

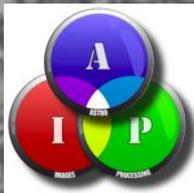
# Progrès récents en haute résolution solaire (visible, Ca K&H et H $\alpha$ )

Christian Viladrich

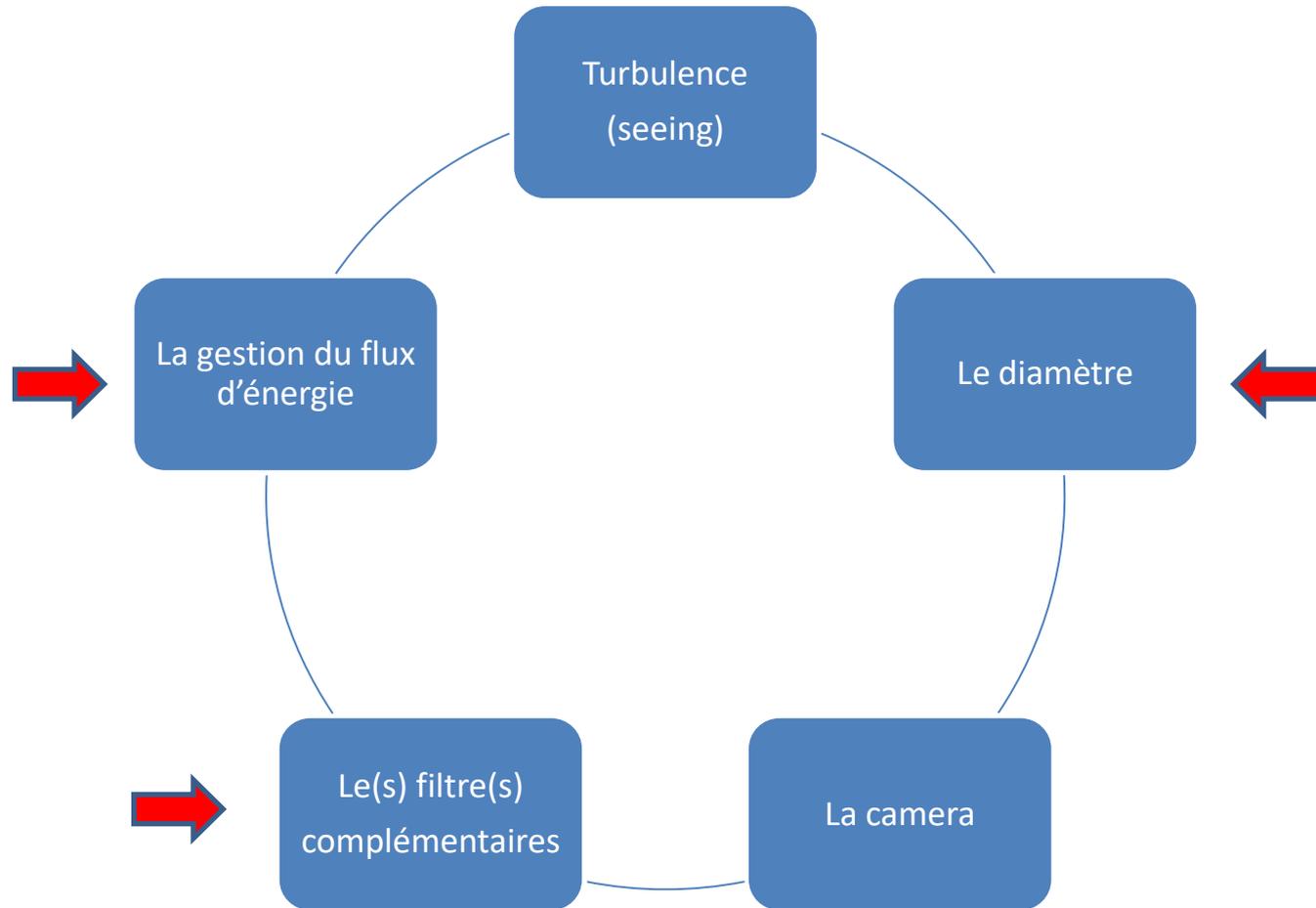
<http://www.astrosurf.com/viladrich/>

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

<http://solar-astronomy-book.com/>



# Le cocktail nécessaire pour la HR



# Imagerie en lumière blanche

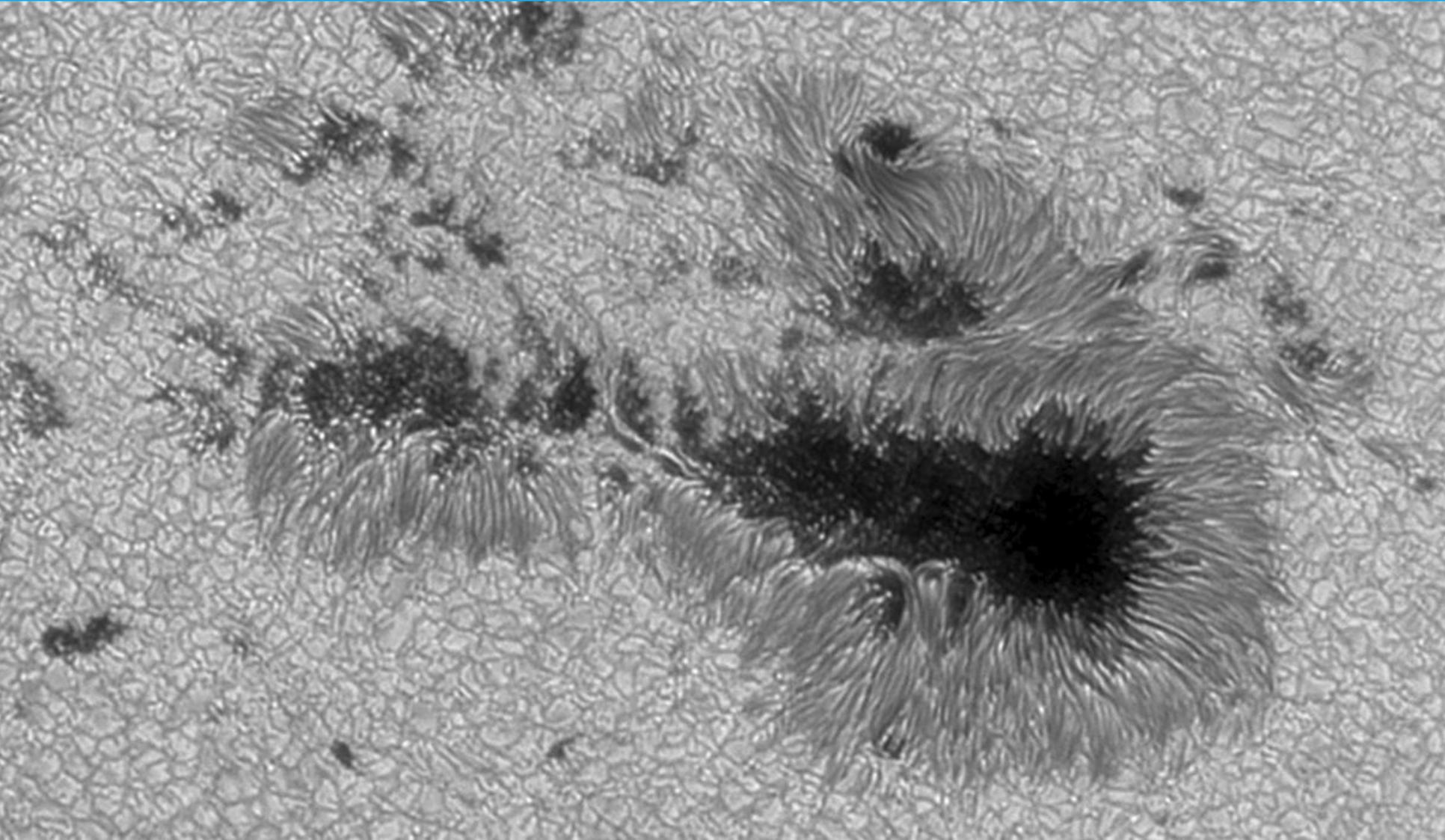
---

# 1- Feuille Baader Astrosolar d3.8

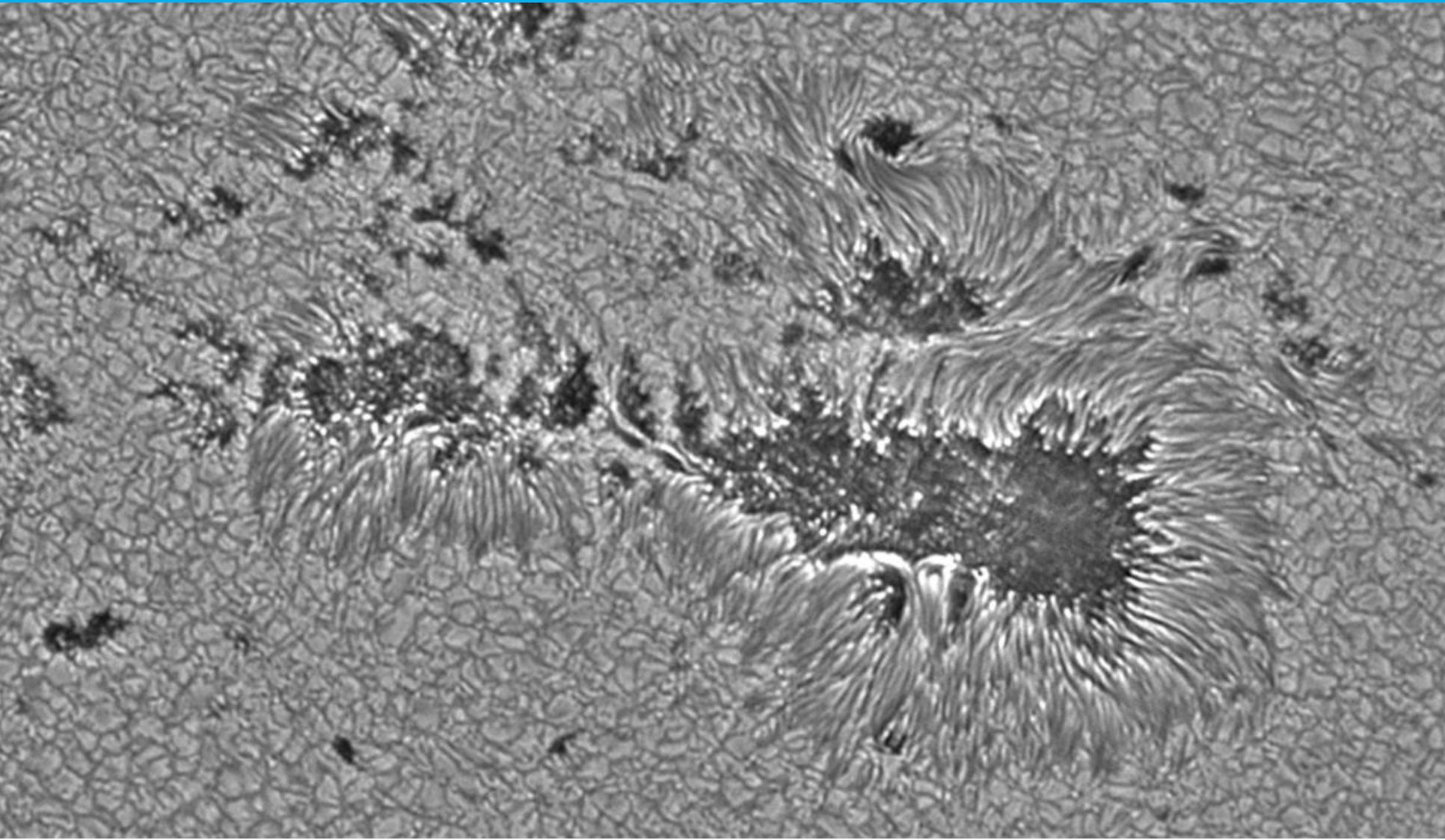


- Pour lunette ou télescope.
  - Bonne qualité optique
  - Peu onéreux.
- 😊
- Précédemment dispo en feuille de 1 m de large, mais maintenant limitée au format A4, soit 200 mm de diamètre max.
- 😞
- Transmission 1/6300 (densité 3.8), un peu sombre pour utilisation filtres de 10 nm de bande passante (continuum, K-line, bande G, etc.)

# C14 +Astrosolar d 3.8 + filtre rouge



# C14 +Astrosolar d 3.8 + filtre rouge



# 2- Hélioscope 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.



# 3- Télescope à miroir non aluminé



- Pas de limite au diamètre
  - max actuel = 300 mm
- Transmission 4% => utilisation filtres à bande étroites.
- Nombre de surfaces air-verre minimal.
  
- Télescope uniquement dédié à l'observation solaire

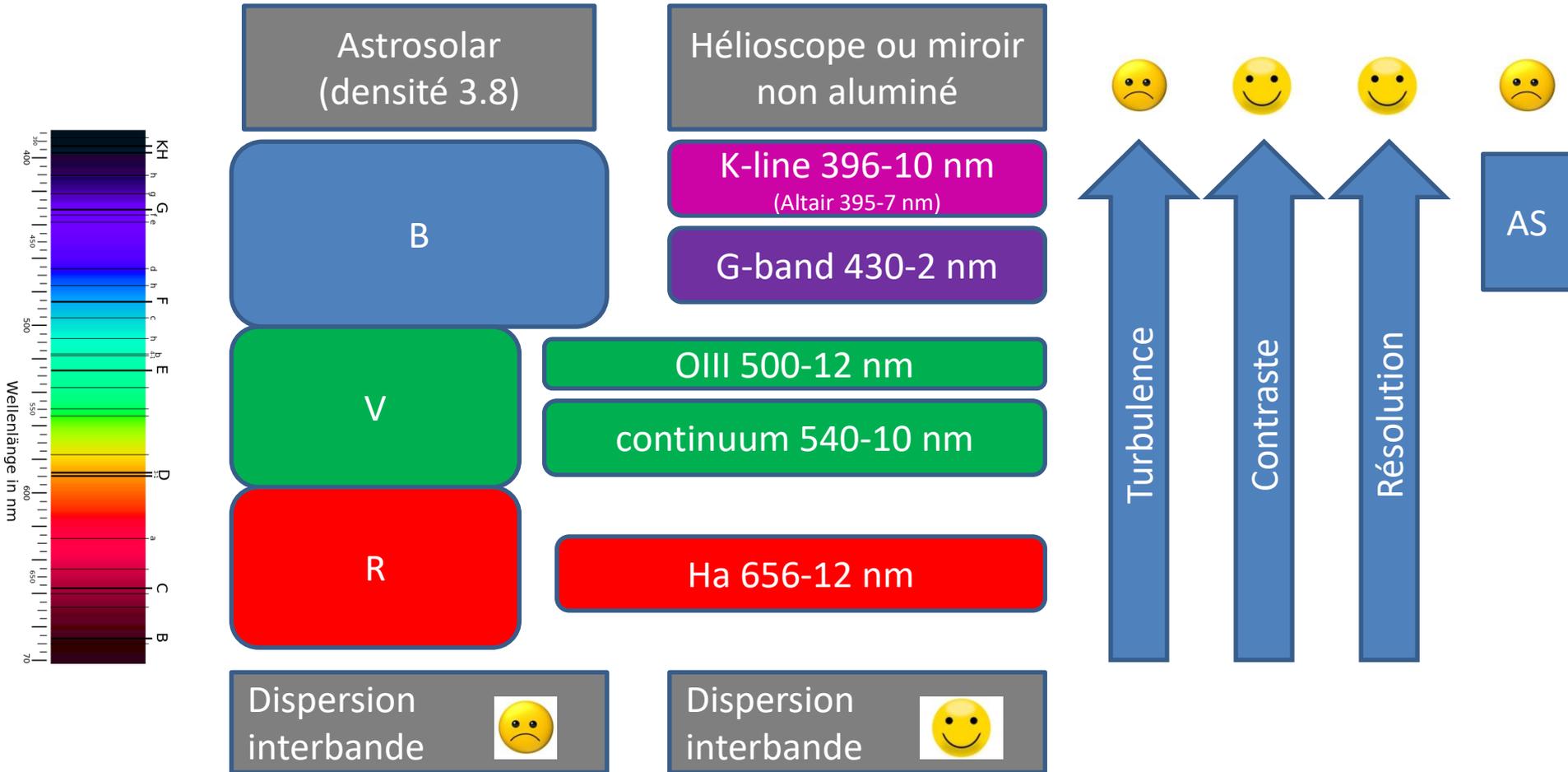


# Imagerie en lumière blanche

---

- La gestion du flux d'énergie
- Les filtres complémentaires
- Exemples

# Les filtres complémentaires



# Exemples avec le Newton 300 mm non aluminé

- La gestion du flux d'énergie
- Les filtres complémentaires
- Exemples

# Astroqueyras-Pic Château Renard

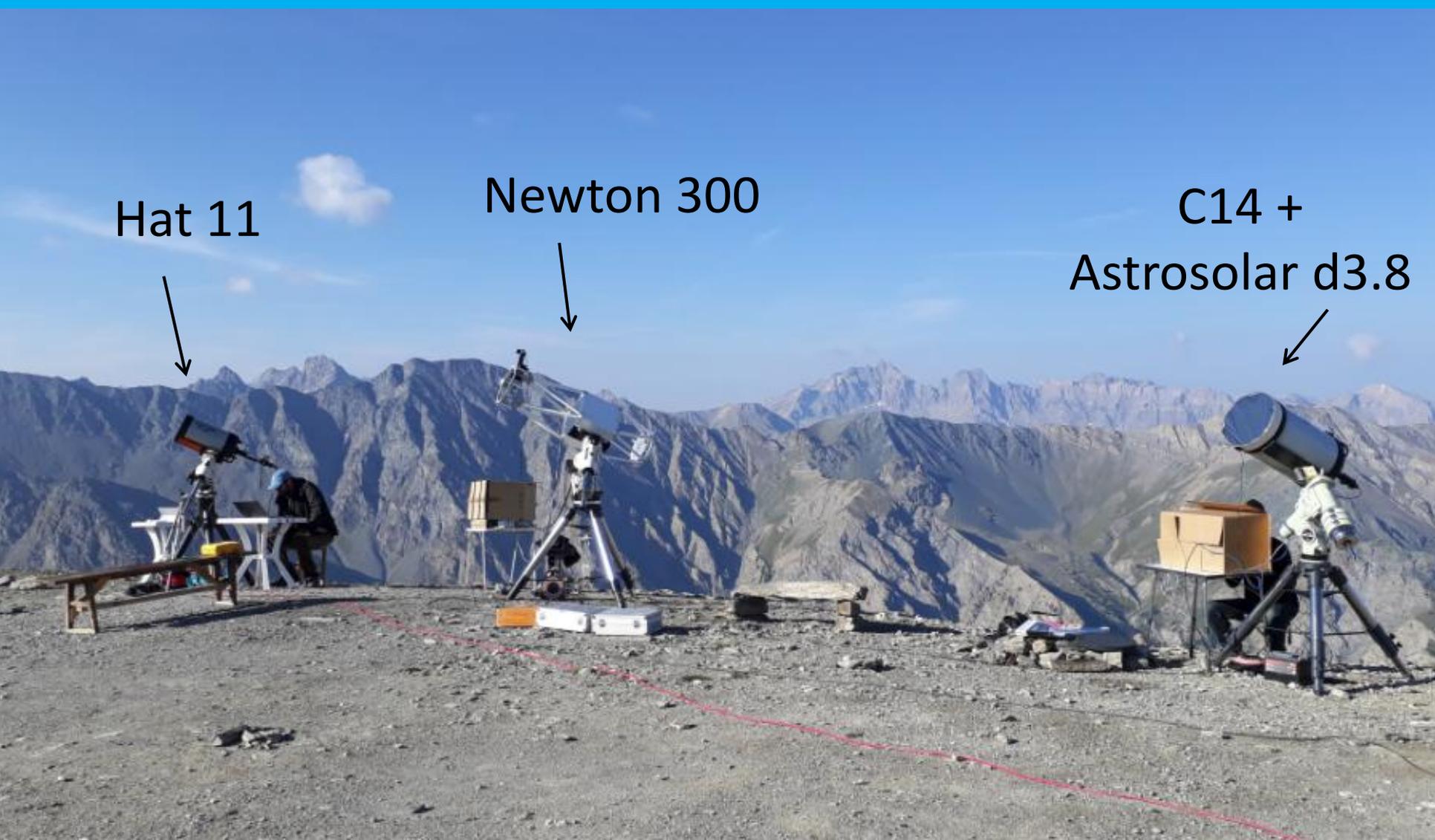
Hat 11



Newton 300

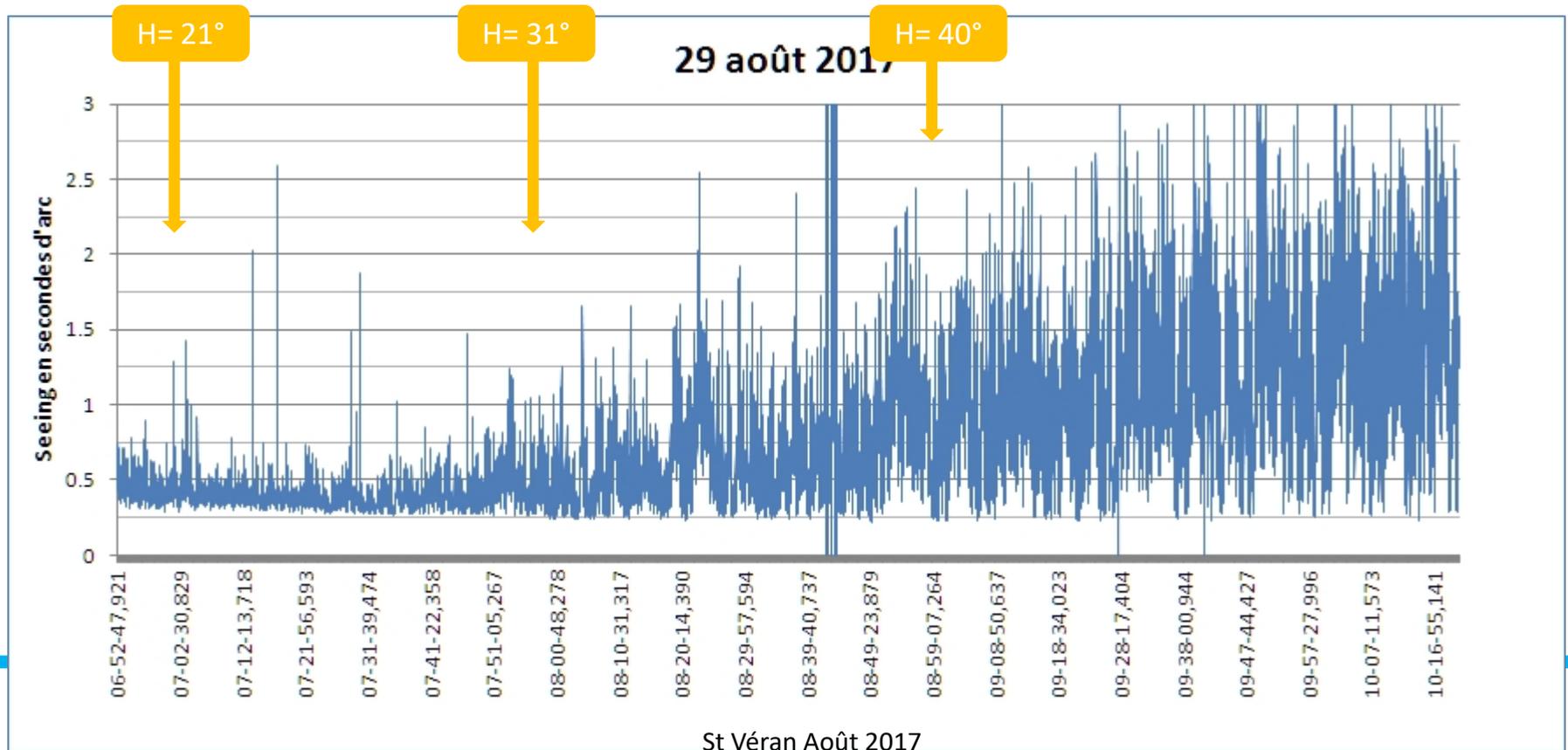


C14 +  
Astrosolar d3.8



# Evolution du seeing le jour

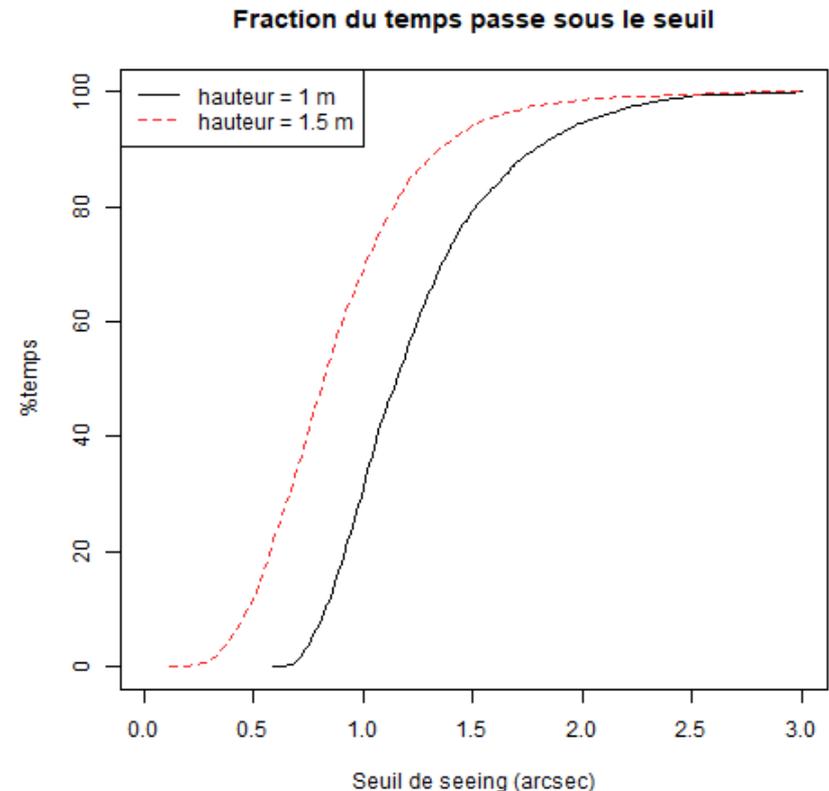
- Meilleures conditions le matin quand le Soleil est encore bas.
- Influence favorable très nette du vent sur le seeing (20-25 km/h).



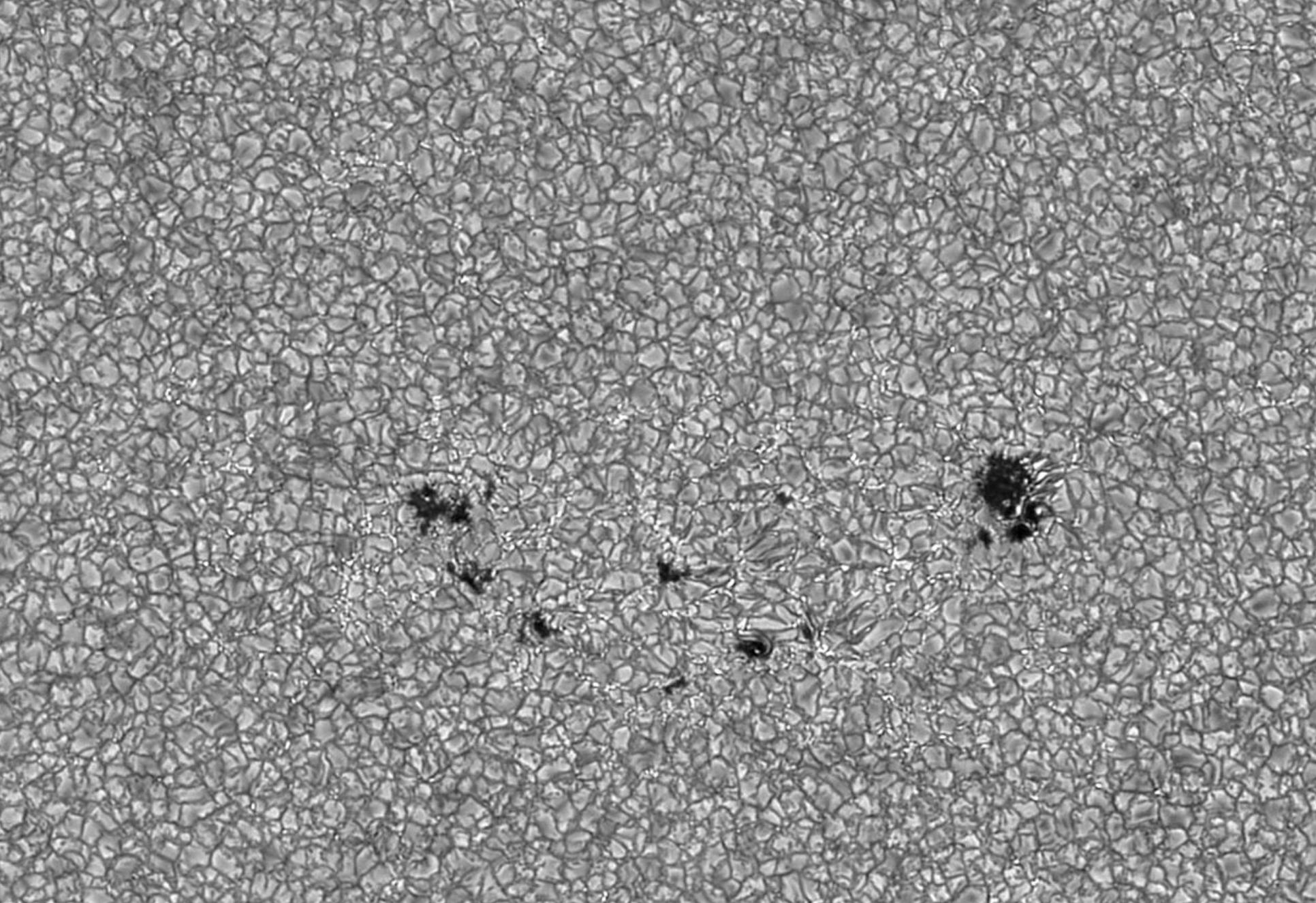
# Influence hauteur instrument sur seeing (St Véran)

Quantile	Seeing à 1 m de hauteur	Seeing à 1,5 m de hauteur
0%	0,59"	0,12"
5%	0,72"	0,32"
10%	0,76"	0,38"
50%	1,04"	0,70"
95%	1,83"	1,40"

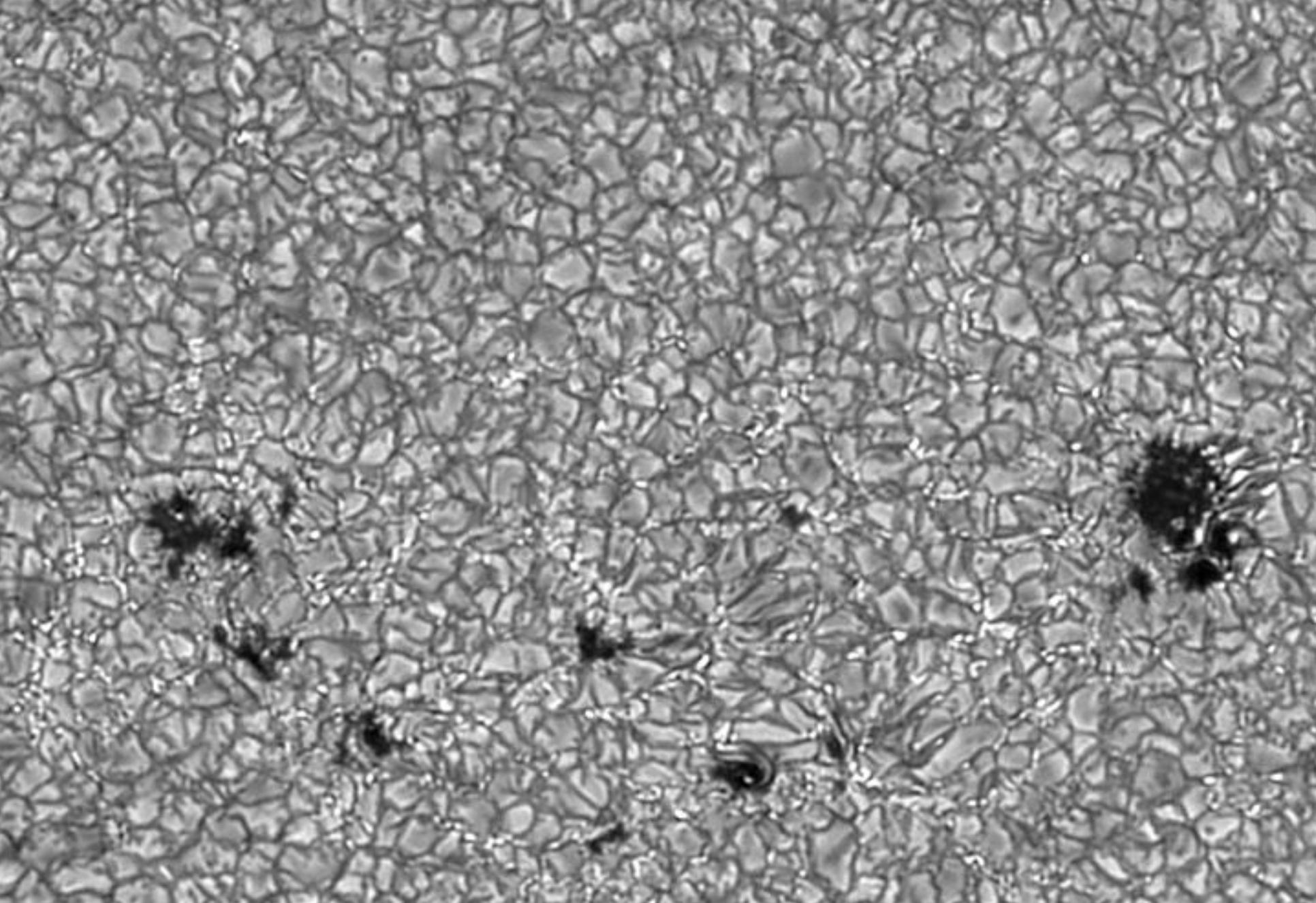
Mesures pendant environ 1h. Pas/peu de vent.  
Gain d'environ 0.35 arcsec sur la médiane.  
Gain de 0.4 arcsec sur le quantile 5%.



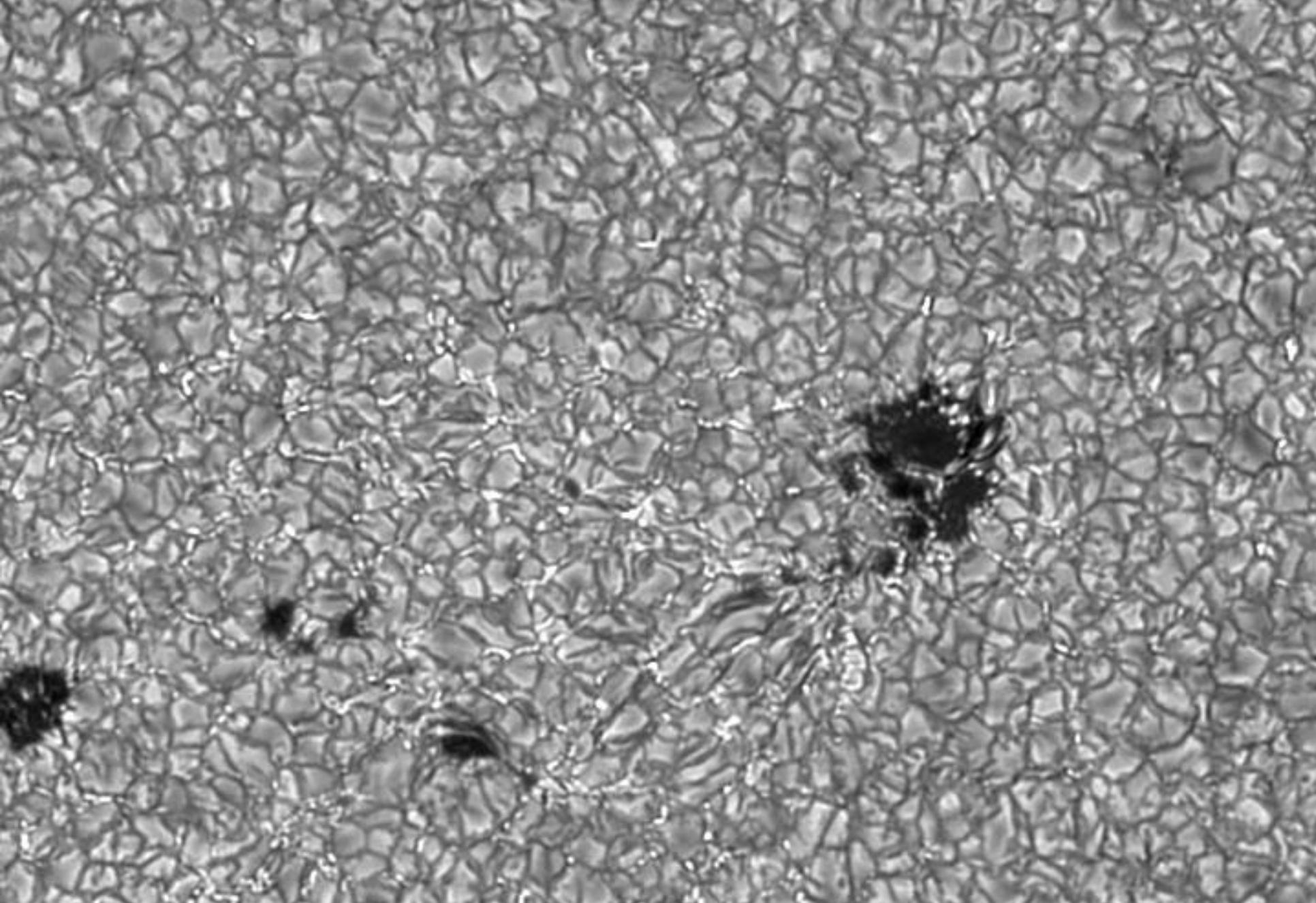
Mesures et traitements Karine Chevalier – St Véran (Août 2018)



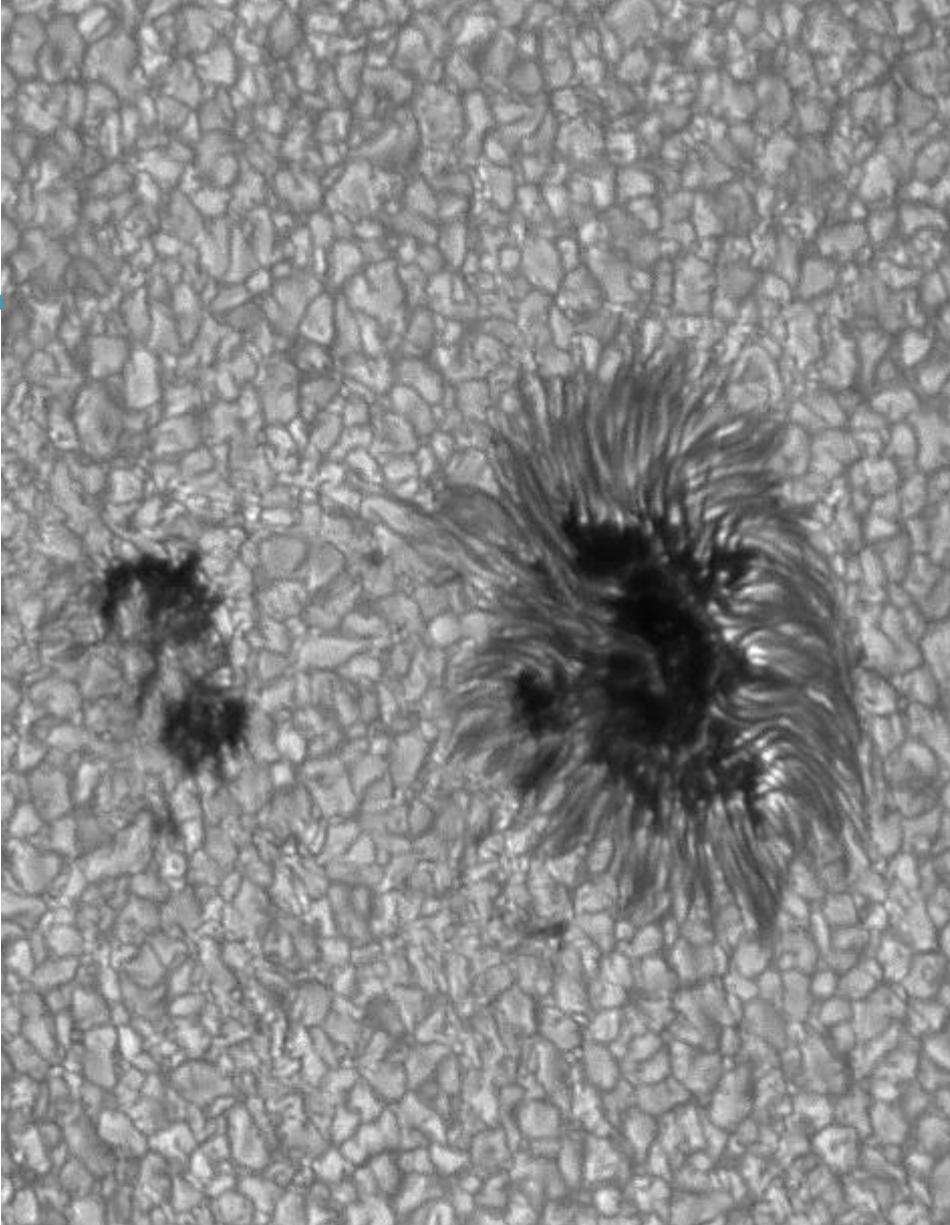
**Newton solaire 300 mm - Bande G – 430 nm – FWHM = 1.9 nm – 0.11 arcsec/pixel**



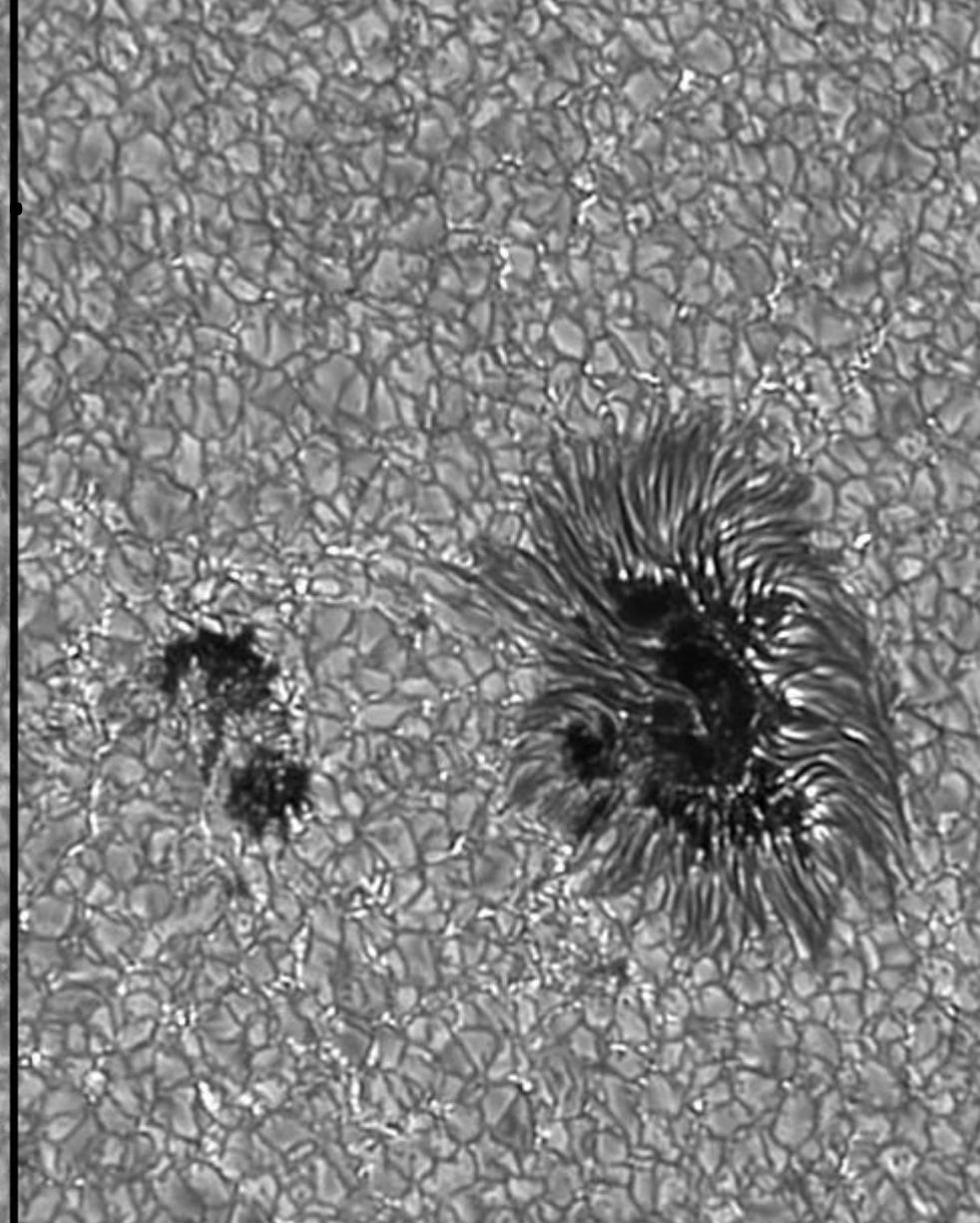
**Newton solaire 300 mm - Bande G – 430 nm – FWHM = 1.9 nm – 0.11 arcsec/pixel**



Newton solaire 300 mm - K-line – 396 nm – FWHM = 8 nm – 0.11 arcsec/pixel



**C14 – Astrosolar 3.8 – Filtre OIII 500-12 nm  
25/08/18 – 9h25mnUT  
Thierry Legault**

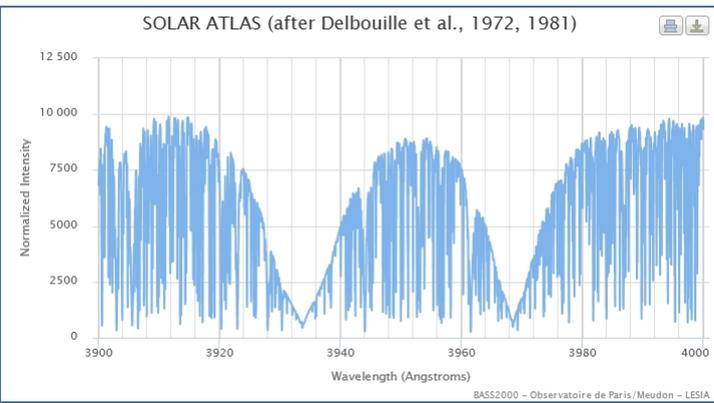
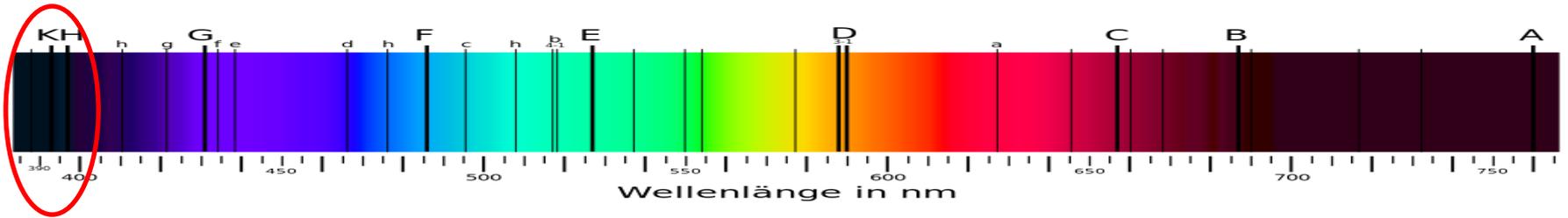


**Newton 300 solaire – G-band, 430-2 nm  
25/08/18 – 9h25mnUT**

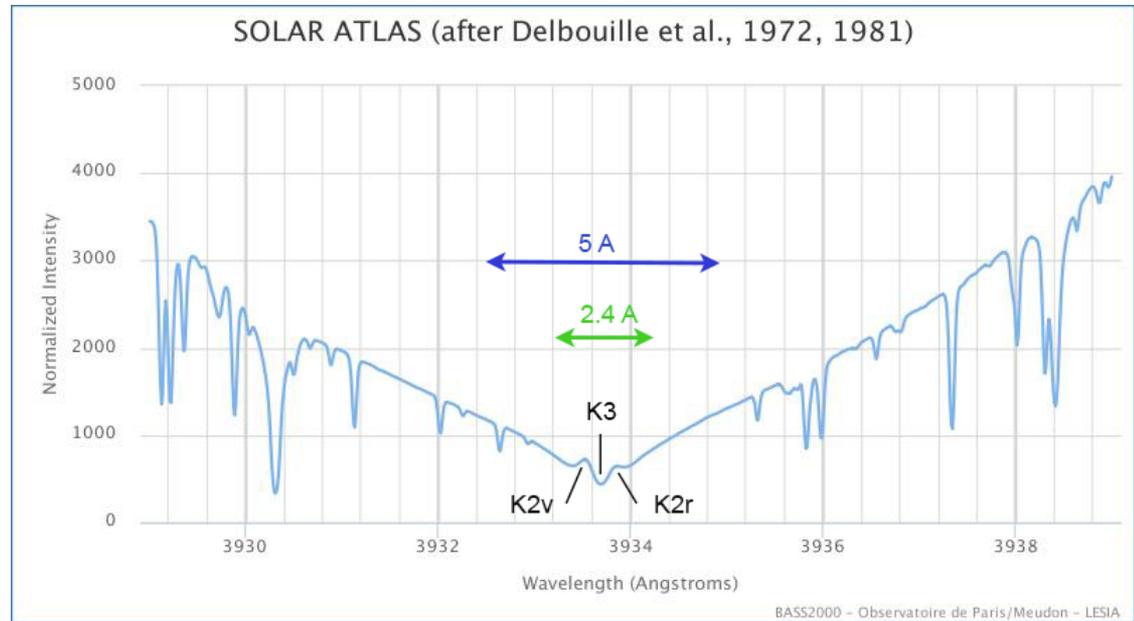
# Imagerie en Ca K et H

- Ca K et H : c'est quoi ?
- Quel instrument ?
- Le Ca K avec un Newton solaire de 300 mm
- Exemples

# Imagerie haute résolution Ca K

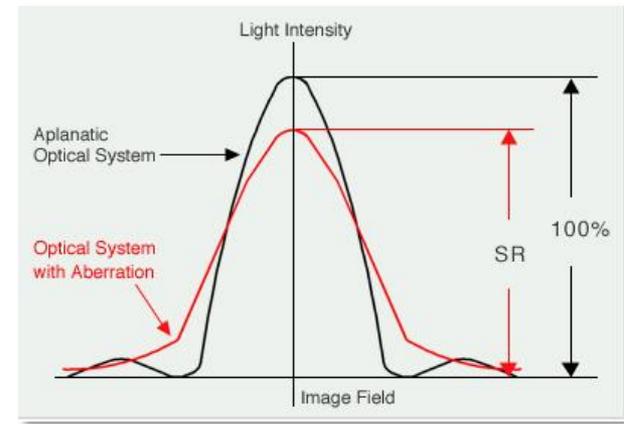
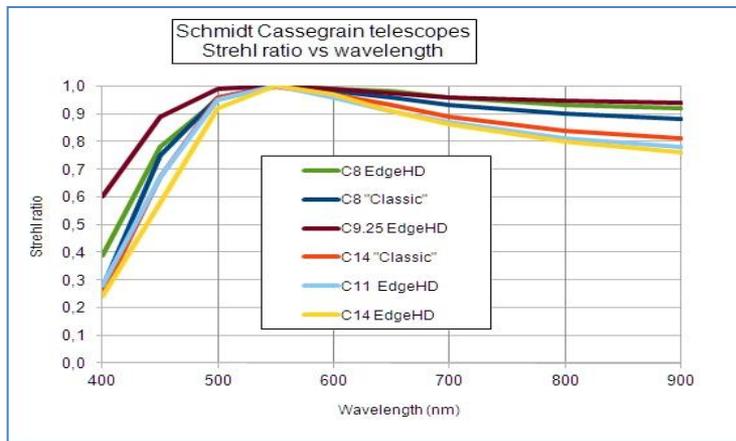


Filtre K-line

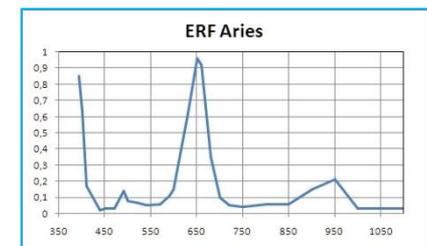


# Une difficulté pour l'optique ...

- Les Schmidt-Cassegrain et bon nombre de lunettes ne conviennent pas (non limités par la diffraction en UV):



- Instrument idéal : télescope à miroirs (Newton, Cassegrain, DK)
  - Pas d'aberration optique dans l'UV.
  - Mais problème de la disponibilité de l'ERF :
    - Existe seulement en bi-bande (Aries / Ukraine)
    - Taille max : 250 – 300 mm
    - Prix ...



# Les lunettes pour l'imagerie HR Ca K ?

- La grande majorité des lunettes sont calées dans le vert et ne sont pas limitées par la diffraction dans le proche UV (forte aberration de sphéricité).
  - Re-spacing : changer l'espacement entre les deux lentilles de l'objectif.
- Exception : Takahashi 150 TOA (triplet orthochromatique), limitée par la diffraction dans le proche UV.
- Bonne nouvelle : une lunette de 150 mm en Ca K a la même résolution théorique qu'un instrument de 250 mm en H $\alpha$ .

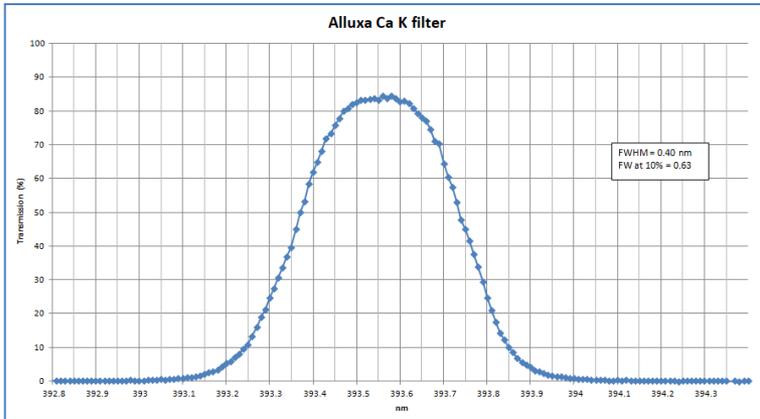
	Résolution (seconde d'arc)							
	1,4"	1,0"	0,8"	0,55"	0,41"	0,33"	0,28"	
Ca K	Diamètre (mm)	60	80	100	150	200	250	300
H $\alpha$	Diamètre (mm)	100	133	166	249	332	415	498

# Ca K avec Newton solaire de 300 mm

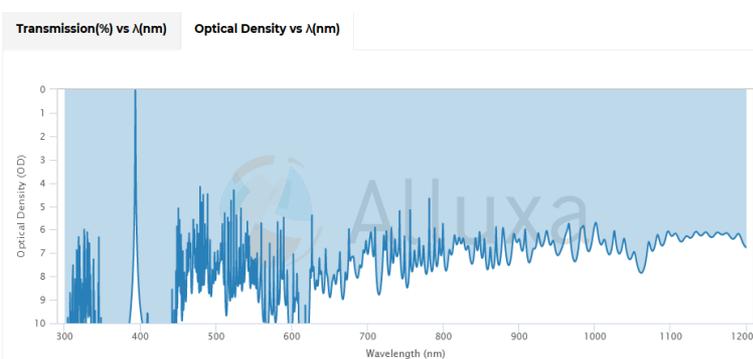


- Miroir non aluminé : réduit le flux d'énergie renvoyé sur le miroir secondaire et le filtre (4 W réfléchi par un miroir de 300 mm au lieu de 100 W). 😊
- Mais pas beaucoup de lumière : coefficient de réflexion = 4%. 😞
- Solution : utilisation d'un filtre Ca K « hardcoated » à haute transmission et bande passante de 0.4 nm (Alluxa/USA)

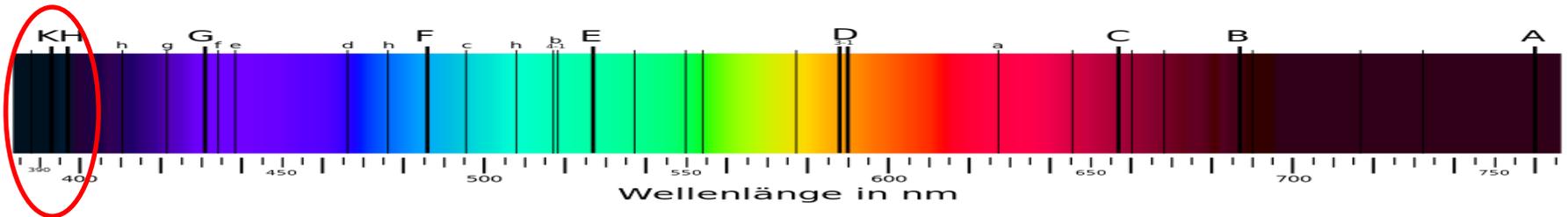
# Filtre Ca K Alluxa – 0.4 nm FWHM



- Transmission max > 80% versus 5% à 30% (DayStar, Lunt).
- FWHM = 0.4 nm (0.5 nm pour Quark Ca H, 0.2 nm pour Lunt CaK, 0.2 et 0.4 nm pour DayStar Ca K).  
=> temps de pose reste acceptable. 😊
- Filtre 4 cavités (équivalent quadruple-stack).
- Blocage hors bande: densité 6 (pas besoin de filtre complémentaire).
- Hardcoated : durée de vie très longue.
- Réglage fin bande passante par inclinaison du filtre



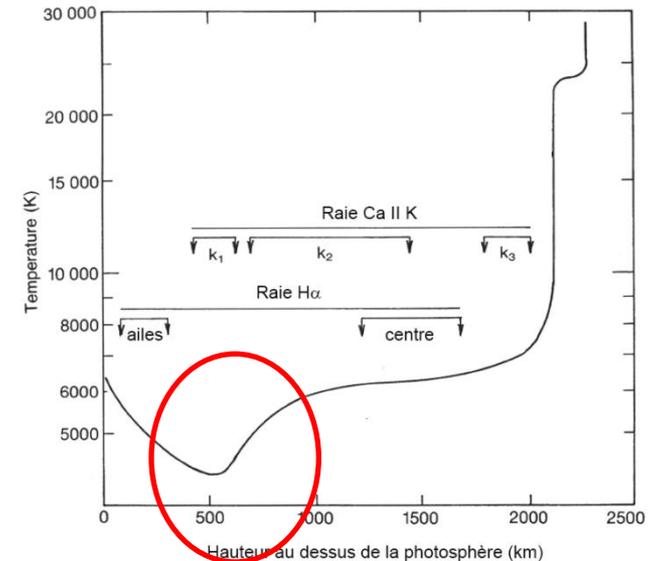
# Que voit-on en Ca K et H ?



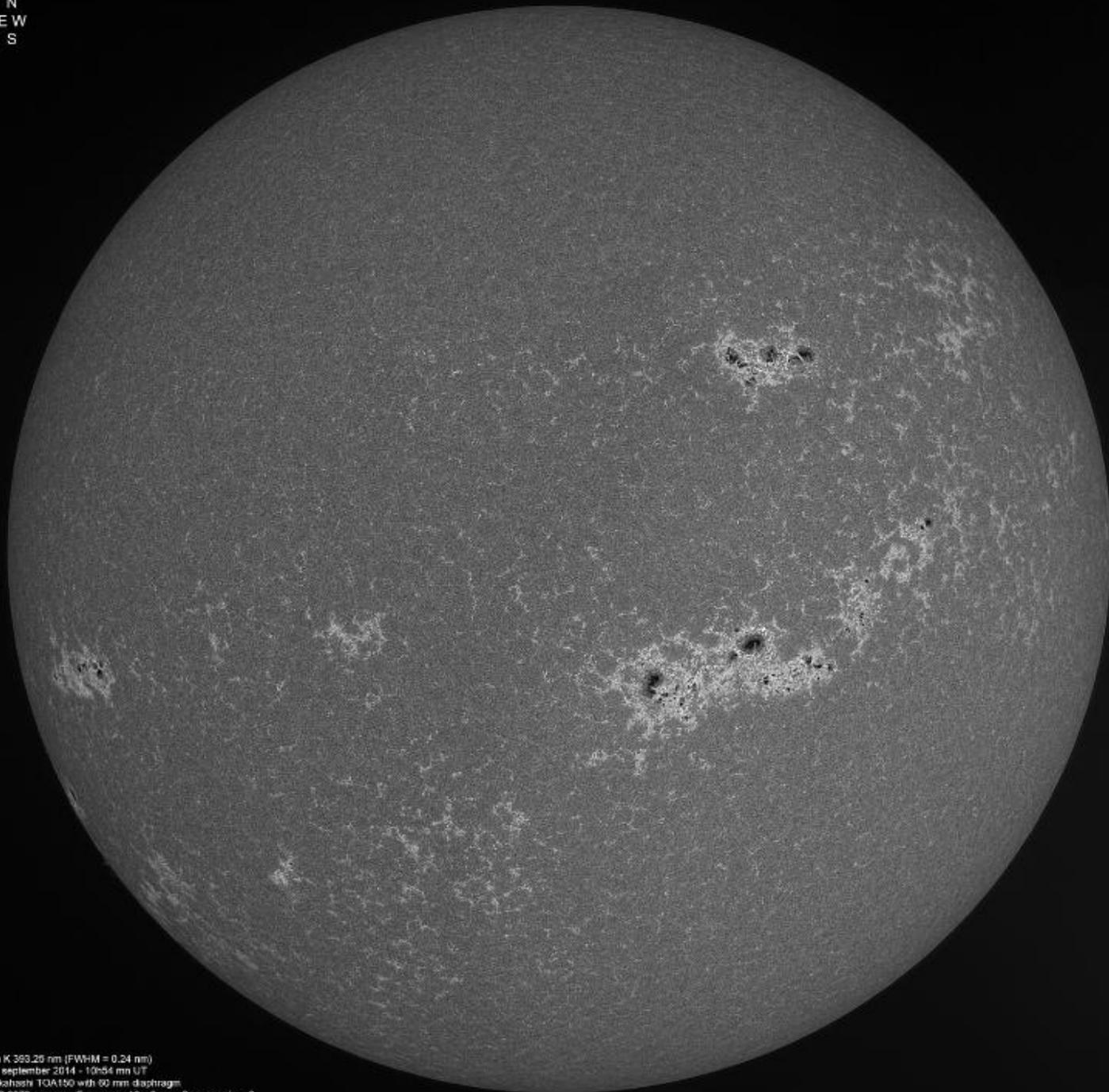
Avec un filtre Ca H ou K classique (0.2 à 0.4 nm FWHM) :

- Les couches qui contribuent le plus à l'image sont situées vers 200 – 300 km de hauteur = photosphère moyenne et haute.
- La contribution à l'image des couches au-delà de 800km (= chromosphère) est de l'ordre de 10%.
- Les émissions chromosphériques ne sont visibles que dans les zones actives ou sur le limbe.

Pour voir la chromosphère en Ca K ou H (filaments, fibriles) au centre du disque solaire, il faudrait un filtre < 0.1 nm => Projet en cours

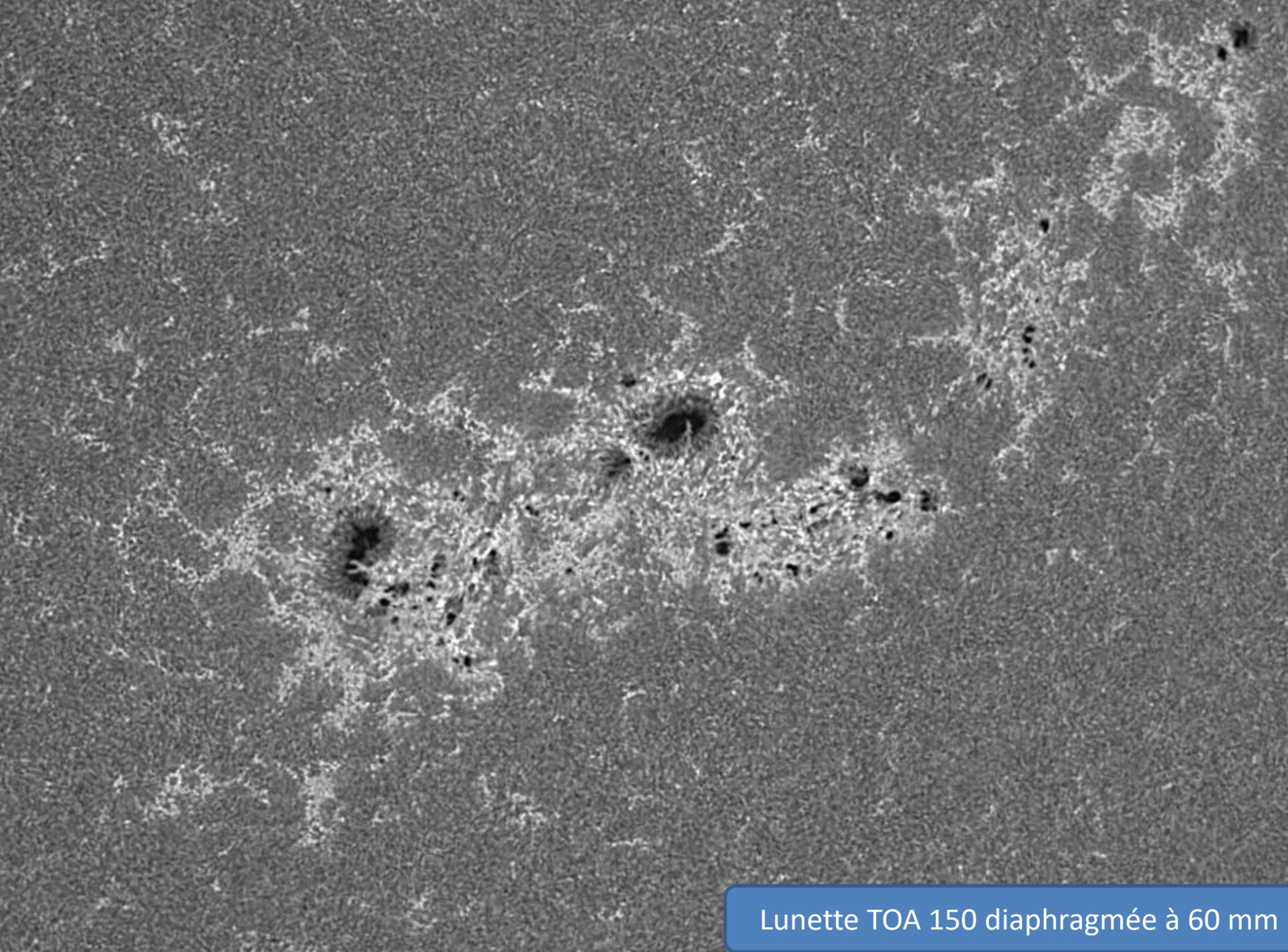


N  
E W  
S



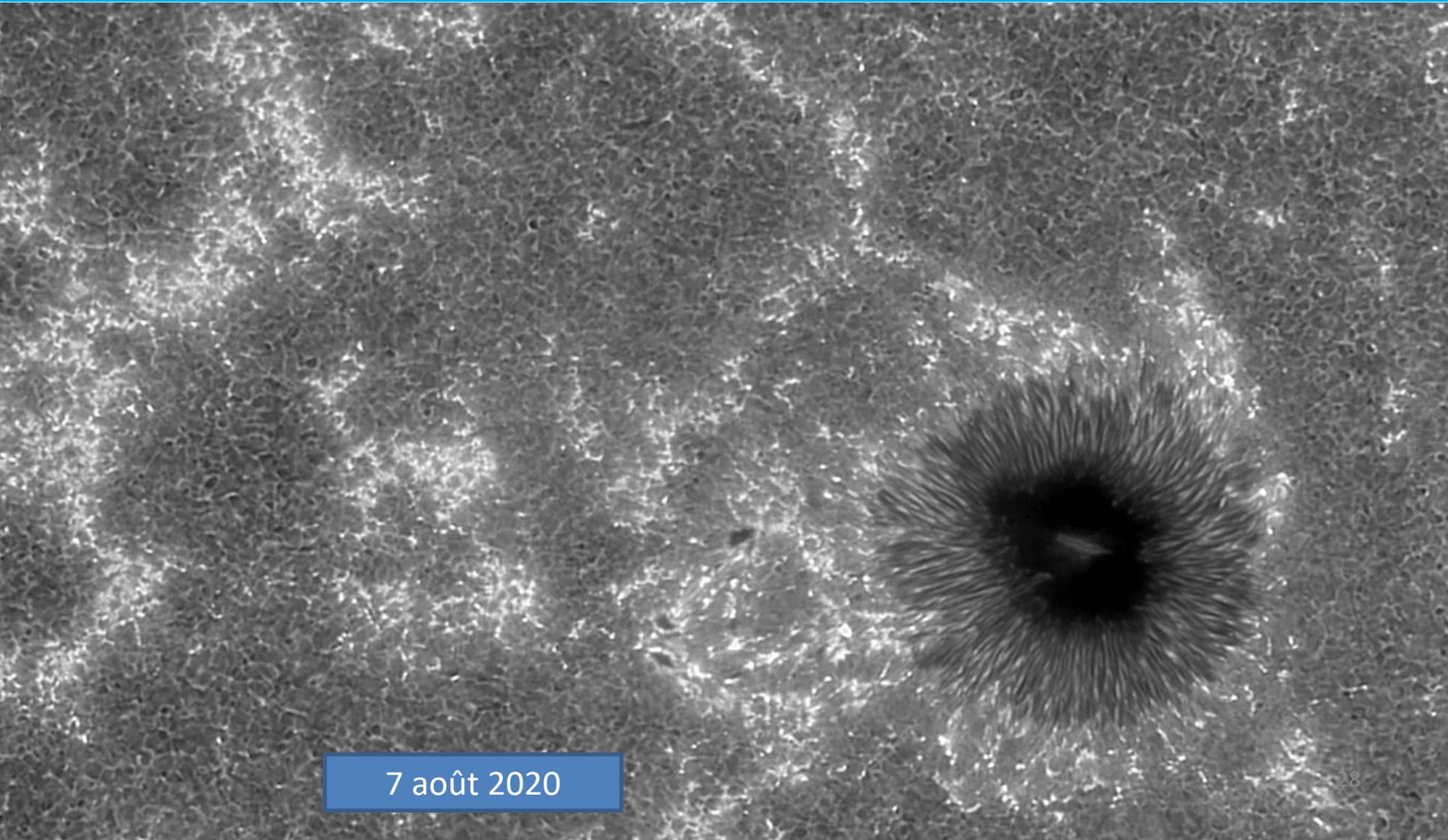
Nov 2021

Ca K 393.26 nm (FWHM = 0.24 nm)  
27 september 2014 - 10:54 mn UT  
Takahashi TQA150 with 60 mm diaphragm  
IDS 3370 camera - Exposure : 10 x 2 ms - Sensor gain = 6  
Christian Vladimirov

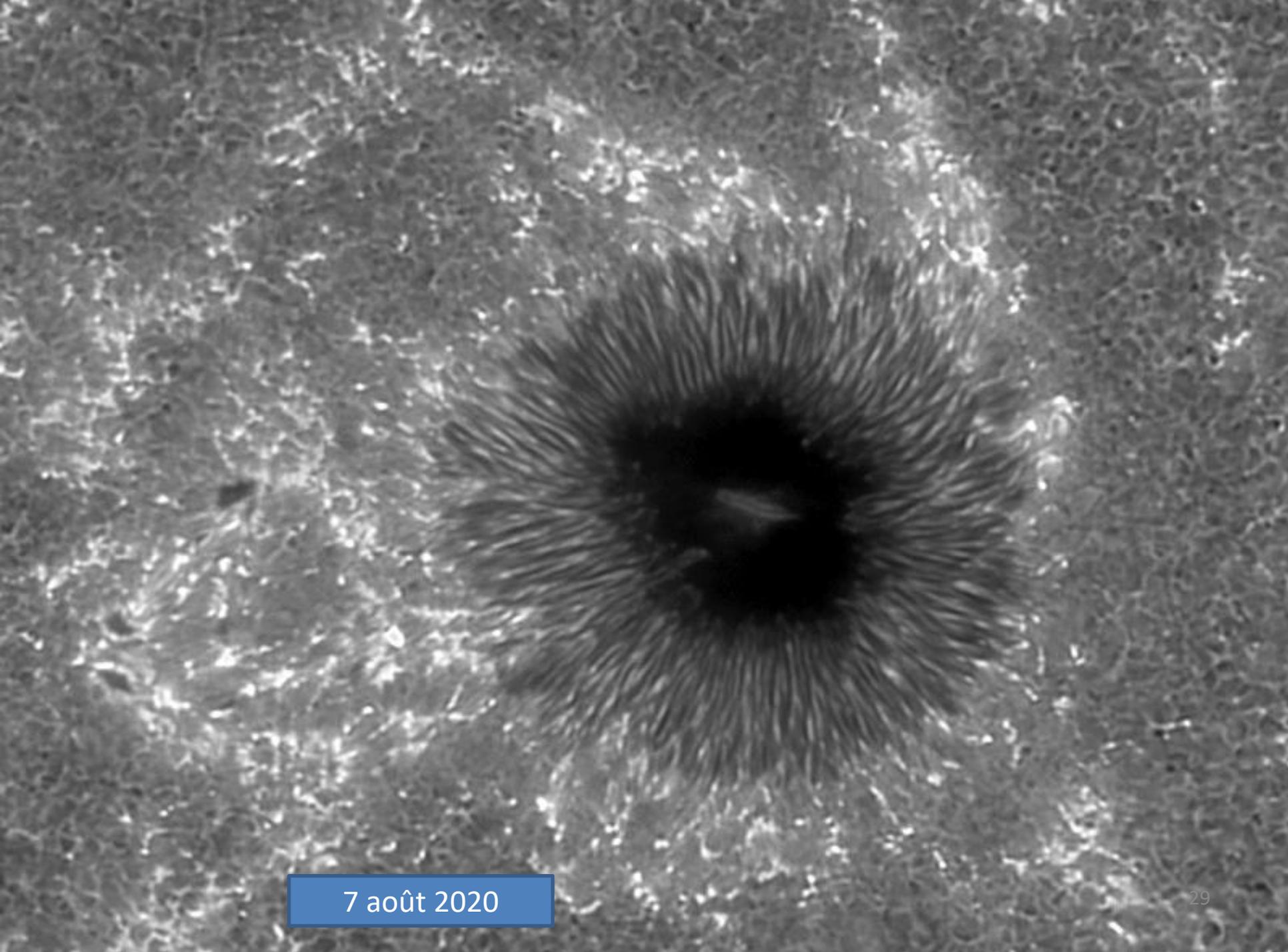


Lunette TOA 150 diaphragmée à 60 mm

# Ca K à la TOA 150

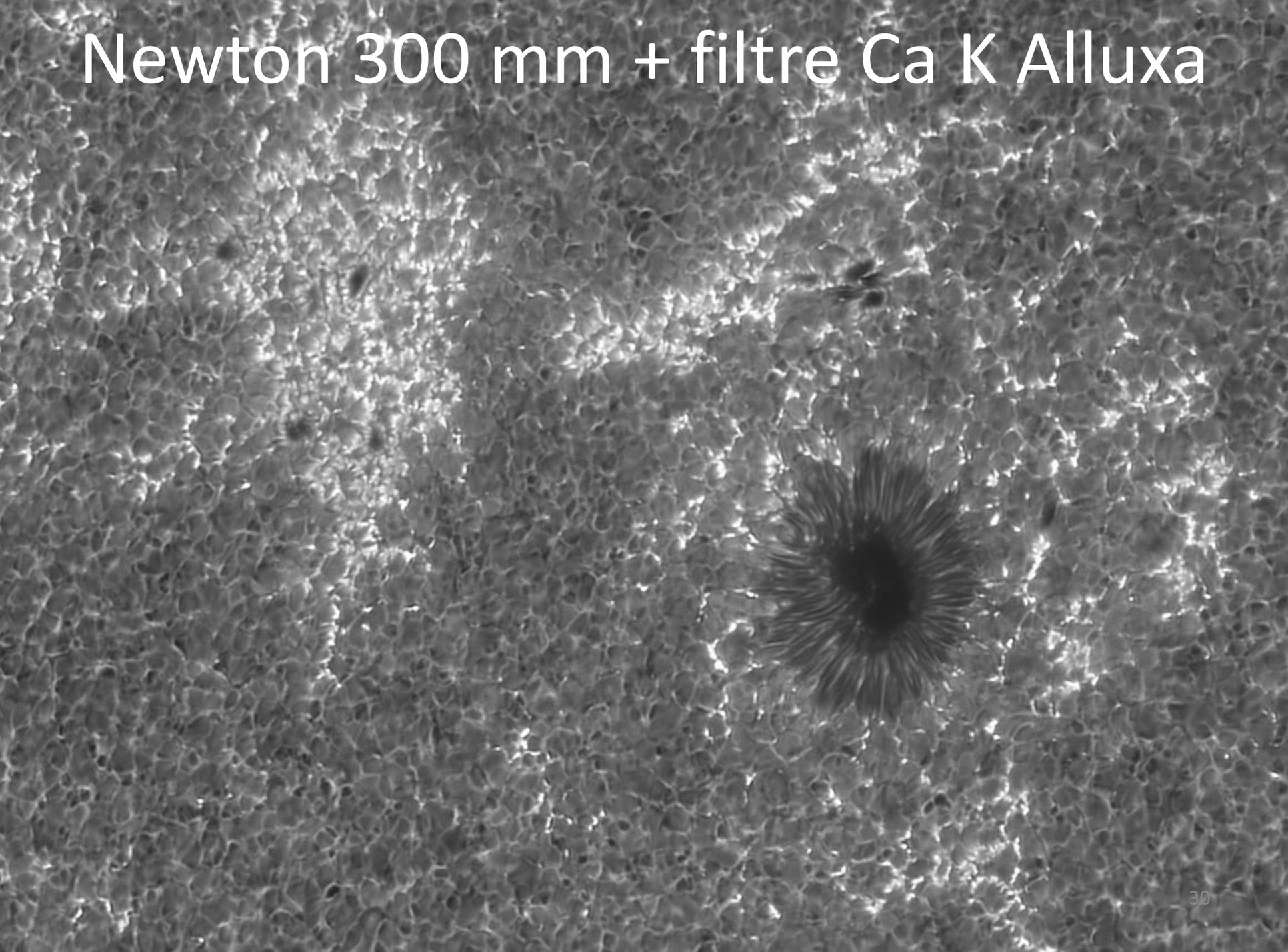


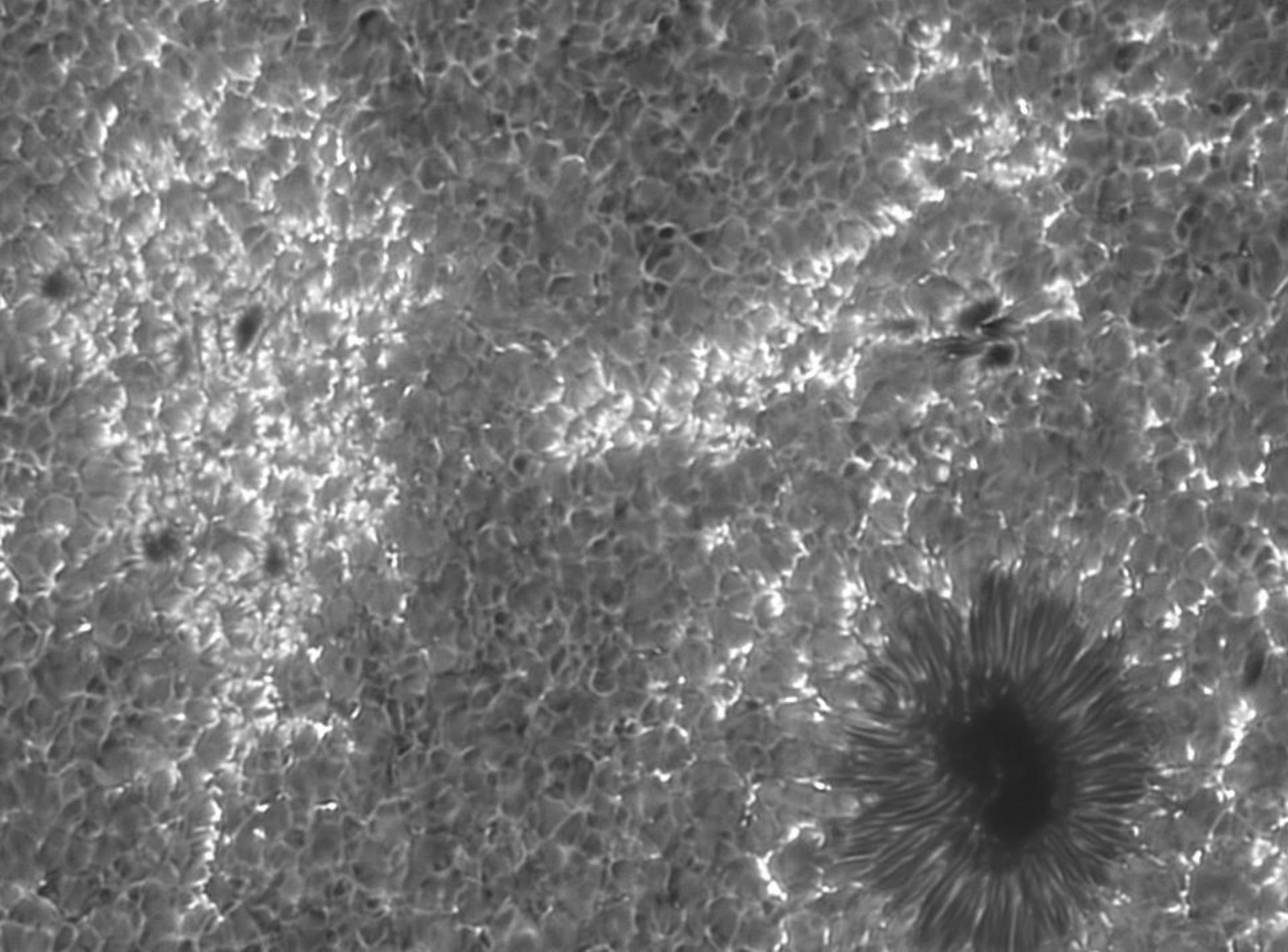
7 août 2020



7 août 2020

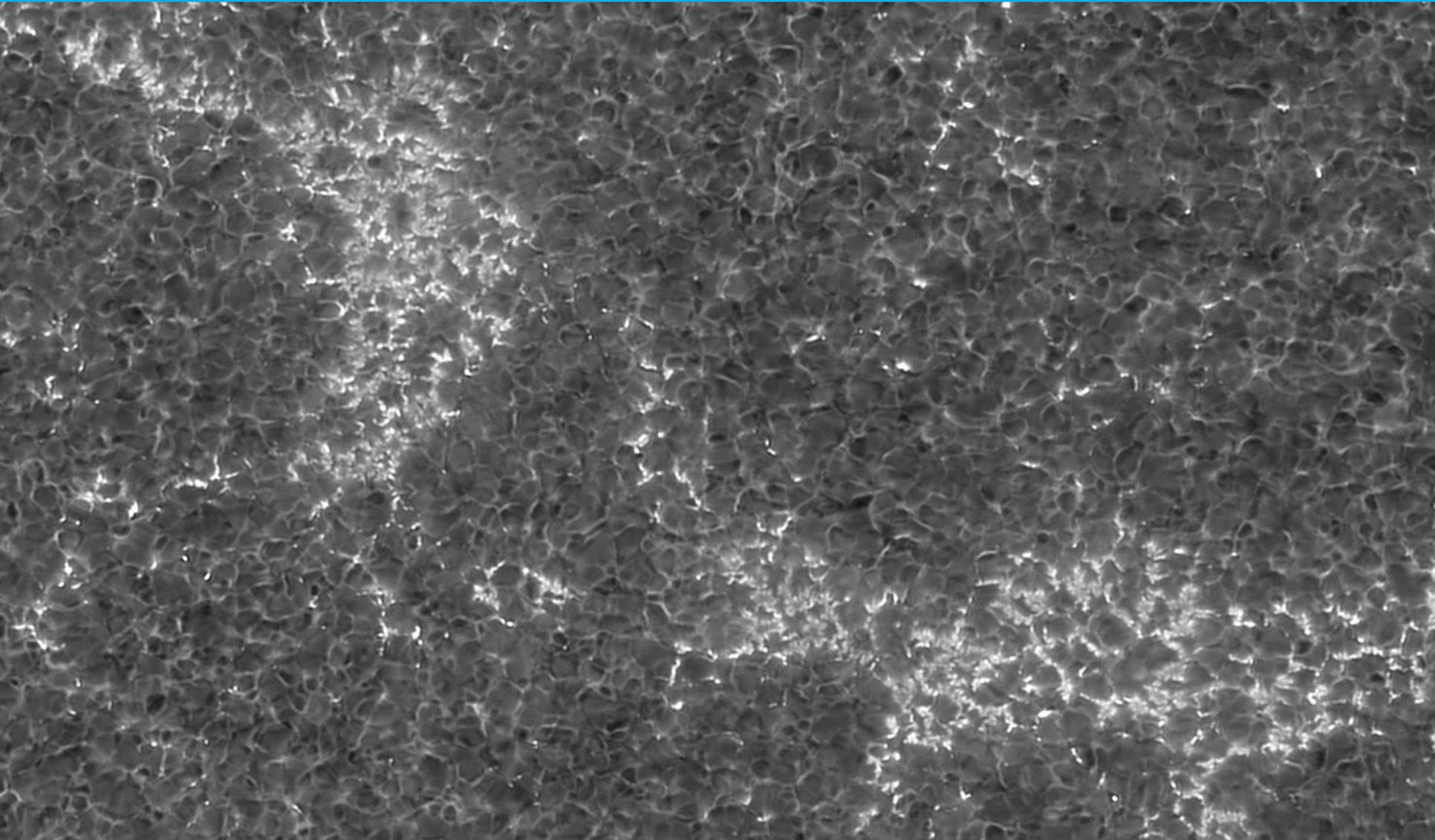
# Newton 300 mm + filtre Ca K Alluxa

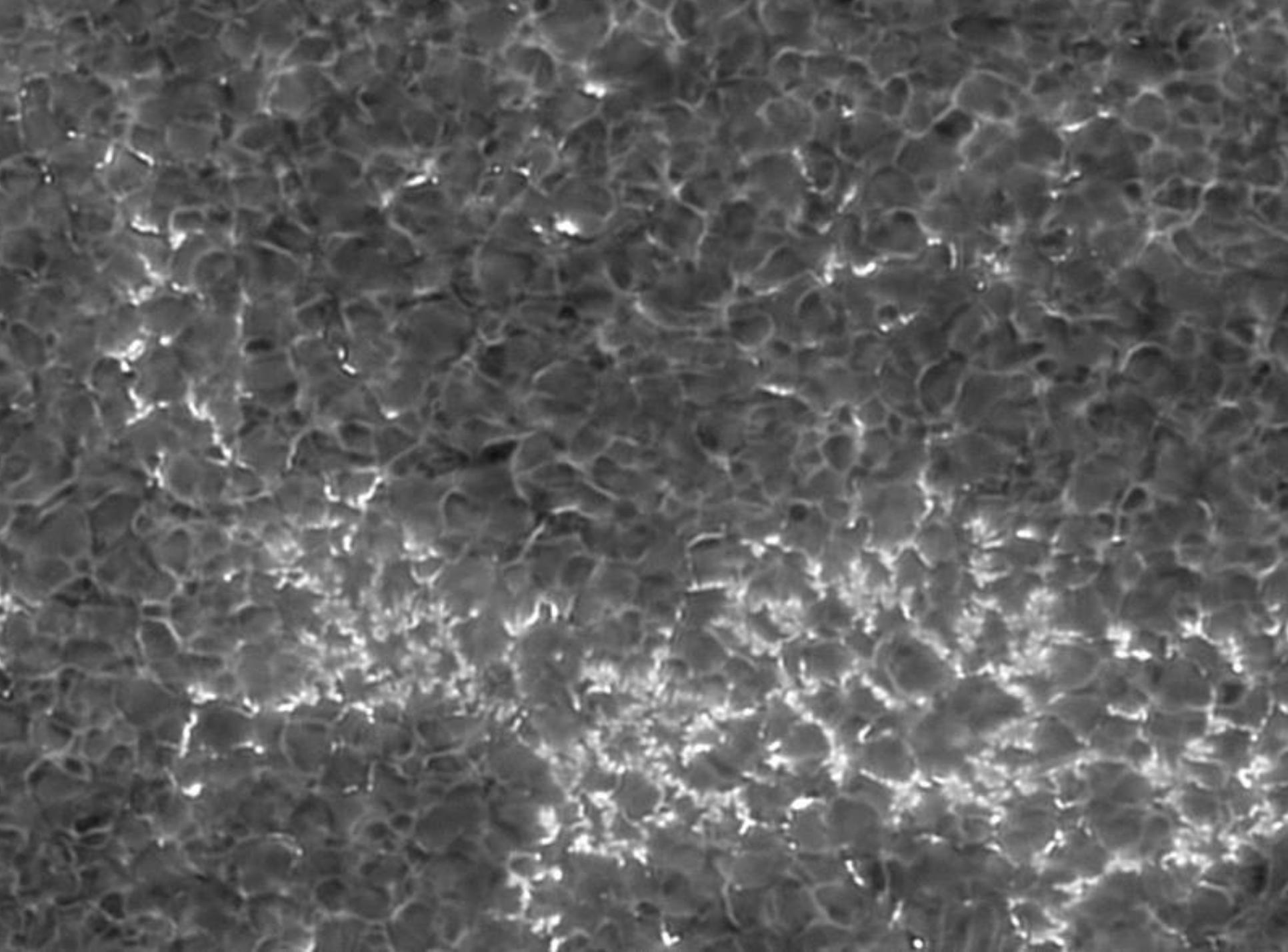




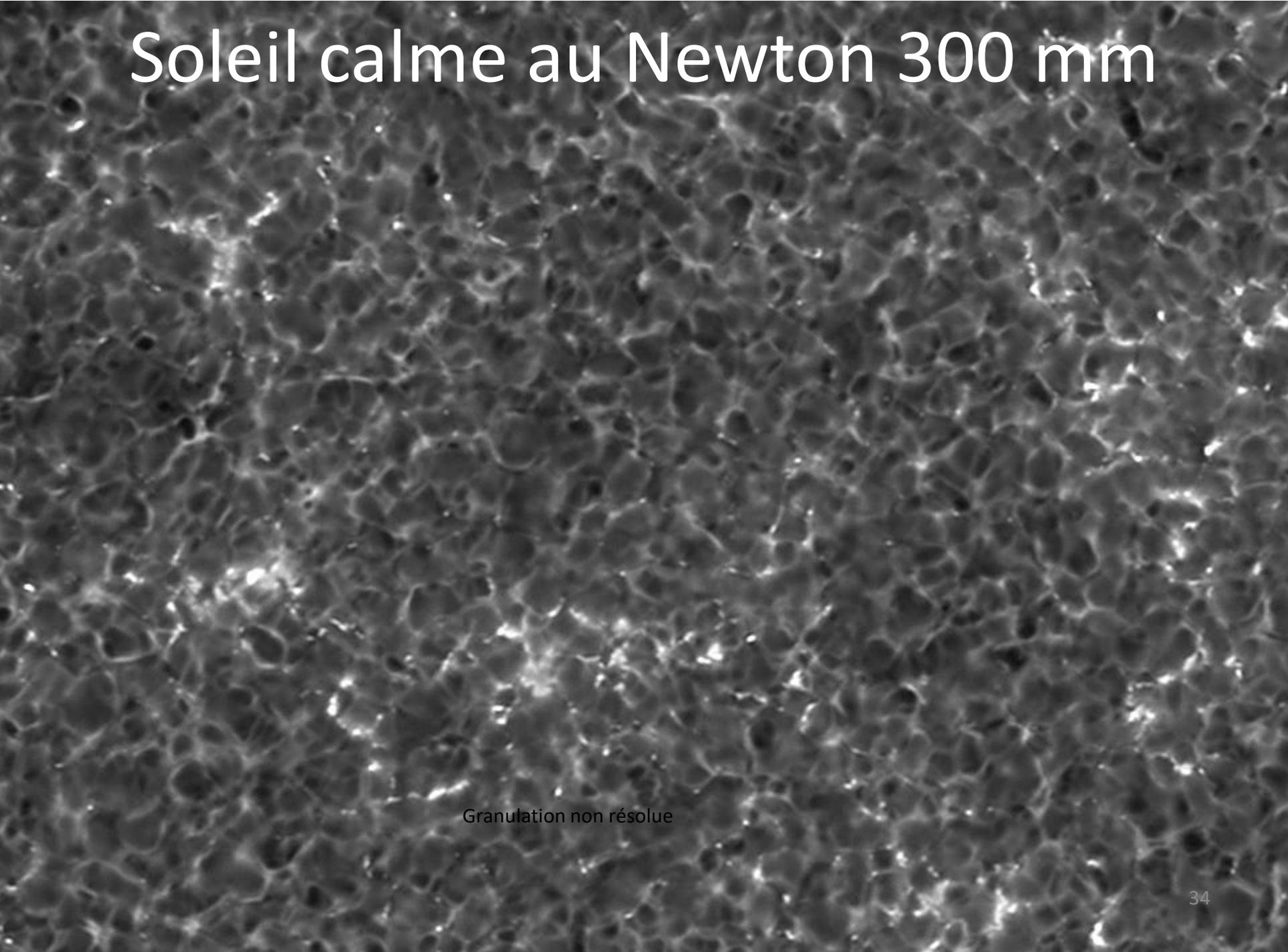
# Plages faculaires

Newton solaire 300 mm + filtre Alluxa





# Soleil calme au Newton 300 mm



Granulation non résolue

# Les grands diamètres en H $\alpha$



## Facteurs favorables :

- Seeing meilleur qu'en Ca K & H
- De nombreux types de filtres H $\alpha$  disponibles.

### 1 - Filtre ERF devant télescope ou lunette :

Baader : max 180 mm (280 mm ?), Aries : max 300 mm

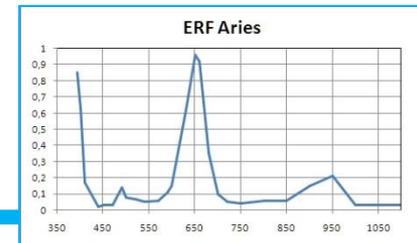
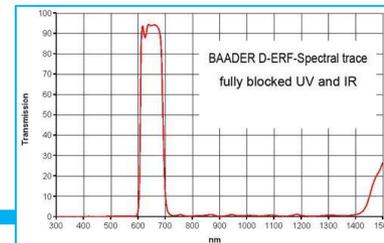
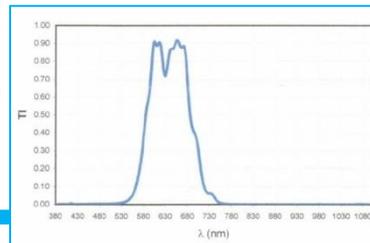
### 2 - Lunette avec filtre ERF interne (ratio min 50%) :

Max : lunette 250 mm (S. Deconihout).

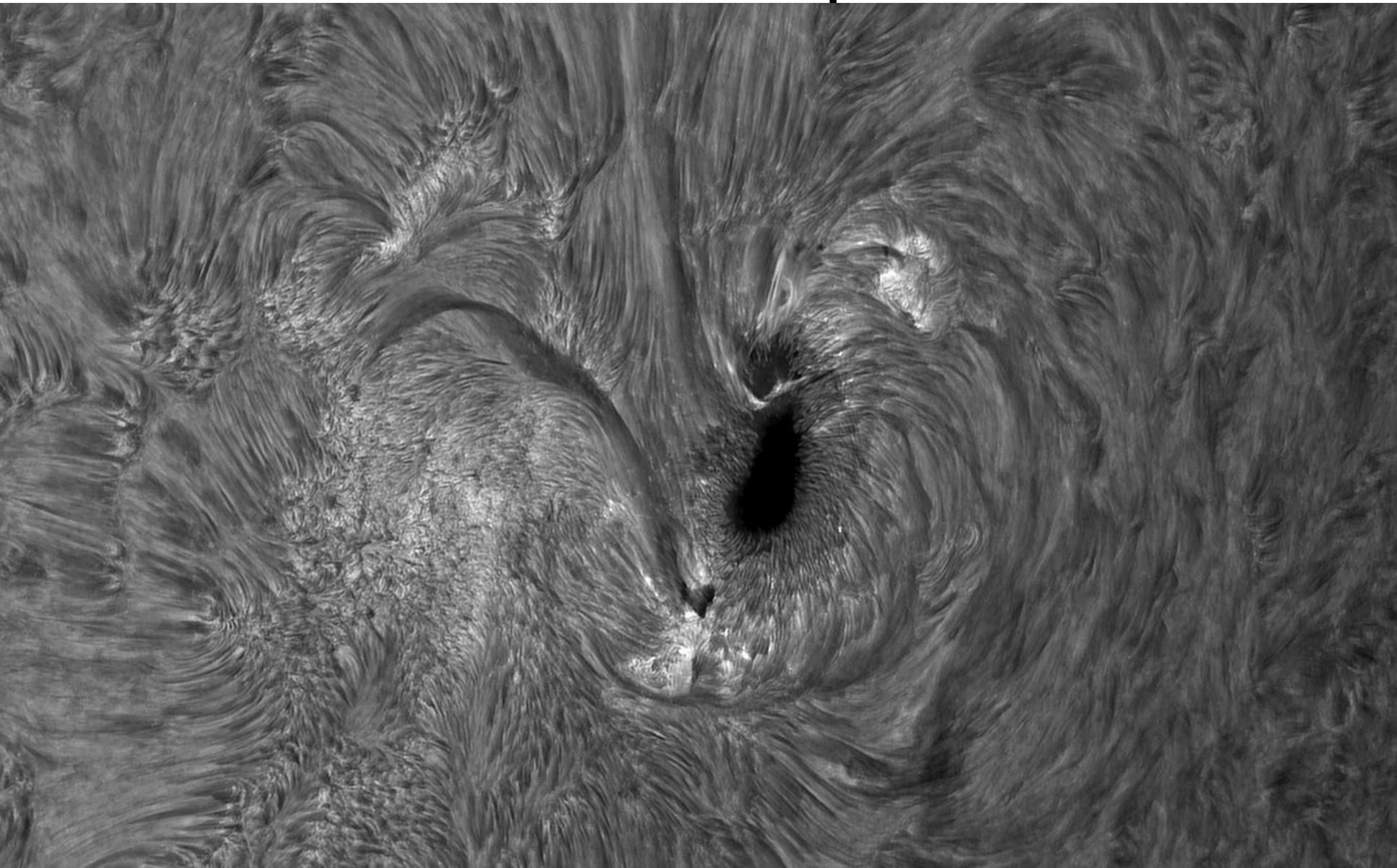
### 3 - Schmidt-Cassegrain à lame traitée ERF :

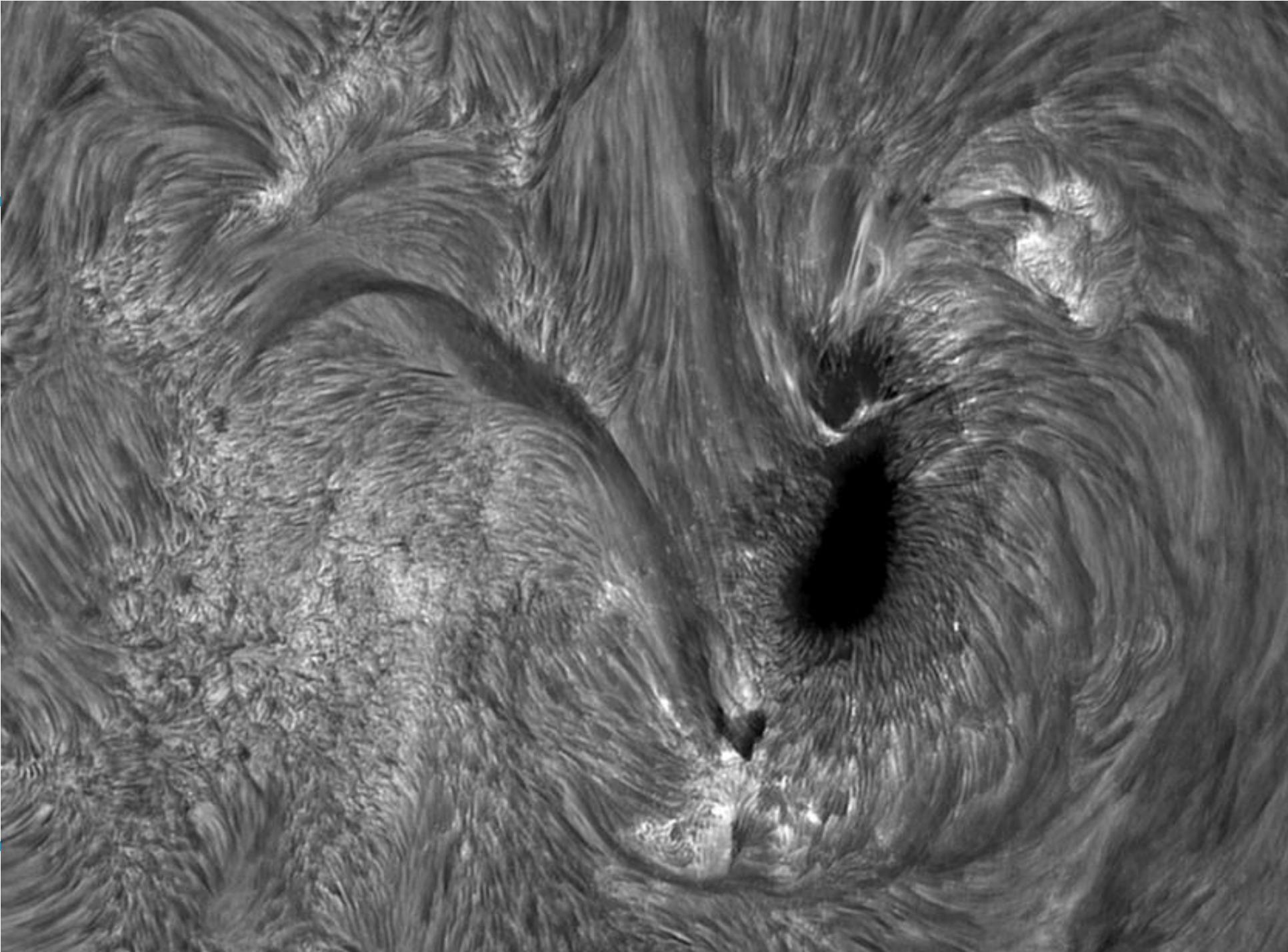
AiryLab Hat, max 280 mm (2015) – Baader Triband, max 210 mm ?

### 4 - Miroir traité ERF (MCM) : max 260 mm. A. Lhoest – 2015.



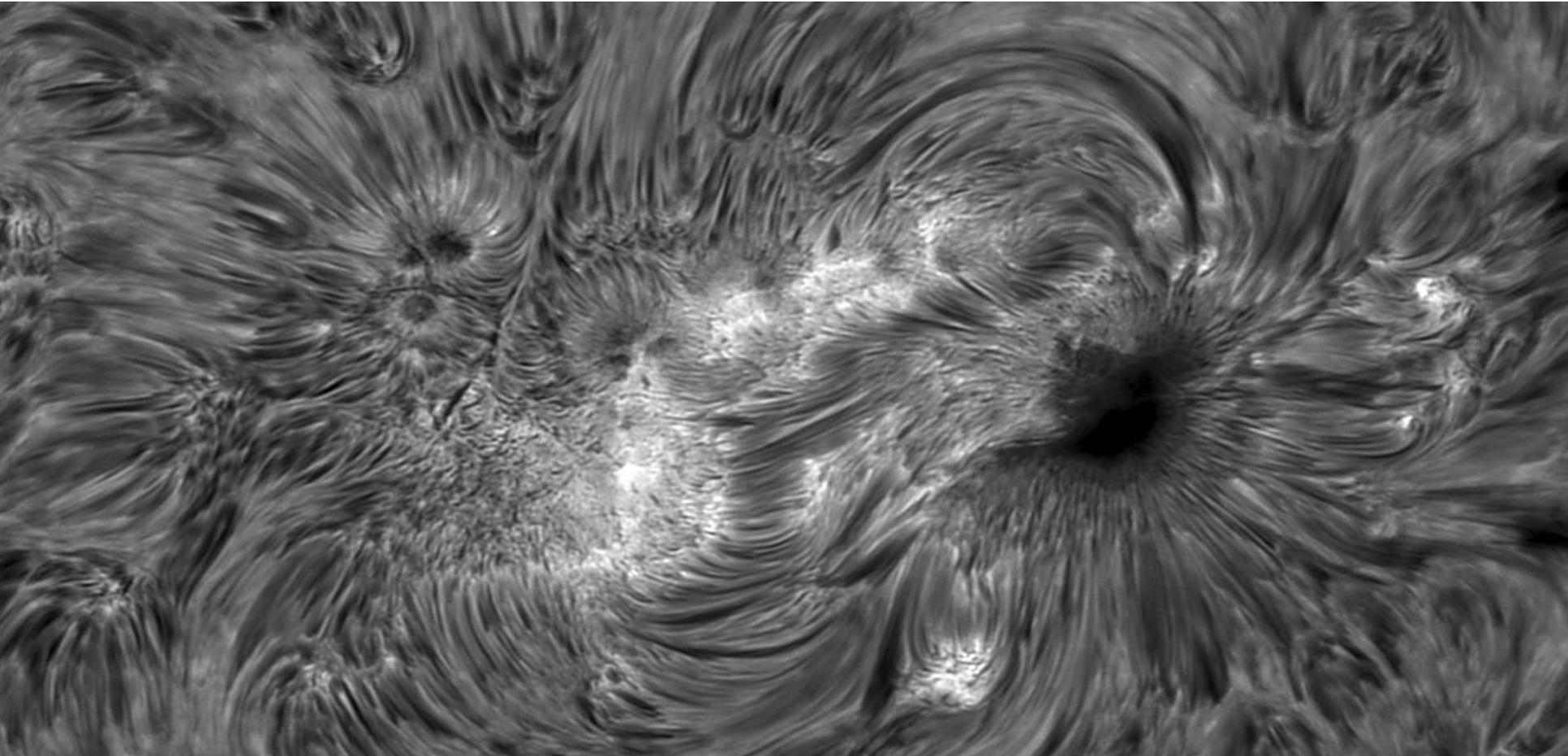
Hat 280 mm + SolarSpectrum 0.3A



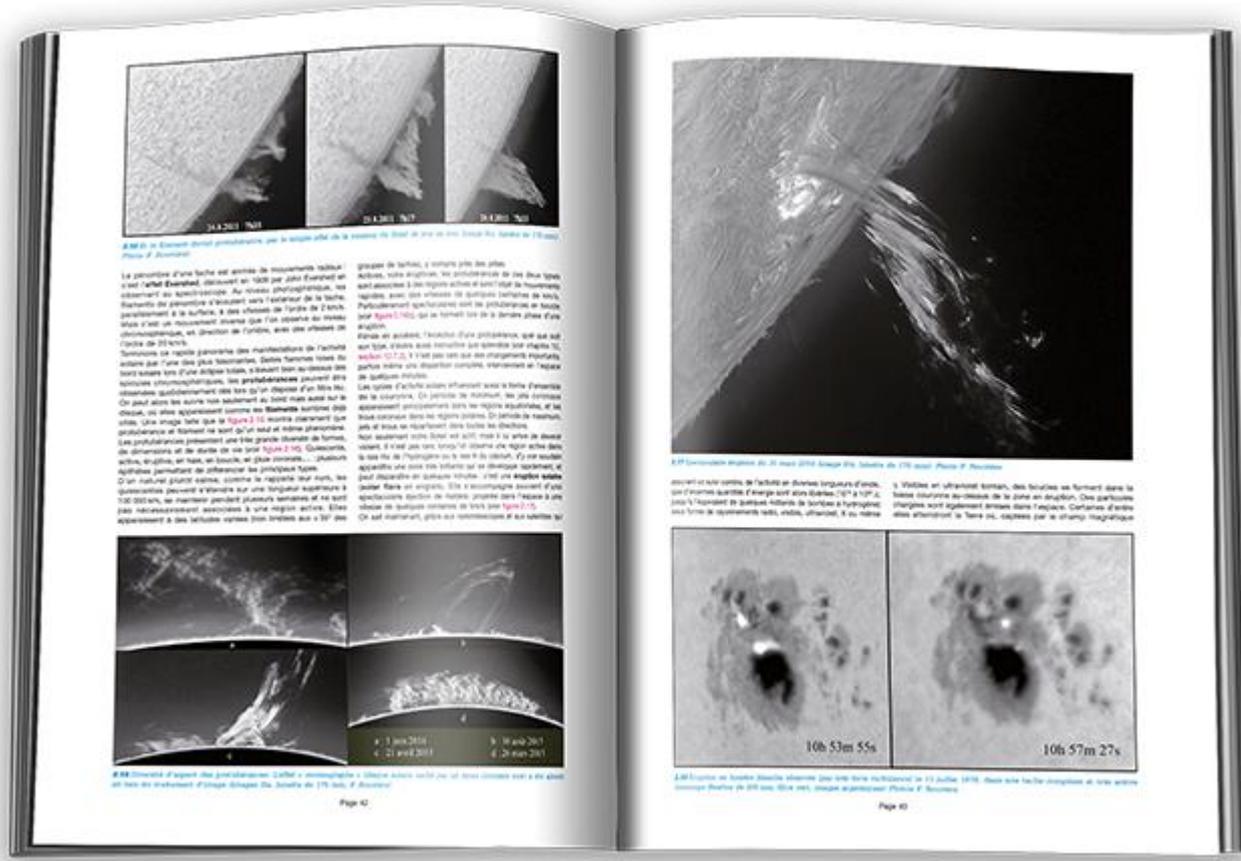


# Les filtres H $\alpha$ : un sujet en soit ...

- Filtres à lame de mica (DayStar, Solar Spectrum) ou à lame d'air (Lunt, Coronado) ?
- Montage télécentrique ou collimaté ? Intérêt du double stack ? Qualité réelle des filtres ?

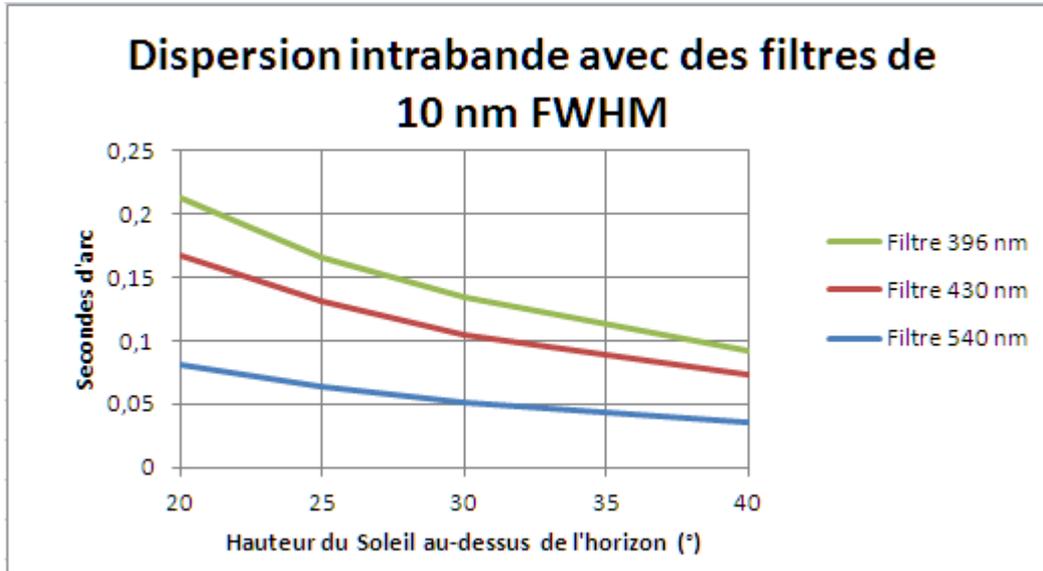


# Merci de votre attention ...



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

# Dispersion intrabande avec les filtres à bande étroite



**D = 200 mm : pas de problème, même si Soleil à 20° de hauteur.  
D = 300 mm, OK en bande G même à 20° de hauteur.  
Pas besoin de correcteur de dispersion atmosphérique.**

Pouvoir séparateur en secondes d'arc

Longueur d'onde (nm)	Diamètre (mm)	
	200	300
550	0,6	0,4
430	0,5	0,31
396	0,4	0,29

# Le Newton solaire de 300 mm

- Newton solaire Stellarzac de 300 mm.
- Primaire : silice fondue non aluminé.
- Polissage : M. Bonin, Skyvision, 17 nm rms.
- Secondaire Quartz Antares Optical  $\lambda/30$  P-V,  $\lambda/200$  rms (dans le rouge).
- 22% obstruction.
- Basler 1920-155
- Temps de pose < 2 ms.
- Echelle 0.11 arcsec/pixel.
- Addition de 7 à 30 images / 2400.
- Vidéos de 25 s / 8 bits.

