

Imagerie solaire HR

ROS 2026

Thierry Legault

<http://www.astrophoto.fr>

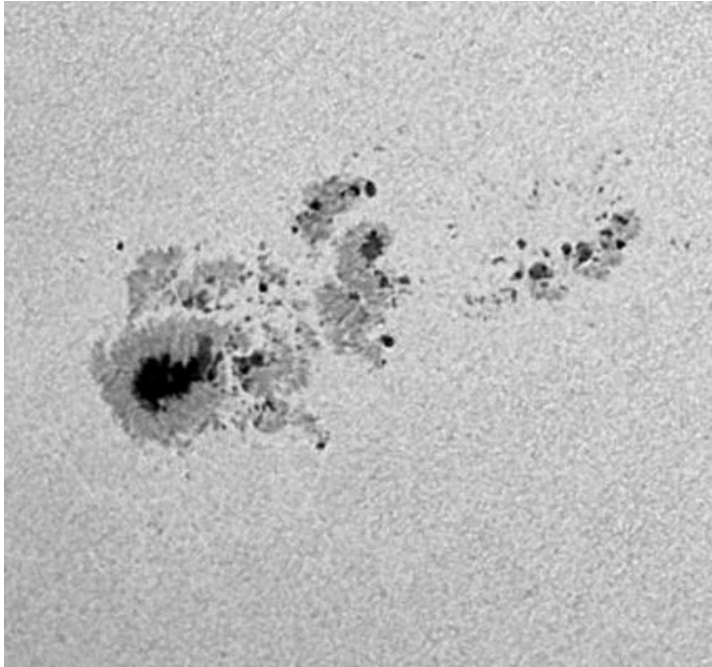
« haute résolution » en solaire ?

- Deux idées communes en astronomie :
 - Plus de diamètre est bénéfique*
 - Un instrument de plus de 100-120 mm est inutile en solaire*

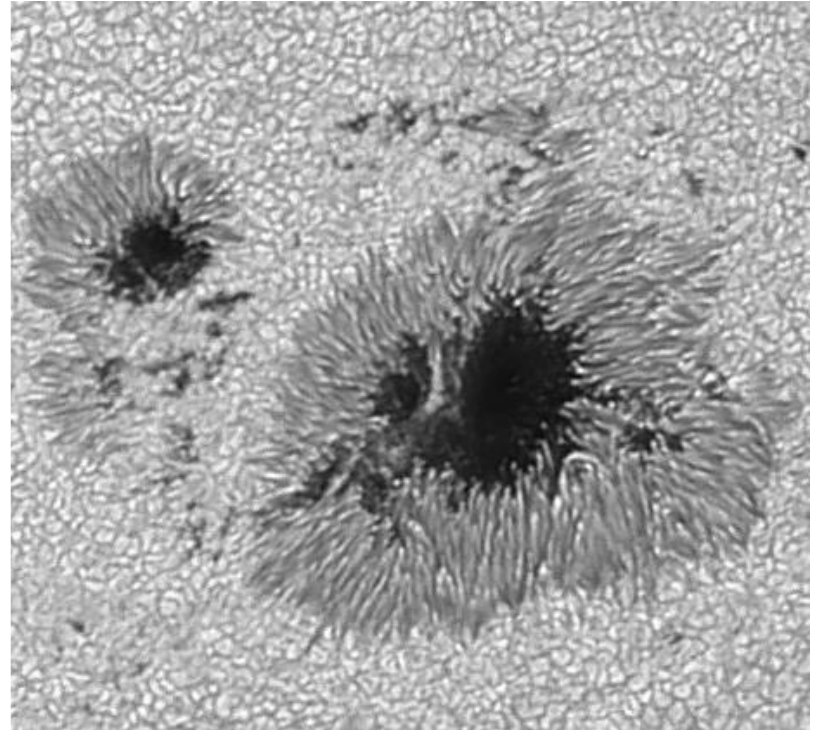
Laquelle a raison ??

- La résolution est :
 - Proportionnelle au diamètre de l'instrument
 - Inversement proportionnelle à la longueur d'onde
- En solaire, on peut considérer que la HR commence autour de 150 mm

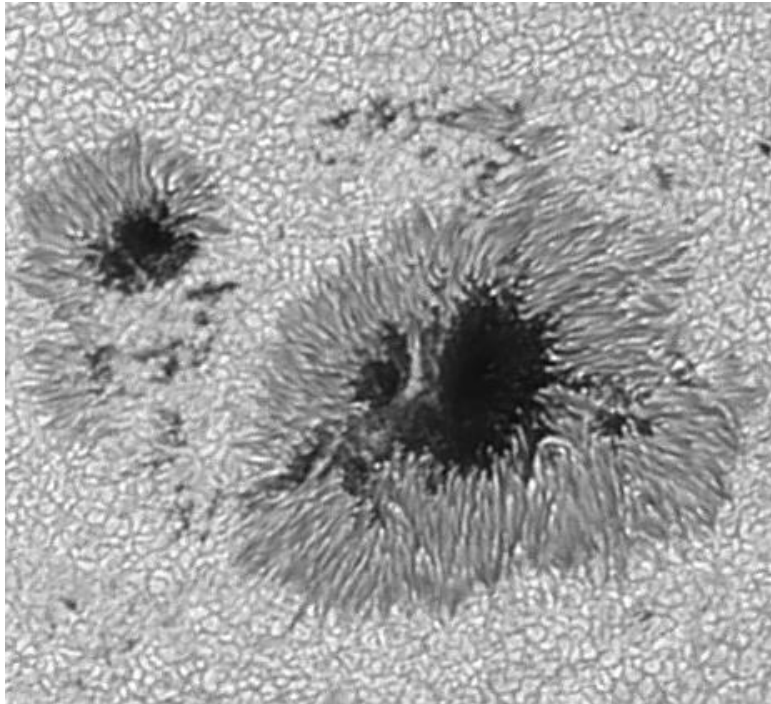
Les bénéfices du diamètre



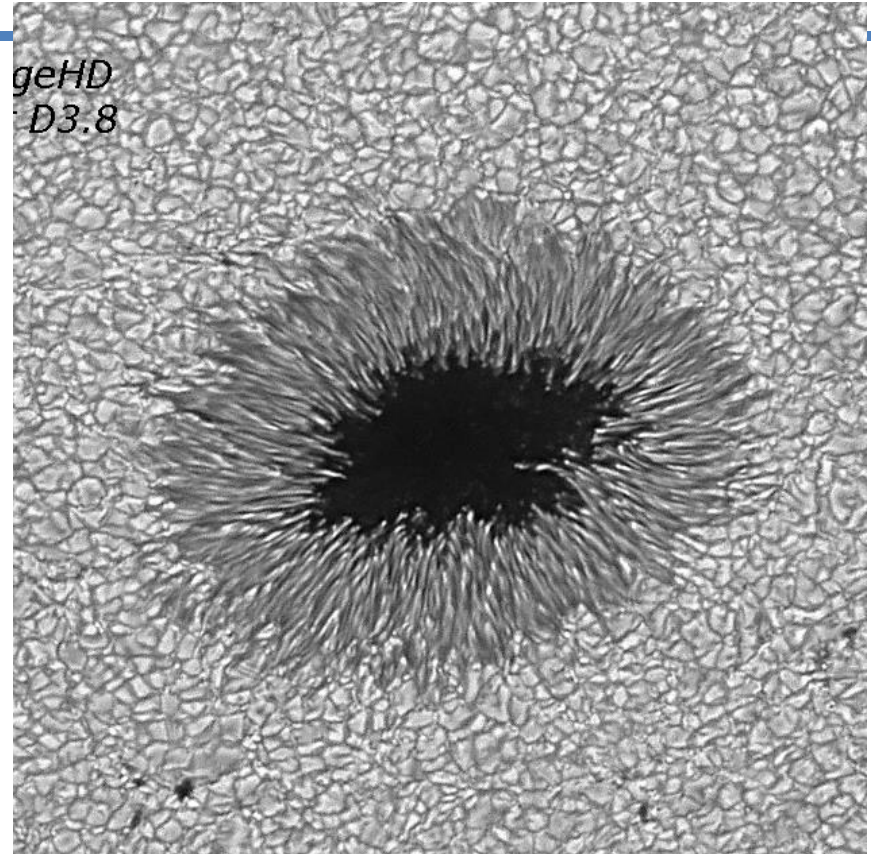
4" vs 8"



Les bénéfices du diamètre



8"
Vs
14"



Bande large (« lumière blanche »)

- Montre la photosphère : zones actives, taches avec ombre et pénombre, facules, granulation
- Pour la granulation en HR, ne pas dépasser des séquences de 30 sec à 1 min
- Échantillonnage recommandé : $F/D \sim \text{taille pixel} * 4 \text{ à } 6$
 - Exemple : pixel $2.9 \mu\text{m}$ => $F/D \sim 12 \text{ à } 18$
- Utiliser des caméras rapides (ips > 40), préférentiellement monochromes ; refroidissement inutile
- Les animations sur plusieurs minutes montrent l'évolution des granules et même l'effet Evershed dans les taches

Les filtres à l'ouverture

- Convient à n'importe quel type d'instrument
- Meilleur ratio qualité/prix : le film Baader Astrosolar
 - densité visuelle (D5) : feuilles A4 et rouleaux 1 m
 - densité photo (D3.8) : feuilles A4 seulement
- Autres films : la qualité optique peut aller de bonne à...horrible !
- Filtres en verre aluminé : une bonne qualité optique va de pair avec un prix élevé
- Utiliser un filtre additionnel pour sélectionner la longueur d'onde et réduire la dispersion atmosphérique
 - Rouge : meilleure tolérance à la turbulence
 - Vert : meilleure résolution mais plus de sensibilité à la turbulence
 - Bleu : meilleure résolution mais plus de sensibilité à la turbulence ; à éviter avec les télescopes de type SC, MC et les lunettes achromatiques
 - Avec l'Astrosolar type photo, possibilité d'utiliser des filtres à bande plus étroite : G-band, OIII, continuum...



Les filtres à l'ouverture



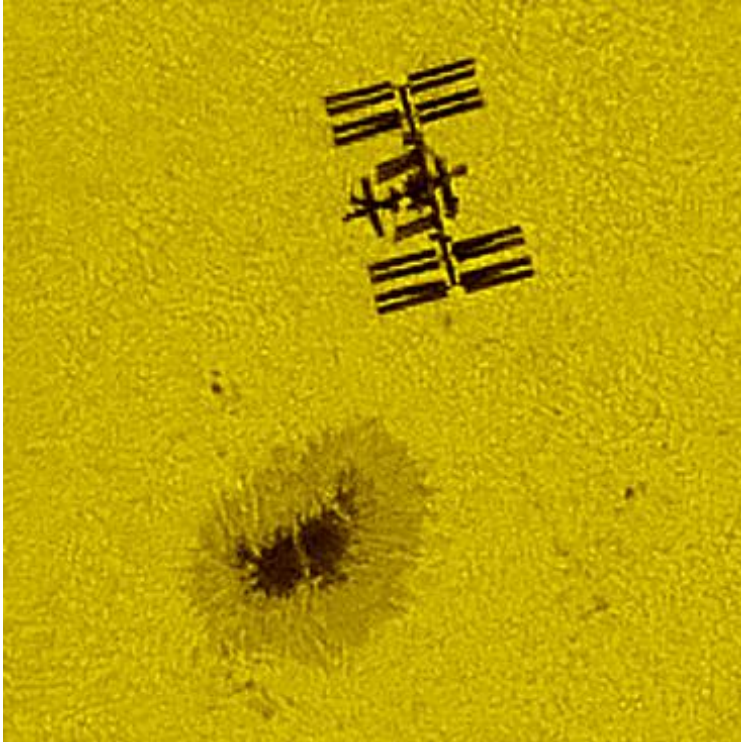
Astrosolar photo & filtre OIII
sur C14 Edge HD

L'hélioscope d'Herschel

- Seulement pour les lunettes !
 - Coefficient de réflexion $\sim 4\%$
 - Filtre(s) neutre(s) à ajouter à la sortie
 - Temps de pose à ajuster autour de 1 ms voire moins
 - Pas besoin d'ERF
 - Pas de limite de diamètre instrumental à condition de veiller à ce que le Soleil reste centré sur le prisme et ne déborde pas sur un élément interne de la lunette
-
- Alternative possible : télescope à primaire non aluminé (Newton, Cassegrain...)

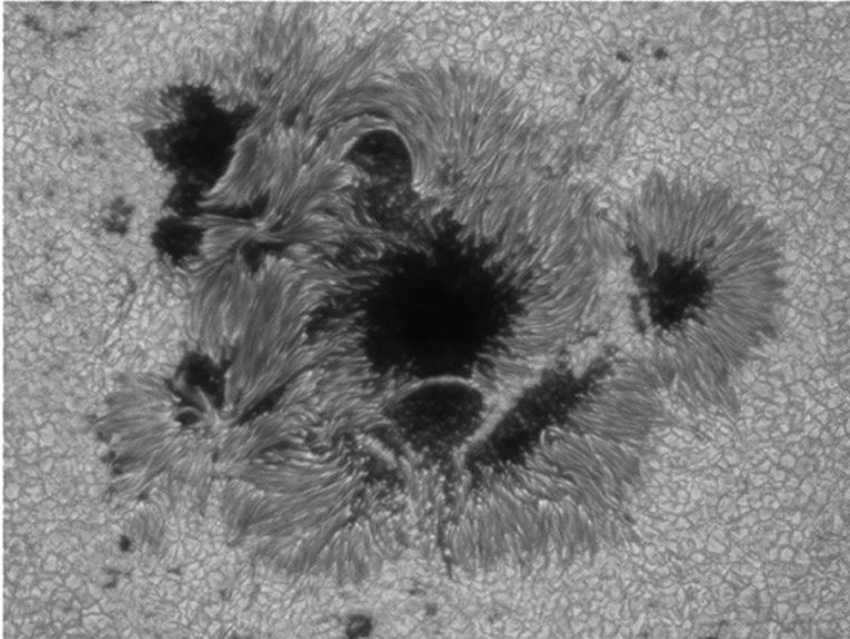


L'hélioscope d'Herschel



L'hélioscope d'Herschel

La plus grande lunette avec hélioscope (spécifique) :
La lunette de 435 mm F/15 de Serge Deconihout



Bande étroite : H α

- Montre la chromosphère à 656.28 nm : zones actives, protubérances, éruptions, filaments, spicules...
- Étalons frontaux inabordables au-dessus de 80 à 100 mm => utilisation d'étalon(s) au foyer
- Échantillonnage recommandé : F/D \sim taille pixel * 4 à 5
 - Exemple : pixel 2.9 μ m => F/D \sim 12 à 15
- Utiliser des caméras rapides (ips > 40), préférentiellement monochromes ; refroidissement inutile
- Le champ est limité => prendre soin du cadrage !
 - Essayer de ne pas couper les zones actives (faire tourner le capteur si besoin)
 - Cadrer préférentiellement les zones au limbe horizontalement

Les étalons H α

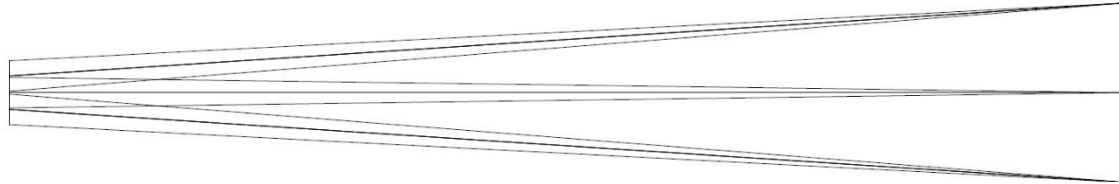


- Deux types d'étalons : mica et air
 - les étalons air ont une meilleure transmission lumineuse (avantageux pour les montages en double stack)
- Largeur à mi-hauteur (FWHM) : plus elle est étroite...
 - meilleur est le contraste
 - moins la photosphère se mêle à la chromosphère
 - l'élimination du double limbe nécessite un montage en double stack avec deux étalons de 0,7 A ou moins
 - contrairement à une idée reçue, les protubérances ne sont pas mieux visibles avec une FWHM plus large
- Rapport F/D recommandé :
 - étalons mica (Daystar, Solar Spectrum): $\sim F/30$
 - étalons air (Coronado, Lunt, Acuter): $\sim F/40$ (ou faisceau collimaté)
- Ajustement des étalons sur la raie H α :
 - étalons mica : régulation de température (chauffage)
 - étalons air (décalsés vers le rouge à la fabrication) : inclinaison (tilt), compression mécanique, pression d'air (« pressure tuner »)

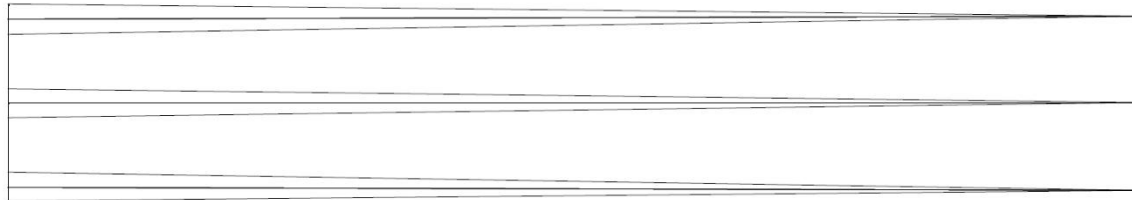


Comment atteindre F/30 ou F/40 ?

Lentille de
Barlow



Montage
télécentrique

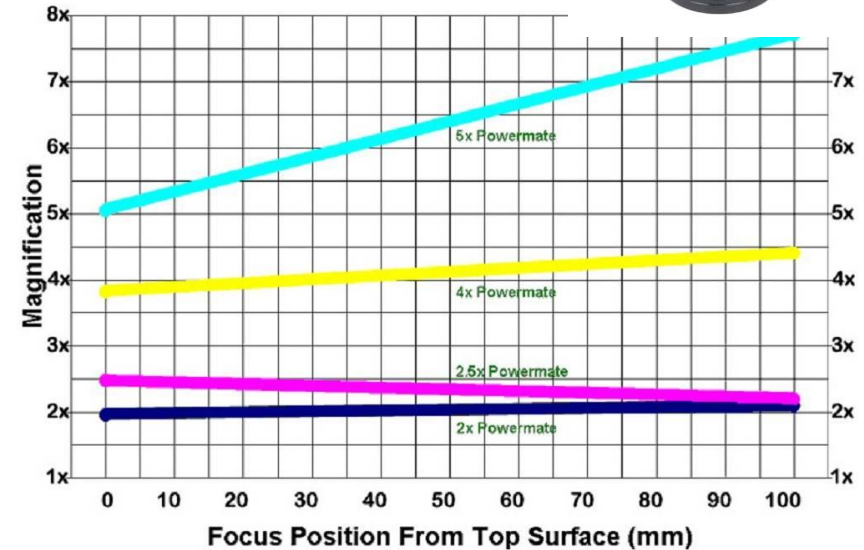


La lentille de Barlow génère un « sweet spot »: seulement le centre du champ est sur la raie $H\alpha$

Le montage télécentrique



- Composé d'un système divergent suivi d'un système convergent
- Le grandissement ne change pas (ou peu) avec le tirage
- Avantage : pas de « sweet spot »
- Désavantage : conduit à des rapports F/D élevés
- Les étalons ne doivent pas comporter d'obstruction centrale
- Les plus courants : Baader TZ3(s) et TZ4(s)
- Les Televue Powermate sont « plus ou moins » télécentriques



Double stack télécentrique



Le montage collimaté

- Deux montages optiques possibles :
 - A. Un système divergent devant l'étalon et un système convergent derrière
 - B. Un système convergent devant l'étalon et un système convergent derrière
- Le montage A est utilisable uniquement sur les lunettes (le divergent doit être placé à l'intérieur de l'instrument)
 - Exemples: Coronado PST, Heliostar 76 & 100, lunettes Lunt avec étalon interne
- Avantage : la focale finale est égale à la focale de l'instrument
- Désavantage : un « sweet spot » dont les dimensions angulaires dépendent des focales, diamètres et positions des lentilles et étalons

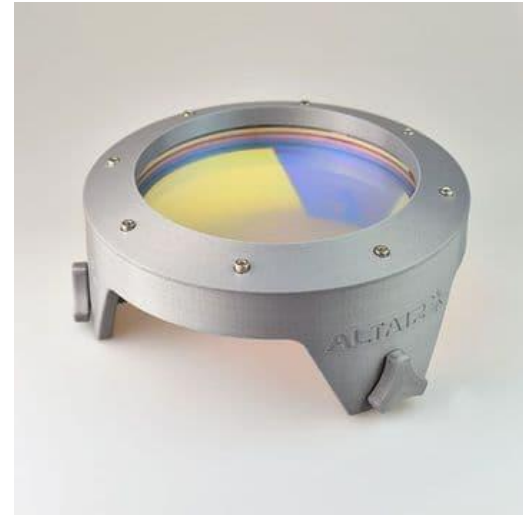


Le montage collimaté



L'ERF

- Impossibilité d'utiliser un film type Astrosolar ou un hélioscope (la transmission en H α est trop faible !)
- La largeur de bande est d'environ 100 nm dans le rouge (plus une bande en proche UV pour les ERF « dual band »)
- Les ERF sont relativement coûteux dans les grands diamètres !
 - Un verre de qualité optique
 - Deux faces planes devant être polies très précisément
 - Un traitement uniforme et « froid » (pas d'absorption des longueurs d'onde rejetées)
- Marques principales :
 - Baader planetarium : 75, 90, 110, 135, 160, 180, 290 mm
 - Antlia dual band : 2'', 130, 150, 200 mm
 - Altair (H α et dual band) : 90, 110, 130, 160, 180, 240 mm
 - Artesky : 100, 130, 150, 200, 240, 350 mm



Le filtre bloquant (BF)

- Filtre H α étroit (~ 10 Å) destiné à éliminer les « dents de peigne » indésirables transmises par l'étalon et les possibles fuites IR au-delà de 1000 nm
- Étalons mica : le BF est inclus dans le « sandwich » (avec l'étalon et des polarisants)
- Étalons air (Lunt, Heliostar...) : le BF est proposé en version coudée ou droite
- Le diamètre optique doit être compatible
 - avec la taille du capteur
 - avec la focale de l'instrument pour englober le disque solaire entier
- Autre source : filtre Alluxa 25 mm « 656.3-1 OD4 »
 - Très haute transmission comparé aux BF habituels
 - « Hard coated »: pas de risque de vieillissement ou d'oxydation
 - Utilisable comme un filtre 1.25" standard



C8 avec ERF

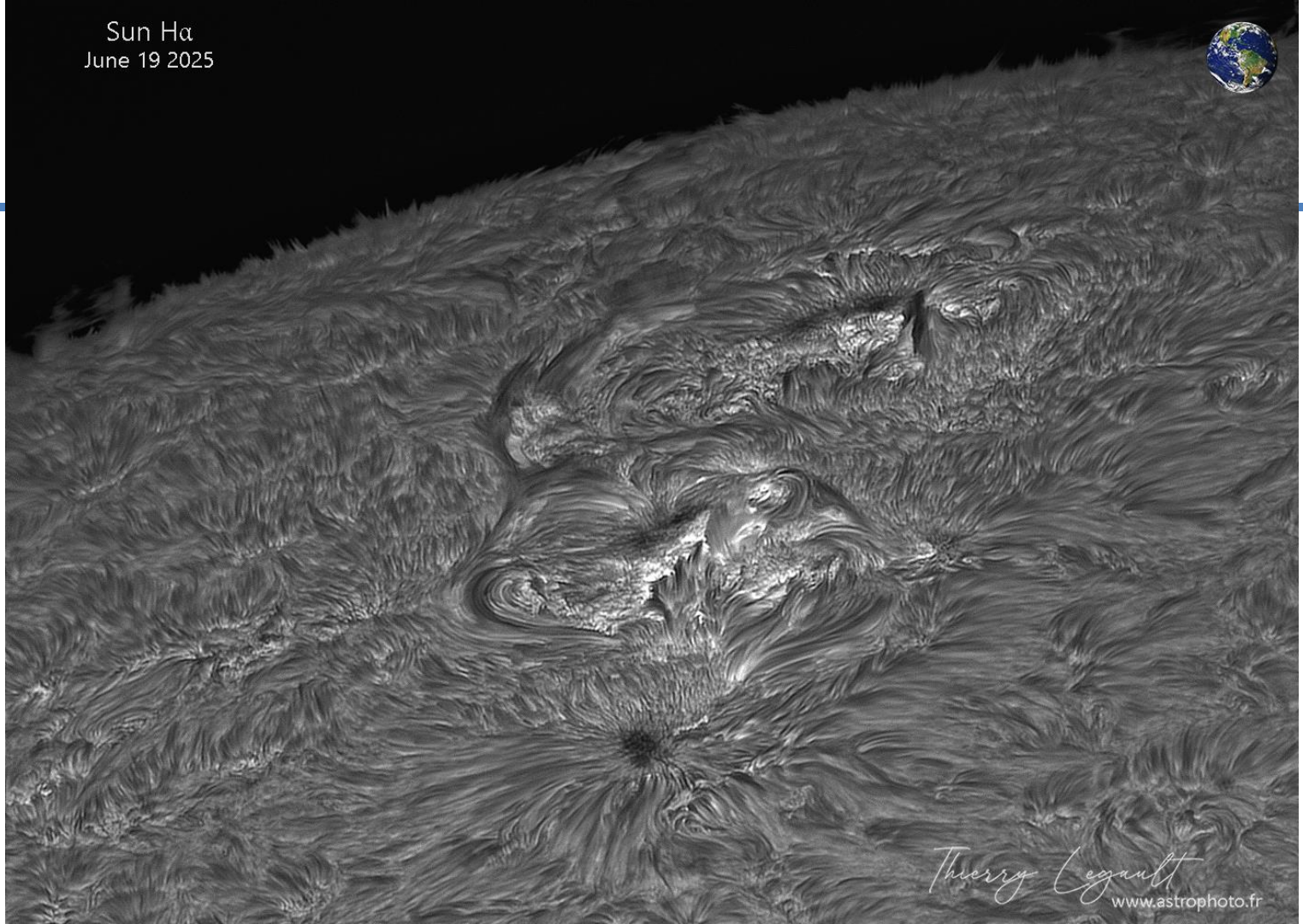


Sun H α
June 19, 2025



Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun H α
June 19 2025



Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Le Soley 300



Le Soley 300

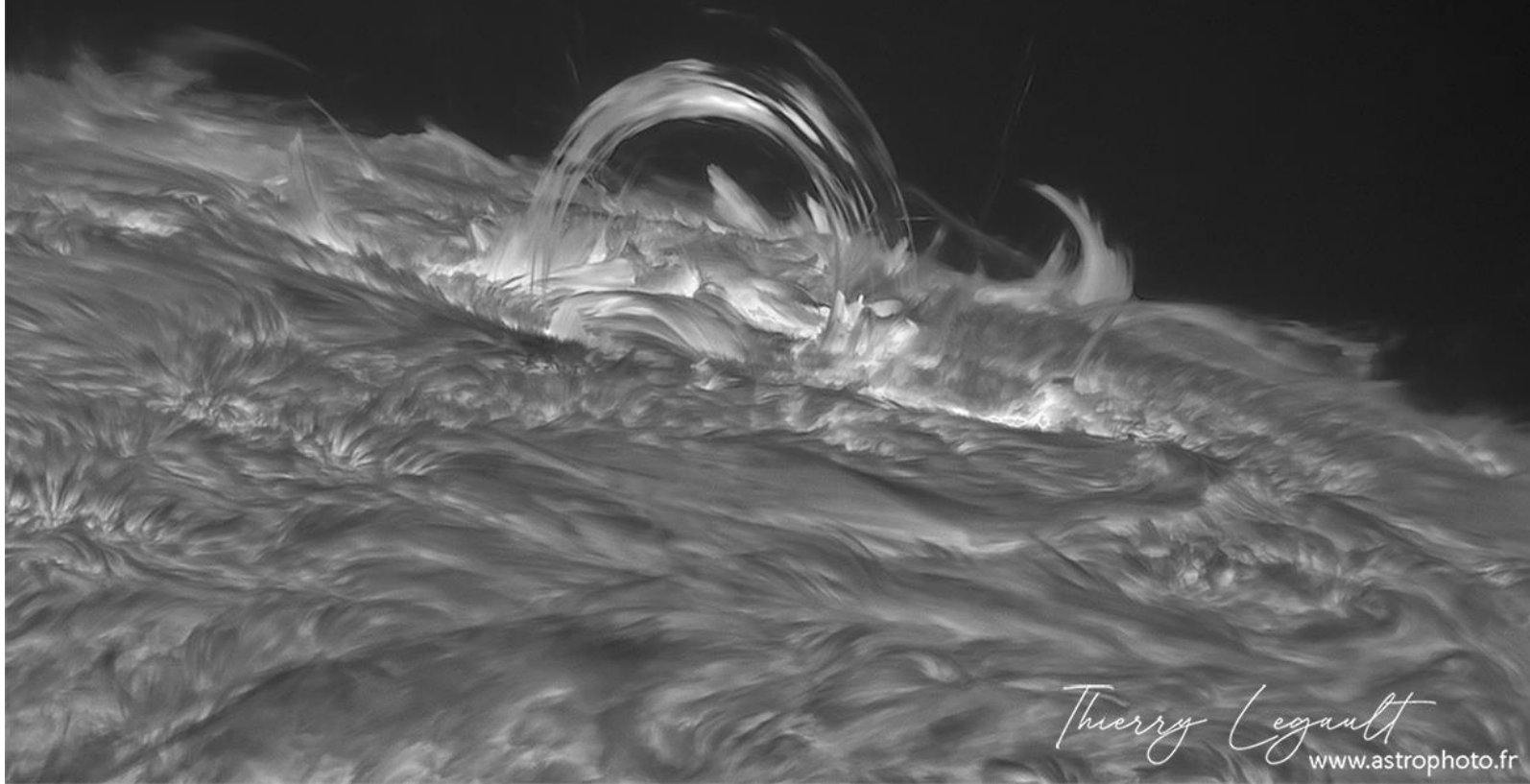
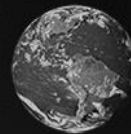
- Miroir primaire 300 mm F/4 en silice fondue (quartz)
- Traitement diélectrique double bande (Ca K & H α)
- Barillet primaire ouvert
- ERF additionnel devant le secondaire
- Structure en carbone et aluminium conçue en CAO
- PO digital motorisé
- Pas de variation de mise au point sur changement de température
- Poids 14.5 kg
- Collimation par laser rouge
- Utilisation recommandée d'une Barlow APM 2,7X correctrice de coma
- La photosphère est également accessible (bande G, continuum, UV...)



Sun H α - AR4246

Oct 18 2025 10:07 UTC

Soleye 300

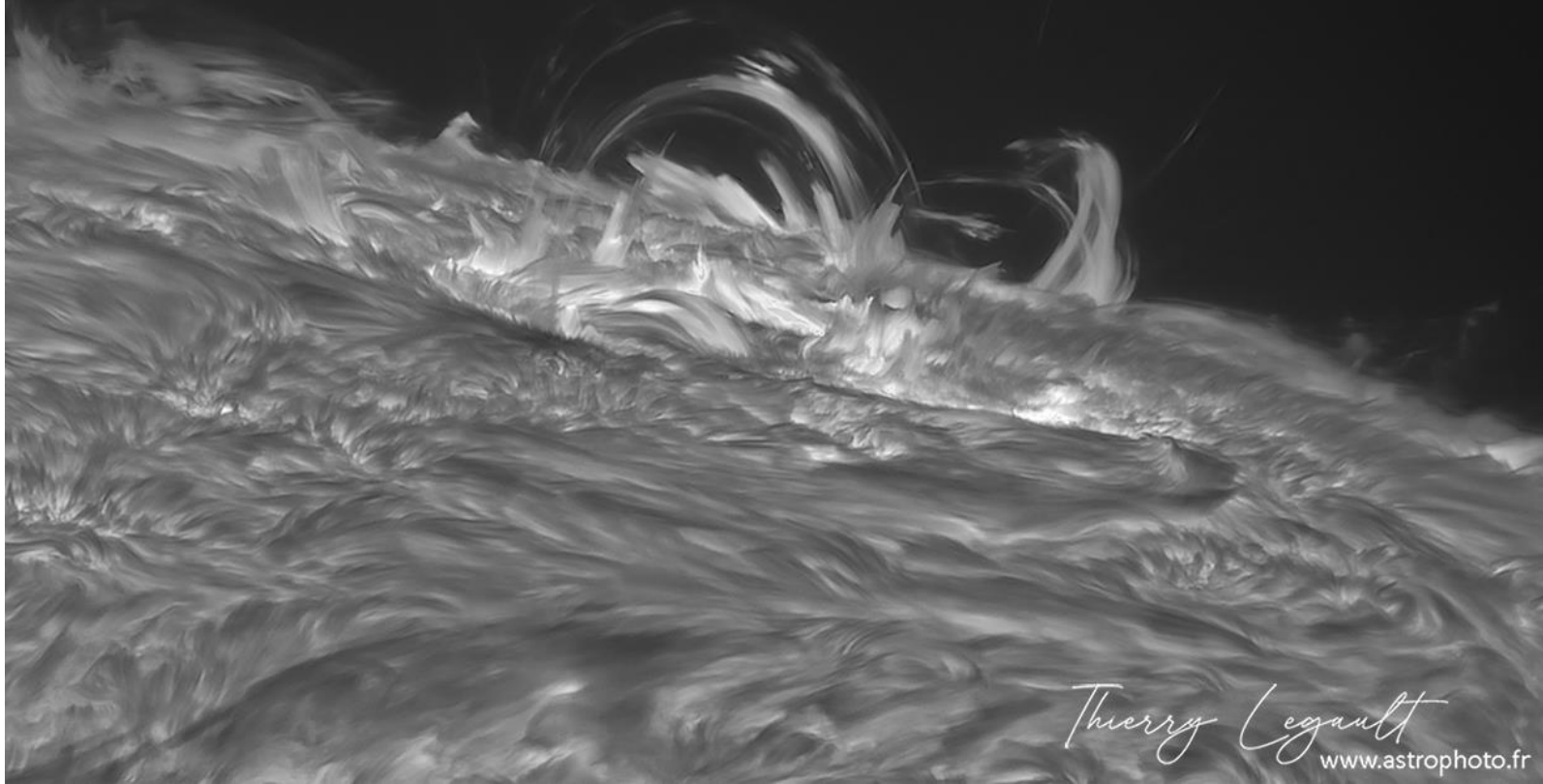
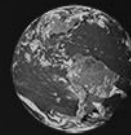


Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun H α - AR4246

Oct 18 2025 10:21 UTC

Soleye 300

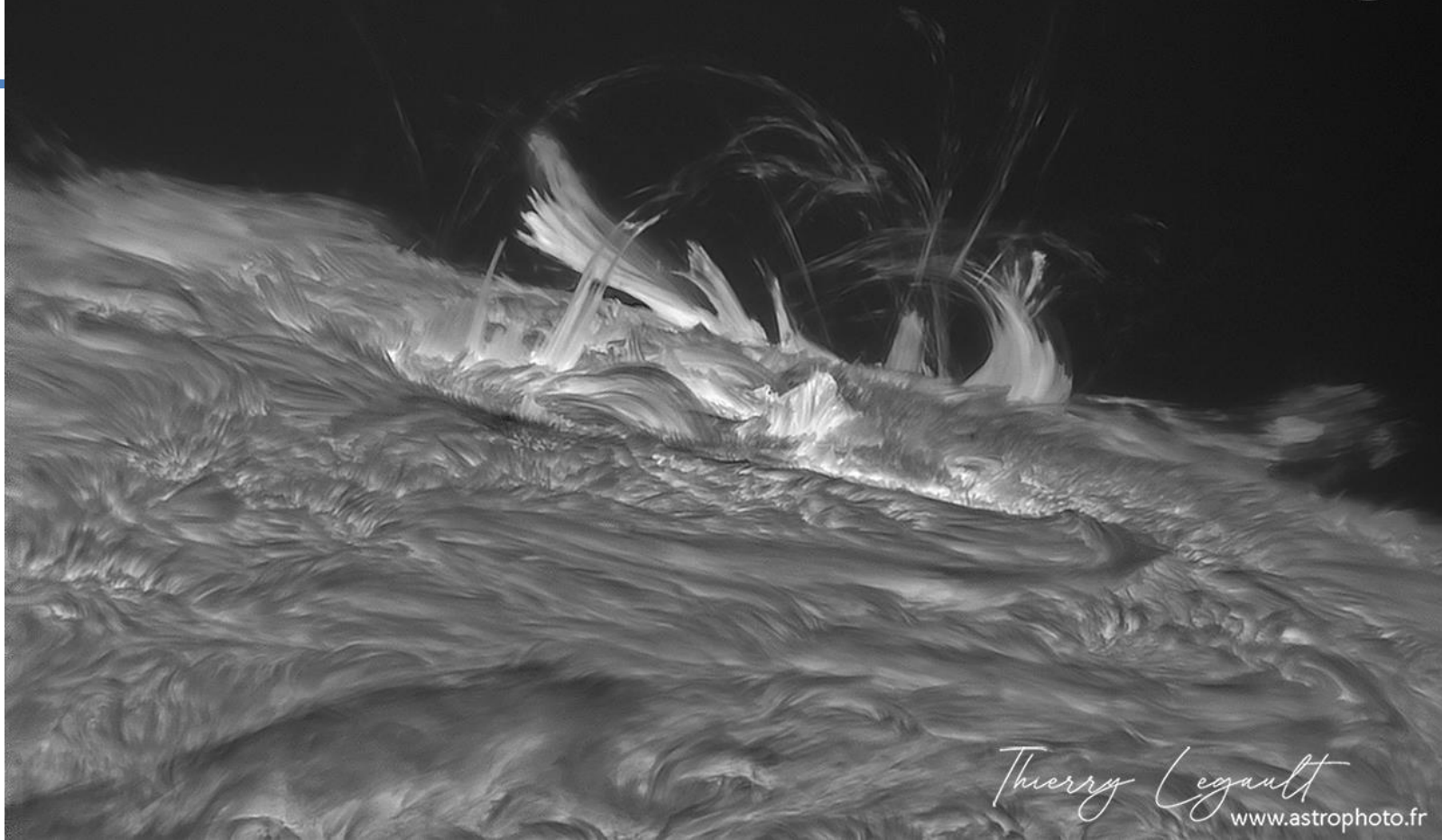
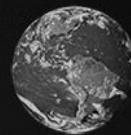


Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun H α - AR4246

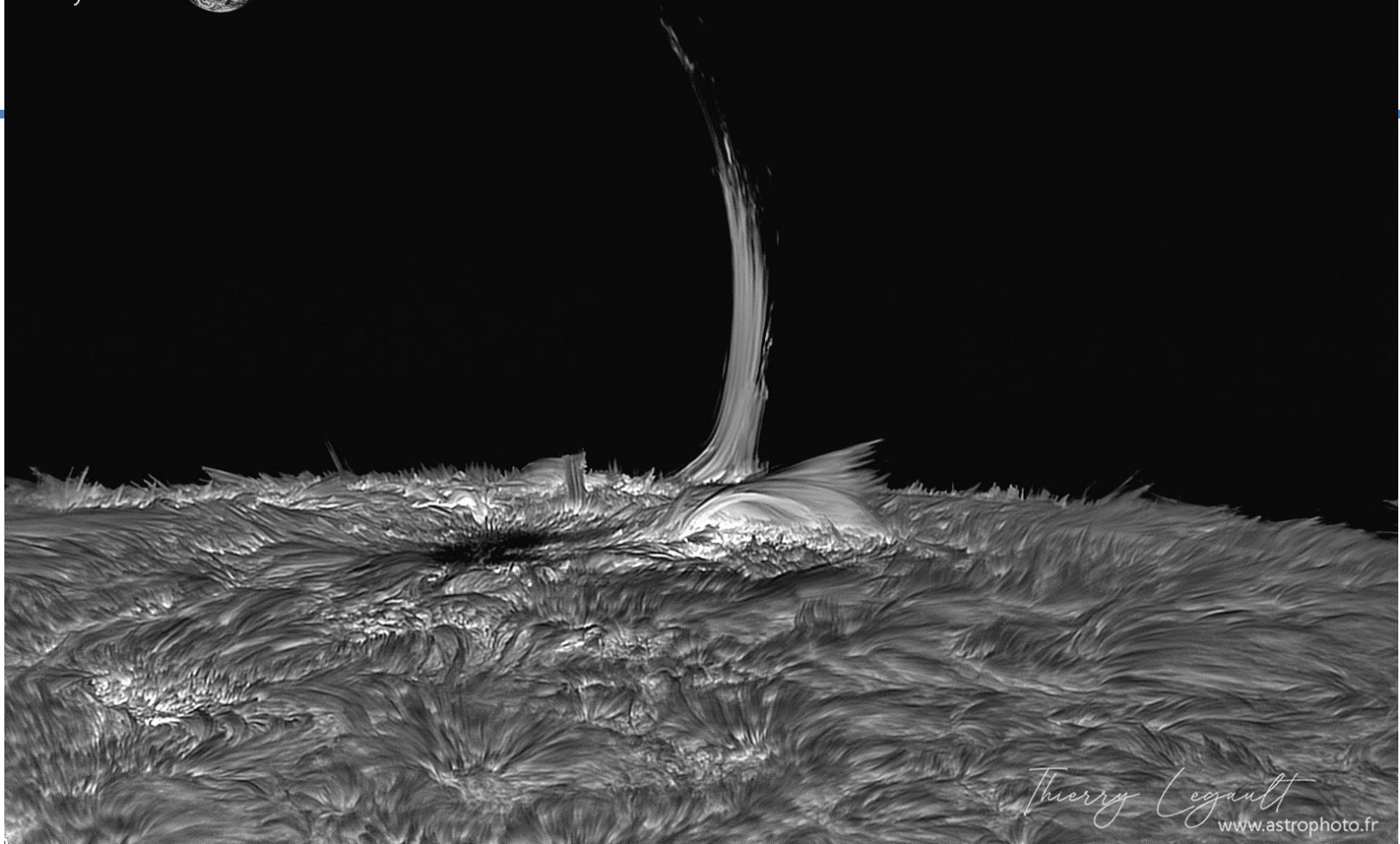
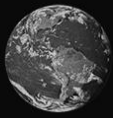
Oct 18 2025 11:40 UTC

Soleye 300



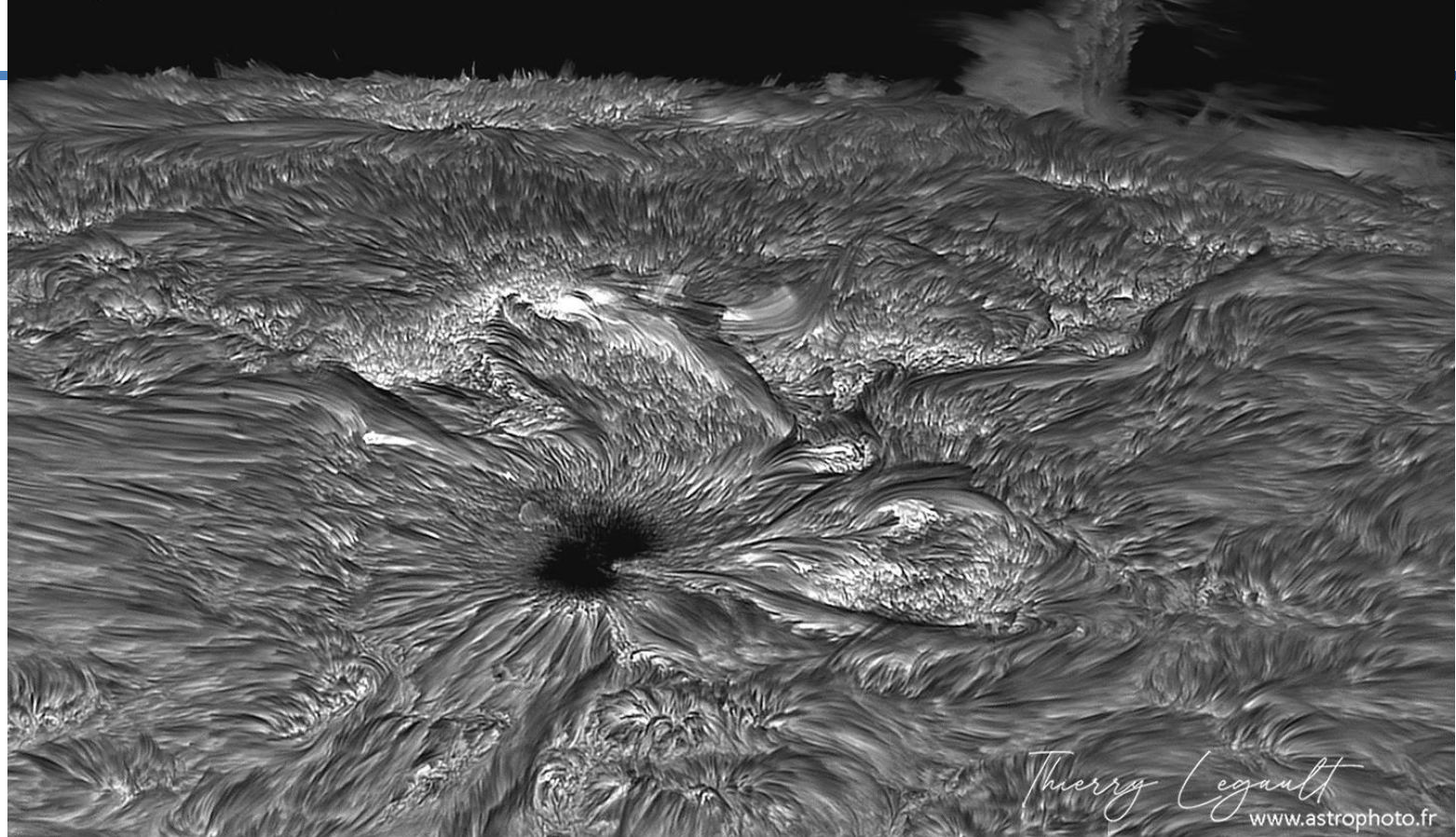
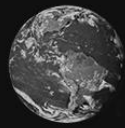
Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun H α
May 27 2026
Soleye 300



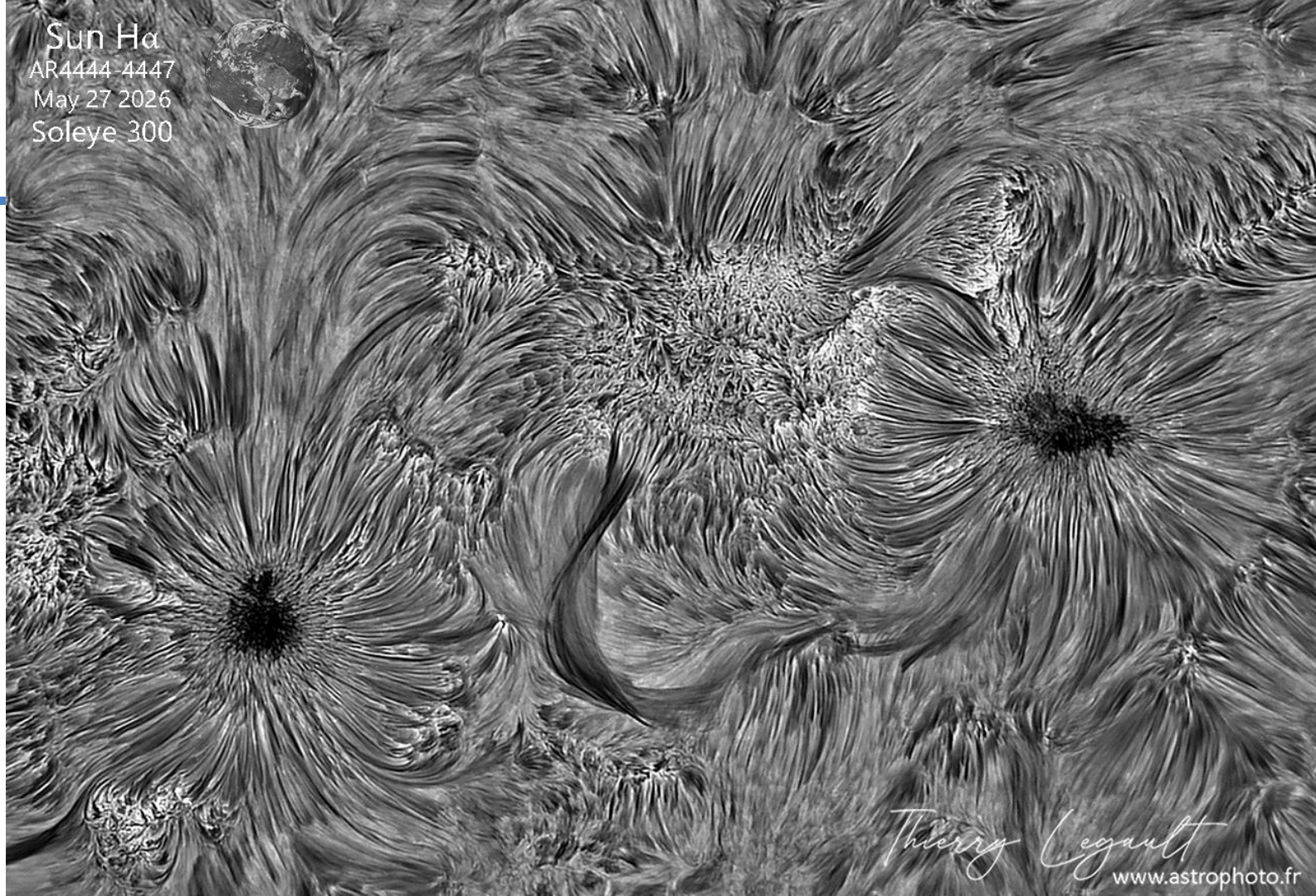
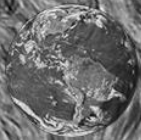
Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun H α
AR4455
May 28 2026
Soleye 300



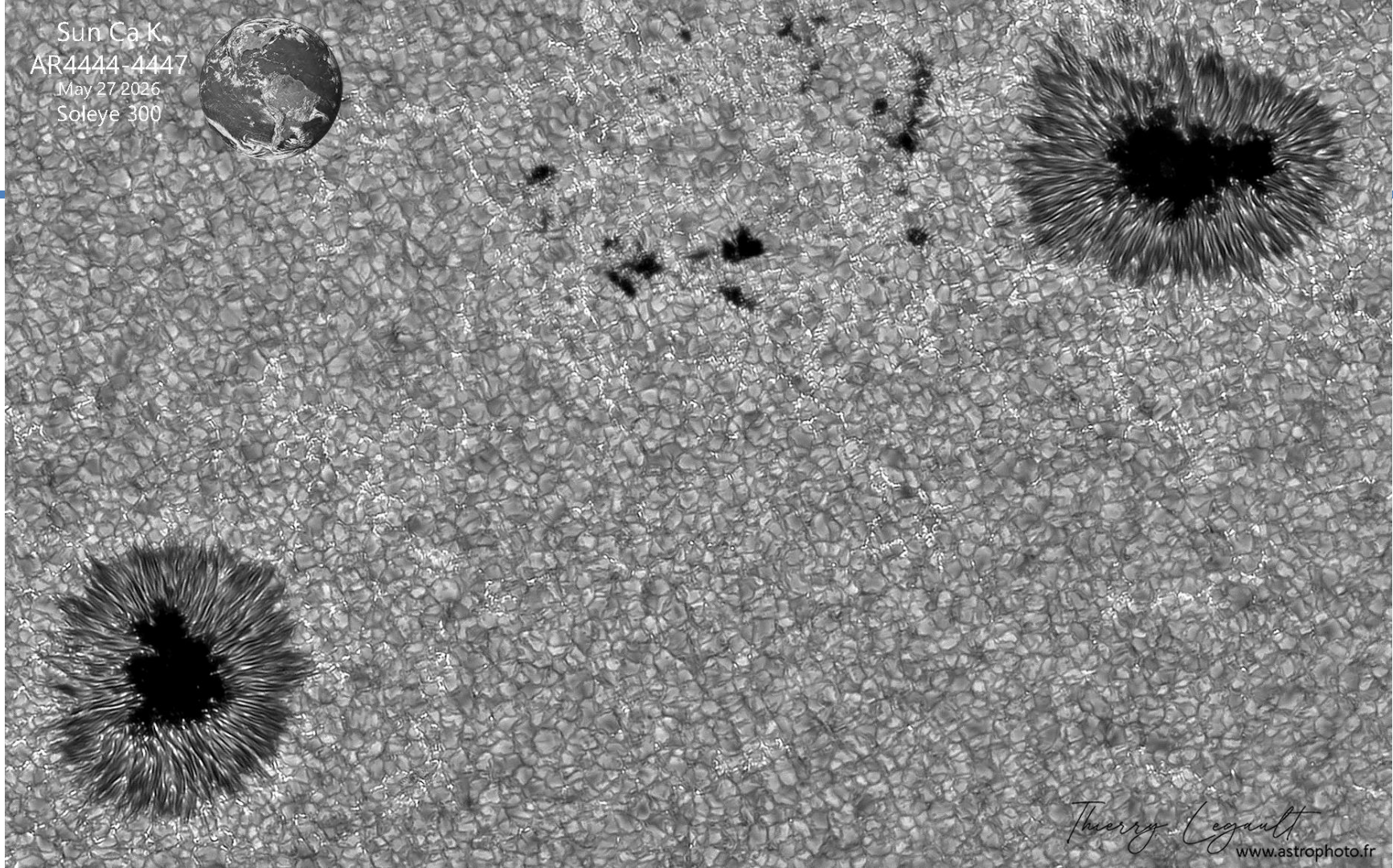
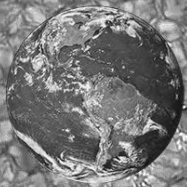
Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun H α
AR4444-4447
May 27 2026
Soleye 300



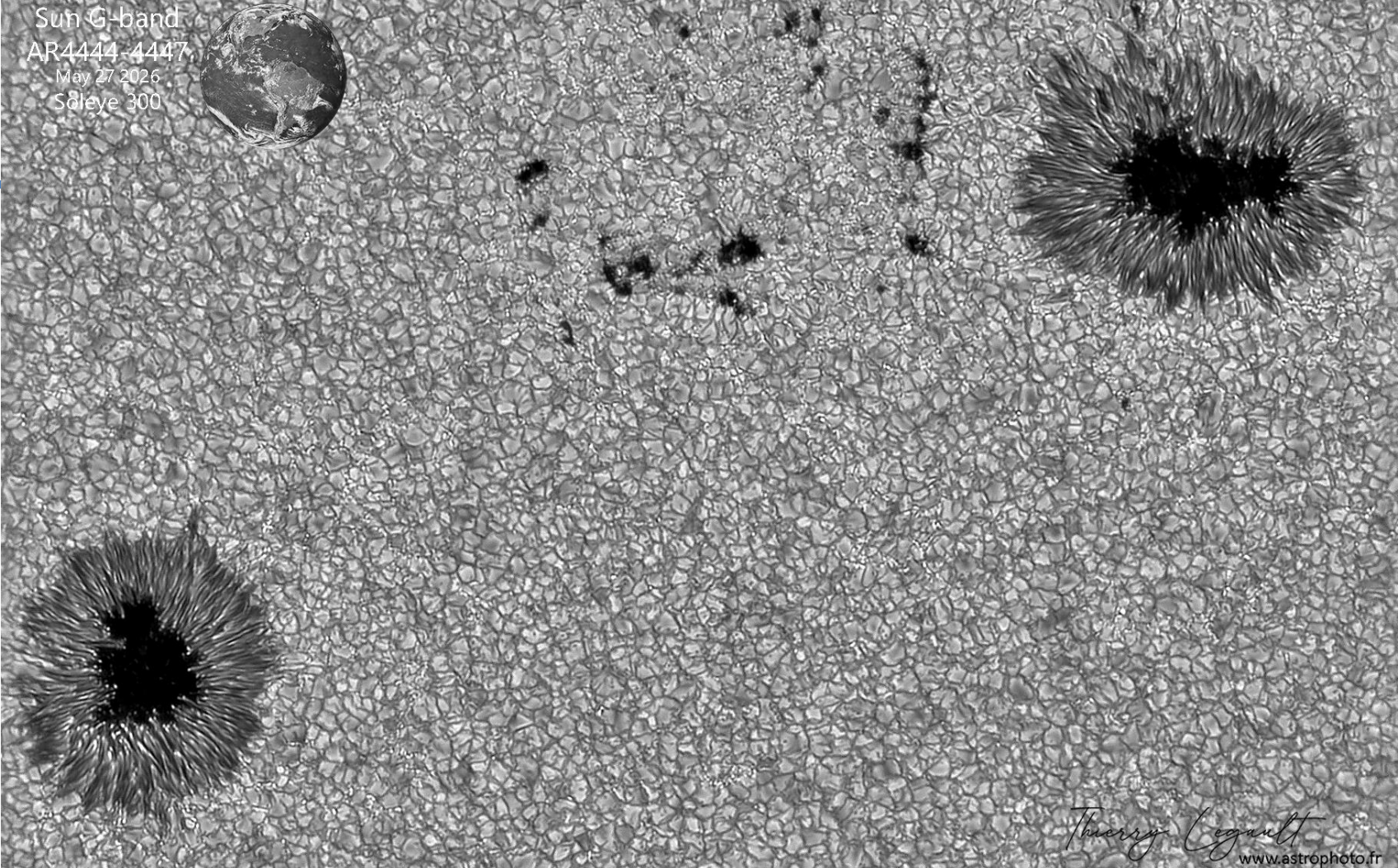
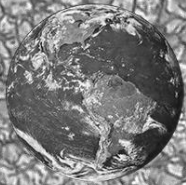
Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun Ca K
AR4444-4447
May 27, 2026
Soleye 300



Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun G-band
AR4444-4447
May 27 2026
Soleye 300



Thierry Cognault
www.astrophoto.fr



Sun H α
AR4446
May 27 2026
Soleye 300

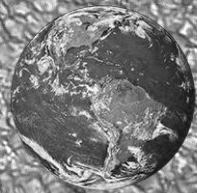
Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun Ca K
AR4446
May 27 2026
Soleye 300



Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Sun G-band
AR4446
May 27 2026
Satéye 300



Thierry Legault
www.astrophoto.fr

Nouveau : le Soley 150

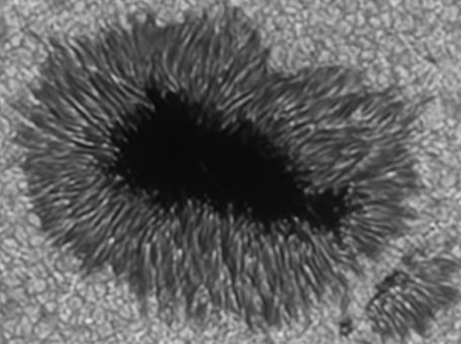
- Mêmes traitements que sur le 300
- F/6 : optimisé pour les Daystar Quark
- Structure en inox
- Barillet primaire ouvert



Nouveau : le Soley 150



Nouveau : le Soley 150



Nouveau : le Soley 150



Bande étroite : Ca K

- Montre la chromosphère dans la raie d'absorption du calcium
...mais une couche différente de H α ! (l'altitude dépend de la FWHM du filtre)
 - Raie Ca K à 393.37 nm et raie Ca H à 396.85 nm
 - Les protubérances sont détectables (mais plus faibles qu'en H α)
- La chromosphère est visible (mélangée avec la photosphère) si la FWHM est $< 5 \text{ \AA}$ (0.5 nm)
 - La photosphère domine si la FWHM est $> 1 \text{ nm}$
- Principaux fournisseurs :
 - Lunt
 - Daystar
 - Alluxa

Bande étroite : Ca K

Double stack Alluxa 1Å avec élément chauffant et régulation de température



Lunette modifiée pour Ca K

- Les lunettes achromatiques (et même certaines apos) ne sont pas bonnes en bleu et UV (sphérochromatisme)
- La Skywatcher/Celestron 150 mm F/8 achro peut être modifiée pour le Ca K
 - Cales ~ 2 mm à placer entre les deux lentilles
 - ERF 2" Altair dual band à placer dans le PO
- La résolution (théorique) est identique entre 150 mm en Ca K et 280 mm en H α



Sun Calcium K
June 19 2025



Thierry Legault¹⁴⁴
www.astrophoto.fr

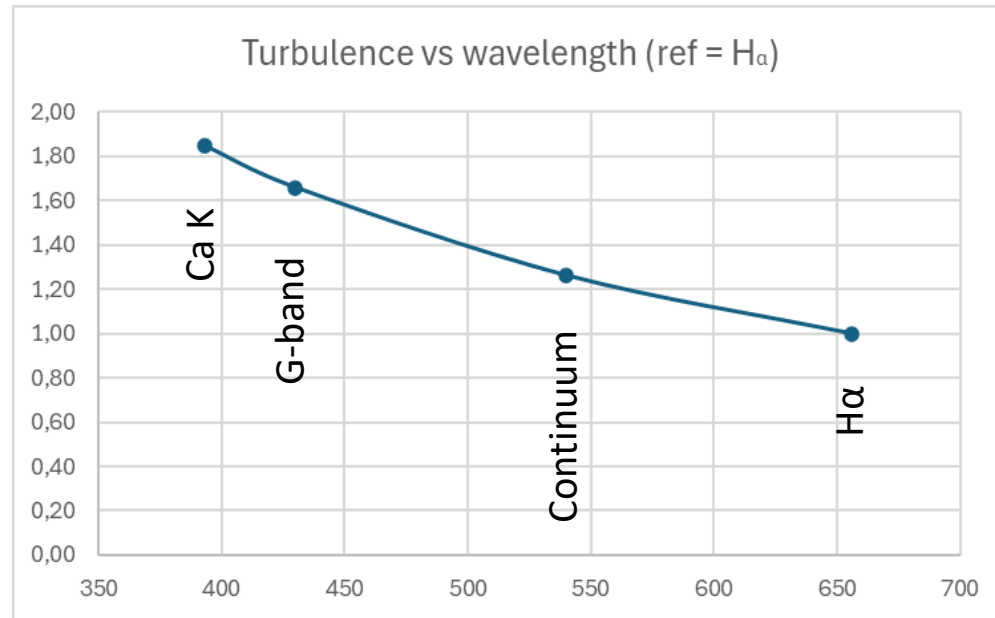
Sun Calcium K
June 19 2025



Thierry Legault¹⁴⁵
www.astrophoto.fr

La turbulence

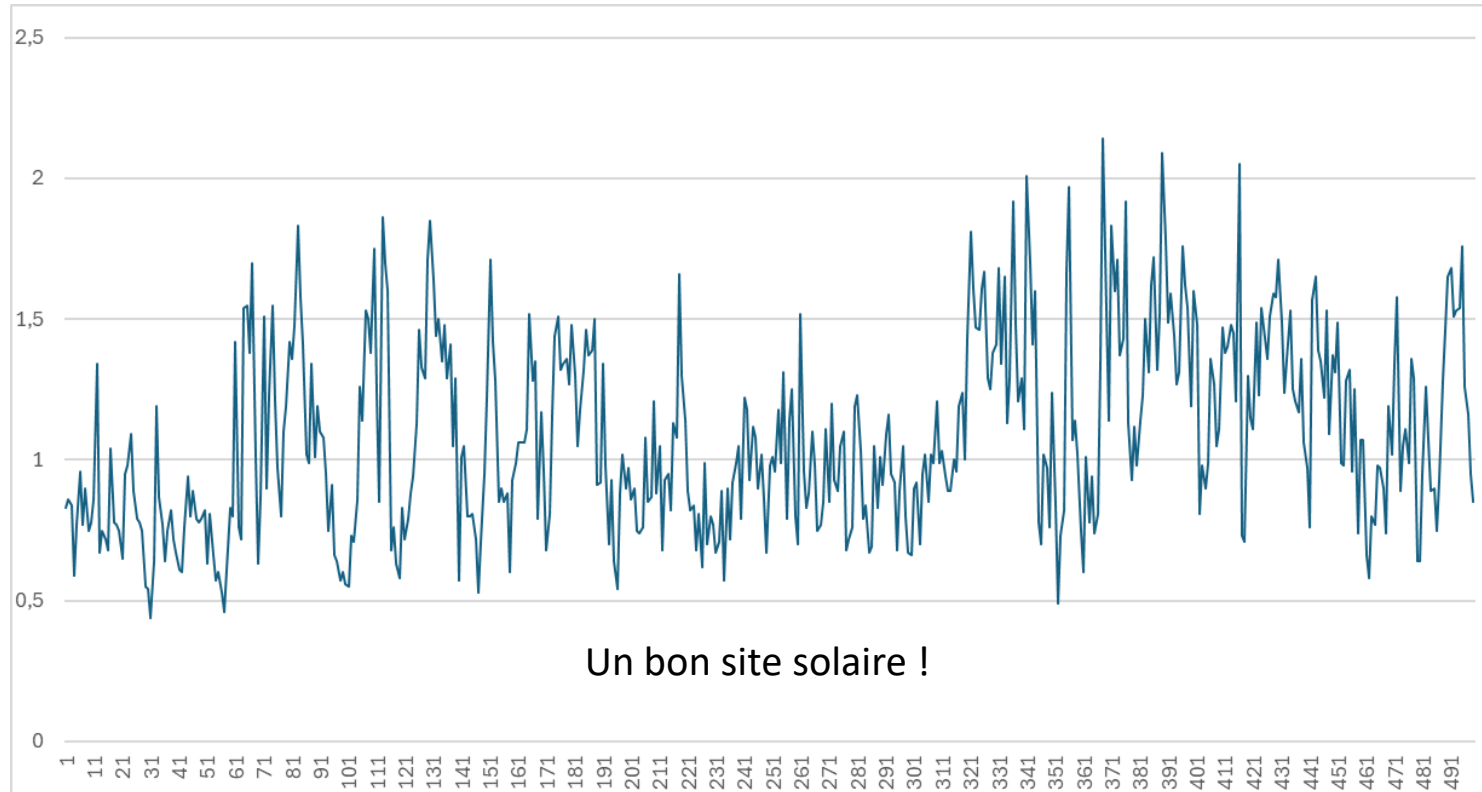
- Inversement proportionnelle à $\lambda^{1.2}$
- Proportionnelle à l'épaisseur d'atmosphère traversée (\Leftrightarrow hauteur solaire)
...mais une plus grande hauteur s'accompagne souvent d'un plus grand chauffage du sol !
- Temps de cohérence 1 à 4 ms =>
 - Si possible, ne pas dépasser ce temps de pose
 - Augmenter le gain si nécessaire
- Le « lucky imaging » est critique en HR !
 - Utiliser une caméra rapide
 - Si possible, empiler moins de 10% des brutes



Le moniteur de scintillation (SSM)

- Une photodiode mesure périodiquement le seeing (en seconde d'arc) à partir de la scintillation solaire
- Prend en compte les couches basses de l'atmosphère
 - En général, la corrélation avec les images est bonne
 - Parfois optimiste (le jet stream n'est pas pris en compte)
- Ne fonctionne pas en présence de nuages (même fins)
- SSM « fait maison » possible (Arduino...)
- Hautement recommandé pour évaluer un nouveau site pour la HR !

Le moniteur de scintillation (SSM)



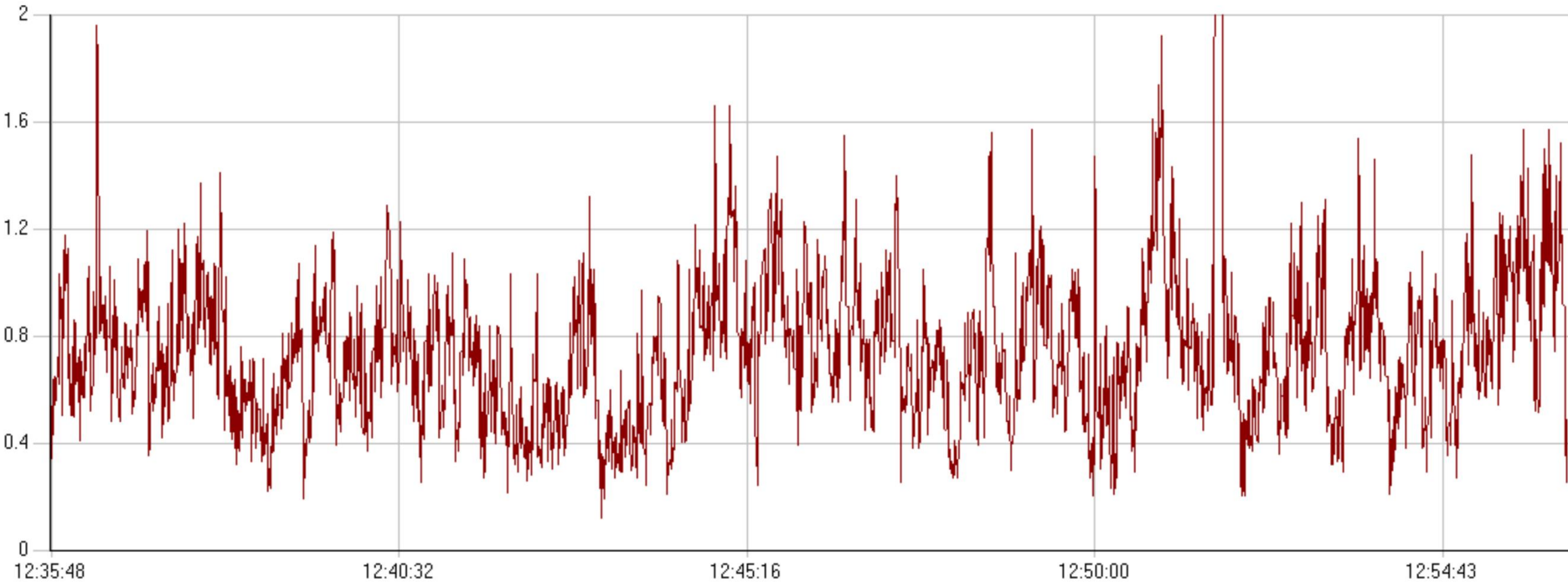
Les conditions de seeing local

- Les premières dizaines de mètres au-dessus du sol sont plus critiques en diurne
- Toute source de chaleur doit être évitée : constructions, béton, pierres, toits...
 - Le vent aide à dissiper la chaleur accumulée dans le sol (s'il ne rencontre pas d'obstacles)
 - Les abris ouverts sont préférables aux dômes
- Bons sites potentiels :
 - Montagnes ou sommets de collines (selon la direction des vents)
 - Sommets de tours, terrasses et balcons (si le bâtiment n'est pas chauffé par le Soleil)
 - Bords d'étangs, lacs et mers (si le vent vient du côté de l'eau !) => Big Bear Observatory
 - Étangs et lacs d'au moins 300-400 m

Les conditions de seeing local



Les conditions de seeing local

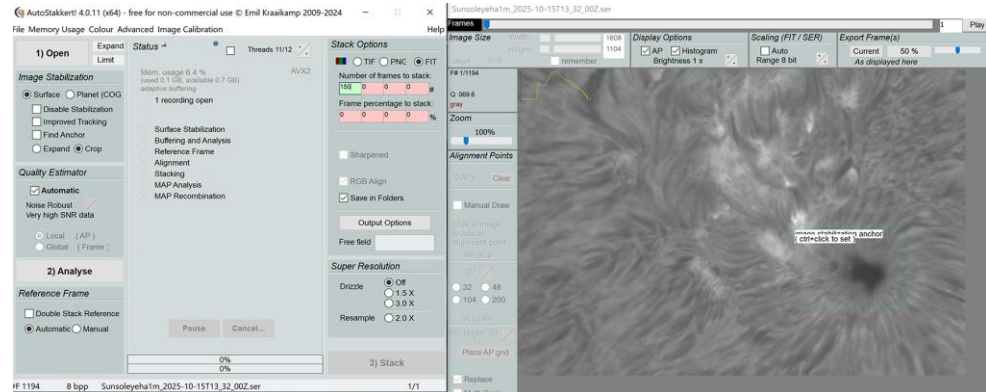


Un TRES bon site!

Traitement des images

Les images HR sont traitées comme n'importe quelle autre image solaire

- Sélection et empilage des meilleures images => Autostakkert
– Avec correction de flat si nécessaire
- Accentuation des détails à petite échelle (ondelettes, masque flou...)
- Accentuation du contraste des structures à moyenne échelle (pour le H α)
- Amplification des protubérances (pour le H α)
- Retouche finale (contraste, cadrage...)
- Mosaiques et animations
- Colorisation (optionnel)



Références



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



Quick links FAQ

SolarChat! Forum Index < SolarChat!

SolarChat!

Moderator: Montana

Search... Q

Notifications 2 Private messages Thierry Legault

Mark subforums read

FORUM	TOPICS	POSTS	LAST POST
 This is SolarChat !! this is the main message area for anything solar 😊 ★★★★★★★★★ Rating: 100%	43113	412610	Re: high-res Alpha and white... by rbotoero @ Fri Apr 03, 2026 8:42 am

<http://solarchatforum.com>

Merci !

Questions ?