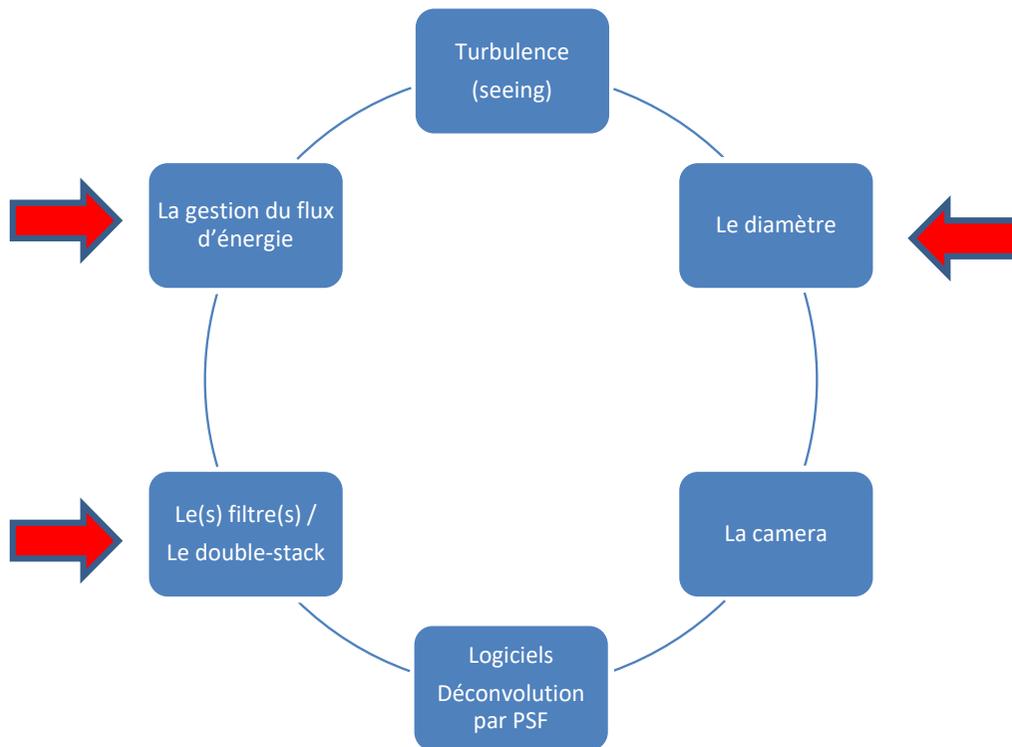
Haute résolution solaire, des nouveautés...

Christian Viladrich

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

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

Le cocktail nécessaire pour la HR



- Photosphère :
 - bande G, filtres proche-UV,
 - couleur des taches.
- Chromosphère en Ca K (ou H) :
 - simple et double-stack,
 - miroir traité Ca K,
 - visibilité filaments et fibriles.
- Chromosphère en H α :
 - du simple-stack au quadruple-stack,
 - comparaison au SHG.

La gestion du flux lumineux

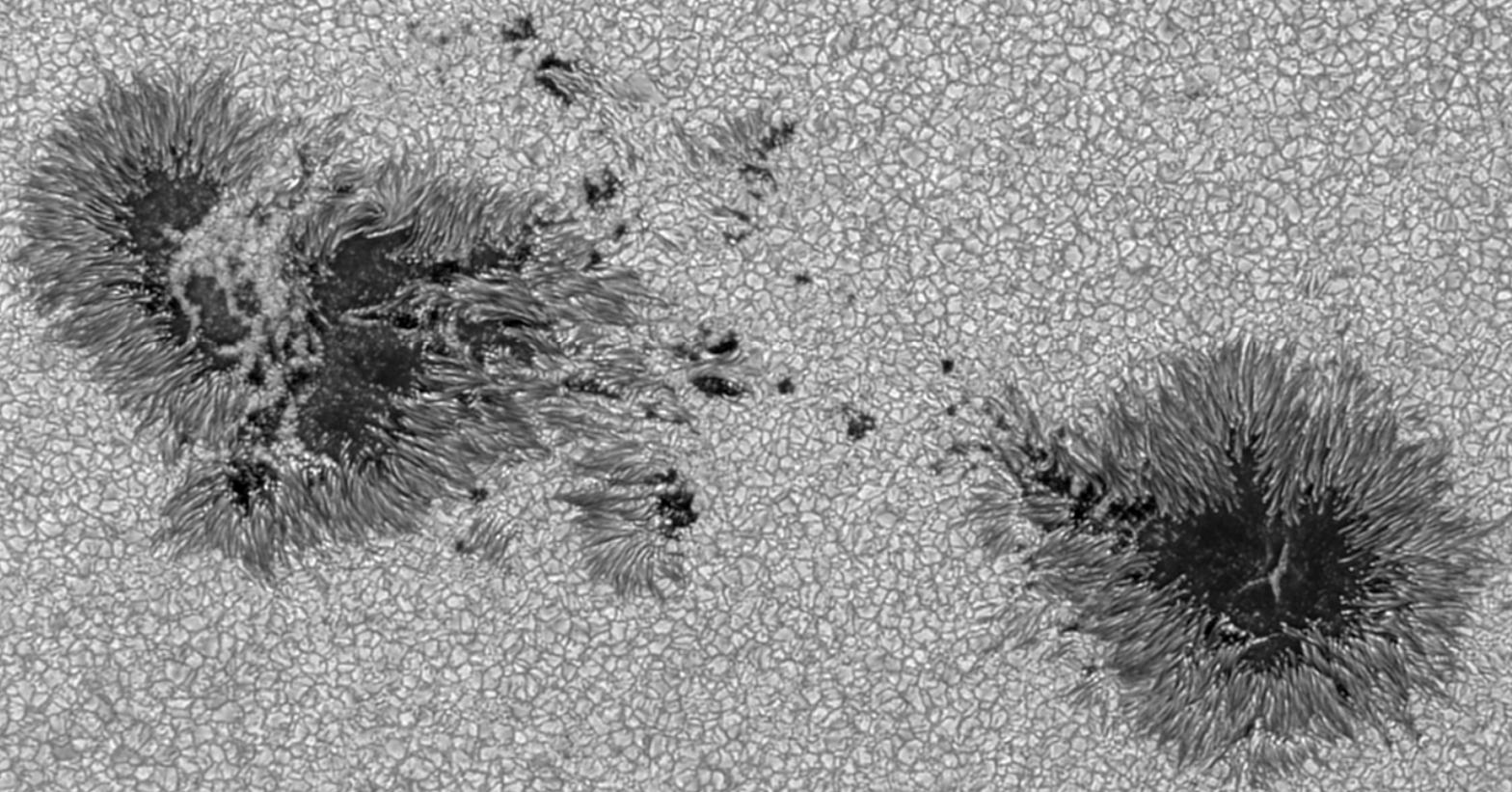
Feuille Baader Astrosolar d 3.8



- Pour lunette ou télescope.
 - Bonne qualité optique
 - Peu onéreux.
-
- Limité au format A4 (télescope 200 mm).
 - Transmission 1/6300 (densité 3.8), un peu sombre pour filtres de 10 nm de bande passante (continuum, K-line, bande G, etc..)



Mewlon 250 + Astrosolar D 3.8 + OIII



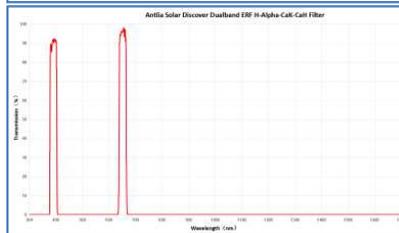
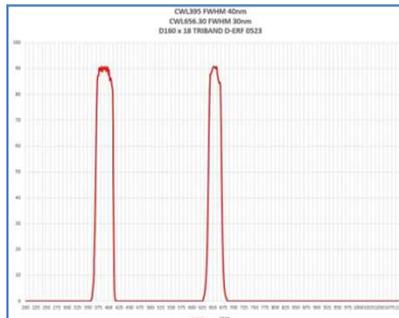
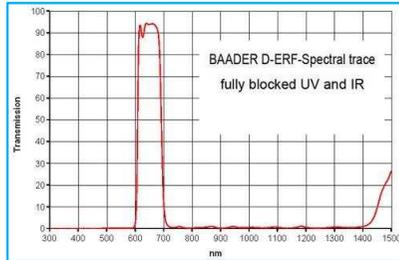
Helioscope d'Herschel



- Très bonne qualité optique.
- Transmission 5% => utilisation filtres à bande étroite.
- Peut être utilisé sur des lunettes de grand diamètre :
 - A condition d'adapter la taille du prisme (ex: 4 pouces sur la lunette de 430 mm f/15) de S. Deconihout.
- Pour lunette uniquement.



Filtre ERF (Energy Rejection Filter)



- Filtre ERF devant télescope ou lunette :
 - Baader (H α): max 180 mm (290 mm), BW = 80 nm,
 - Altair (H α ou CaII/ H α) : max 230 mm, BW = 40/30 nm,
 - Antlia dual band : max 200 mm, BW = 25/25 nm,
 - Hutech (H α): max 190 mm, BW = 60 nm.
- Lunette avec filtre ERF (ou rouge diélectrique) en position interne (ratio min 50% ?) :
 - Lunette 250 mm (S. Deconihout)
- Schmidt-Cassegrain à lame traitée ERF :
 - AiryLab Hat (2015) : max 280 mm,
 - Baader SC Triband : max 280 mm.

Télescope à miroir non aluminé



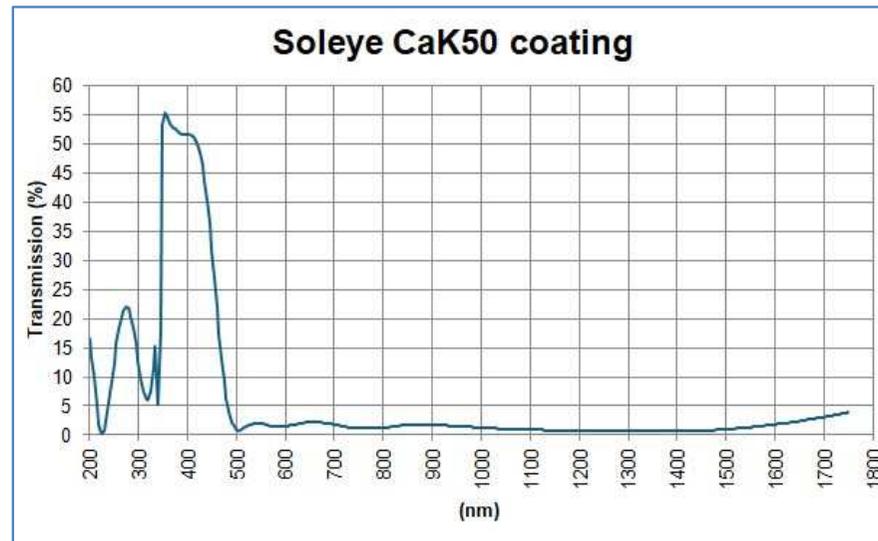
- Pas de limite au diamètre
 - max actuel = 400 mm (Alexandre Lhoest)
- Transmission 4% => utilisation filtres à bande étroites, un peu sombre pour Ca K (sauf filtre haute transmission), manque de flux en H α .
- Nombre de surfaces air-verre minimal.
- Télescope uniquement dédié au solaire.



Télescope à miroir primaire traité



- 2015 : première réalisation par MCM (250 mm, A. Lhoest)
- 2024 : Newton solaire Soleyte 300 mm (Laszlo Francsics)
 - Plusieurs versions : primaire non traité, primaire traité Ca II, primaire dual band (Ca II, Ha) avec filtre complémentaire devant le secondaire.

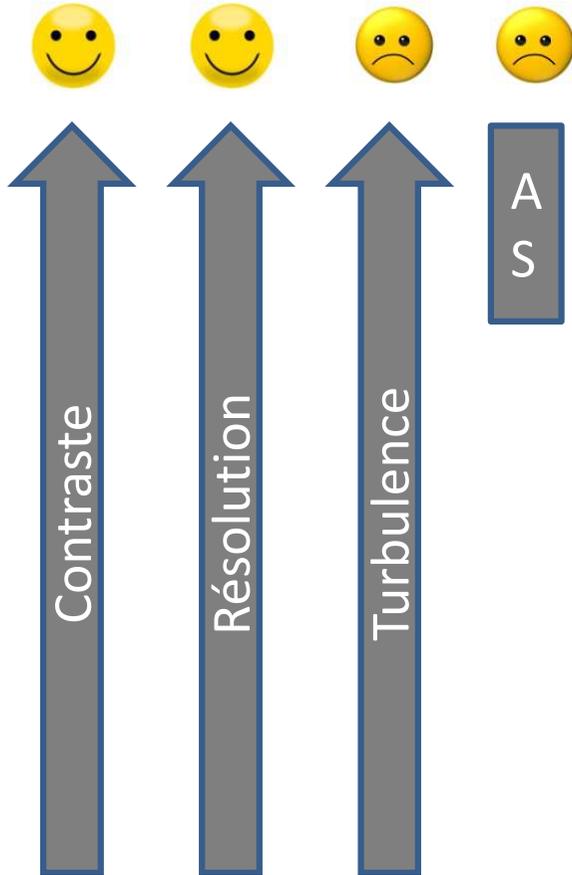
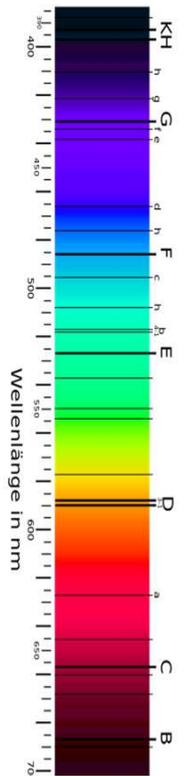


```
coating CaK50 - space
total energy      = 111.7 W.m^-2 100.0 %
band 280_400nm   = 35.6 W.m^-2 31.8 %
band 400_700nm   = 58.4 W.m^-2 52.3 %
band 700_1100nm  = 5.3 W.m^-2 4.8 %
band 1100_4000nm = 13.4 W.m^-2 12.0 %
ERF filter transmission coefficient= 8.3 %
```

Energie au foyer = 8.9 W pour un 300 mm, soit environ 2x miroir non aluminé.

La photosphère et les filtres

Effet des filtres complémentaires



Astrosolar
(densité 3.8)

Hélioscope
ou miroir non aluminé

B

393-3 nm

V

G-band 430-2 nm

R

OIII 500-12 nm
continuum 540-10 nm

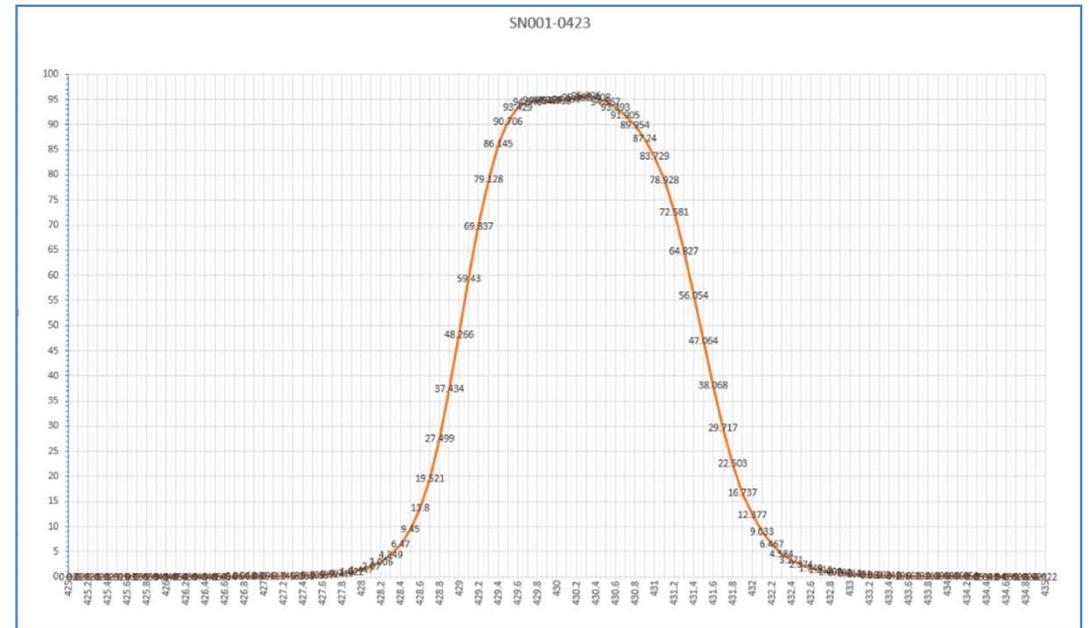
Dispersion
interbande ☹️

Ha 656-12 nm

Dispersion
interbande 😊

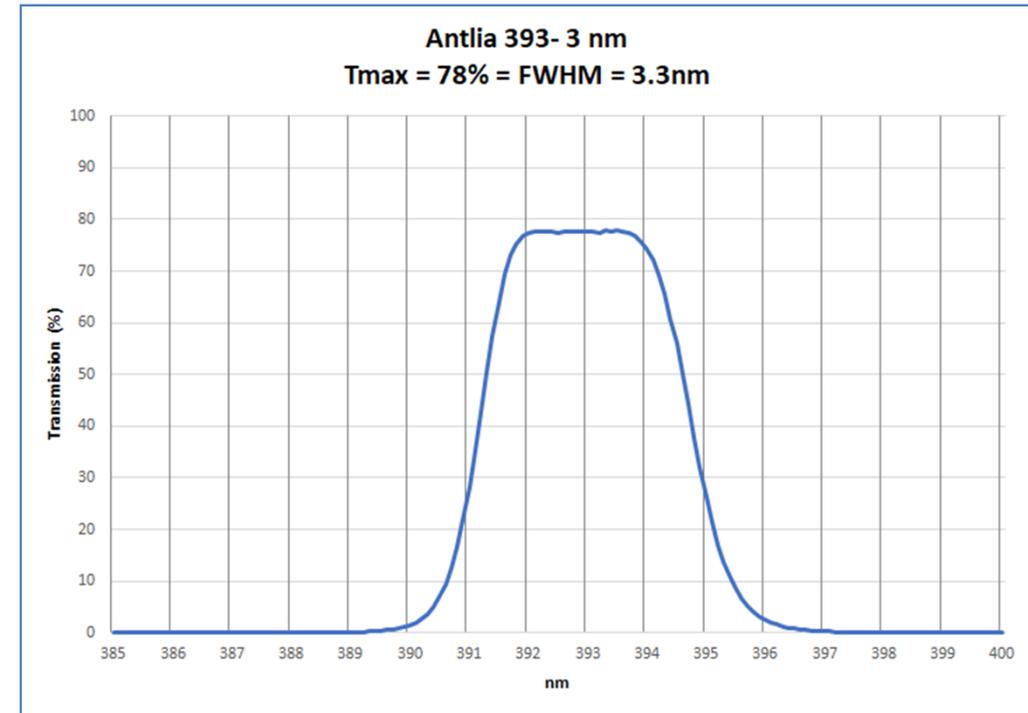
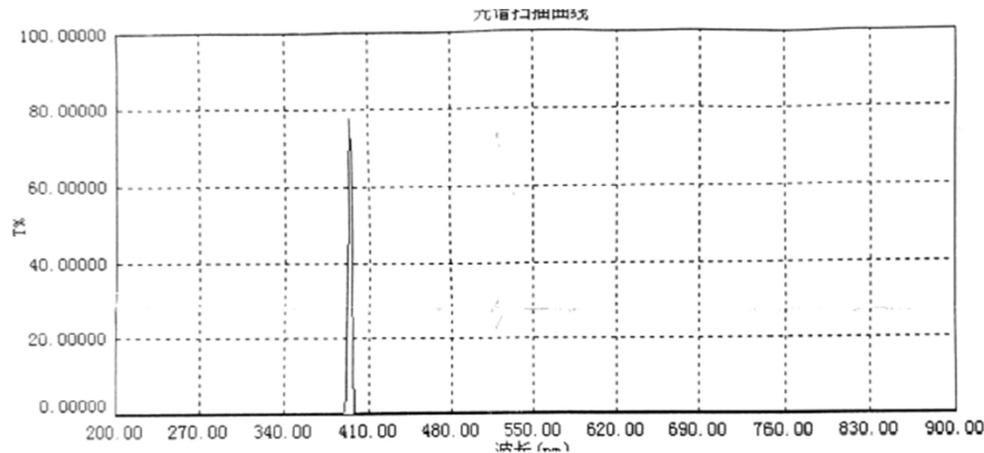
Bande G : Altair 430-2nm

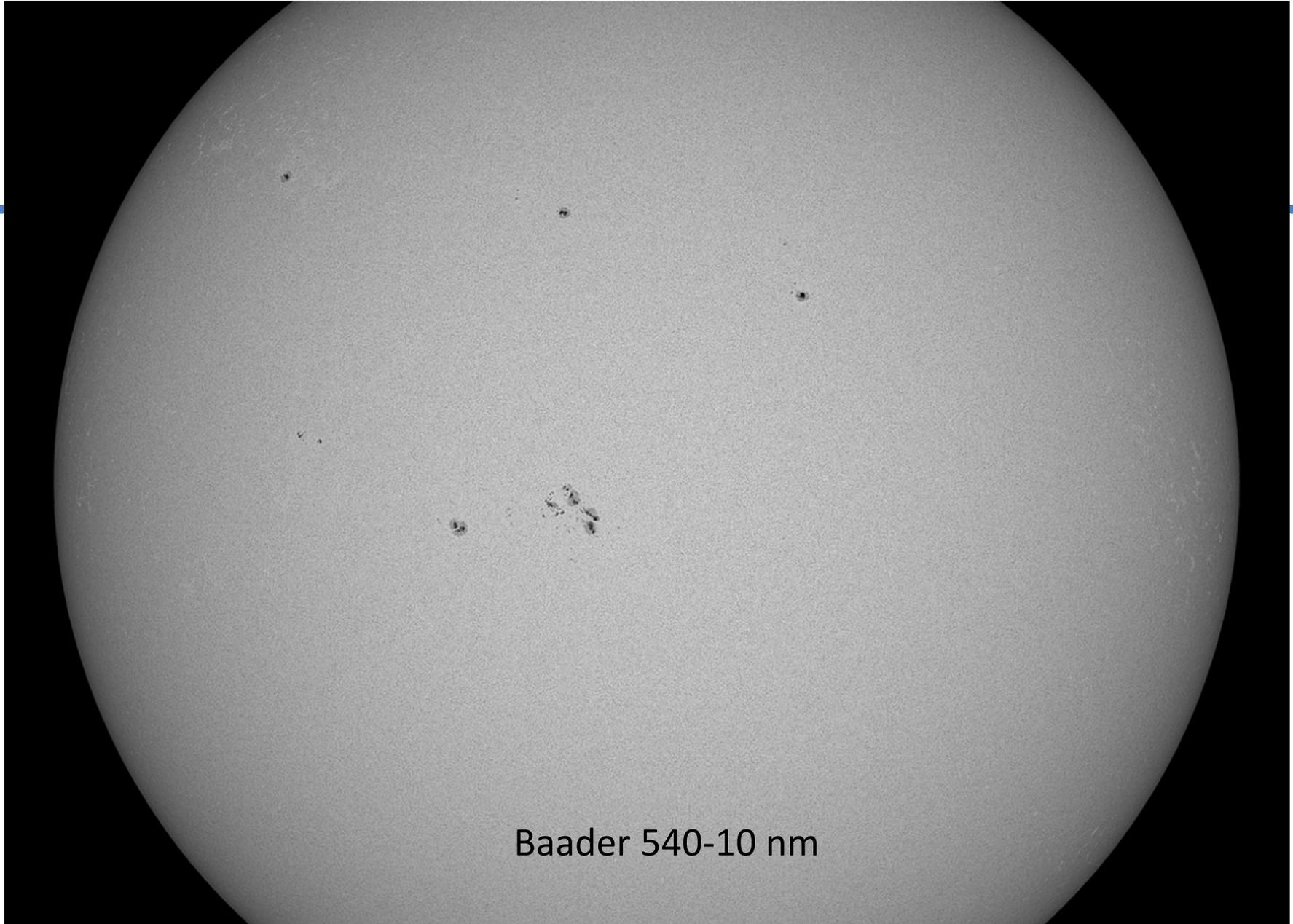
- Pour l'observation de la photosphère.
- Contraste accru sur plages faculaires.
- Détection points brillants intergranulaires à partir de 200 mm d'ouverture.
- Altair 430 nm FWHM = 2 nm
- Bloqué sur 200-1150 nm
- Support quartz (= ne chauffe pas)



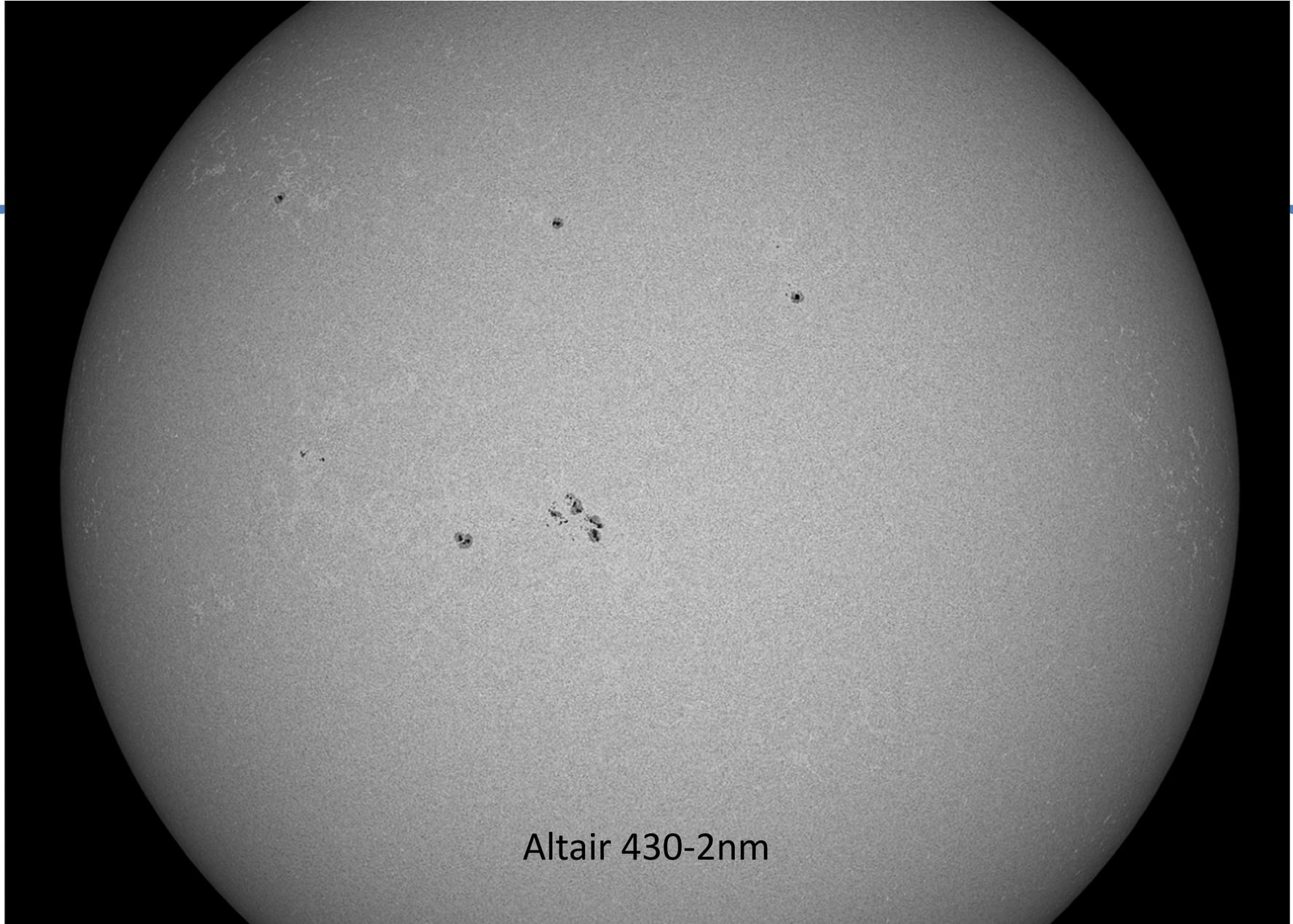
393-3 nm Antlia

- Pour l'observation de la photosphère.
- Contraste encore plus important sur facules et points brillants intergranulaires.
- Détection protubérances en surexposant massivement.
- Attention : aberration sphéricité lunettes dans proche UV.
- OD5 : 200 à 1200 nm, et OD3 : 1200 à 1500 nm

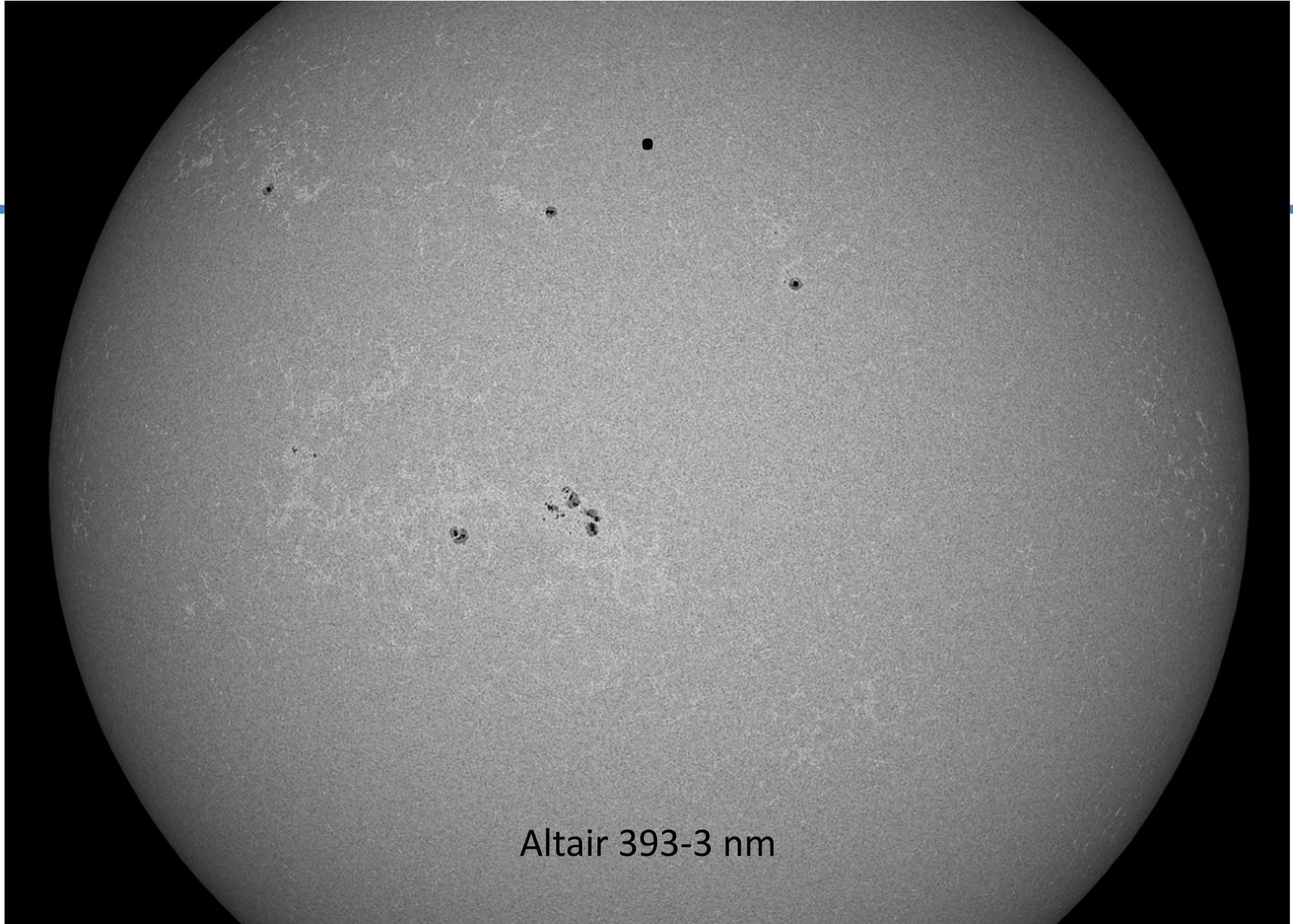




Baader 540-10 nm

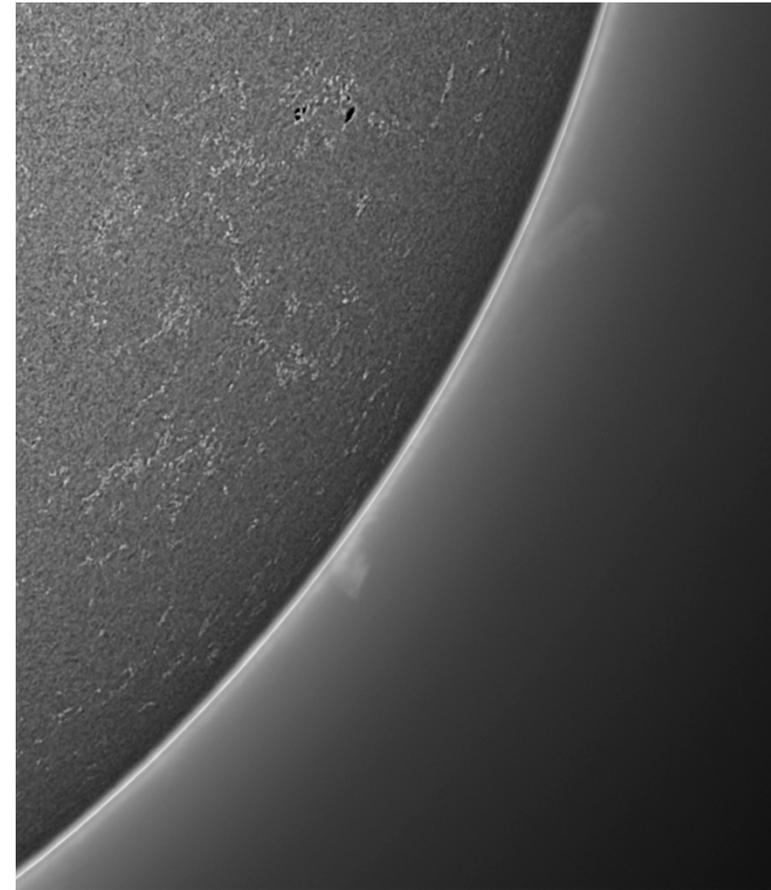
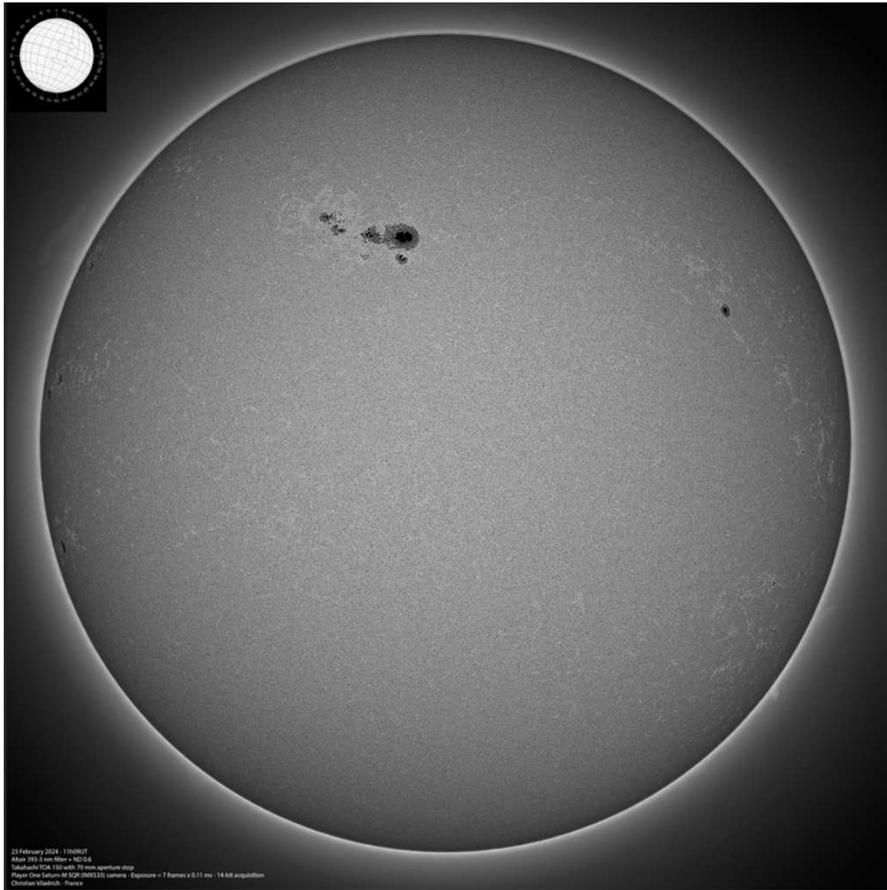


Altair 430-2nm



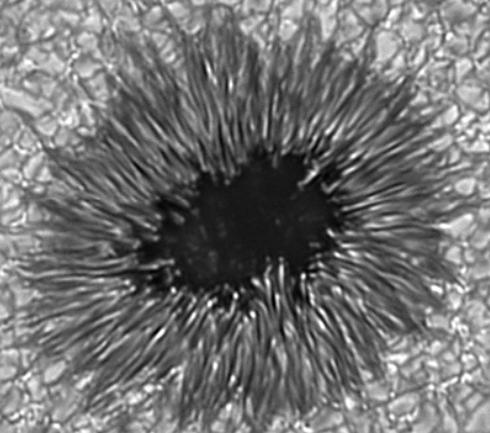
Altair 393-3 nm

Altair 393-3 nm : protubérances



RCE 2024

Newton 300 – Altair 430-2nm



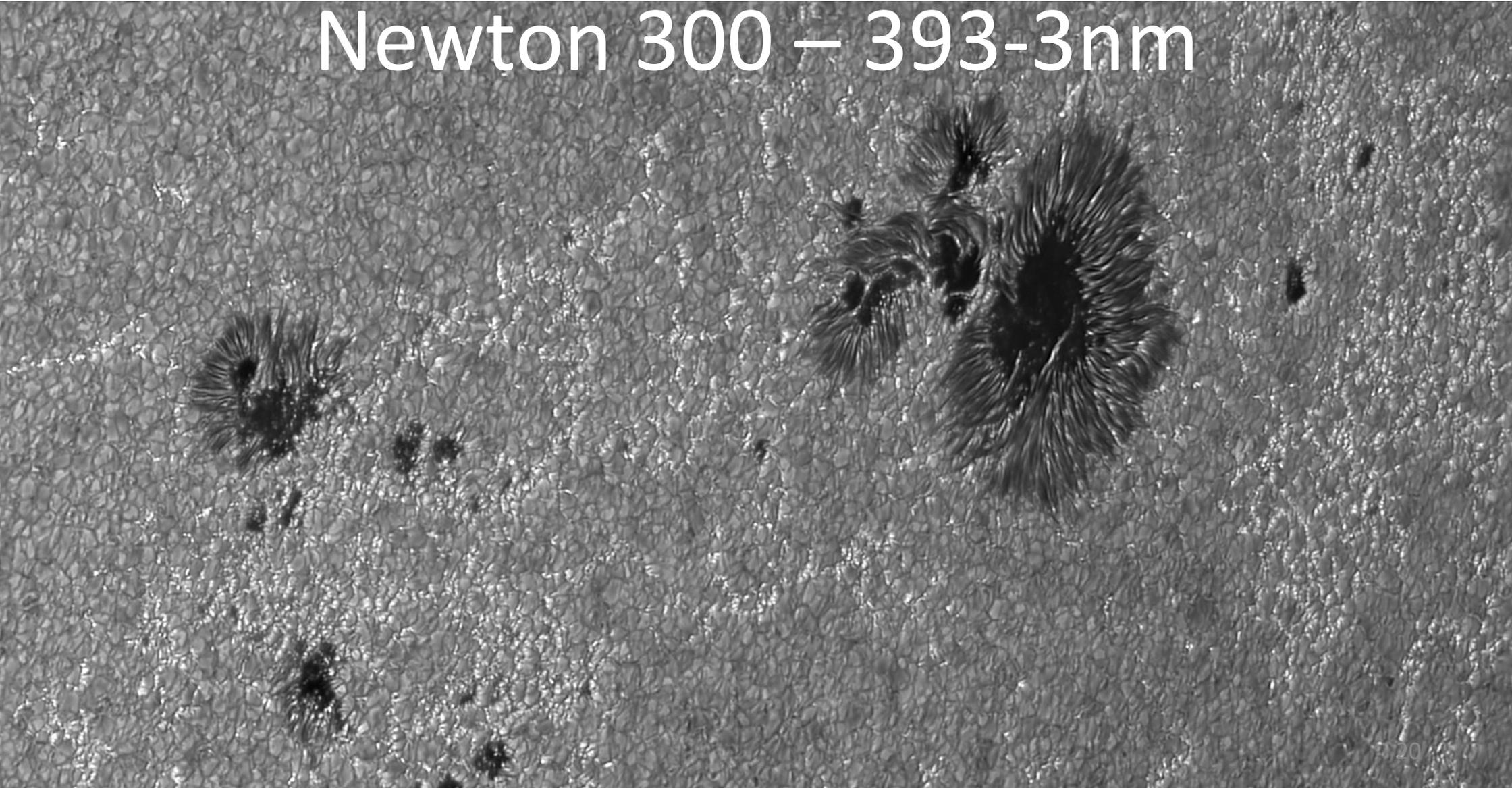
PCE 2024

118

Newton 300 – Altair 430-2nm

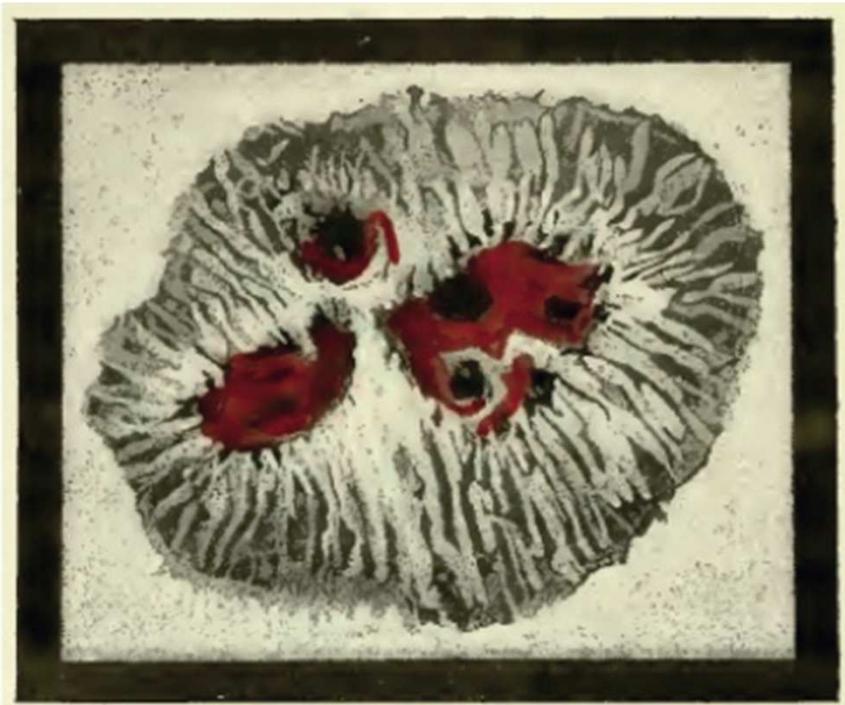


Newton 300 – 393-3nm



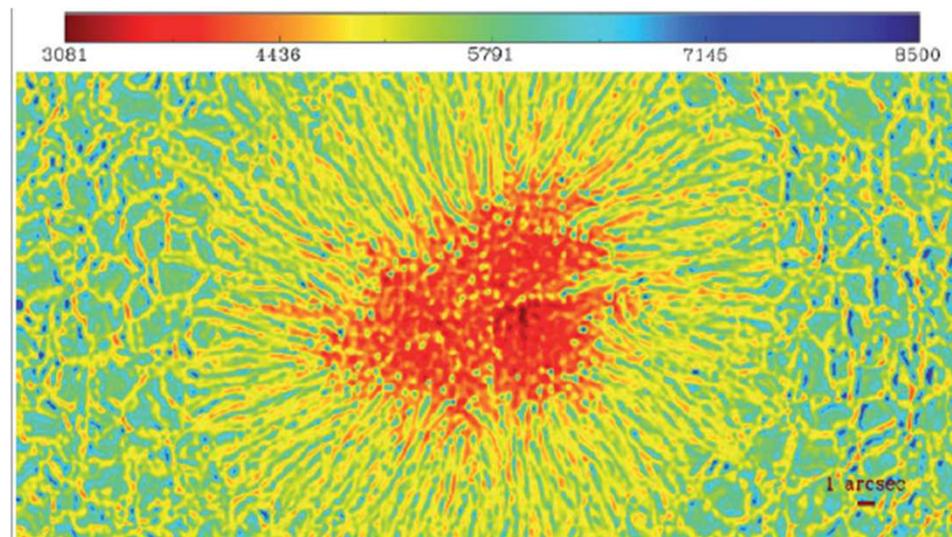
La couleur des taches

- Observations historique du Père Secchi à l'observatoire du Vatican (« Le Soleil » 1875).
- « Voiles roses à l'intérieur des taches ».



La couleur dépend de la température

- 5800 K dans les granules, 5100 K dans zones intergranulaires, à 3800 K dans l'ombre.



S. Koutchmy et al, Photometric properties of umbral dots, SOT, 2016

- Détectable en imagerie ? En visuel ?

En imagerie : Mewlon 250 + ND3.8 + IMX662

Histograms of granulation , penumbra and umbra areas

Christian Viladrich - France

True color and linear visualisation

True color and linear visualisation with different visualisation threshold

High dynamic range display :
 Displayed image = Image / (Gaussian (image (L), 10 pixel)
 Equivalent to a composite image made of increasing exposure times.

- Ombre :

Et en visuel ?

- Mewlon 250 mm + Astrosolar ou lunette 150 mm + hélioscope :
 - limbe solaire : brun clair,
 - pénombre : brun clair,
 - ombre : grise sans couleur.
- A tenter de préférence :
 - sur grosse tache (champ magnétique plus fort => température plus basse => plus rouge),
 - avec un système binoculaire,
 - monter un masque au foyer de l'oculaire pour limiter le champ autour de la tache ?
 - grossissement faible ou fort ?
 - et bien sûr : hélioscope ou Astrosolar avec filtre neutre et/ou polarisant.

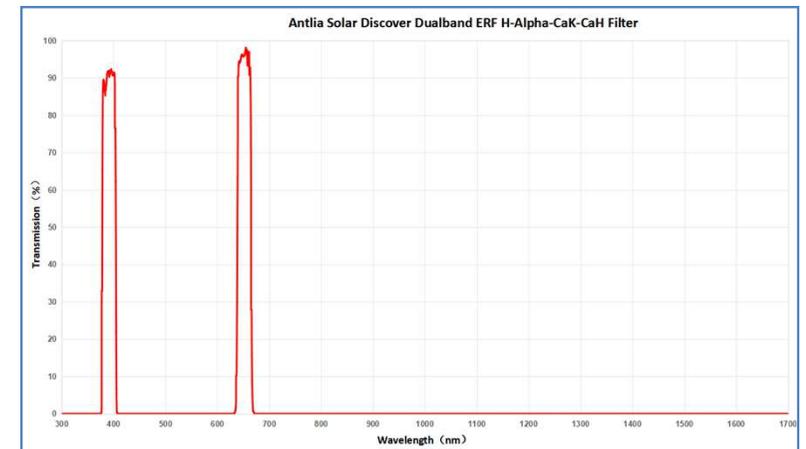
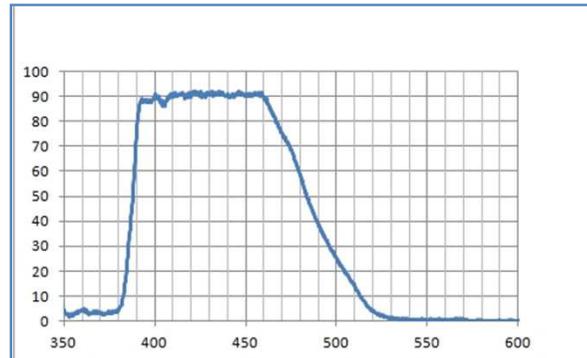
La chromosphère en Ca K

La chromosphère en Ca K et H

- En général, mauvaise qualité des lunettes dans le proches UV :
 - Diaphragmer la lunette.
 - Augmenter l'écartement des deux lentilles formant le doublet objectif.
 - Utiliser un télescope avec AS faible ou nulle (Newton, Cassegrain, Mak)
- Gestion du flux d'énergie :
 - Filtre ERF et /ou filtre bleu interne (pour les lunettes).
 - Hélioscope : temps de pose un peu trop long selon le filtre Ca K utilisé
 - Newton solaire à miroir traité CaK ou non.
- Résolution spectrale des filtres Ca H et K :
 - bande passante et contraste des images, intérêt du double-stack.

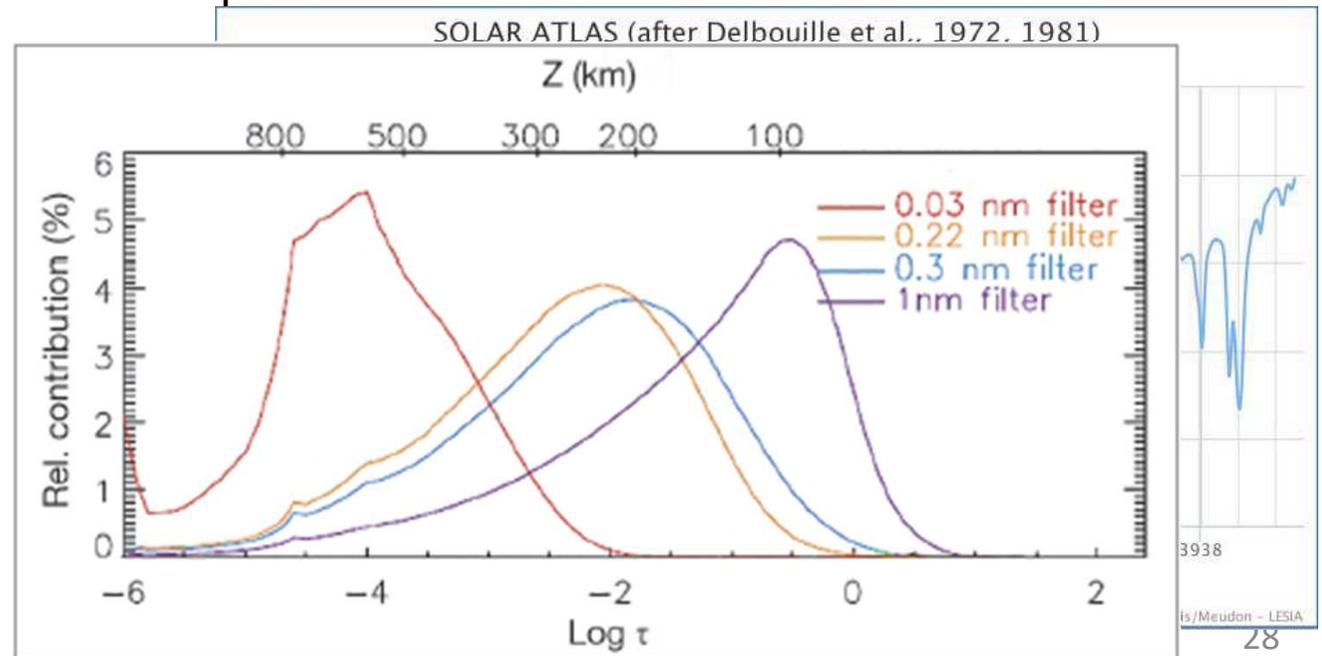
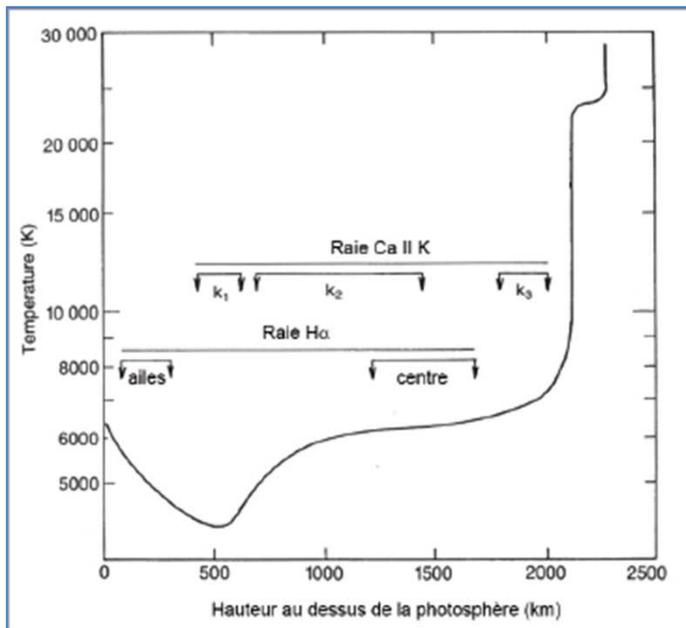
Ca K et gestion flux thermique

- D-ERF dual-band pleine ouverture :
 - Altair (triband) : max 240 mm.
 - Antlia (dual band) : max 200 mm.
- D-ERF sous-ouverture :



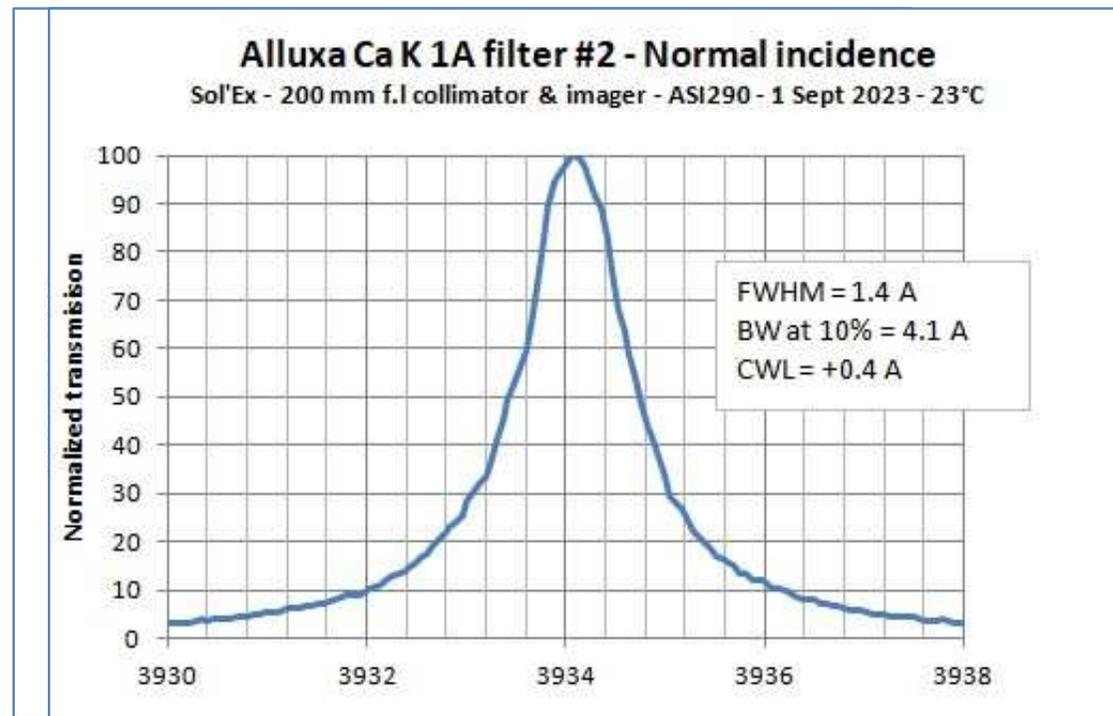
Ca K : influence de la bande passante

- Hauteur de la couche observée dépend de la largeur de la bande passante.
- Chromosphère visible (mix chromosphère/photosphère) quand FWHM < 5 Å.
- Filaments / fibriles commencent à être visibles quand 1.5 Å.
- Contribution photosphère largement effacée quand FWHM tend vers 0.3 Å.

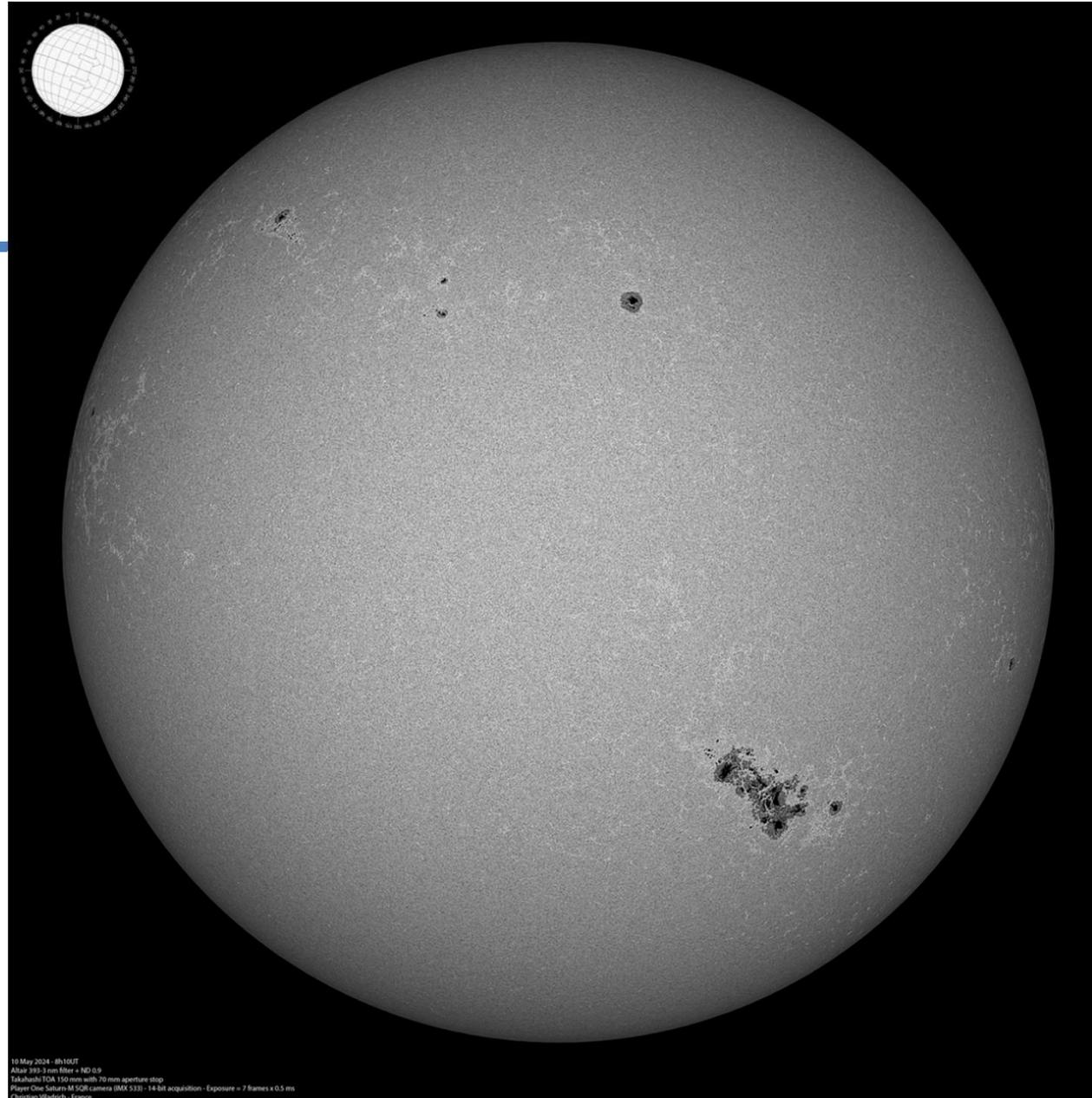


Ca K : offre commerciale

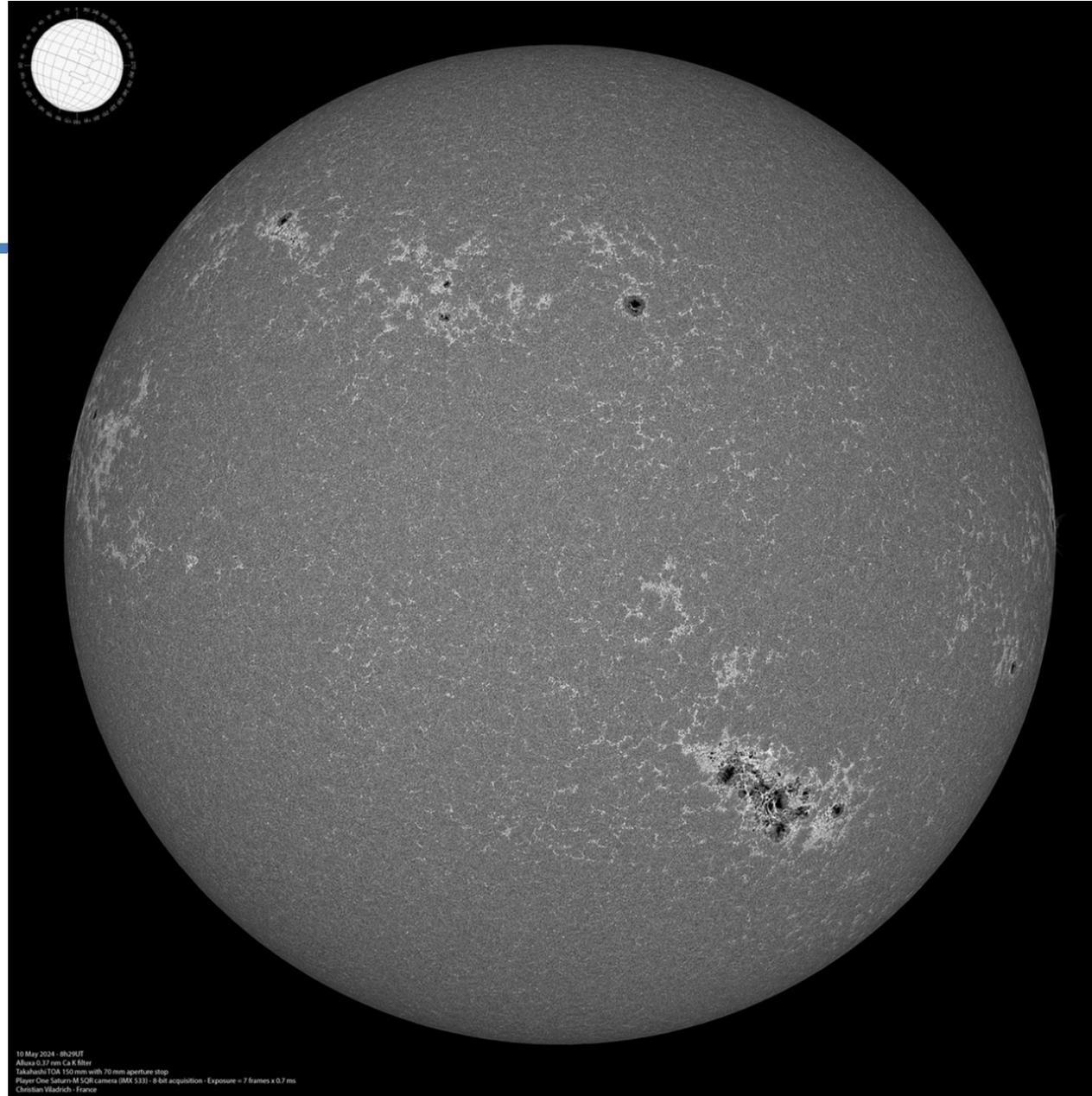
- 5 Å : [Antlia](#), DayStar Quark.
- Alluxa 3.8 Å.
- Lunt 2.4 Å, DayStar PE 2 Å.
- [Alluxa 1 Å](#).
- [SolarSpectrum 0.6 Å](#).



Antlia 393-3 nm

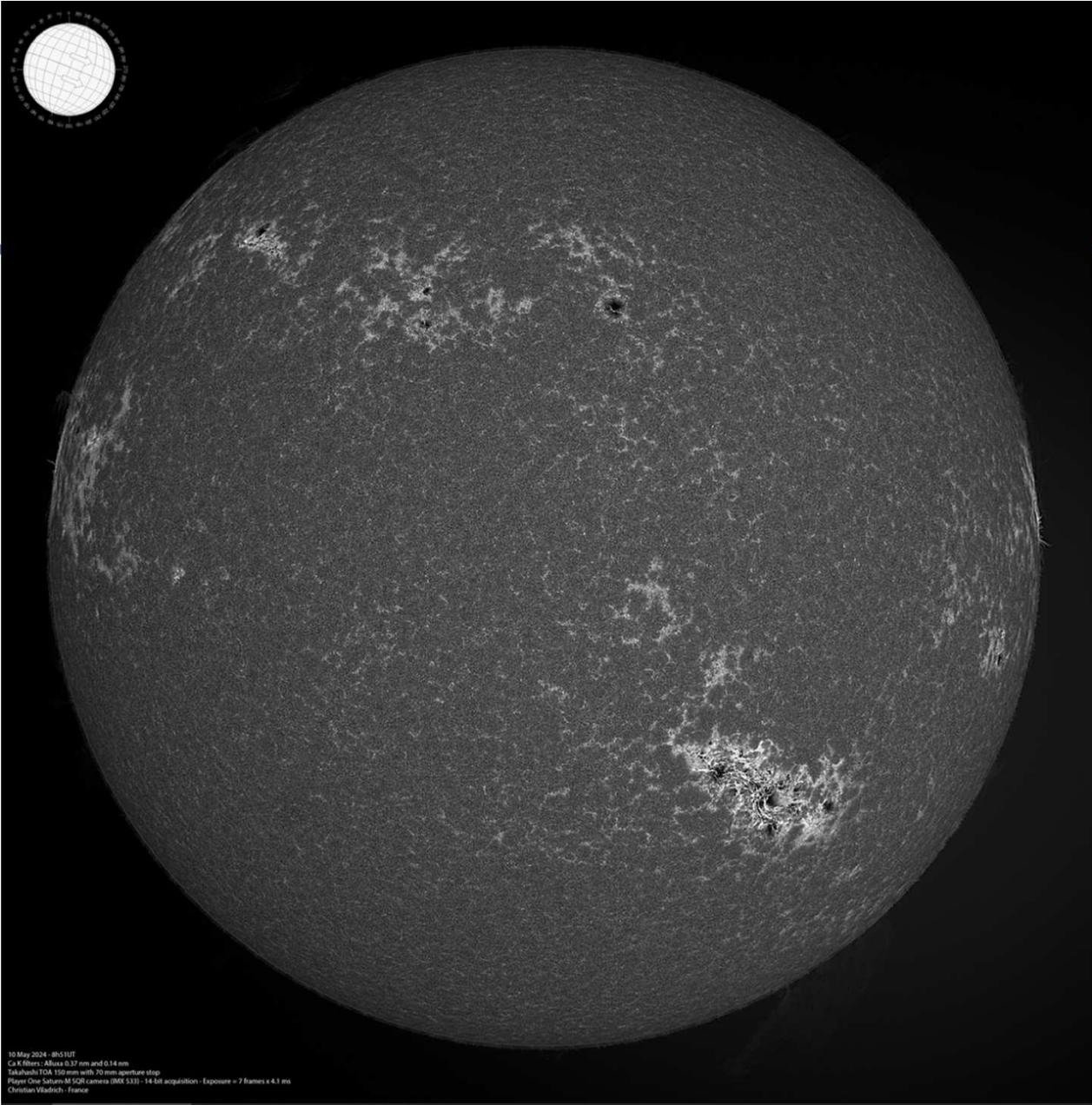


Alluxa Ca K 0.37 nm



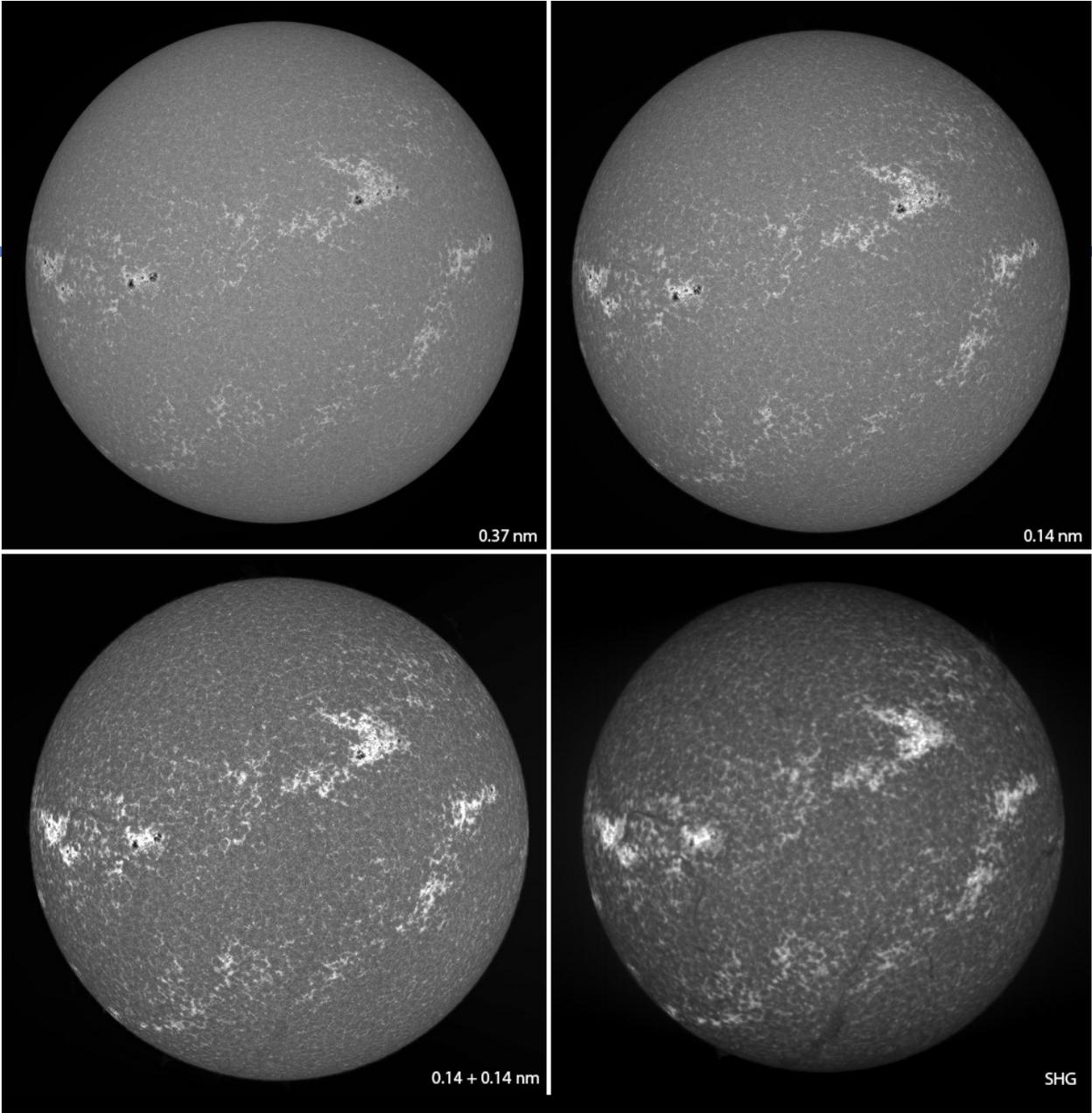


Ca K 0.37 nm + 0.14 nm

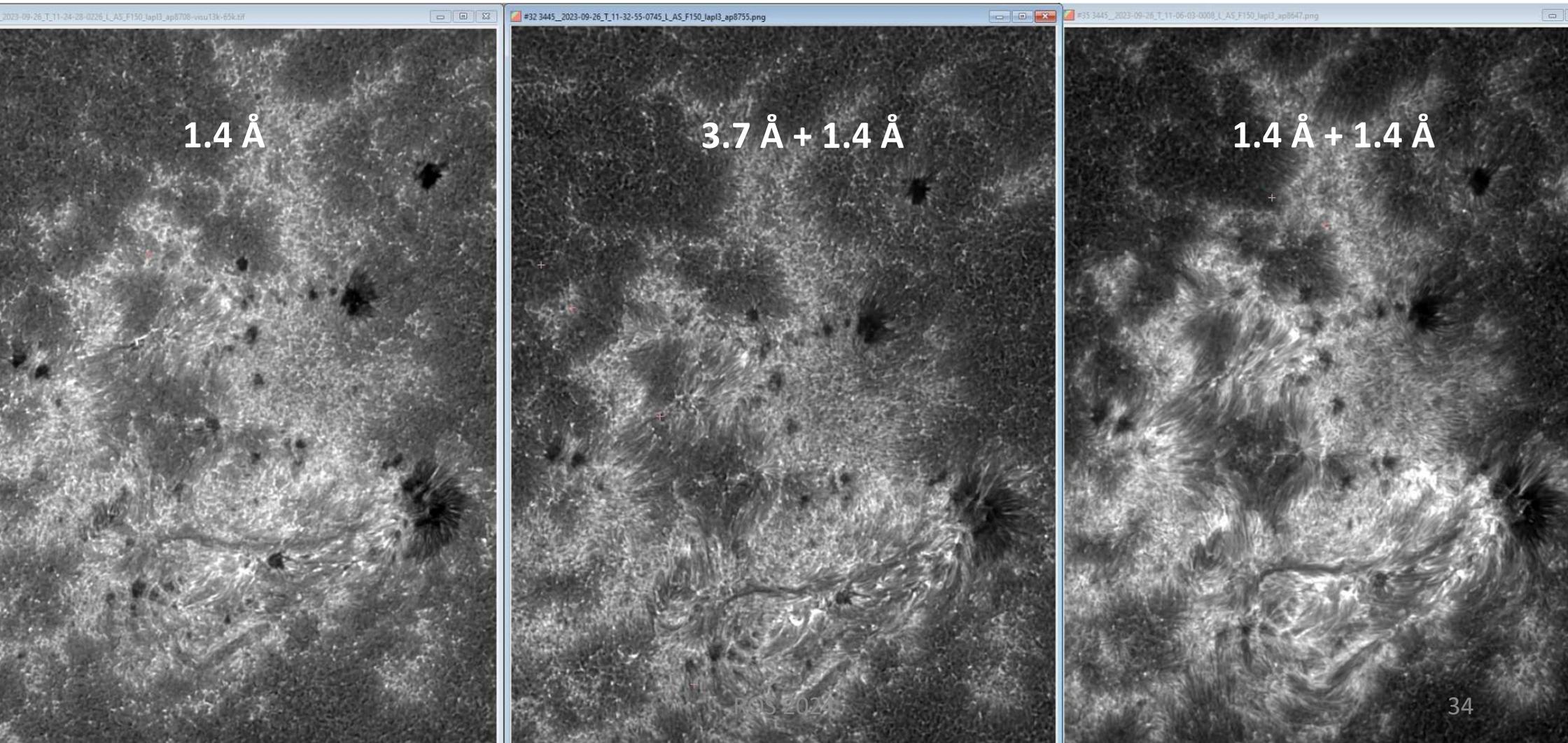


10 May 2024 - 00:10:07
Ca K filter: Alkzo 0.37 nm and 0.14 nm
Takahashi TOA 150 mm with 20 mm aperture stop
Polaris One Saturn-M 52k camera (80X 533) - 14-bit acquisition - Exposure = 7 frames x 4.1 ms
Christian Völsch - France

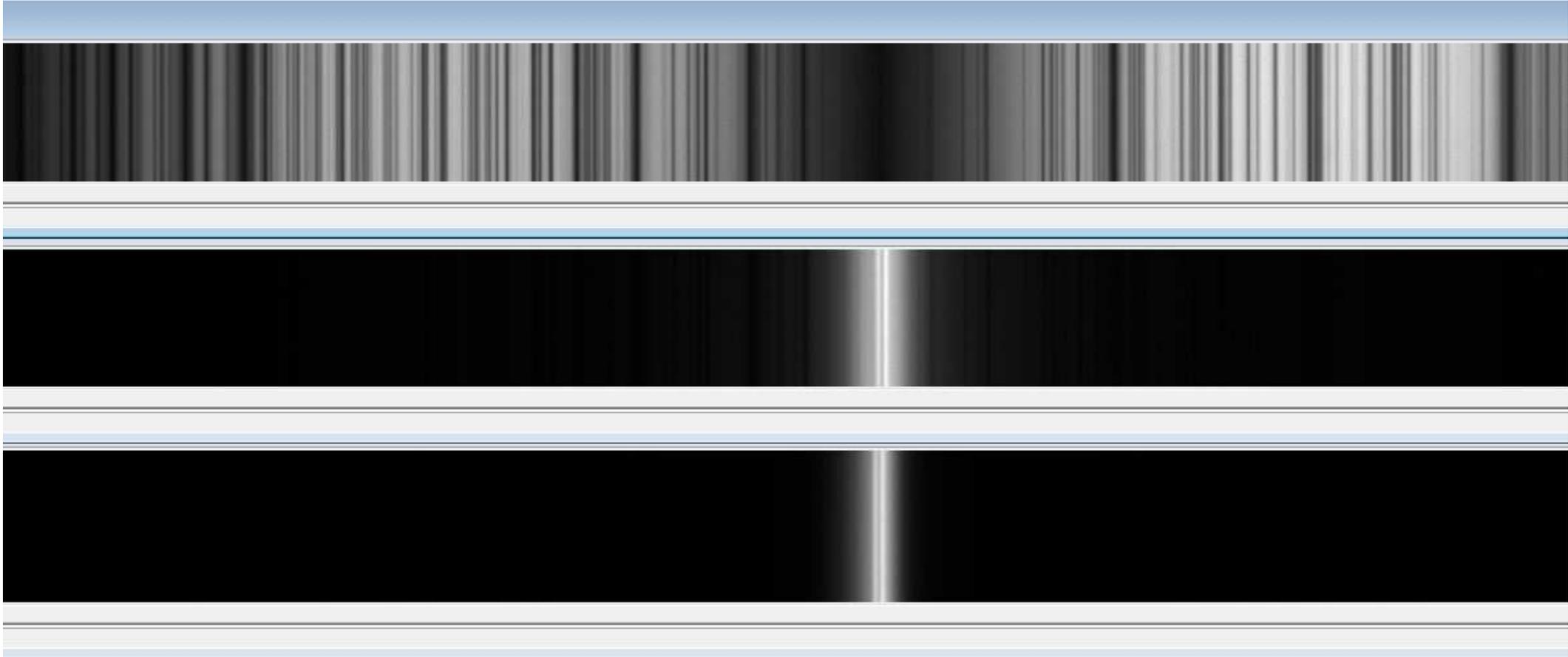
FWHM et visibilité des filaments

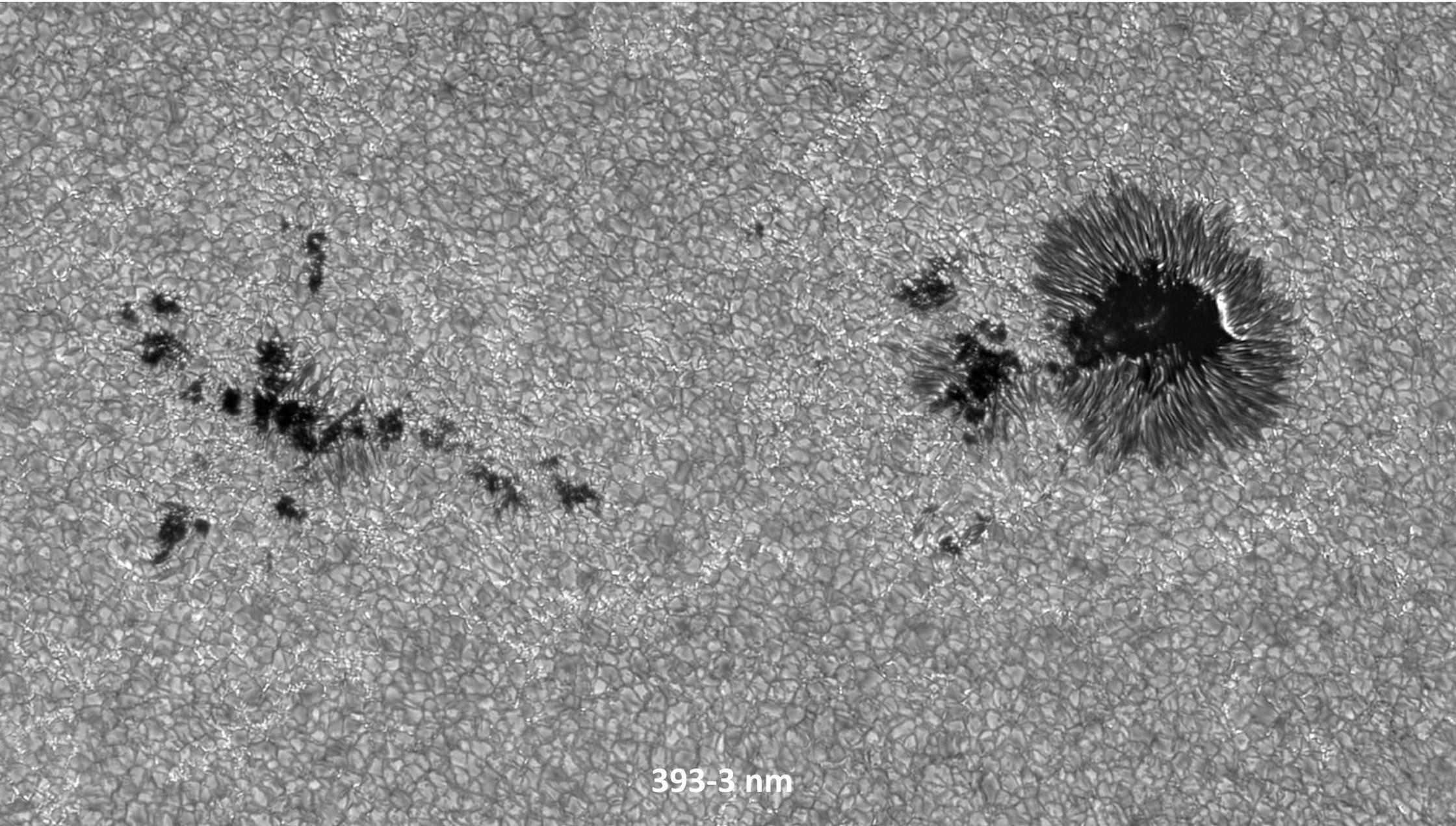


Lunette 150 mm : FWHM et visibilité des fibrilles

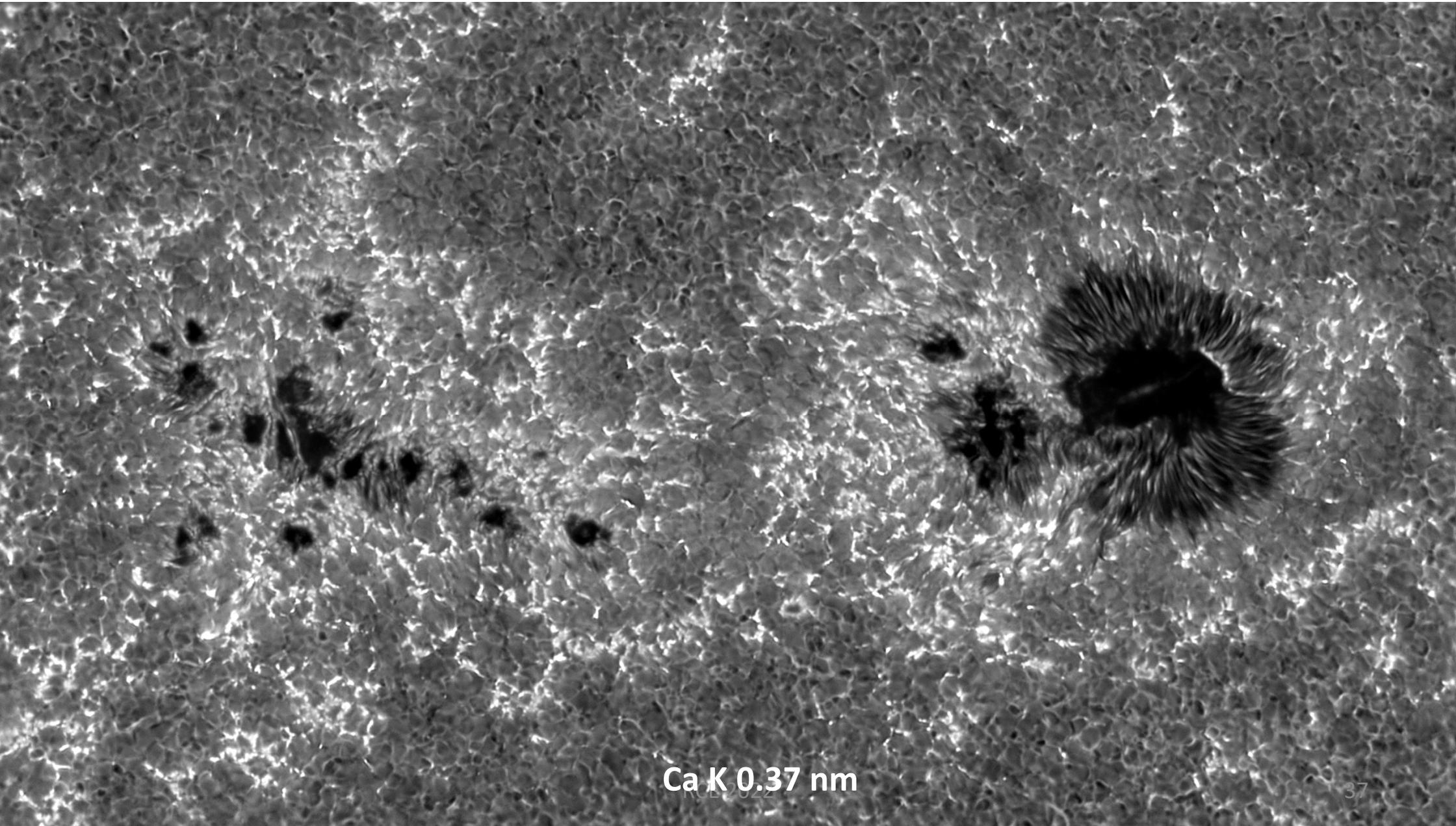


1.4 Å versus 0.14 Å + 0.14 Å

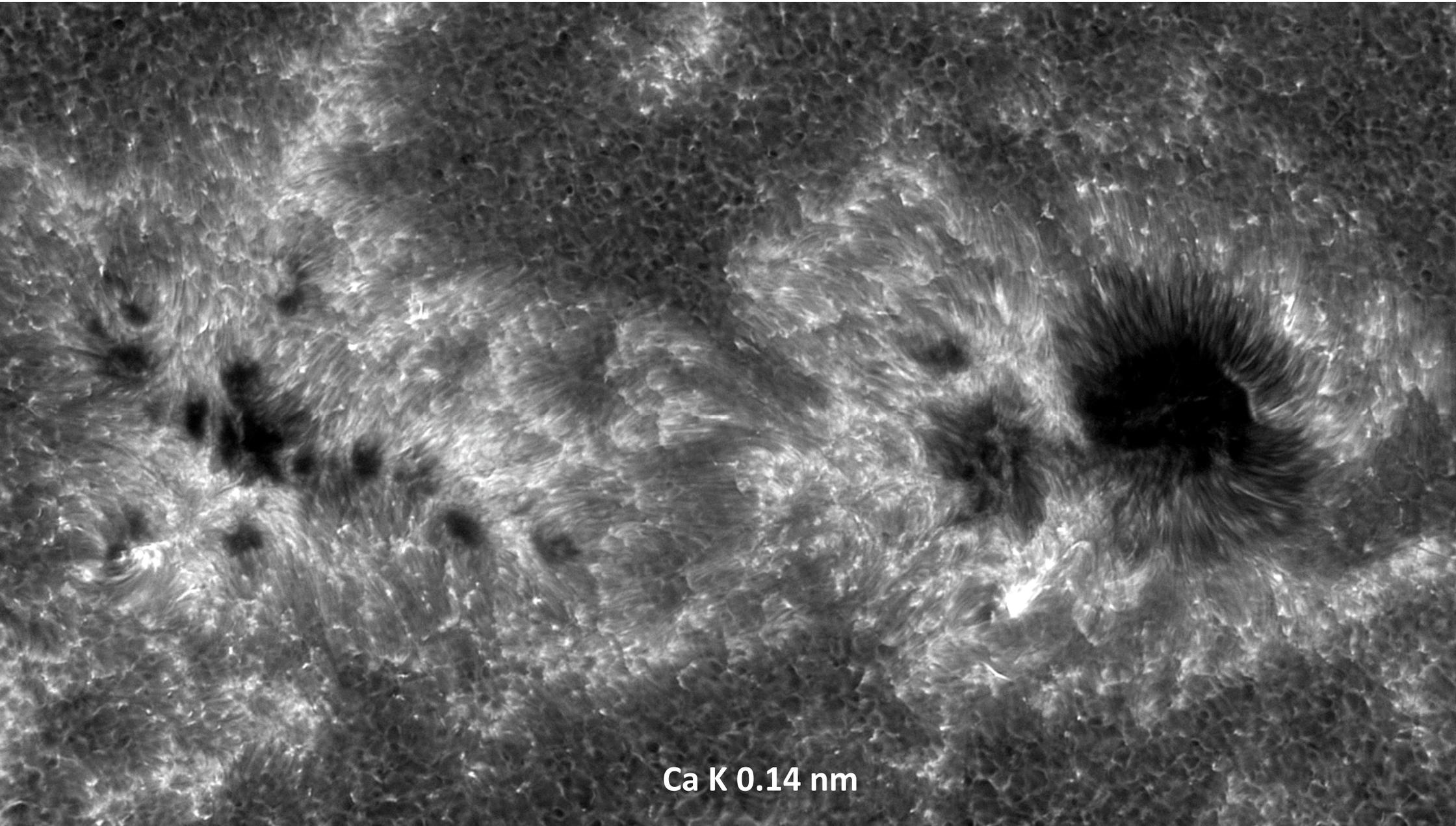




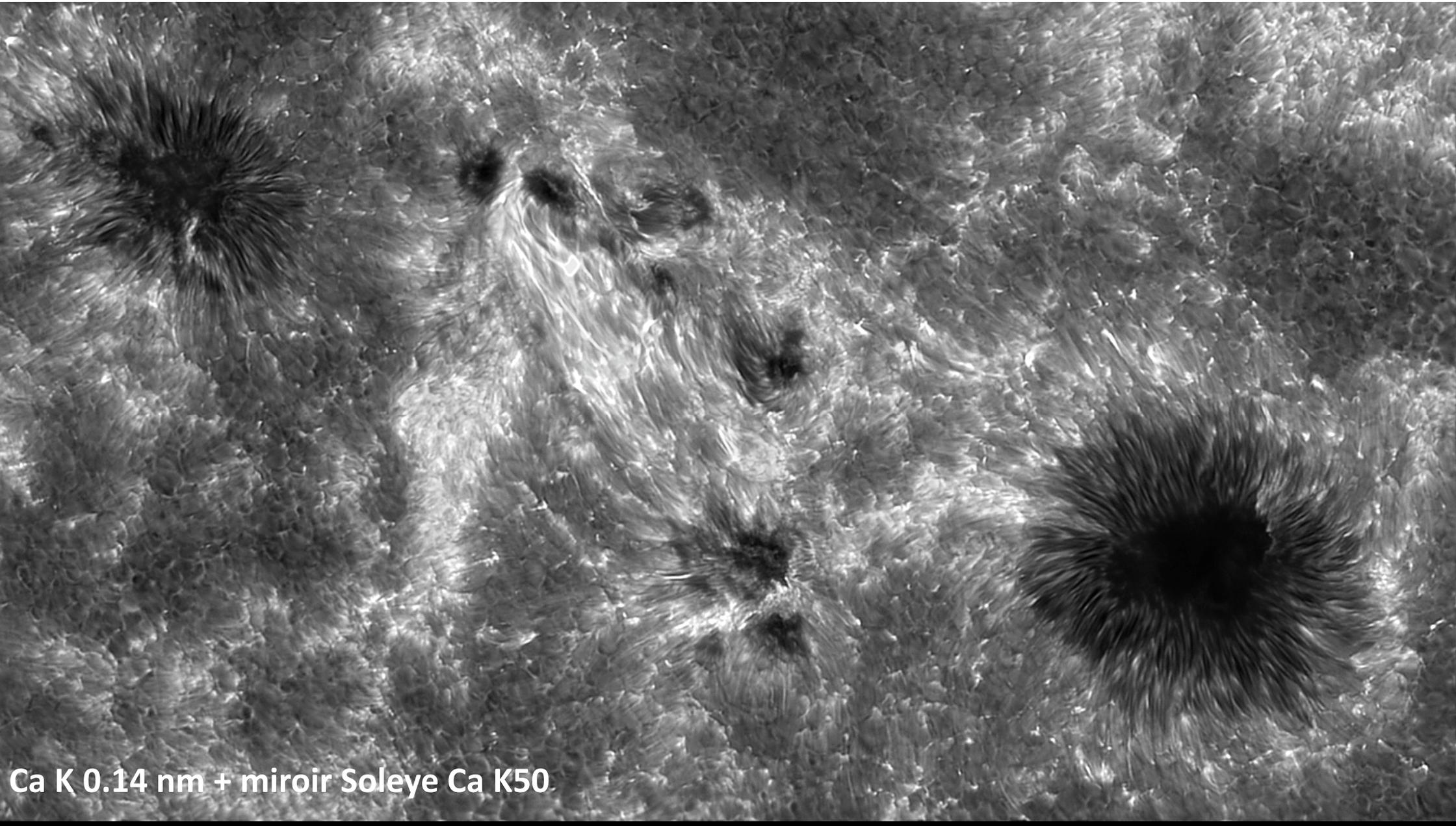
393-3 nm



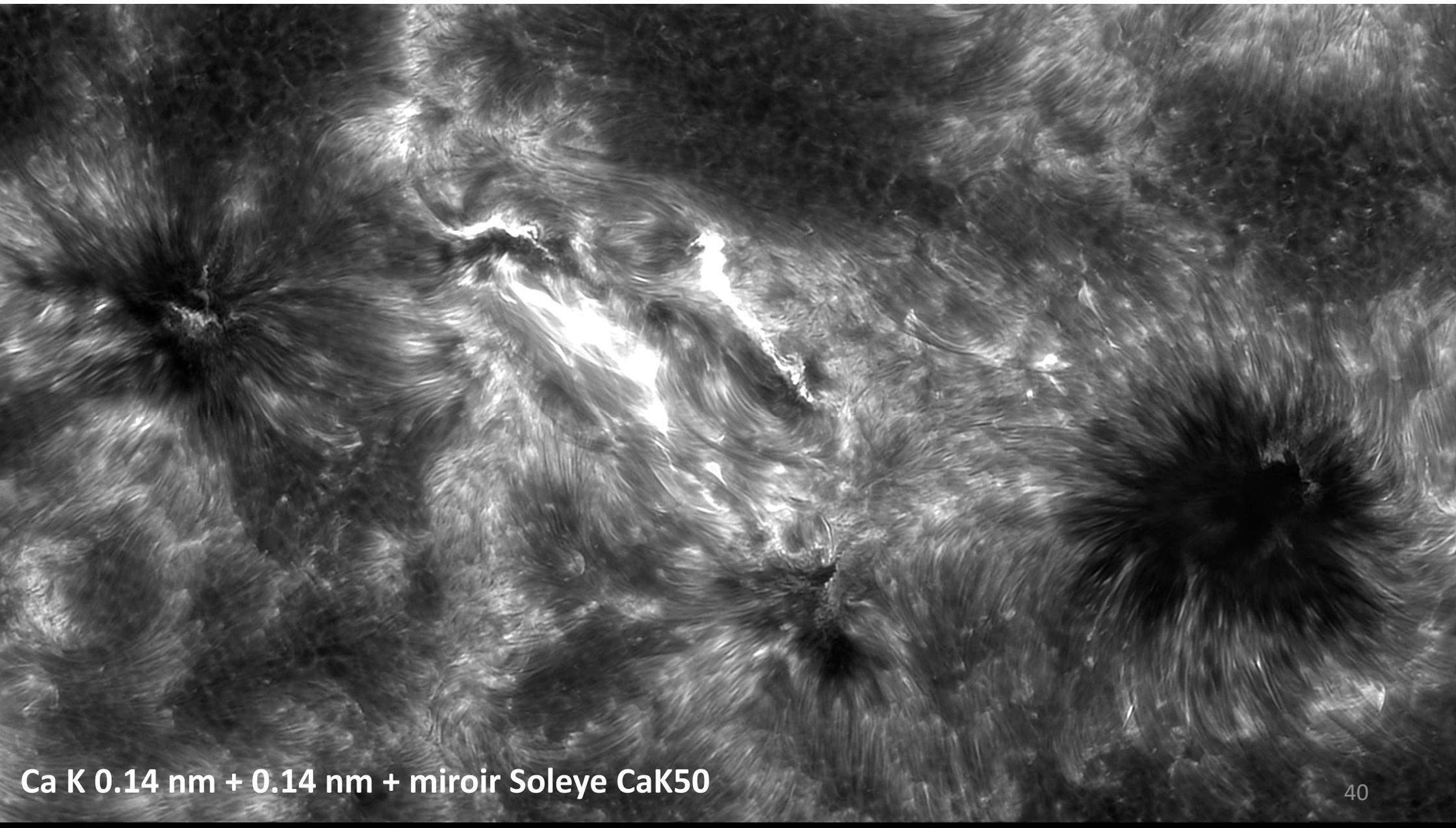
Ca K 0.37 nm



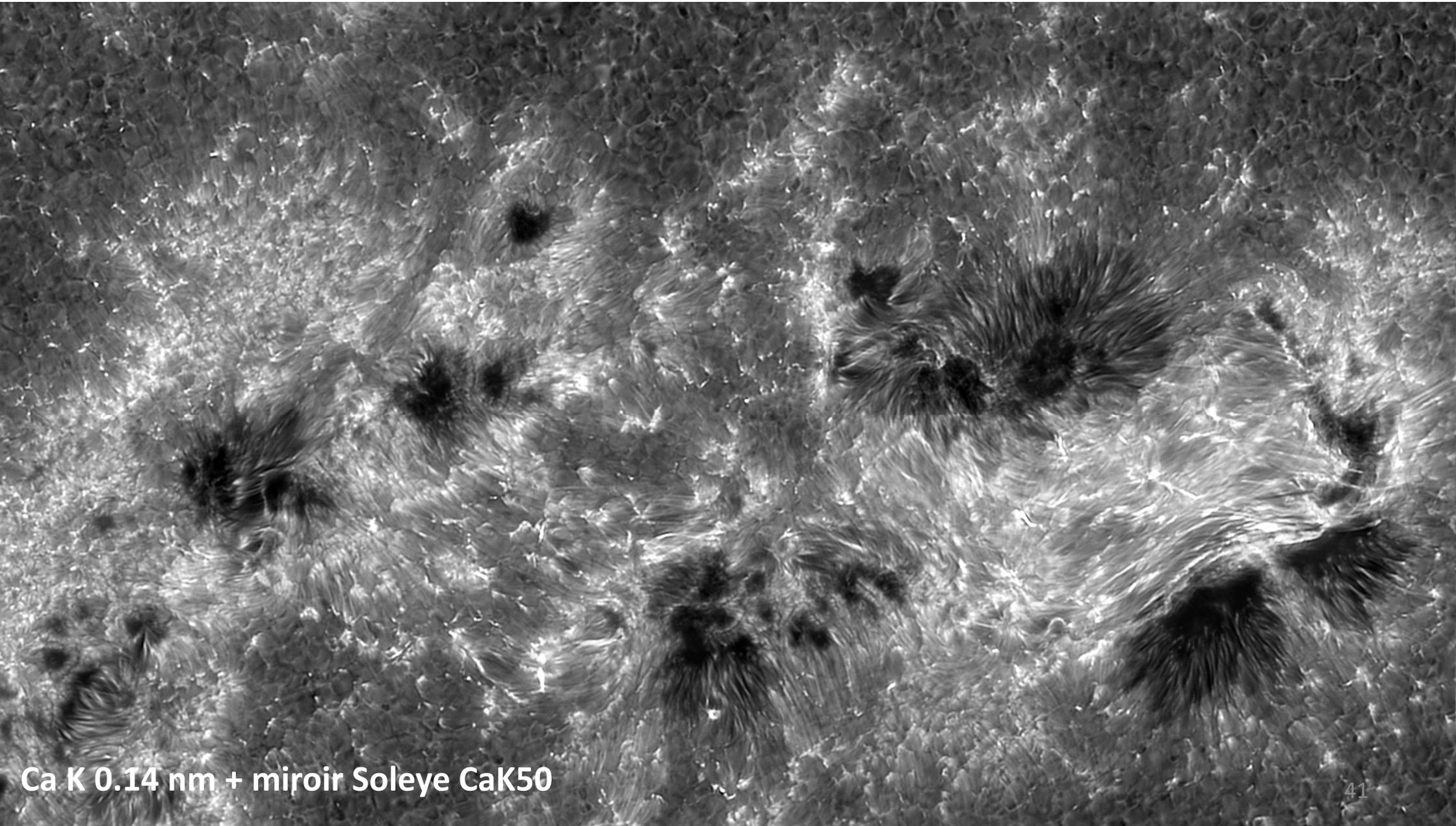
Ca K 0.14 nm



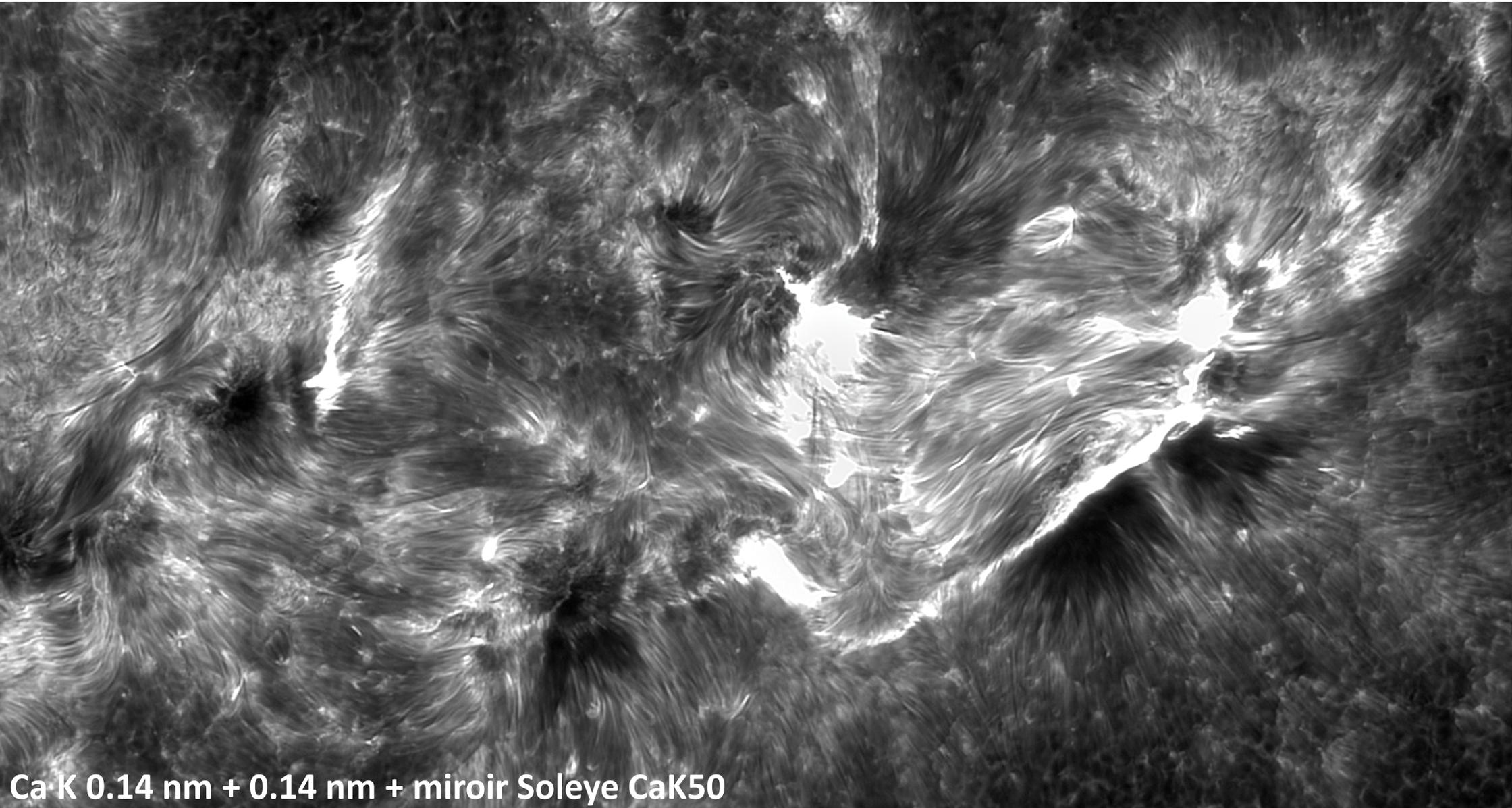
Ca K 0.14 nm + miroir Soley Ca K50



Ca K 0.14 nm + 0.14 nm + miroir Soley CaK50

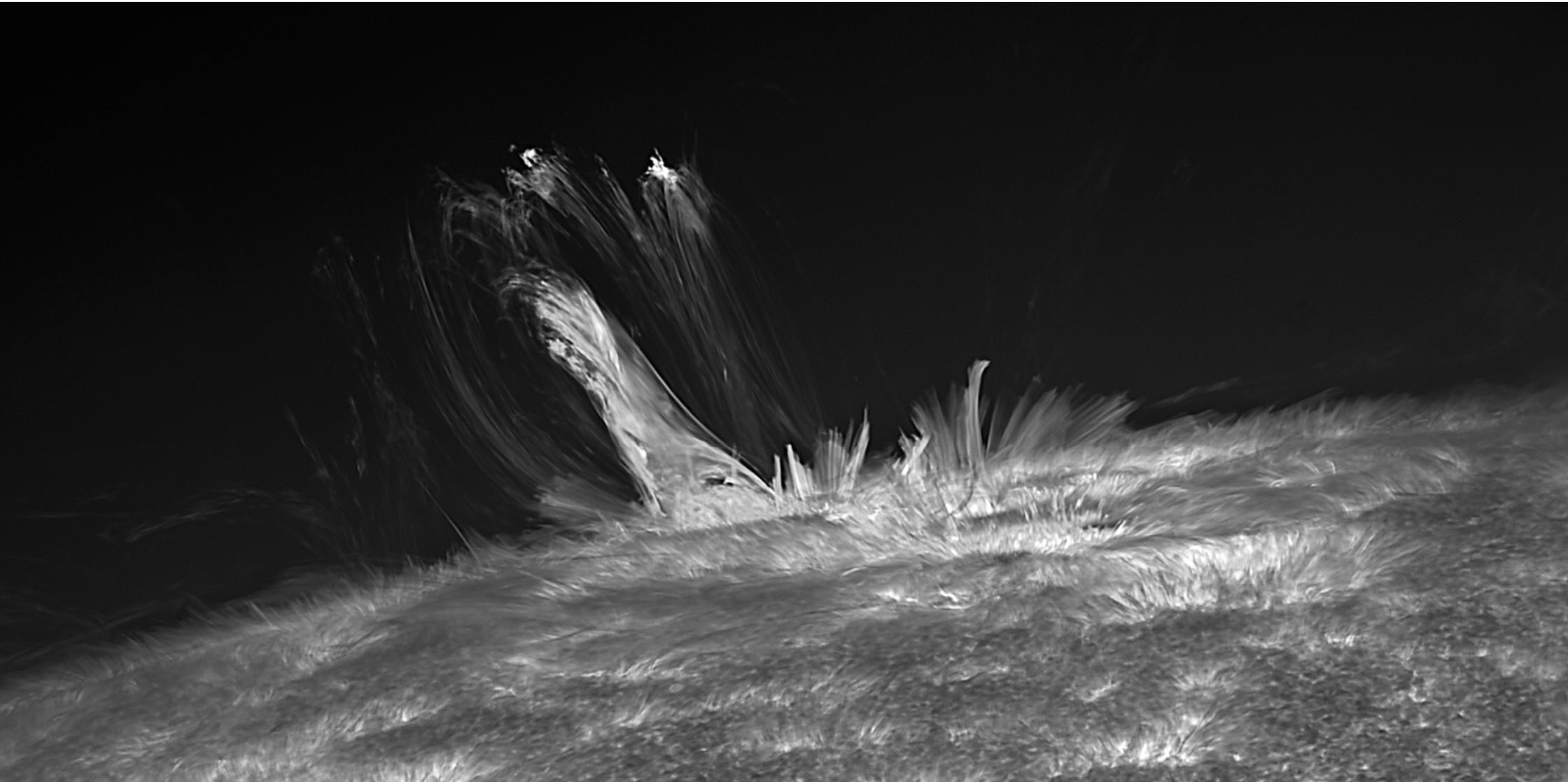


Ca K 0.14 nm + miroir Soley CaK50



Ca K 0.14 nm + 0.14 nm + miroir Soley CaK50

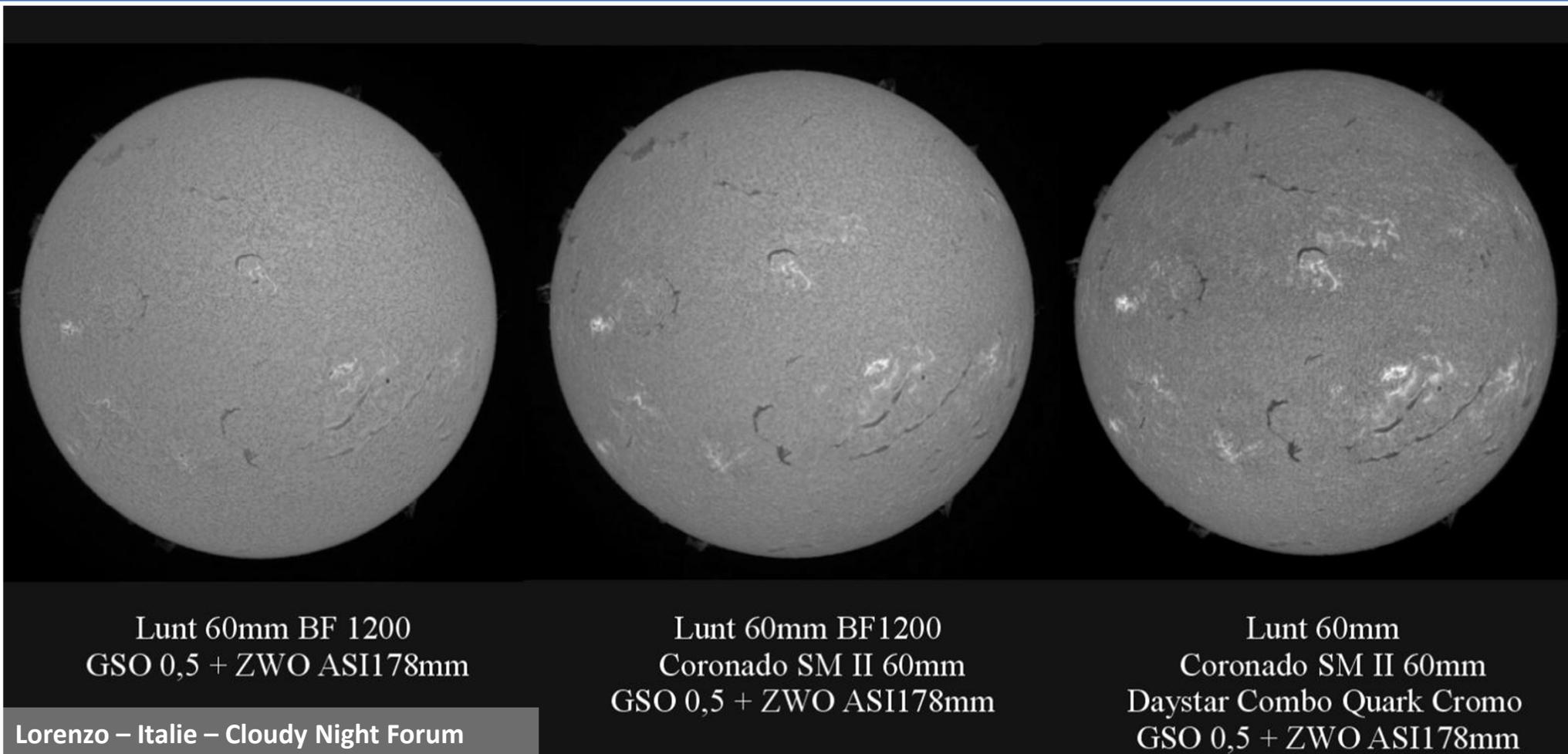
N AR3762 - 27 July 2024 - 10h46 UT - 300 mm solar Newtonian with Soley CaK50 coating - Baader Planetarium TZ4-S - Altair 393-3 nm + double-stack Alluxa Ca K 0.14 nm + 0.14 nm
E W Scale = 0.09 arsec/pixel - ASI464 camera - Gain = 0 - Exposure = 120 frames x 2.7 ms



Ca K 0.14 nm + 0.14 nm + miroir Soleyé CaK50

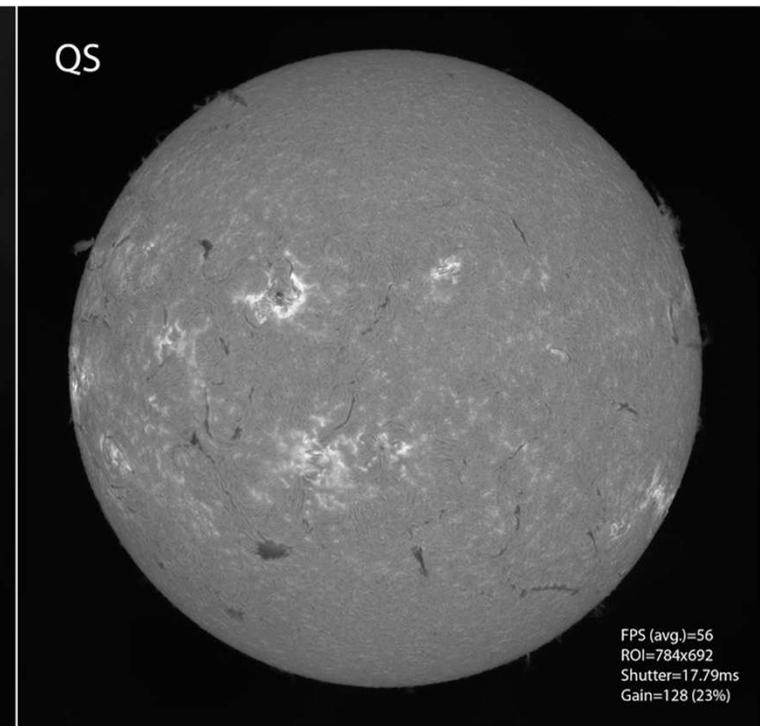
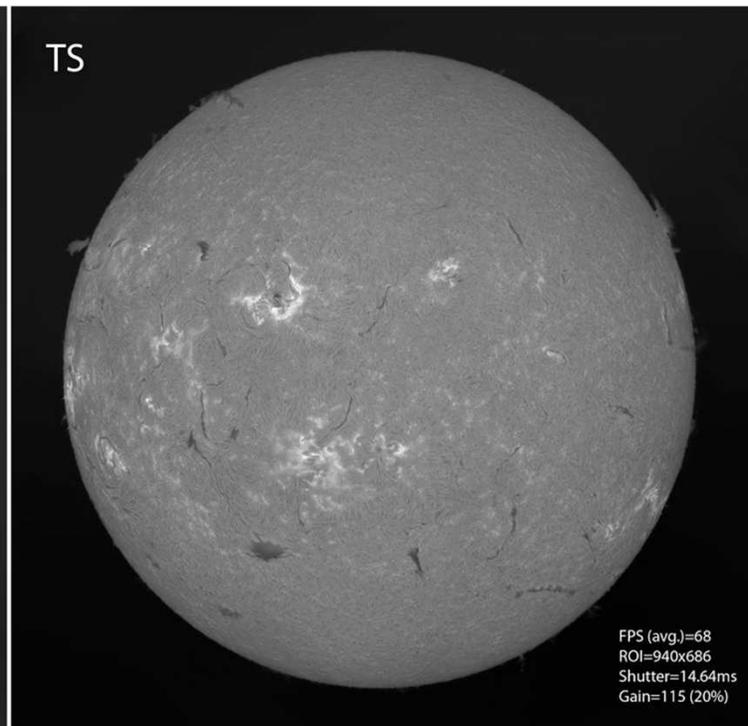
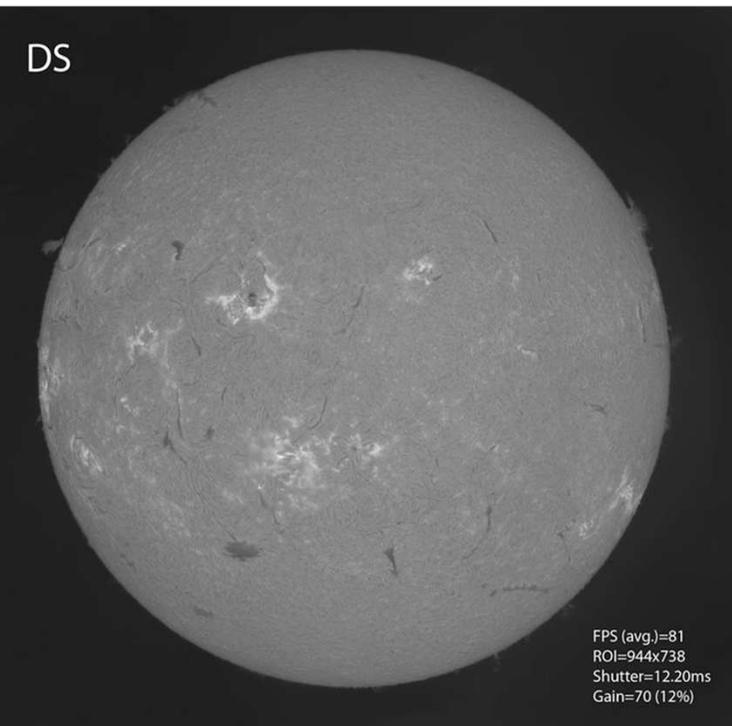
La chromosphère en Ha

Du simple au triple stack



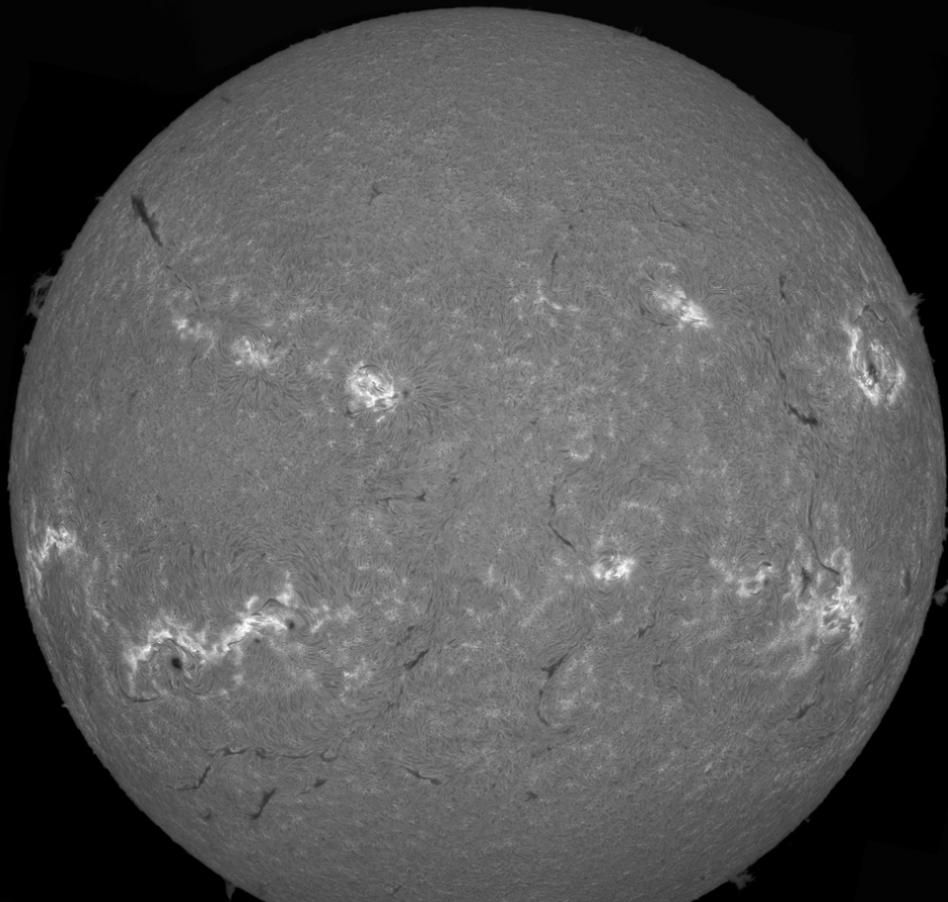
Lorenzo – Italie – Cloudy Night Forum

Du double au quadruple stack

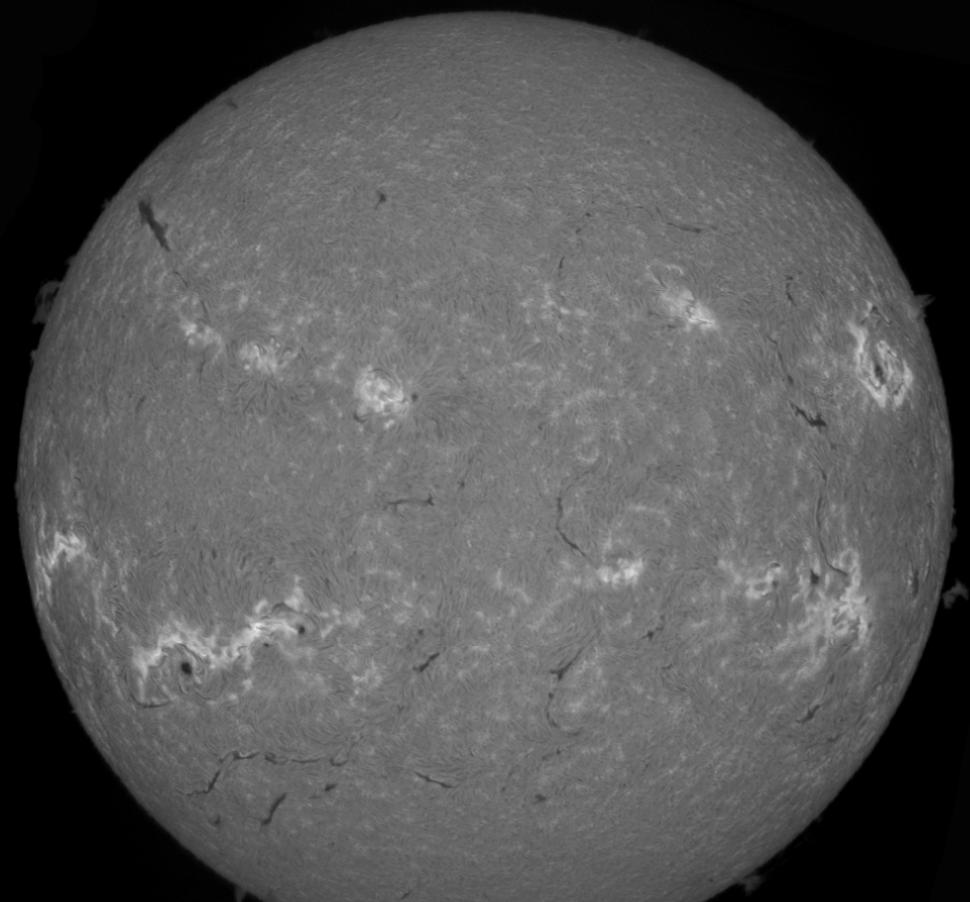


Ivan Sirotin - Russia

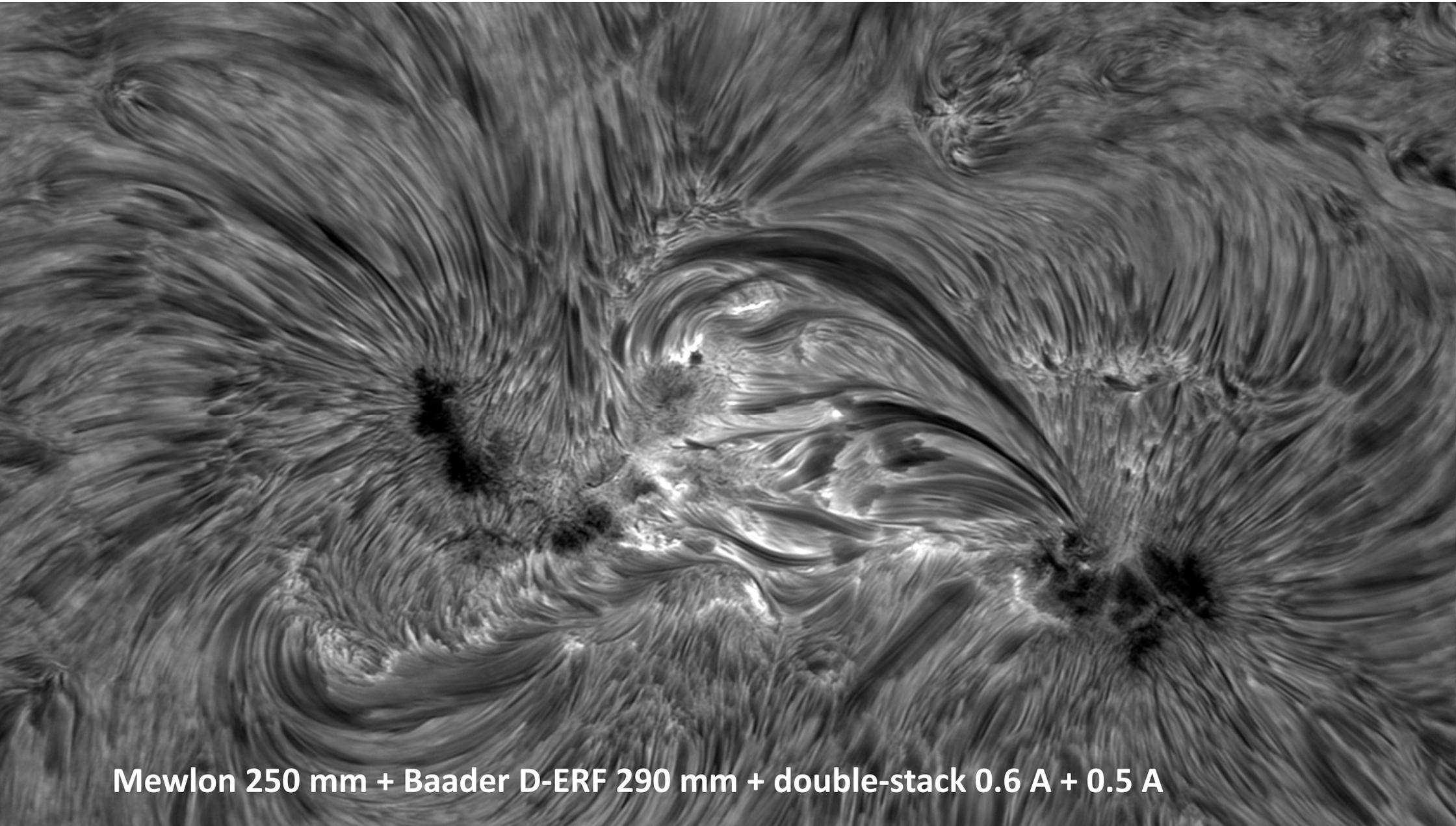
Quadruple stack vs SHG ?



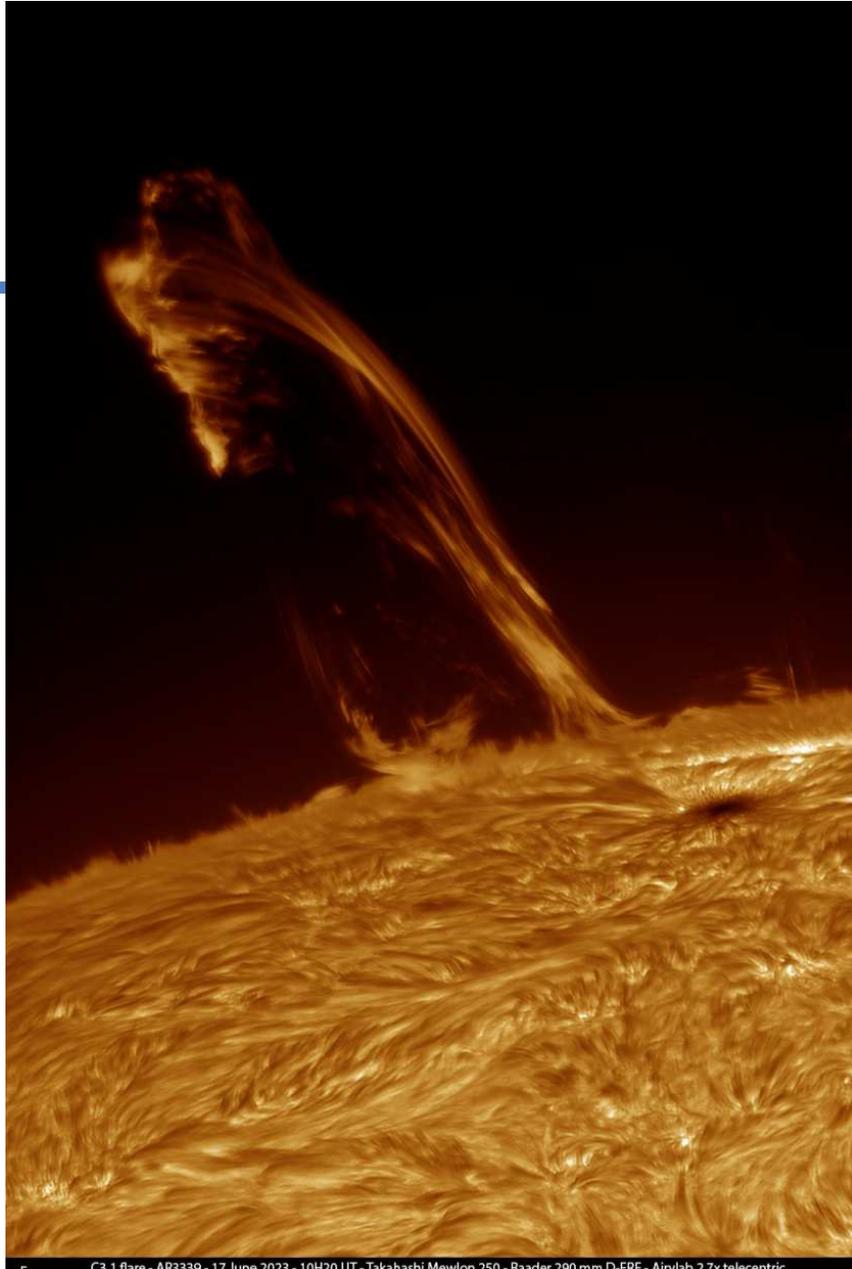
QS Lunt : Ivan Sirotin - Russia



SHG : Rick Schrantz - USA



Mewlon 250 mm + Baader D-ERF 290 mm + double-stack 0.6 A + 0.5 A



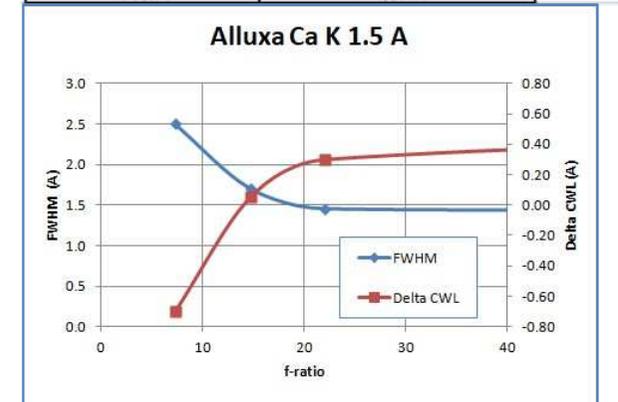
C3.1 flare - AB3339 - 17 June 2023 - 10H20 UT - Takahashi Mewlon 250 - Baader 250 mm D-FRF - Airvlab 2.7x telecentric

Réglage inclinaison filtre Ca K



CWL drift = 0.04 A/°C

Température	Delta CWL (A)
4	-0.6
10	-0.4
15	-0.2
20	0.0
25	0.2
30	0.4



Régulation de température filtre Ca K



- ASI462 avec filtre Ca K Alluxa 1.5 A
- + Filtre Ca K Alluxa 1.5 A thermo-régulé
- + Baader télécentrique TZ-4S
- + filtre Altair 393-3 nm
- + miroir 300 mm avec coating Soley CaK50

Réglage tilt filtre avec Sol'Ex



$f_i = f_c = 200 \text{ mm}$ – map collimateur
diffraction limited pour Ca K

RCE 2024



$f_i = f_c = 125 \text{ mm}$
exosquelette

53