

# La haute résolution en imagerie solaire en visible et en UV

<http://www.astrosurf.com/viladrich/astro/soleil/soleil.html>

Avec les images de :  
Dany Cardoen – Serge Deconihoux- Père Josset – Pascal Paquereau - Wolfgang Lille - Arthur Whipple  
...



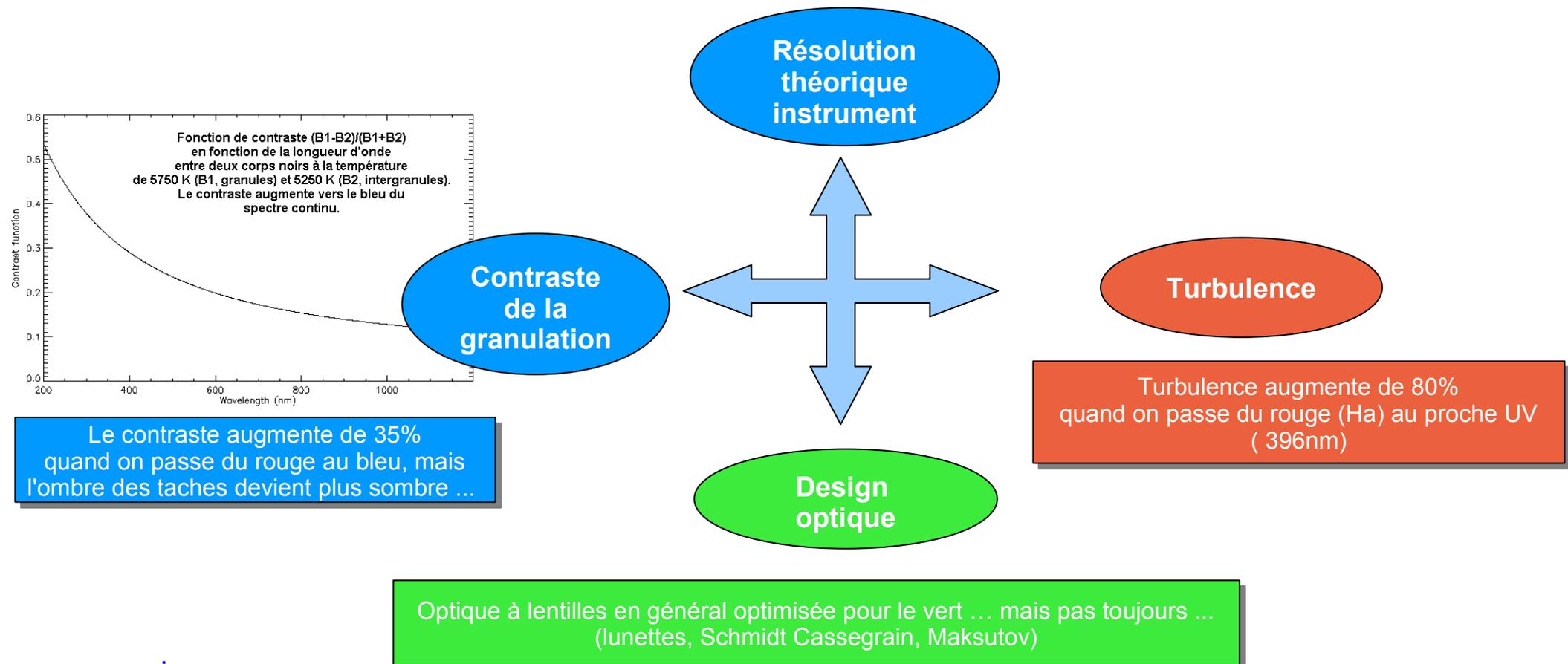
---

Quels filtres complémentaires pour la  
haute résolution solaire ?



# Le choix du filtre complémentaire : avantages et inconvénients ...

La résolution augmente de 64 %, quand on passe du rouge (Ha) au proche UV (K line – 396 nm)  
(une lunette de 150 mm devient équivalente à un télescope de 240 mm)



# Jusqu'à diamètre 150 mm à 200 mm: Avantage aux filtres vert ou bleu

Takahashi TOA 150 – Helioscope - Skynyx 2.1M

=> Aller vers le bleu permet de réduire la diffraction et d'augmenter le contraste

Filtre continuum – 540 nm FWHM 10 nm

Filtre K line – 396 nm FWHM 10 nm

# Diamètre 350 mm : avantage au filtre rouge

Pour réduire la turbulence :

La turbulence diminue avec la longueur d'onde :  $r_o \sim \lambda^{1.2}$

=> Réduction d'un facteur 1.22 quand on passe du vert au rouge

=> Réduction d'un facteur 1.80 quand on passe de l'UV (K Line) au rouge.

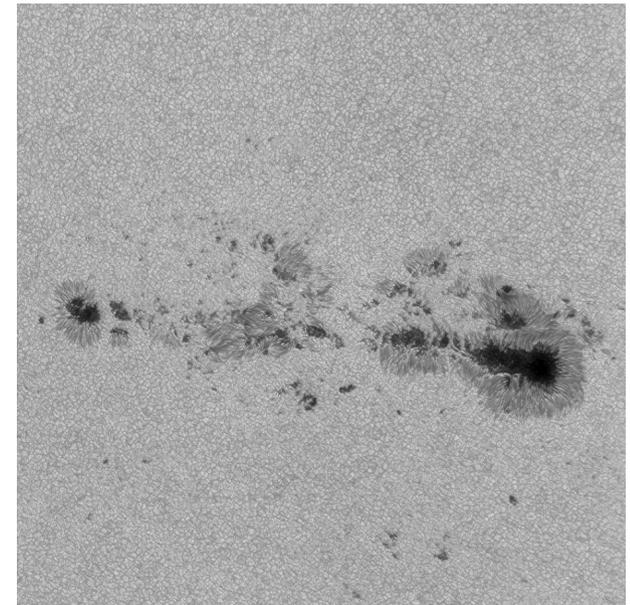
Le temps de cohérence (pour figer la turbulence) augmente aussi avec la longueur d'onde dans même ratio

=> De l'ordre de qq ms. Peut-être 5 ms au max ?

Autre intérêt du filtre rouge :

Permet de ne pas trop assombrir l'ombre des taches et ainsi que détecter plus facilement les "ombral dots".

Filtre vert pour les conditions exceptionnelles ...

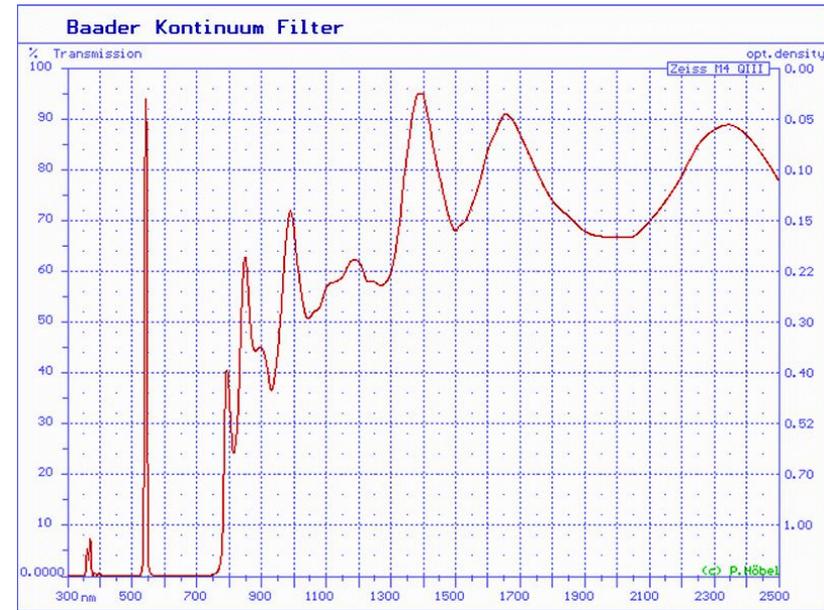
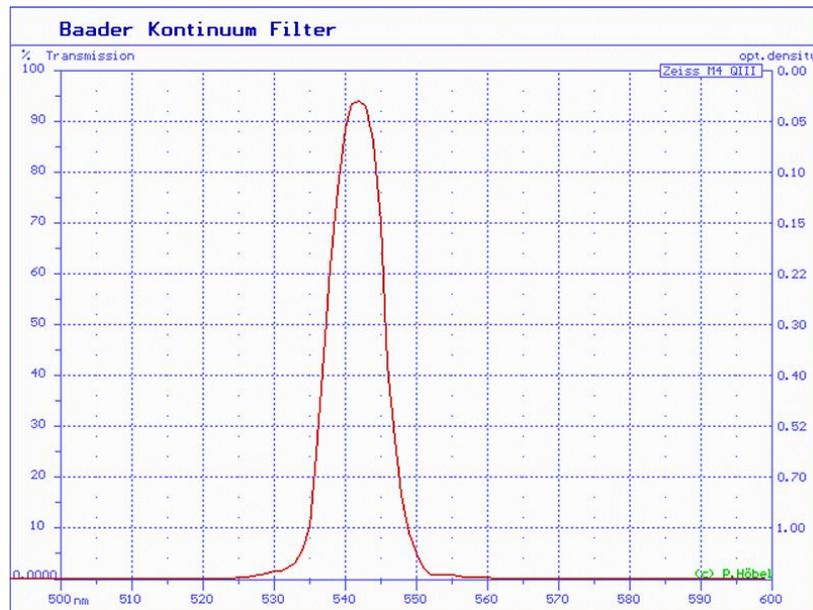


# Les filtres à bandes étroites : continuum et K line



# Le filtre Baader "continuum"

- Couleur verte :  $\lambda = 540 \text{ nm}$  et FWHM = 10 nm
- Bon contraste pour granulation, taches et facules.
- Légère réduction de la turbulence par rapport à V "classique", et réduction de la dispersion atmosphérique.
- **Aucun intérêt à "stacker" ce filtre**, car le "continuum" ne correspond à aucune raie solaire !!!
- Fuite dans l'IR => ajout filtre anti-IR nécessaire



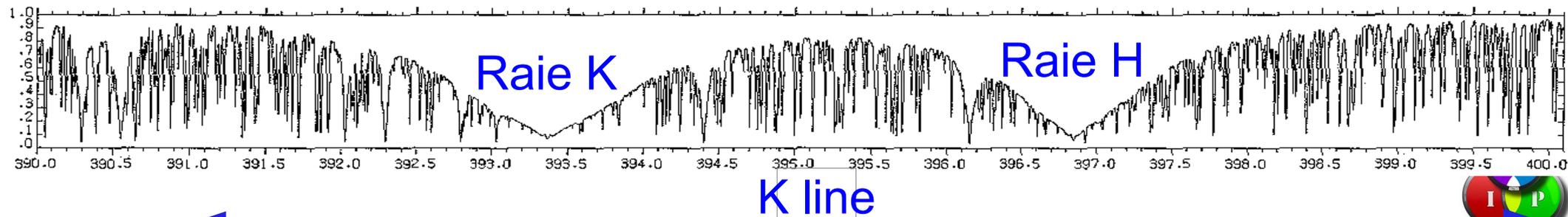
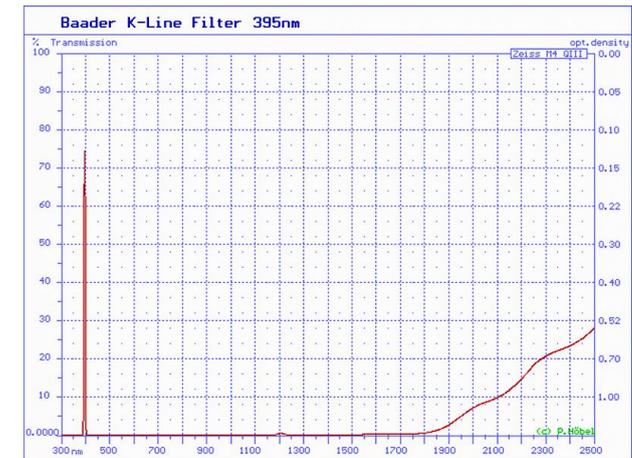
# Le filtre Baader K-line

- Proche UV :  $\lambda = 396 \text{ nm}$  - FWHM 10 nm
- Très bon blocage de l'IR
- Fort contraste sur la granulation (trop sur les taches?)

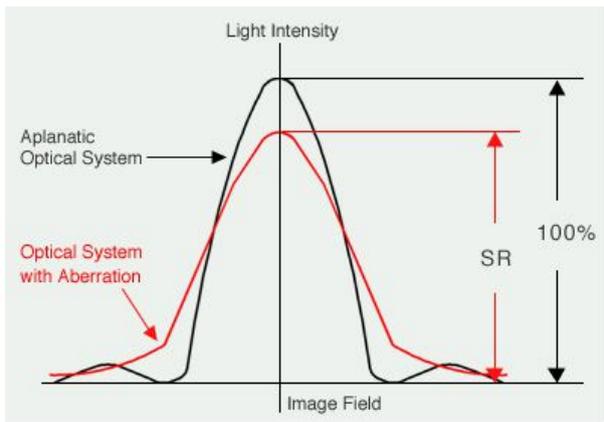
→ Difficultés de mise en œuvre du K-line :

- Effet transparence de l'atmosphère assez marqué.
- Turbulence 45% plus forte que dans continuum.
- Capteurs 50% moins sensible dans UV que dans vert.
- Réduction des performances de l'optique dans l'UV ?

→ A ne pas confondre avec un filtre Ca K !!

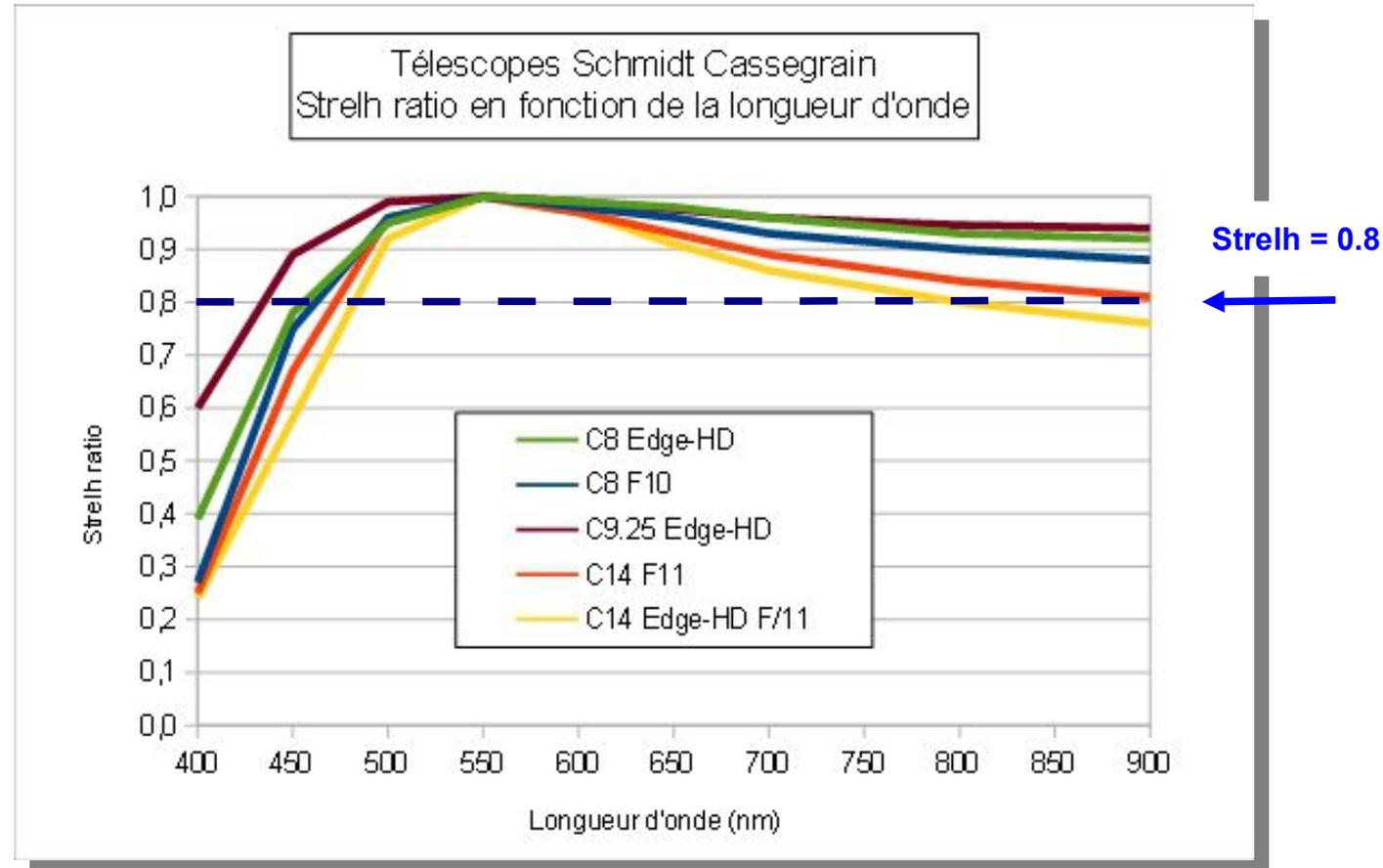


# Performances théoriques des Schmidt-Cassegrain dans le bleu / UV ...



Optique limitée par la diffraction quand (critère de Rayleigh) :

P-V  $< \lambda / 4$   
 Strehl  $> 0.8$   
 rms  $< 0.07 \lambda$



---

La turbulence reste le problème n°1...



# Turbulence : se prémunir de la turbulence de sol



Dutch Open Telescope – La Palma  
D= 45 cm - H = 15 m – vent 2 à 20 m/s

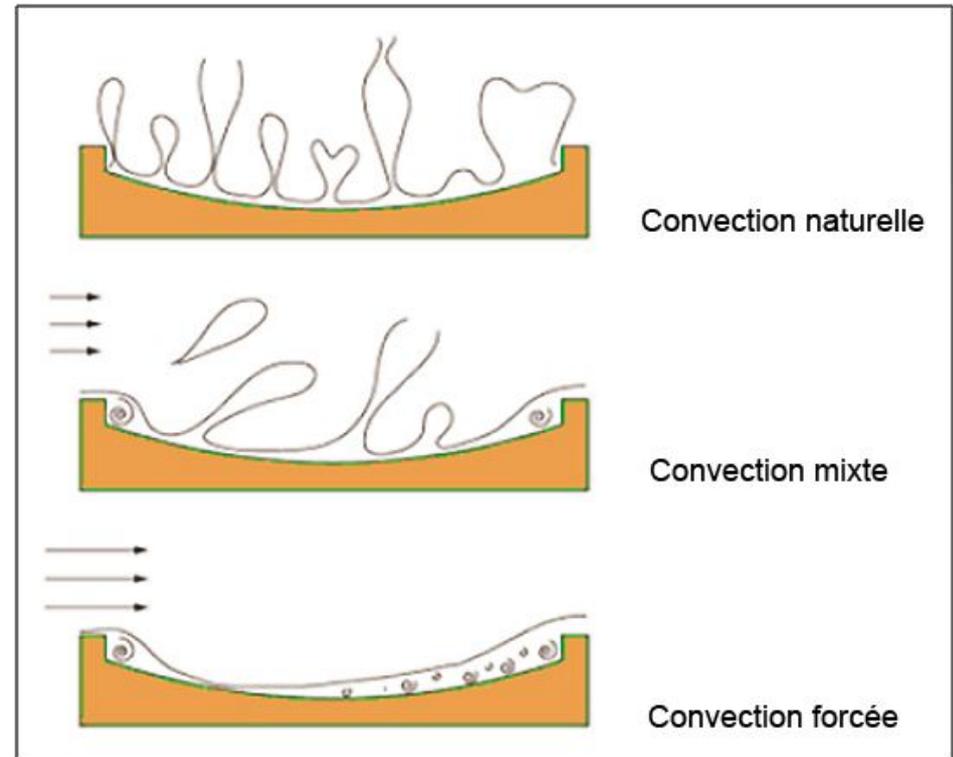
Effet stabilisateur des masses d'eau :  
Big Bear – USA (D = 1.6m)



- Être entouré de verdure.
- Éviter sol accumulant chaleur (béton, goudron, etc)
- Limiter échauffement du tube.

# Le jour ... un peu de vent ne nuit ...

- Le vent diminution l'épaisseur de la couche limite.
- Phénomène identique à ventilation latérale sur les miroirs
- A condition que le vent soit laminaire (pas d'effet de sillage)



# A quelle heure observer ?

→ Très dépendant du site. Situations les plus favorables en général: matin avec soleil encore bas et sol encore "pas trop chaud", ou autour du méridien (-2 h à +1 h) avec soleil au plus haut, ou fin après midi...

→ L'après midi : n'est général pas bon

Lac de Big Bear : seeing meilleur au méridien

Évolution du seeing sur 1h15 mn  
(une image toutes les 3 s)

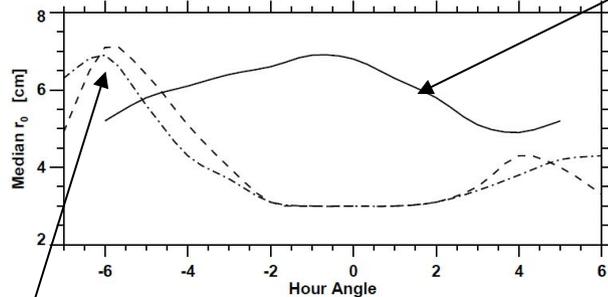
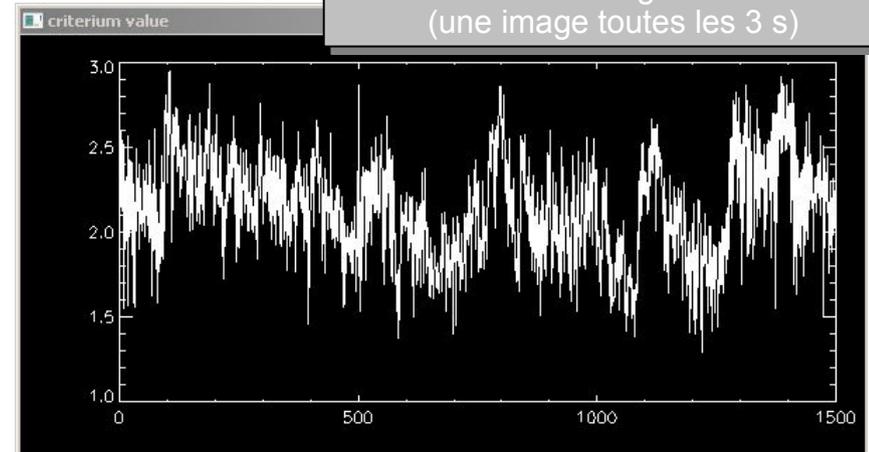


Figure 1. Seeing characteristics at selected sites for high-resolution solar observations (BBSO: solid, La Palma, Canary Islands: dashed-dotted and Haleakala, Maui: dashed).

Autres sites : seeing meilleur le matin, puis fin ap/midi



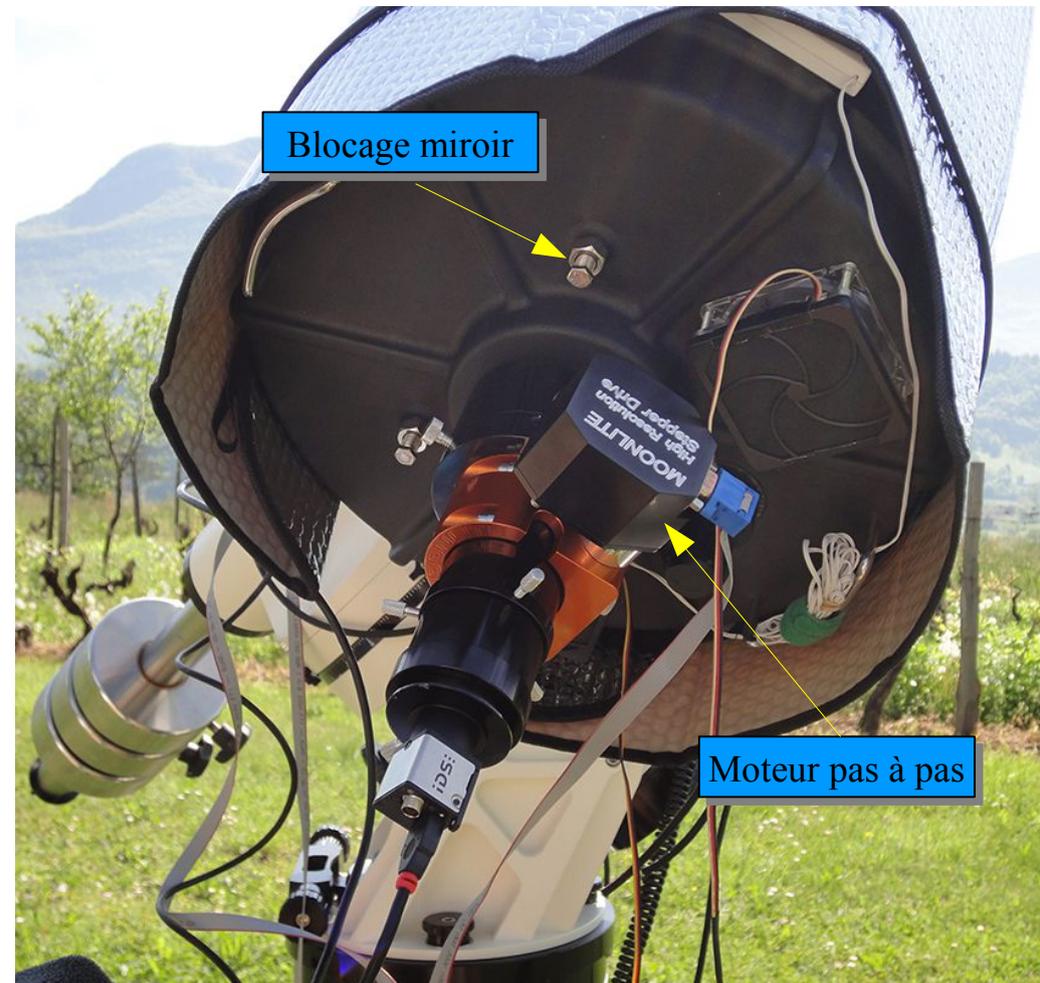
→ Au final ... il faut surveiller l'évolution du seeing en permanence.

→ A quand un logiciel qui déclenche automatiquement acquisition quand la qualité des images est bonne ?

→ Ou bien déclenchement acquisition par un seeing monitor solaire (scintillomètre) ?

# Turbulence et acquisition ...

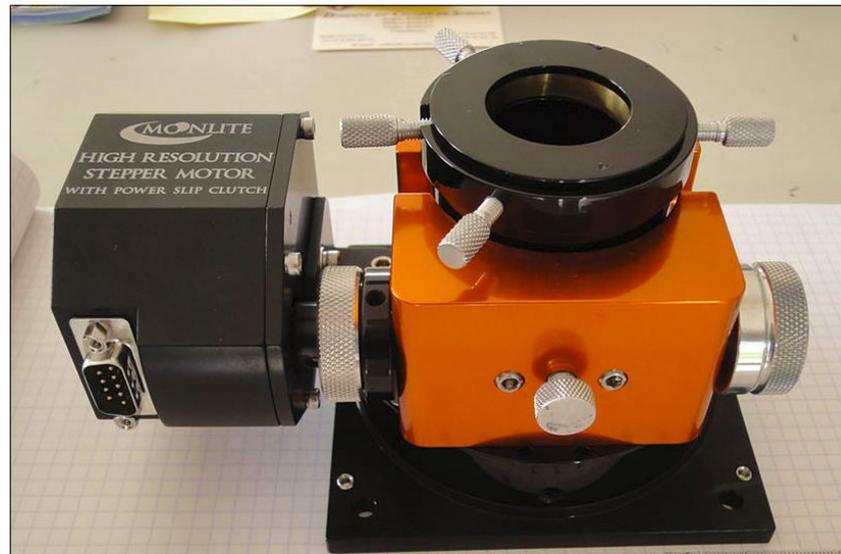
- Lucky imaging : prendre un nombre maximal d'images en un minimum de temps.
- Intérêt caméras "rapides". Ex IDS3370 ou Lumenera Lt424, 90 images/s.
- Temps de pose inférieur à temps de cohérence ( $< 5$  ms)
- Durée acquisition max (limité par évolution granulation) :
  - 25 s pour  $D = 350$  mm,
  - 45 s pour  $D = 150$  mm.
- Tri sévère des images : 5% conservées
- Intérêt d'avoir une caméra à fort S/N (demande moins d'images à additionner)
- Travailler avec filtre à bande étroite (FWHM 10 nm) si suffisamment de lumière afin de réduire dispersion atmosphérique (et un peu la turbulence)



# Méthodes de mise au point

Avantage d'un système gradué (comparateur à cadran, moteur pas à pas, ...) :

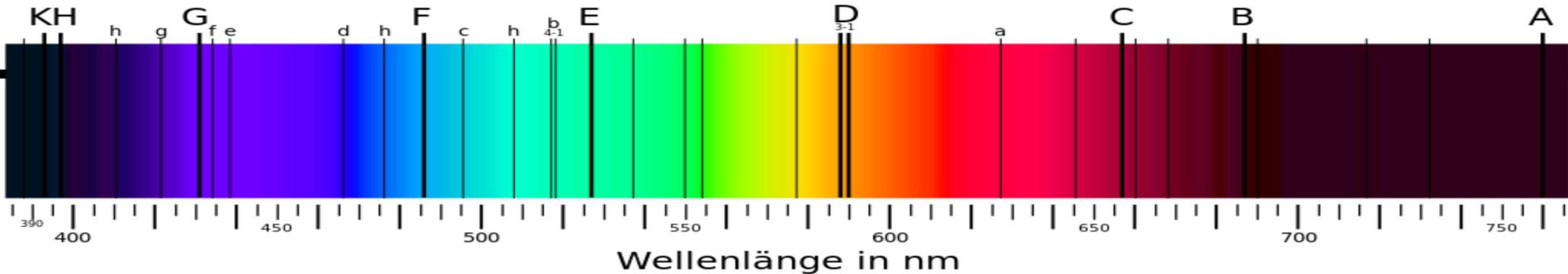
- Réglage par encadrement successif de la zone de netteté, ou moyenne de trop mise au point successives.
- A refaire régulièrement car varie en fonction de l'évolution de la température.
- Si motorisée : peut-être affinée en cours d'acquisition en profitant des trous de turbulence.



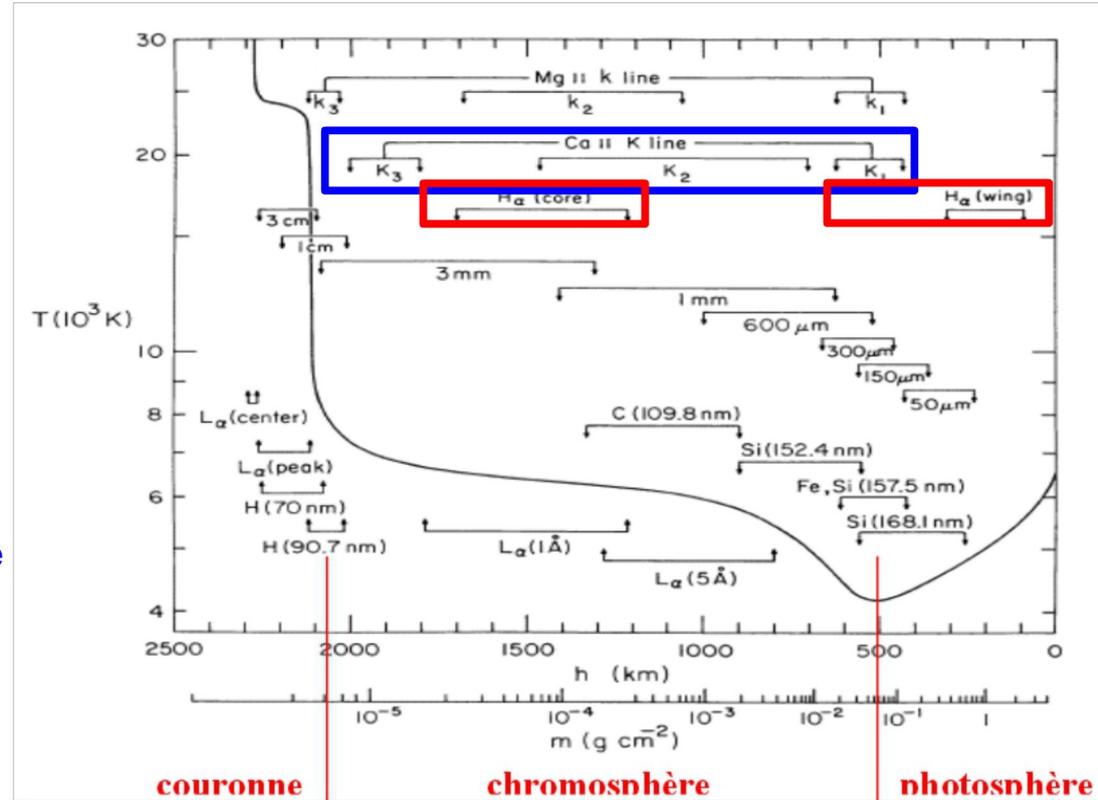
# Imagerie en proche UV : K line et Ca K

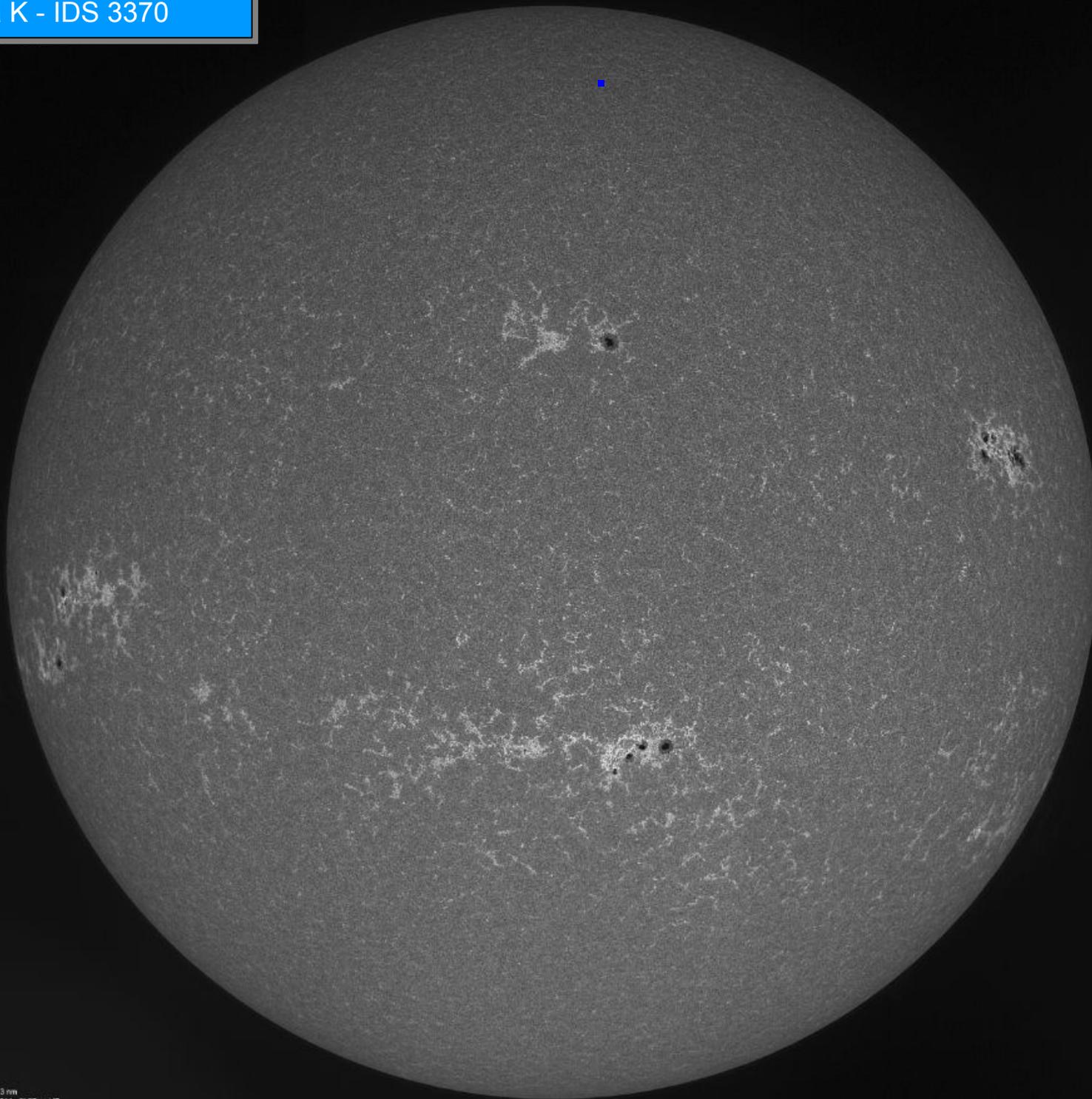


# Le K line n'est pas le Ca K ...

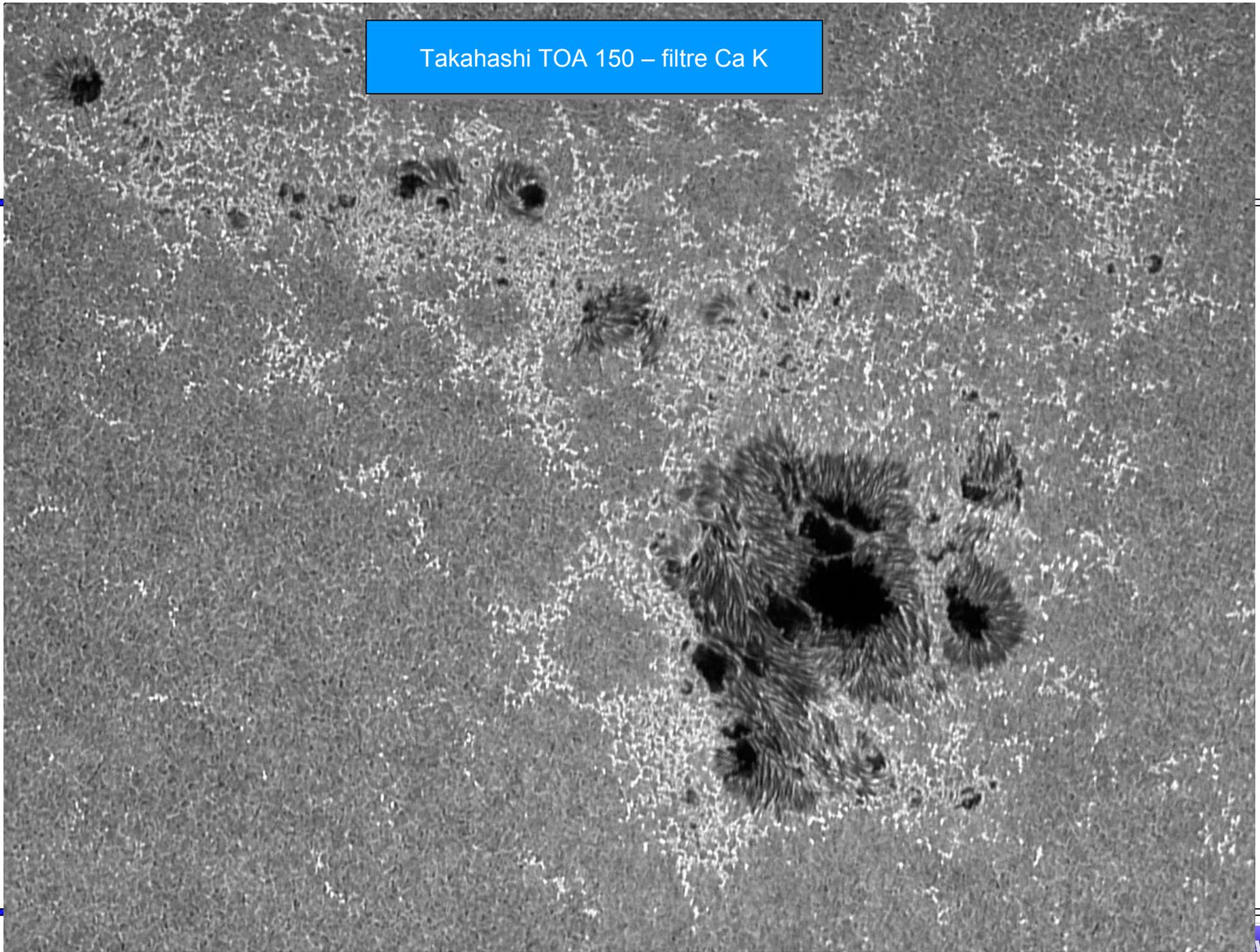


- Ca K (et H) : bandes d'absorption de la chromosphère
- Ca K : 393.38 nm – FWHM = 0.2 à 0.5 nm, soit 20 à 50 fois plus étroit que filtre K- line
- Fabricants : Daystar, Lunt, Solar Spectrum, Barr Associates (Coronado?)
- Plus difficile à mettre en œuvre en Haute Résolution que le K line, car le manque de lumière conduit à des temps de pose "importants" (10 – 20 ms).





Takahashi TOA 150 – filtre Ca K



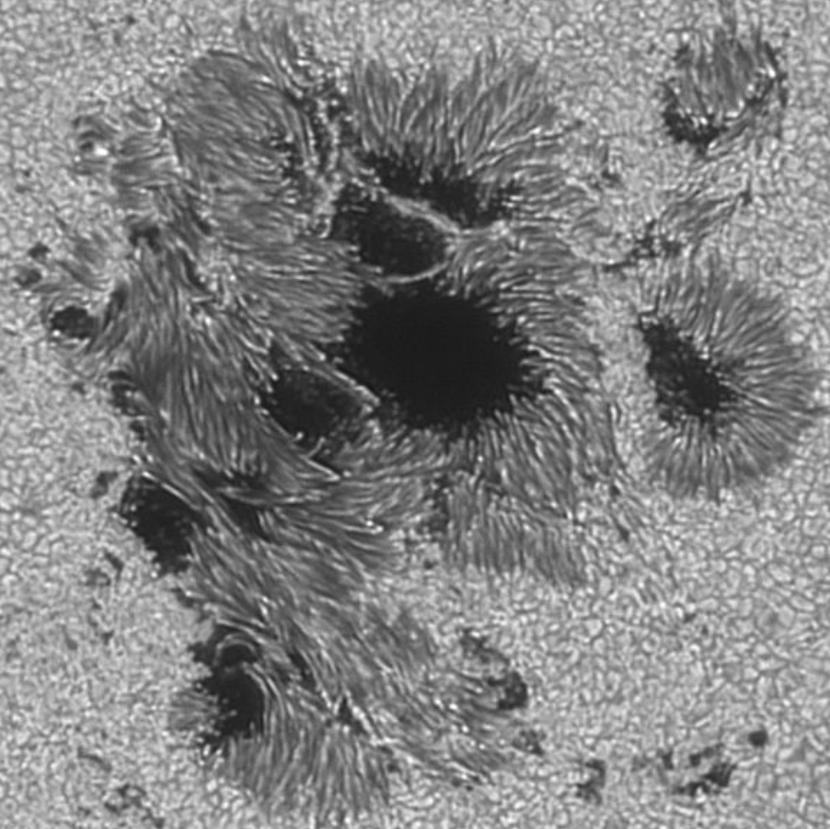
N  
EW  
S

AR1476 - 11 May 2012 - 11h27mn20s UT - Takahashi TOA 150 - Ca K 393.3 nm FWHM = 0.24 nm - Baader Hershell - Taka X1.5 ED and APM X1.8 ED  
Approximate scale = 0.23 arcsec / pixel - Skynyx 2.1M camera - gain = 4.8 - Exposure = 60 x 10.7 ms - 12 bits acquisition

Christian Viladrich



Takahashi TOA 150 – filtre K line

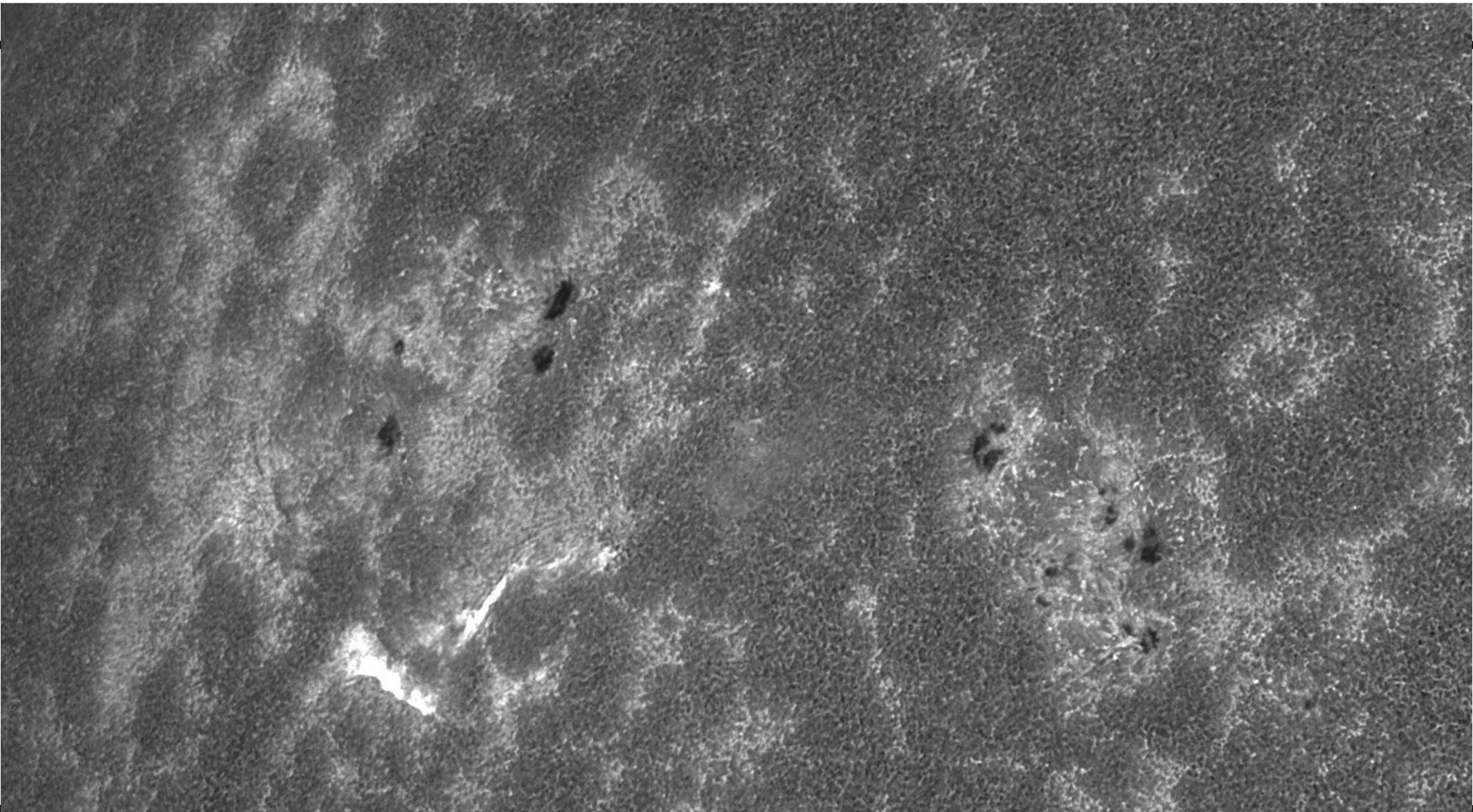


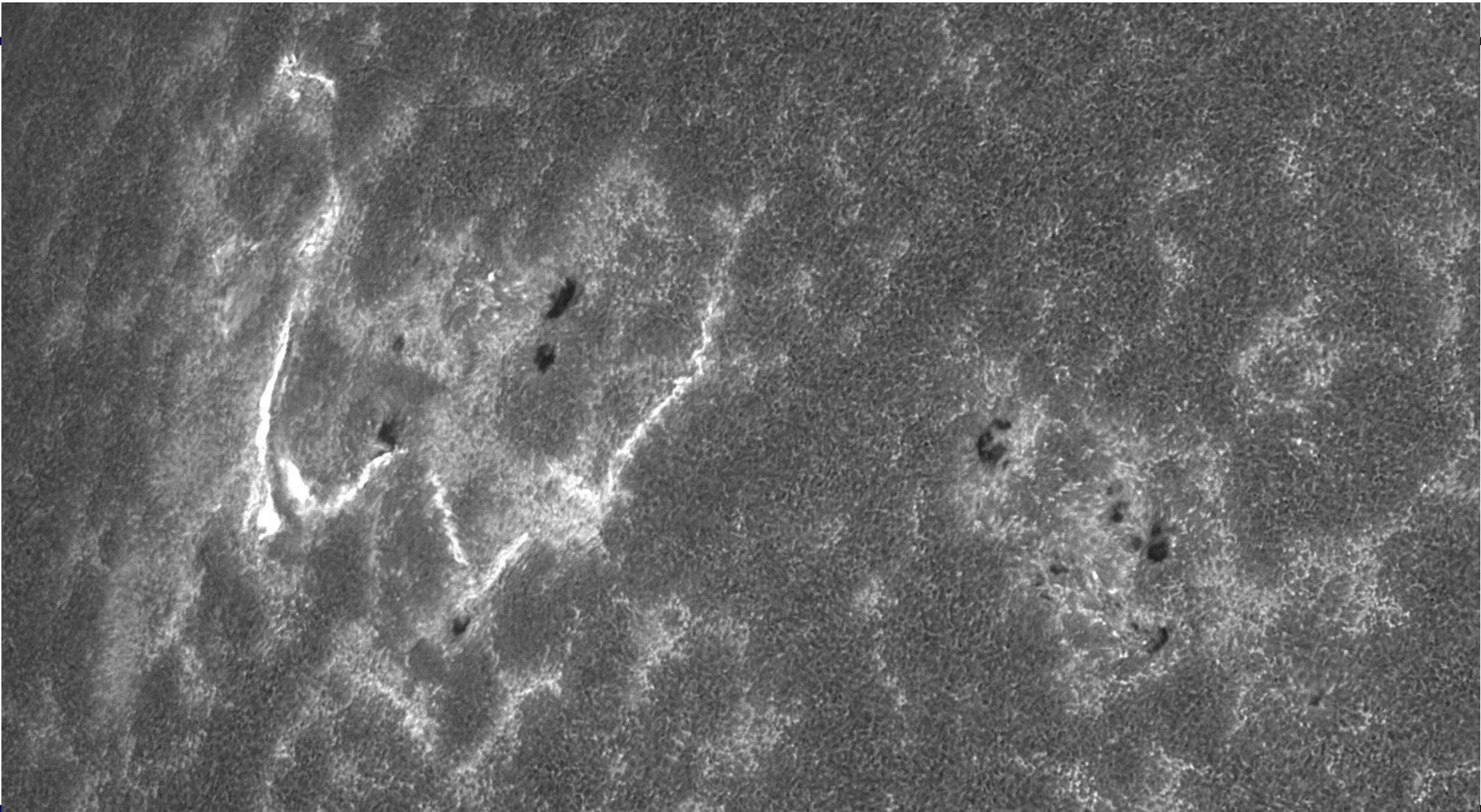
N  
E W  
S

AR1476 - 11 May 2012 - 9h59 mn UT - Takahashi TOA 150 - K line filter (396 nm FWHM = 10 nm - Baader helioscope and FFC  
Approximate scale 0.17 arcsec/pixel - Skynyx 2.1M camera - gain = 1 - exposure = 30 x 0.88 ms - 12 bits acquisition  
Christian Viladrich



■





---

Et pour le logiciel de traitement :  
Autostakkert 2



# Quelle valeur pour AP size ?

AP size fixe indirectement le nombre de points de registration :

Si AP size = 100 pixels, cela signifie que :

→ les cellules de "registration" font 100 x 100 pixels (centrées sur les points de registration),

→ les cellules pour la mesure de la "qualité" font 200 x 200 pixels (centrées sur les points de registration).

Quelle valeur utiliser ?

Ne pas choisir des valeurs trop petites, sinon difficulté pour mesurer la qualité dans ces cellules trop petites.

→ 80 à 100 pixels constitue une bonne base de départ.





Merci de votre attention

Des questions ?

En français : [liste Yahoo Astrosoleil](#)  
En anglais : [liste Yahoo Solar-ALPO](#)

