

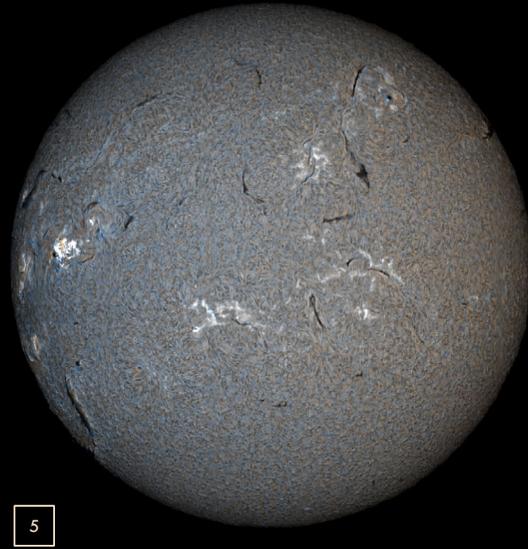
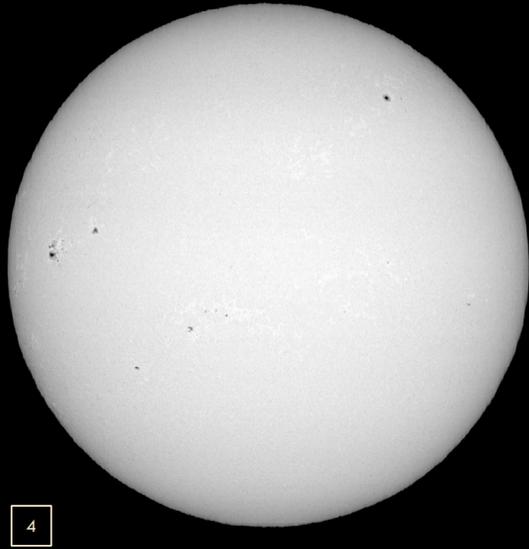
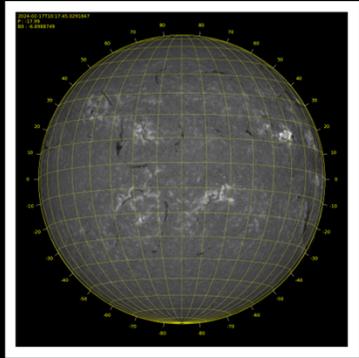
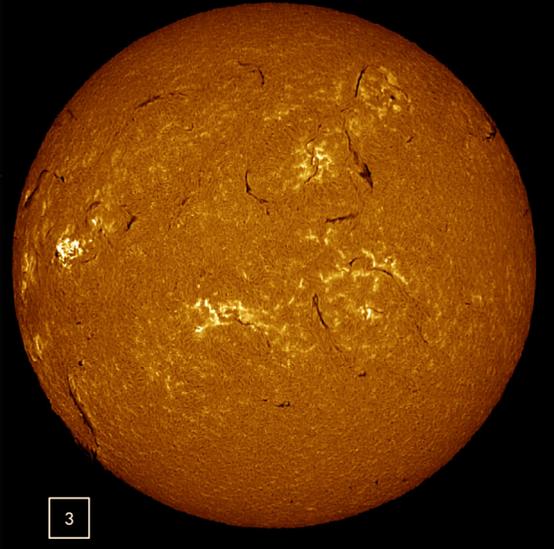
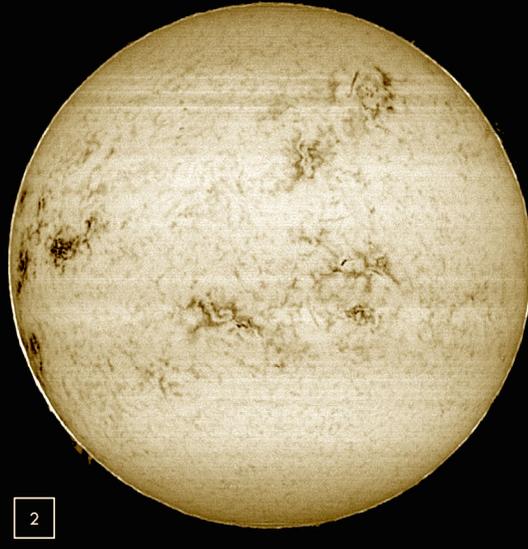
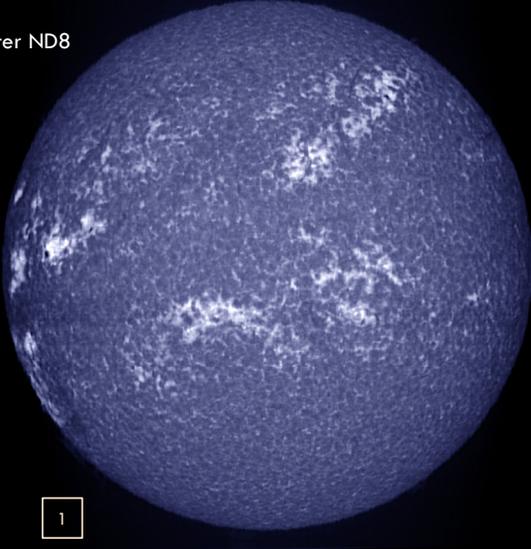
Sol'Ex...
les multiples visages
du Soleil

Valérie Desnoux – RCE 2024



Sol'Ex, Paris 17 fev 2024
SW 72ED – ZWO 178 – EQ5 mount – Filter ND8
INTI, AS31, Astrosurface

- 1 – Calcium Raie H 3968.5 A
- 2 – Helium Raie D3 5875.6 A
- 3 – Hydrogène Raie H-alpha 6563 A
- 4 – Continuum H-alpha+1.2 A
- 5 – Doppler H-alpha +/- 0.4 A
- 6 – Eclipse virtuelle H-alpha

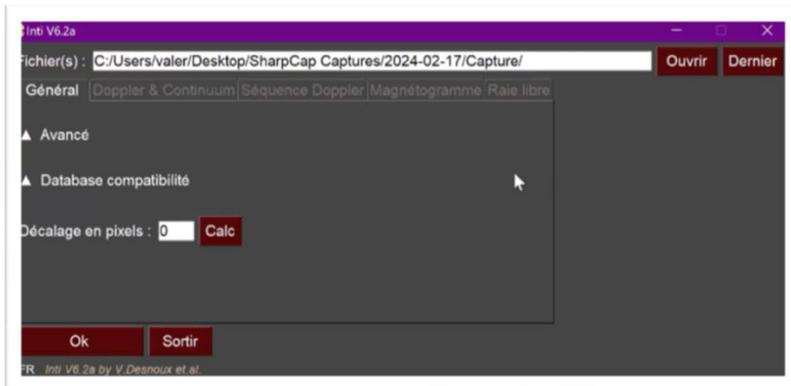


The « Solar Explorer »

- Rendre accessible à la plupart des amateurs la technique de la **spectrohéliographie**
- Un instrument facile à construire soi-même pour abaisser le coût
- Une expérience pédagogique
- Un prix minimal en adoptant des solutions techniques innovantes, simple et en visant une large diffusion (impression 3D, fourniture d'un kit optique)

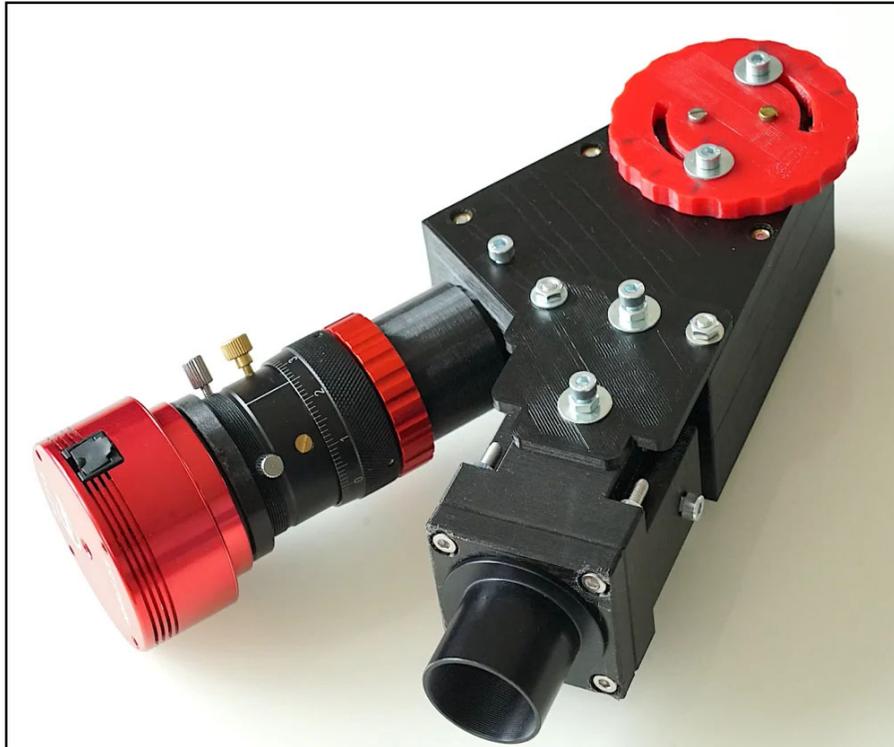


- Offrir de bonnes **performances** (résolution typique de 0,2 Å) tout en permettant une utilisation sur des lunettes/télescopes de petites dimensions (50 à 120 mm de diamètre typique)
- L'**automatisation** de la reconstruction d'image monochromatique avec le logiciel INTI
- Une grande flexibilité d'usage et évolution en spectrographe stellaire (Star'Ex...)

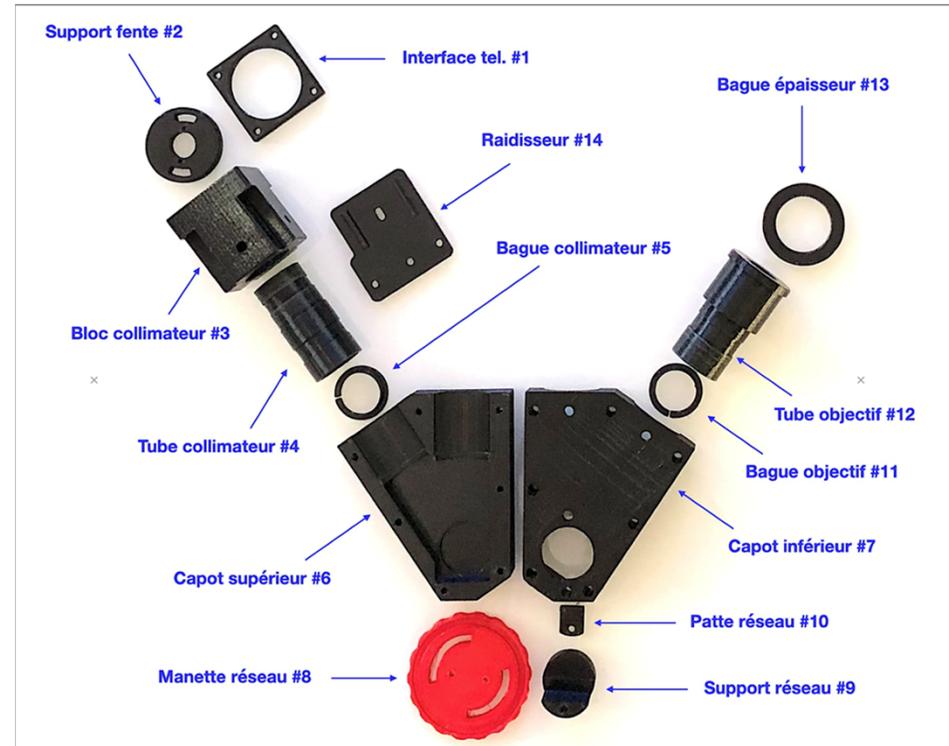


Simplicité, automatisation, qualité d'image

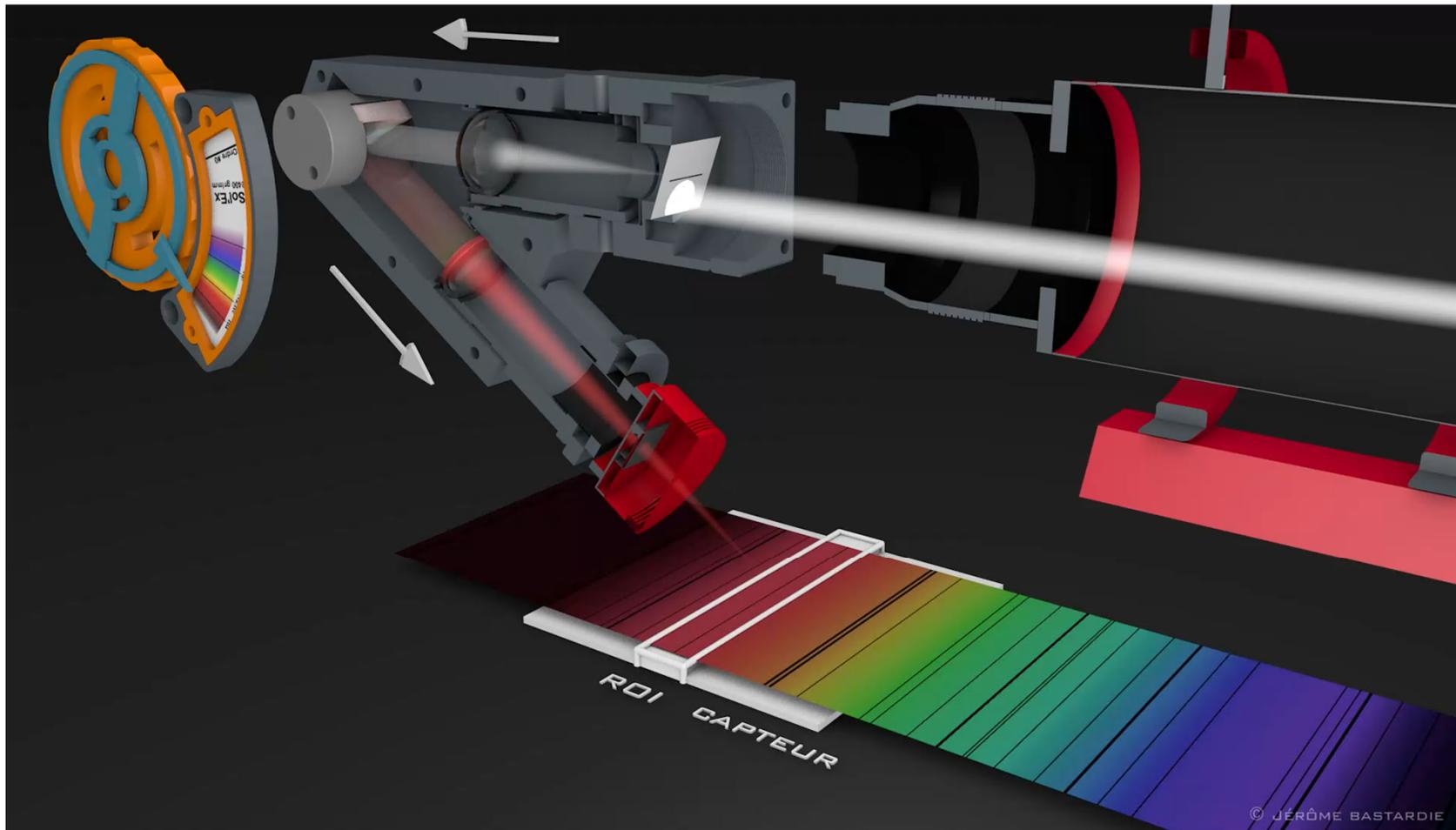
Sol'Ex instrument



Poids sans la caméra : 200 grammes



Principe de l'image spectrohéliographique

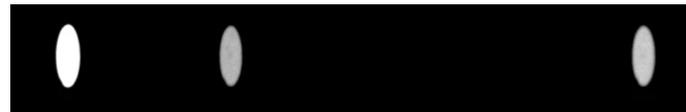
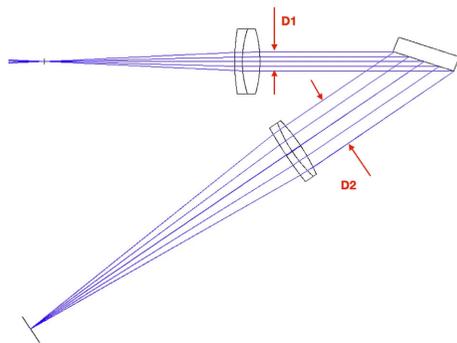


<https://espace-infini.fr/principe-de-fonctionnement/>

Le schéma optique : dans le détail

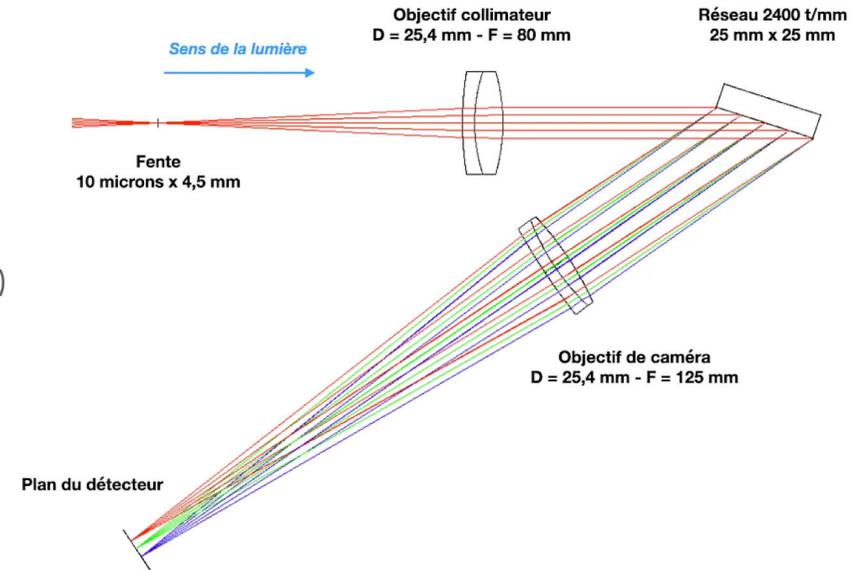
Une configuration optique très classique, mais :

- Ajustement fin des paramètres relativement à la petite taille des pixels des caméras CMOS populaires (ASI178MM, ASI290MM, ...) + valorisation haute-cadence de lecture (250 fps typ.)
- 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)** autour de H-alpha + profil gaussien (plus sélectif que le Lorentzien d'un Fabry-Pérot)



Images
« monochromatiques »
à haut contraste

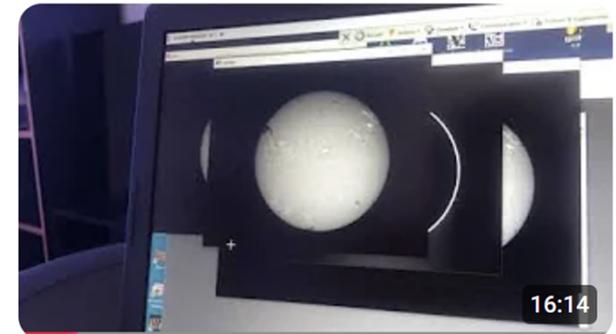
YouTube ressources... Chaîne Astro-Spectro



La mise en route rapide de Sol'Ex



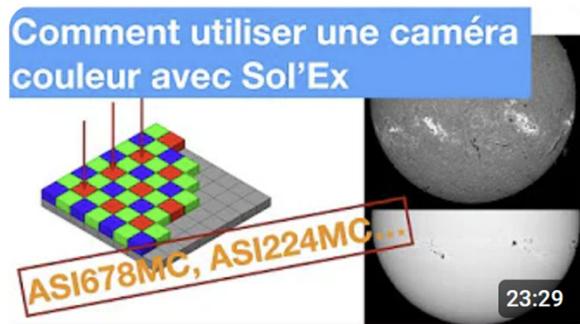
Comment assembler et régler Sol'Ex en 30 minutes chrono !



SolEX observation



Sol'Ex : focalisation de l'image du Soleil



Comment utiliser une caméra couleur avec Sol'Ex



Sol'Ex avec un hélioscope



Sol'Ex en action : choix de l'instrument de prise de vue

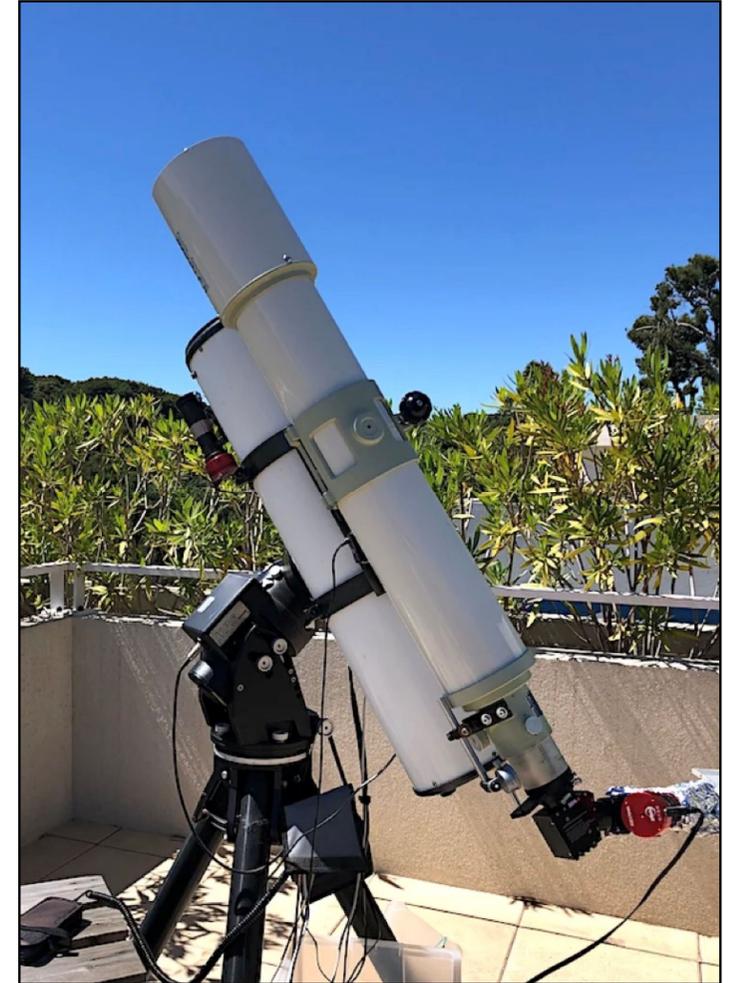


Avec un petit EVOGUIDE de 50 mm



Avec un téléobjectif photographique (Canon 400 mm + 2X extender)

Ne JAMAIS oublier le dispositif d'atténuation du flux solaire, filtre neutre ou hélioscope



Avec une lunette Takahashi FS128



Sol'Ex
Paris, 17 fev 2024
SkyWatcher 72ED – ZWO ASI 178 – EQ mount – Filter ND8



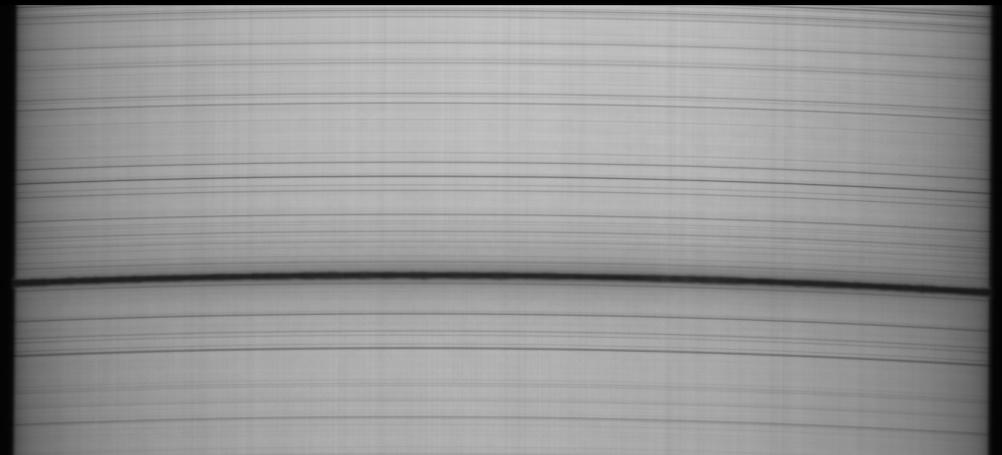
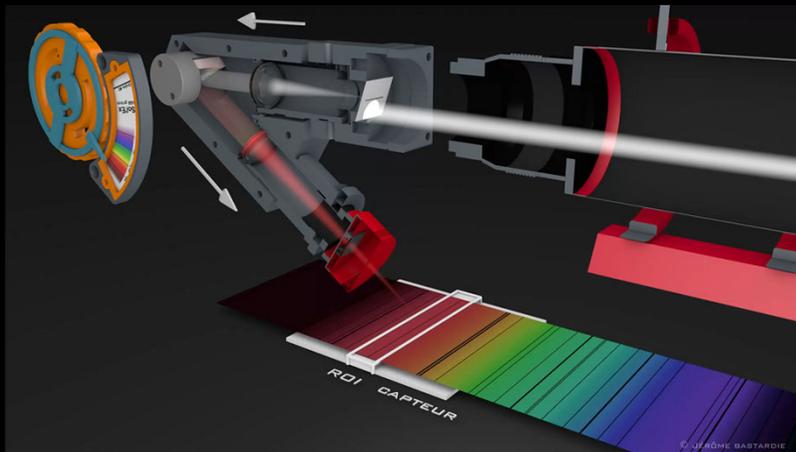
Fichier SER

H-Alpha

Fichier Jouer Outils Aide



184% 1548x60 16-Bit MONO 129/3433
257 FPS 17/02/2024 10:17:45.522 TU





OS (C)

AutoStakkert

Stellarium

Photos

livre solex - local

SharpCap
Captures

SharpCap 4.1

AstroSurface

specinti_mac.zip

SOLEX2

Be newsletter

isis

inti

OBS Studio

Prism data

FileZilla Client

inti_mosaic

Emplacement : inti_mosaic (C:\Utilisateurs\water\codepy\inti_mosaic\dist\inti_mosaic)

video5 sunscan

Clé USB 'OHP
2024

PRISM v11

inti_map

R0S 2022

Notepad++

inti_selector

vspec mdi

spyder anaconda

mdivspec

specinti_editor

GitHub Desktop

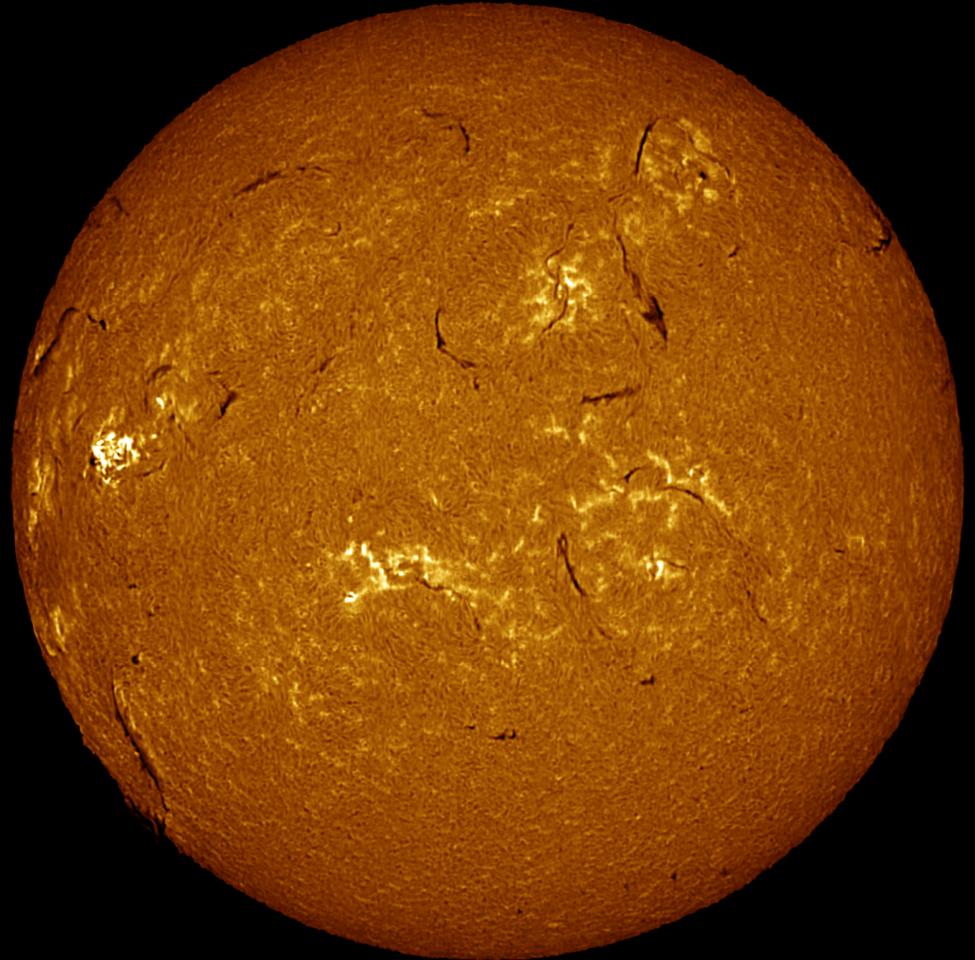
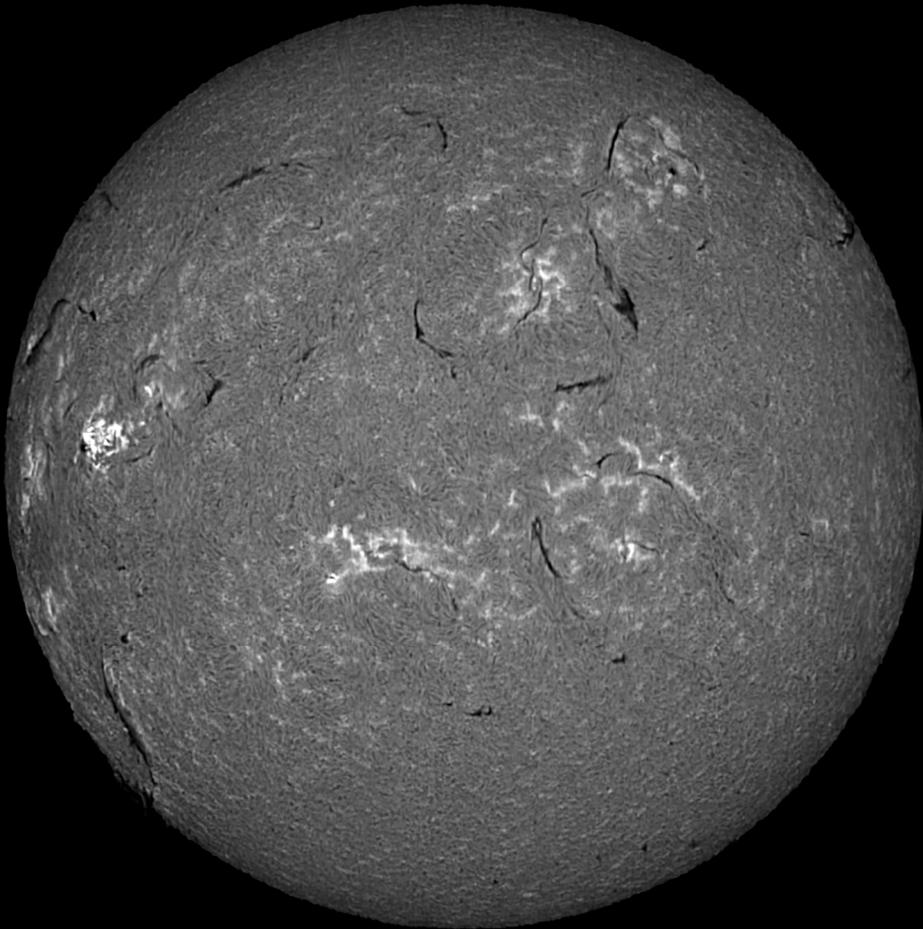
spyder Qt

Hugin

pyside6-designer

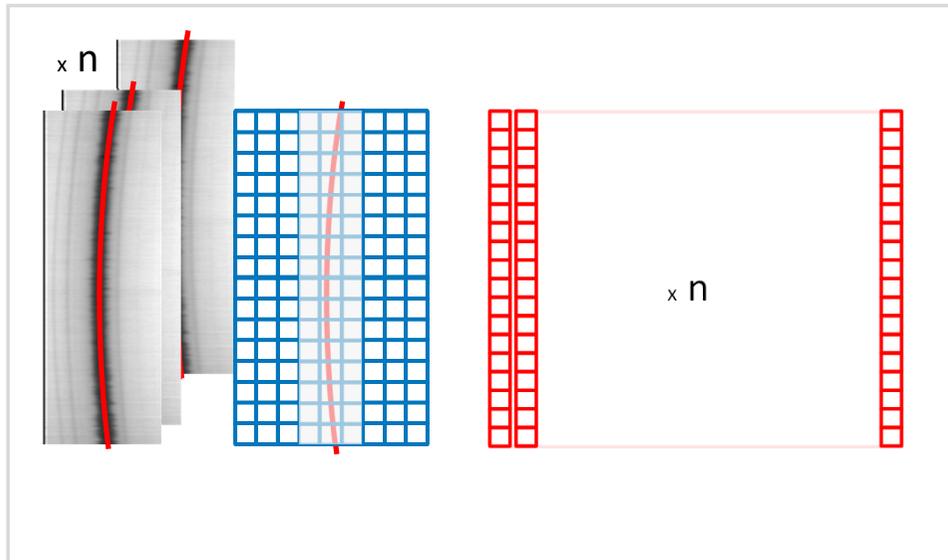
Corbeille

Sol'Ex, Paris 17 fev 2024 – 09:17:13 TU
SkyWatcher refractor 72ED – ZWO ASI 178 – EQ5 mount – Filter ND8
Bin2x2 – exp 3.8ms, gain 102
INTI (Clahe) + Astrosurface Wavelettes

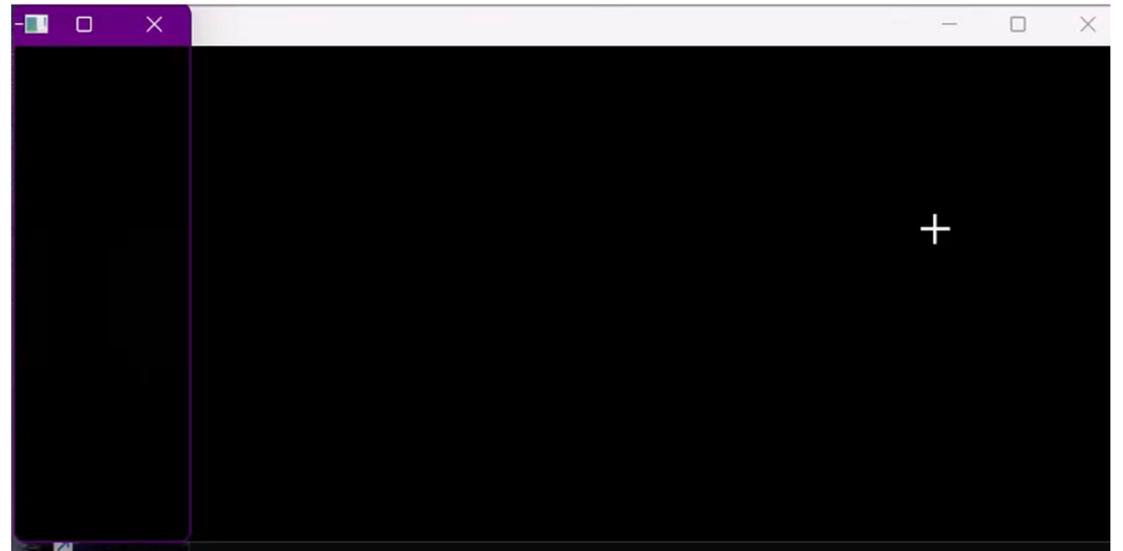


La construction de l'image

Extraction des n trames vidéo des pixels au cœur de la raie spectrale H-alpha

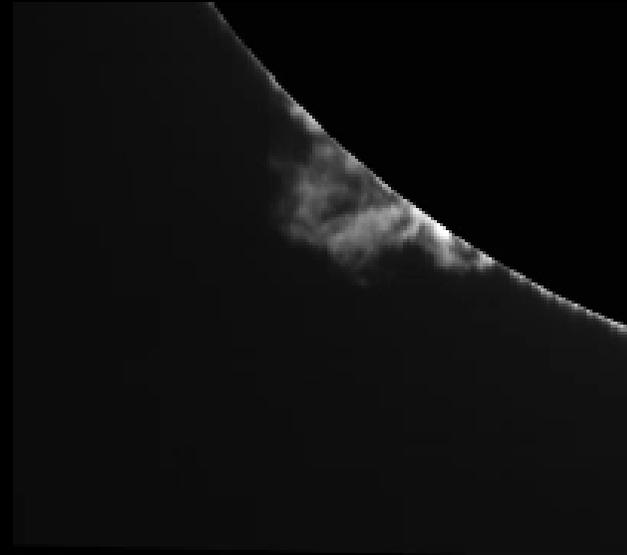
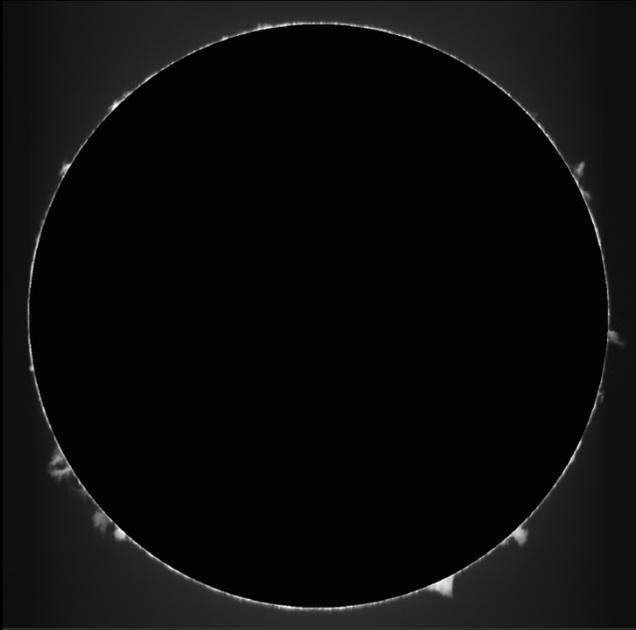


Assemblage de l'image brute monochromatique

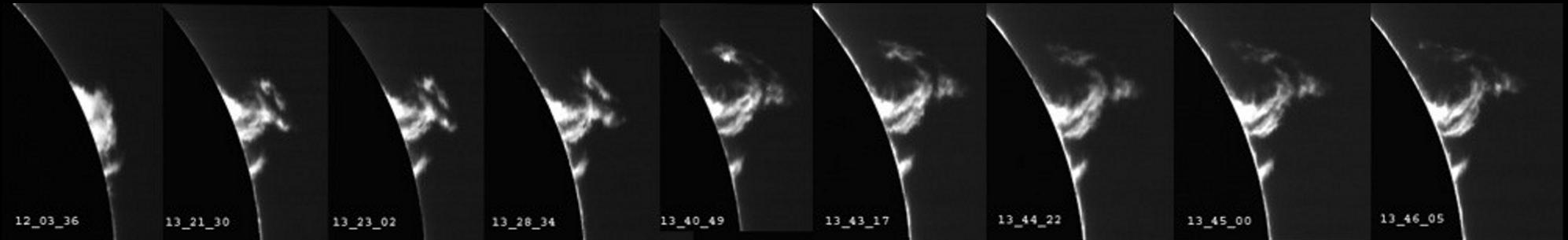


Elimination des rayures fines et de bandes non homogènes. Correction géométrique de l'angle de balayage et de l'ovalisation liée à la relation entre la vitesse de balayage et la cadence image.

Protubérances



<https://3dthis.com/3dix.htm>



12_03_36

13_21_30

13_23_02

13_28_34

13_40_49

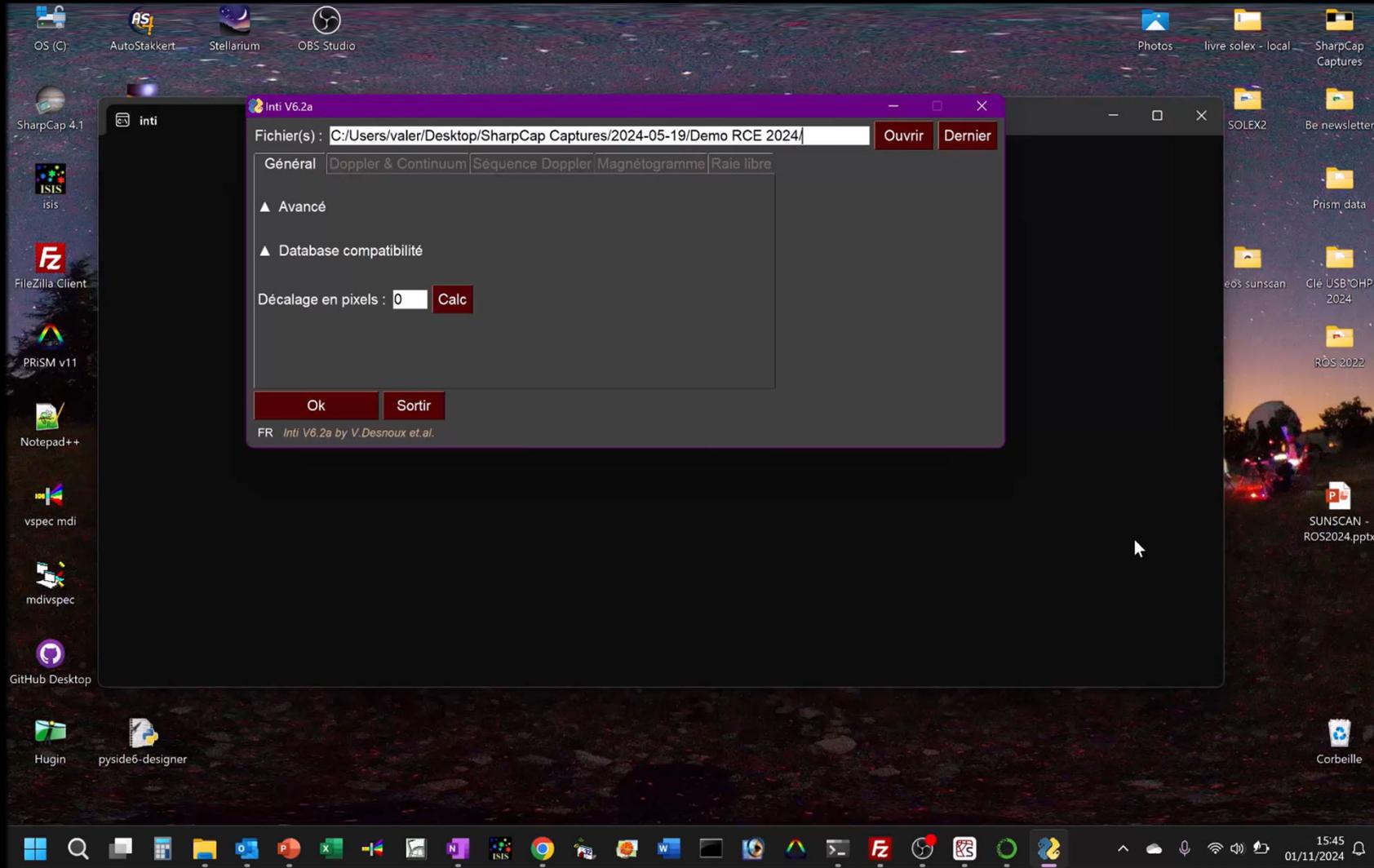
13_43_17

13_44_22

13_45_00

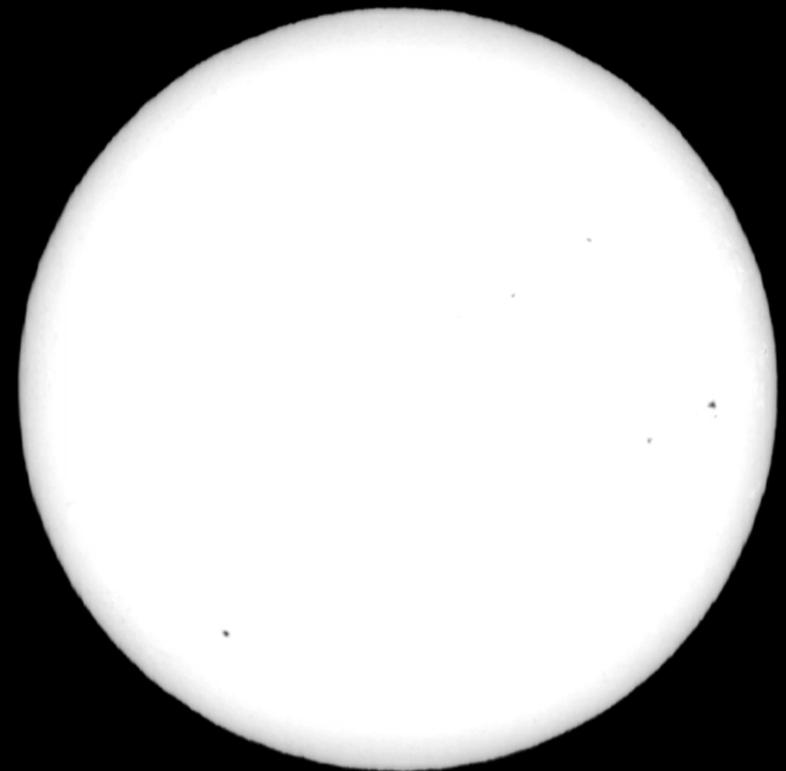
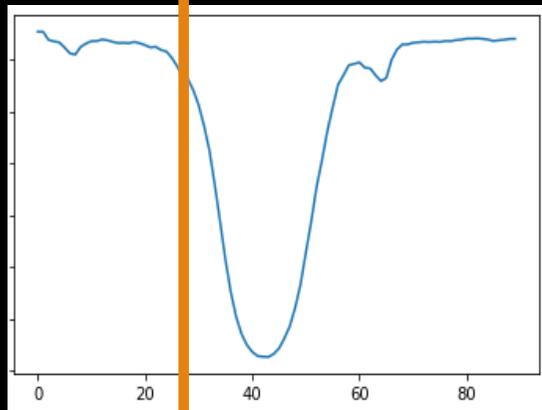
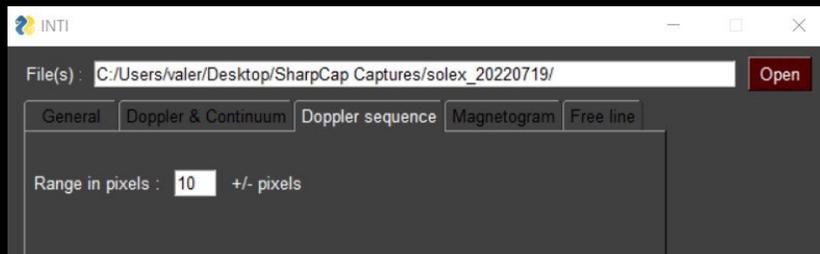
13_46_05

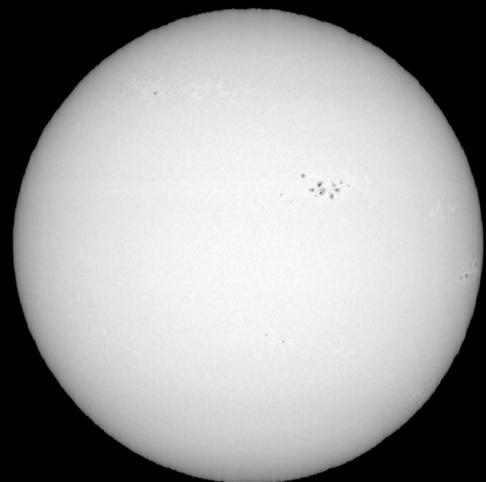
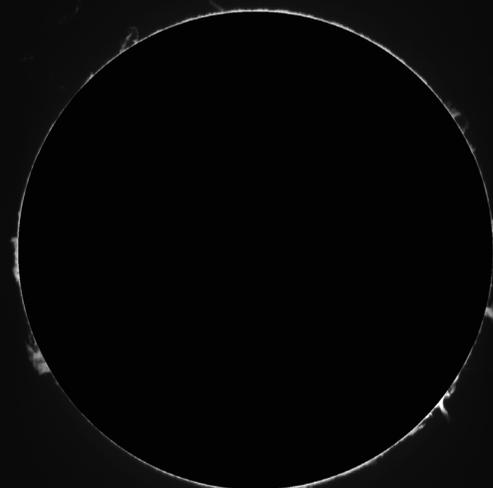
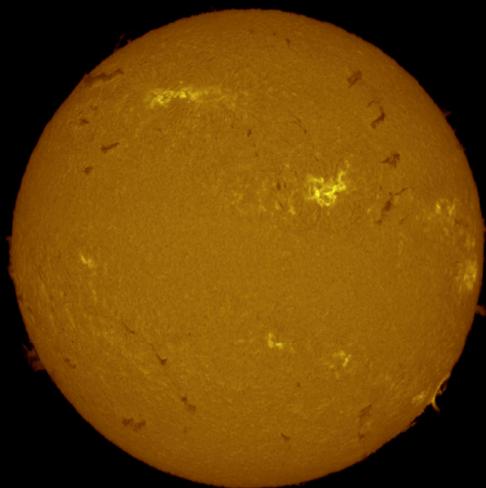
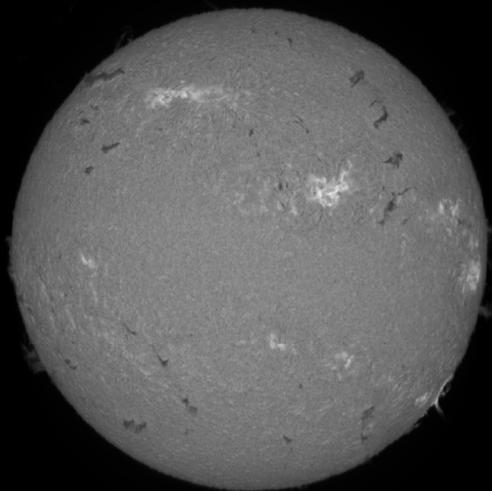
Imagerie Doppler et continuum



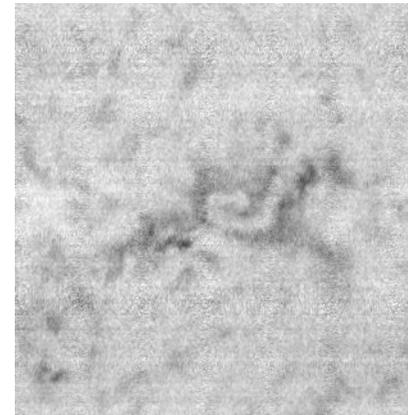
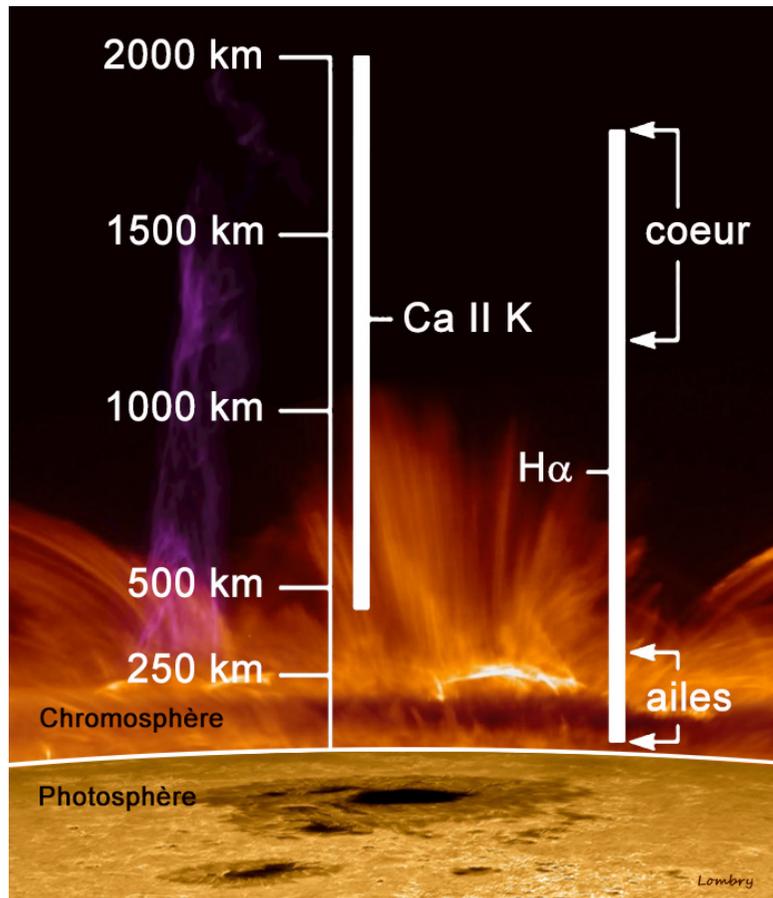
Ballade autour de H-alpha

Reconstruire une séquence d'image monochromatique en parcourant les longueurs d'onde autour du centre de la raie

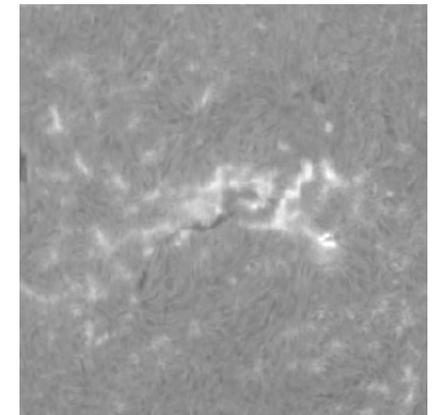




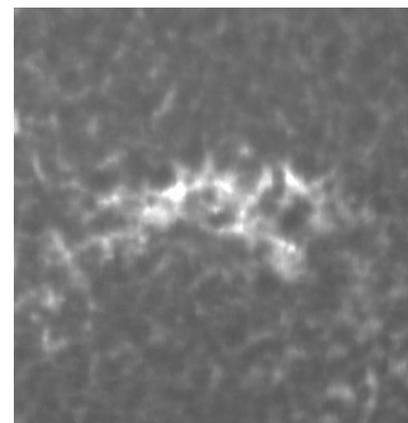
Explorer un autre visage...



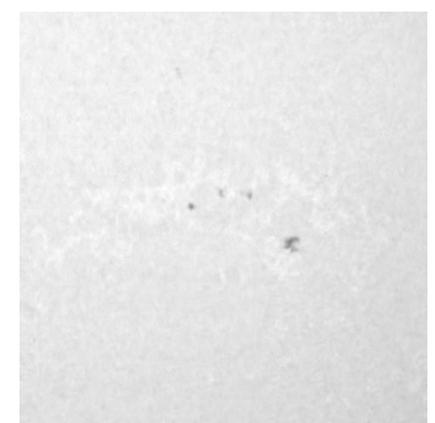
He D3



H-alpha



CaII H



Photosphère

Spectro-localisation... INTI Map

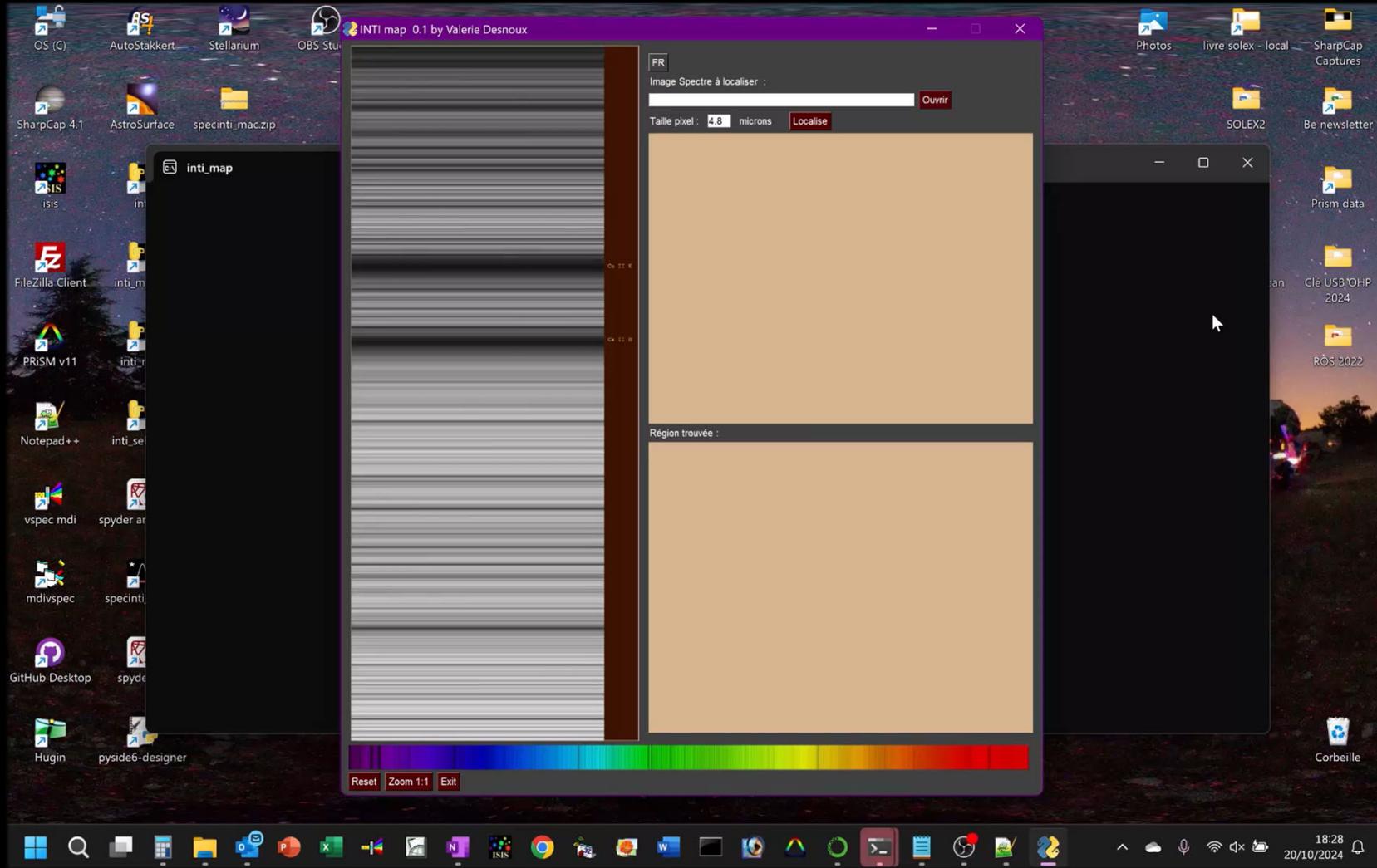
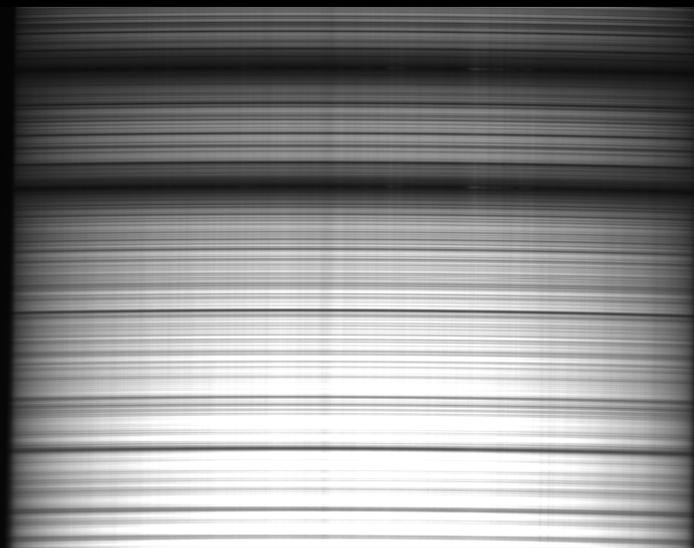
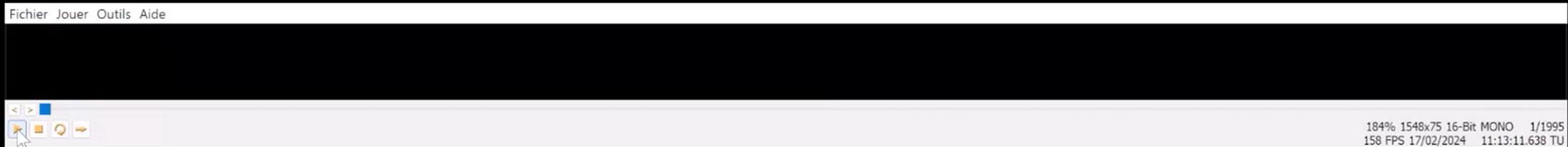


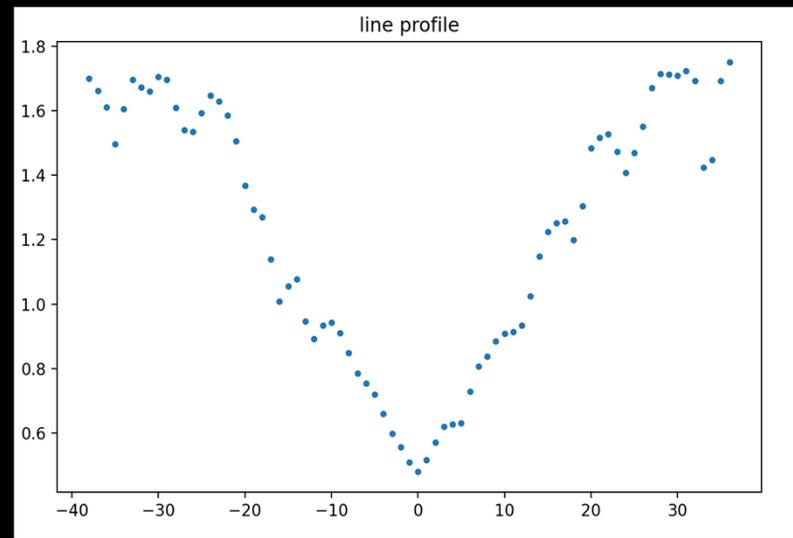
Image Calcium



Ca II K



Ca II H



Sol'Ex, Paris 17 fev 2024 - 10:13:11 TU
SkyWatcher refractor 72ED – ZWO ASI 178 – EQ5 mount – Filter ND8
Bin2x2 – exp 6.3ms, gain 168
INTI (Clahe) + Astrosurface Wavelettes – colorisation Photoshop 7.0

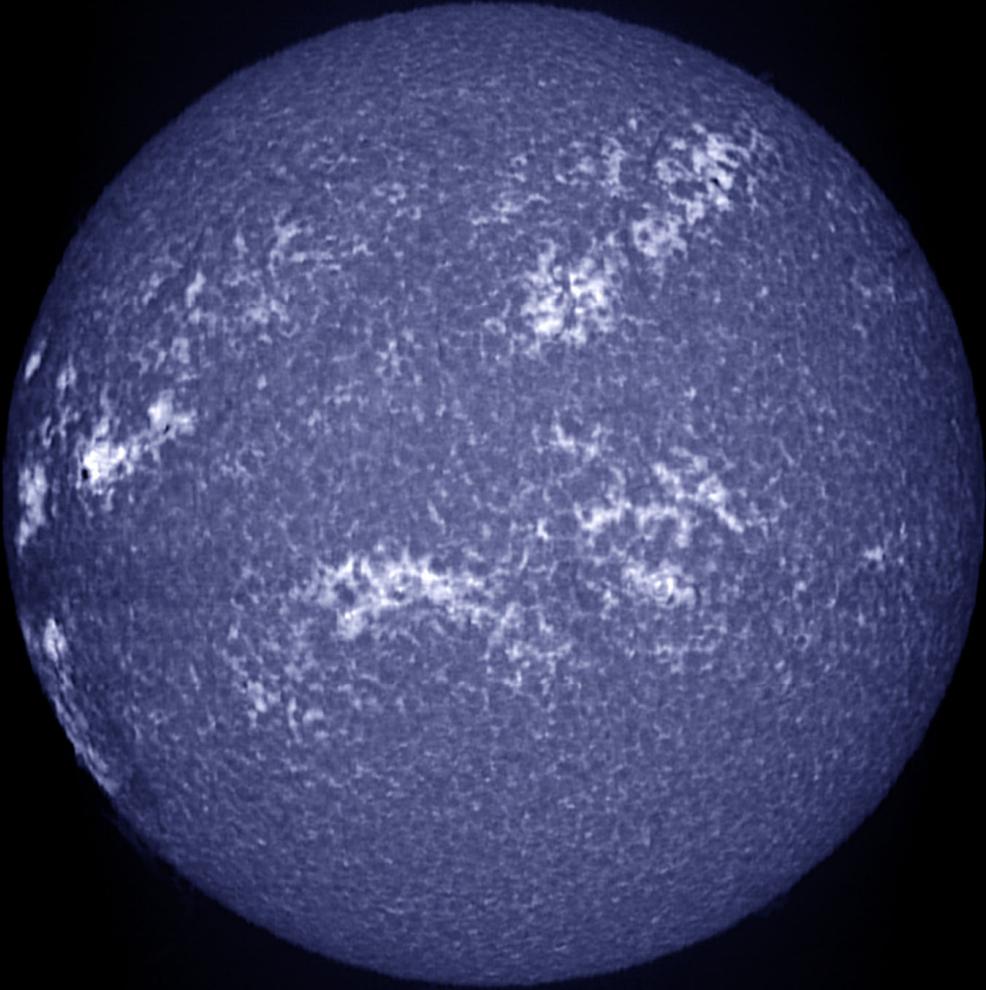
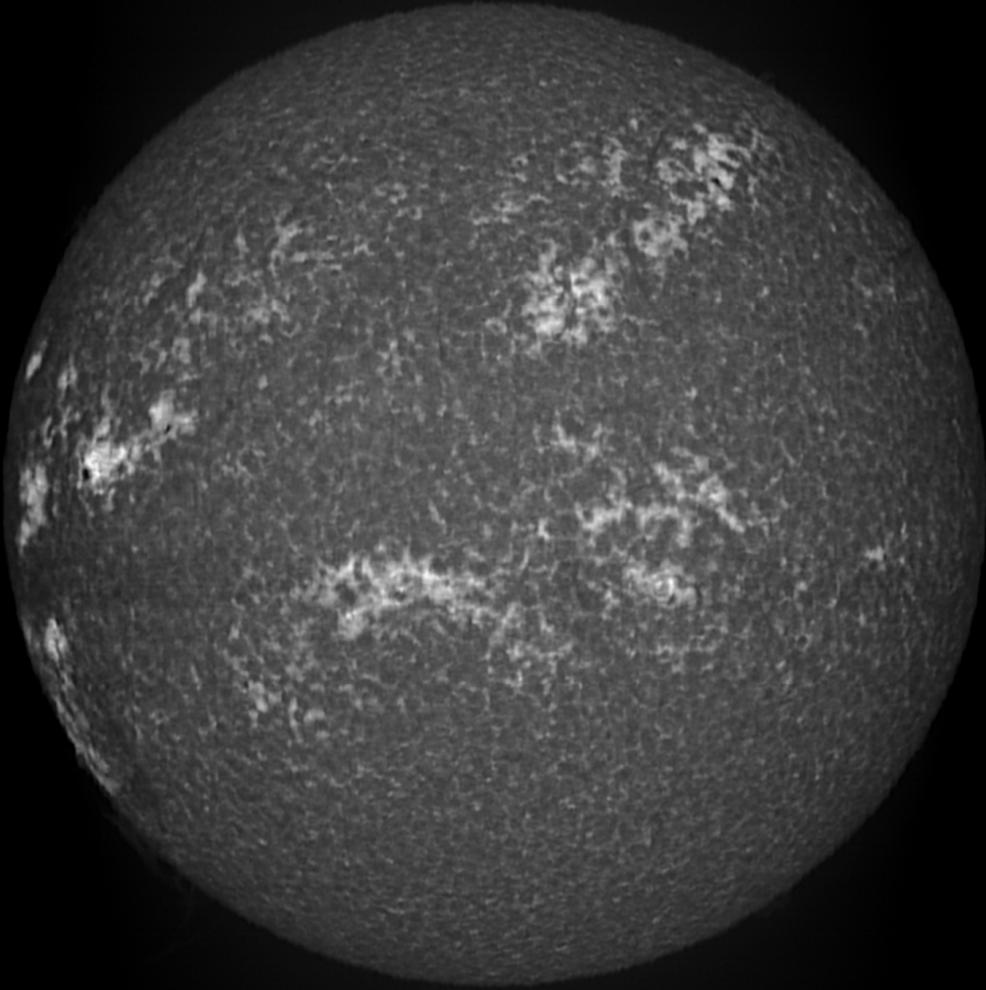


Image Hélium D3

Fichier Jouer Outils Aide



184% 1548x120 16-Bit MONO 1/2485
210 FPS 17/02/2024 12:35:28.721 TL

Identification Helium D3 line

One frame at sun entrance, line is in emission in the atmosphere

One dark line is used by INTI to automatically build the image with a pixel shift

Pixel shift corresponds to the number of pixel between the dark line and helium line

Helium D3 line



Dark reference line



intiti

Inti V6.2a

Fichier(s) : C:/Users/valer/Desktop/SharpCap Captures/2024-05-19/Demo RCE 2024/ Ouvrir Dernier

Général Doppler & Continuum Séquence Doppler Magnétogramme Raie libre

▲ Avancé

▲ Database compatibilité

Décalage en pixels : 0 Calc

Ok Sortir

FR Inti V6.2a by V.Desnoux et al.

Photos

livre solex - local

SharpCap Captures

SOLEX2

Be newsletter

Prism data

videos sunscan

Clé USB OHP 2024

RÔS 2022

GitHub Desktop

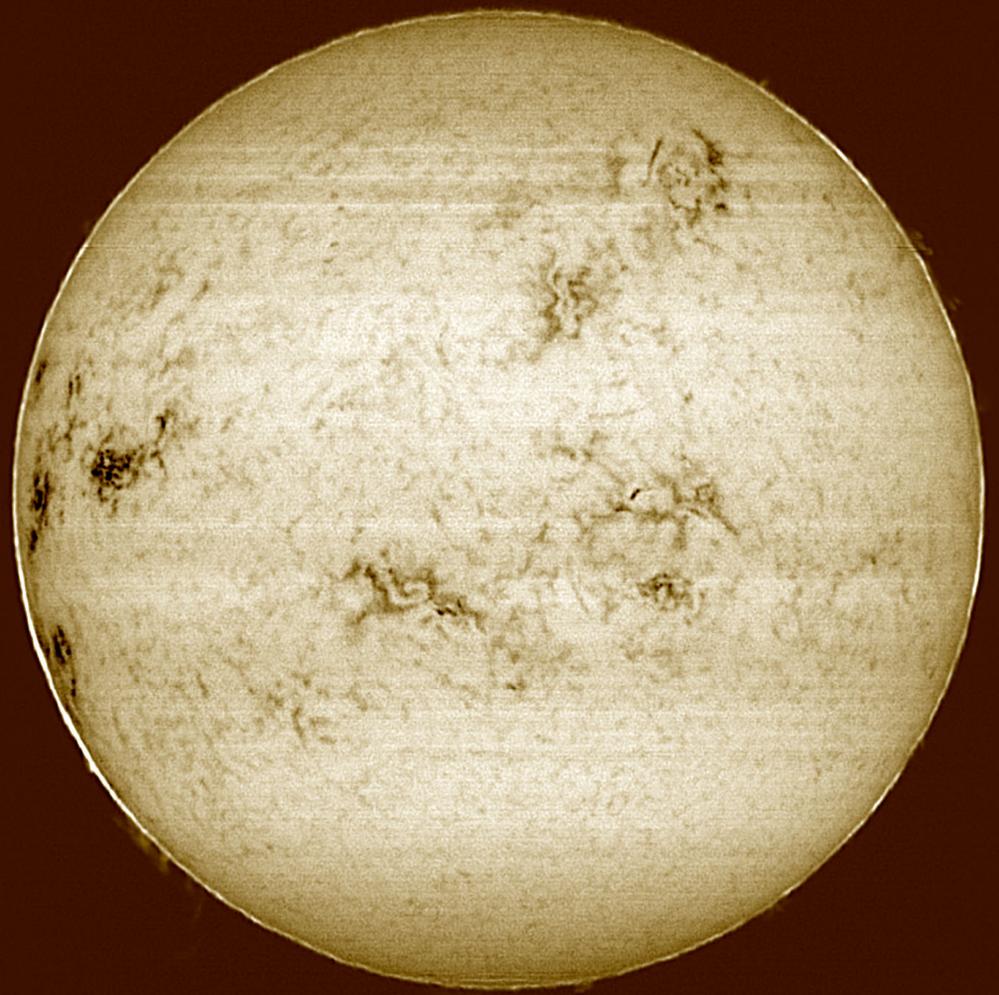
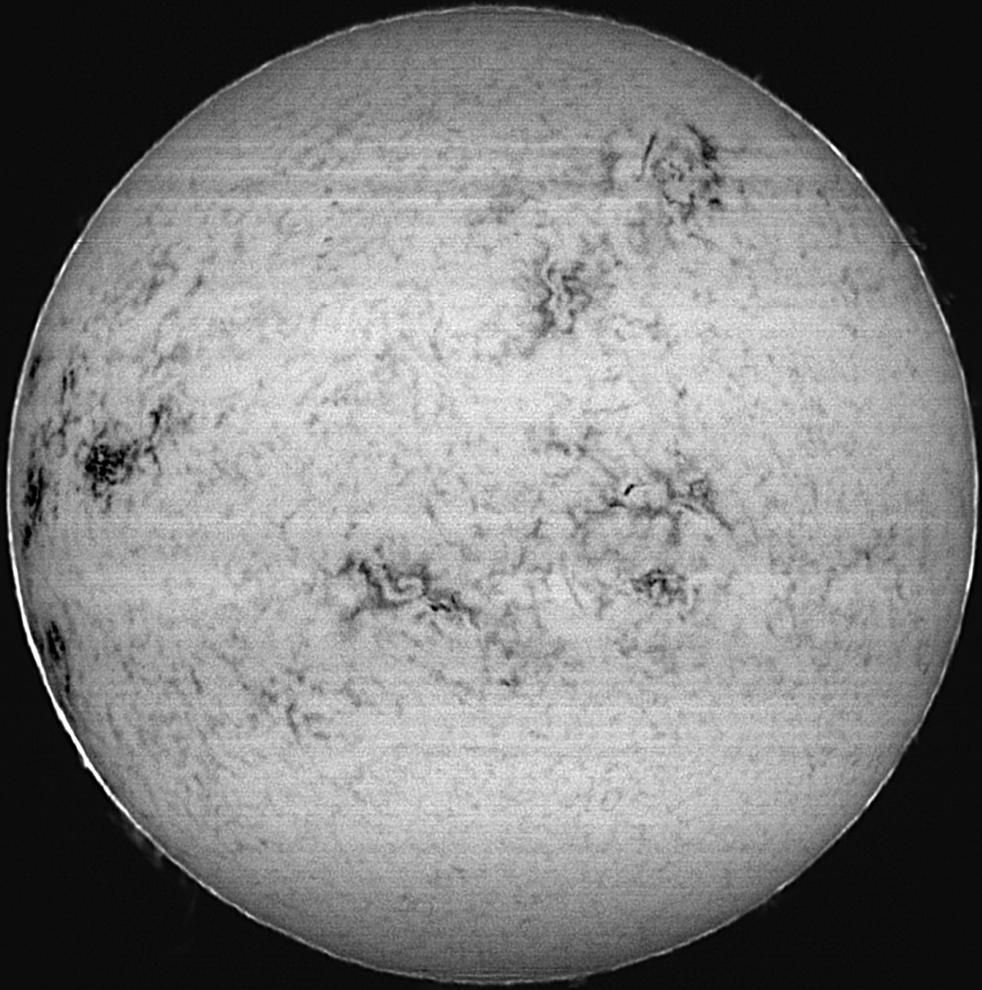
spyder Qt

Hugin

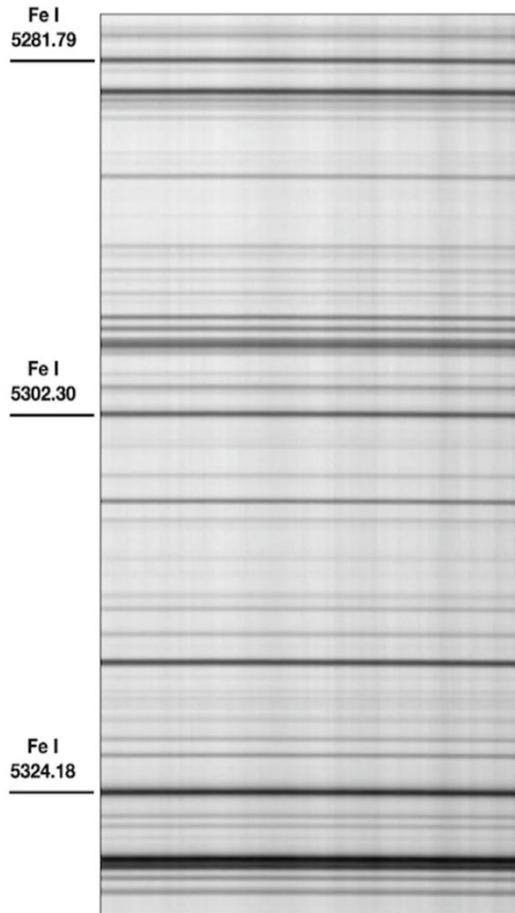
pyside6-designer

Corbeille

Sol'Ex, Paris 17 fev 2024 - [11:27 - 11:35] TU staking of 5 best images
SkyWatcher refractor 72ED - ZWO ASI 178 - EQ5 mount - Filter ND8
Bin2x2 - D3 Helium

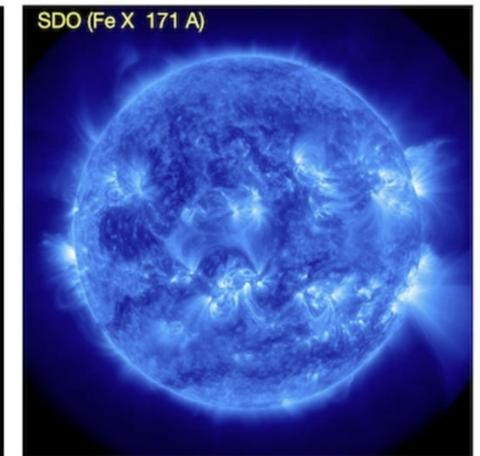
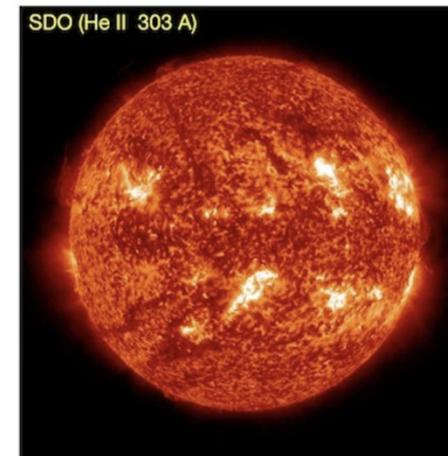
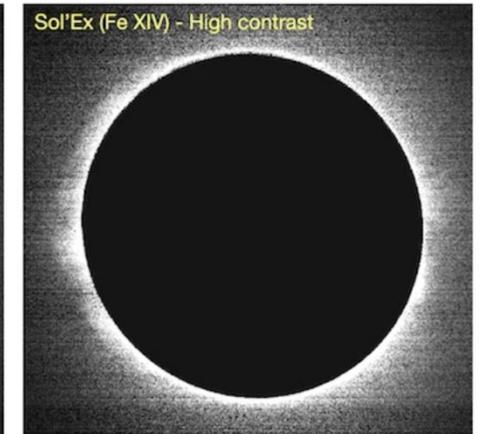
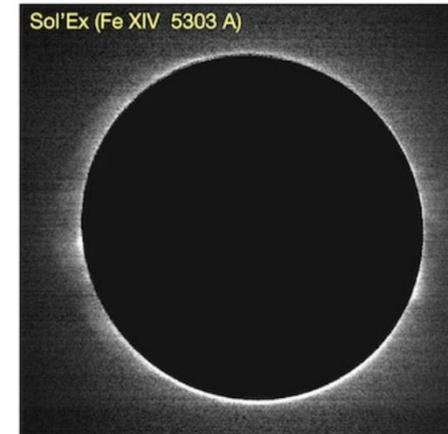


Observation de la couronne chaude « E »

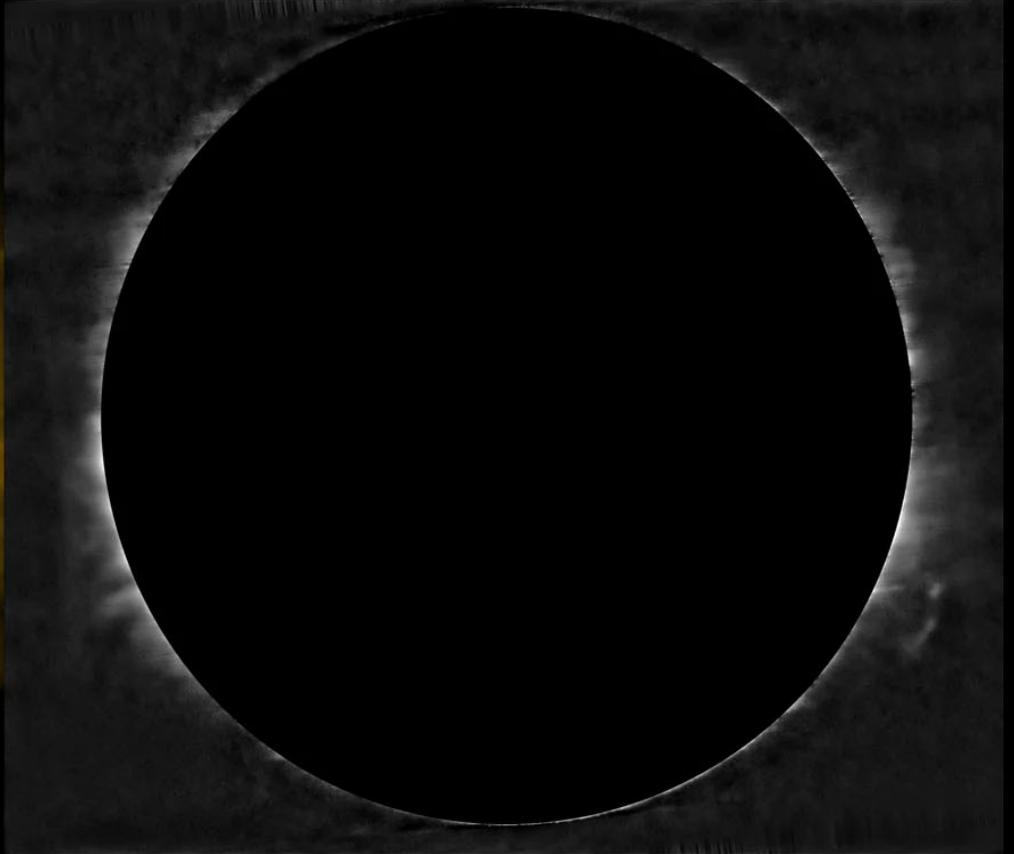
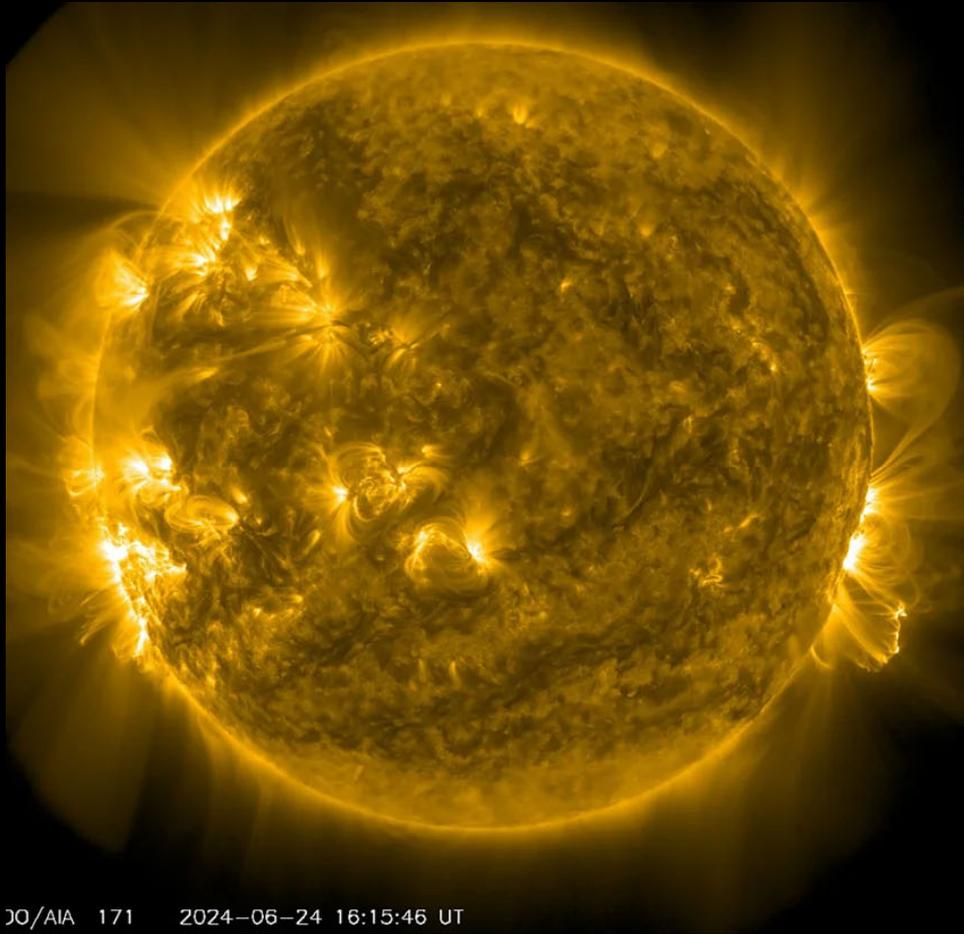


Fe XIV
5302.86

Filtre Baader Solar Continuum calé au départ à 540 nm exploité comme pré-filtre. Ce dernier est incliné de 25° environ pour déplacer le pic de transmission à 530 nm juste à l'avant de la fente.



Couronne Solaire



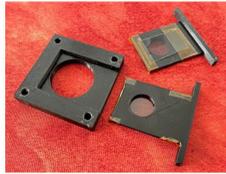
JO/AIA 171 2024-06-24 16:15:46 UT

Olivier Aguerre - <https://www.astrobin.com/users/Pulsar59/>

Magnétogramme solaire

L'observation du champ magnétique (1/4)

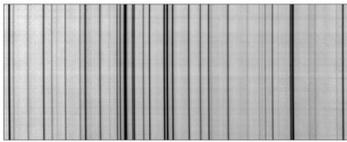
L'application « magnétogramme » est typique du projet Sol'Ex : possibilité de pratiquer des expériences physiques pointues (effet Zeeman) de manière économique et ludique



Porte filtre en impression 3D



Mesure de la polarisation circulaire en détournant des lunettes de cinéma 3D



Fe I 6173 Å (g = 2.50)

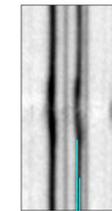
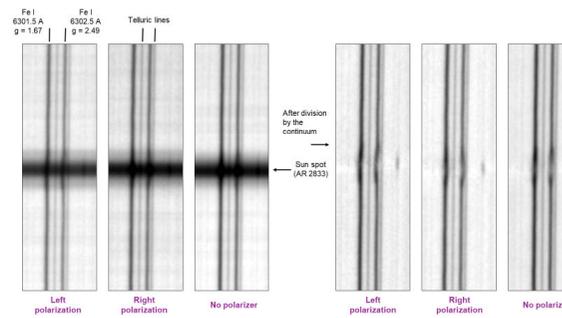


Outil logiciel de traitement fourni

RCE – 11-13 Novembre 2022

L'observation du champ magnétique (3/4)

La haute résolution spectrale de Sol'Ex permet de déceler l'effet Zeeman



Formule Zeeman : décalage spectral d'une raie en fonction du champ magnétique longitudinal B_z :

$$\Delta\lambda_{\lambda} = \pm 4,67 \times 10^{-13} g \lambda^2 (B_z)$$

Décalage : 0,085 Å au niveau de la raie Fe I 6302 Å, aussi :

$\lambda = 6302,5 \text{ Å}$
 $\Delta\lambda = 0,085 \text{ Å}$
 $g = \text{Landé factor} = 2,49$

-> $B_z = 1840 \text{ Gauss}$

1,3 pixel = 0,085 Å

RCE – 11-13 Novembre 2022

L'observation du champ magnétique

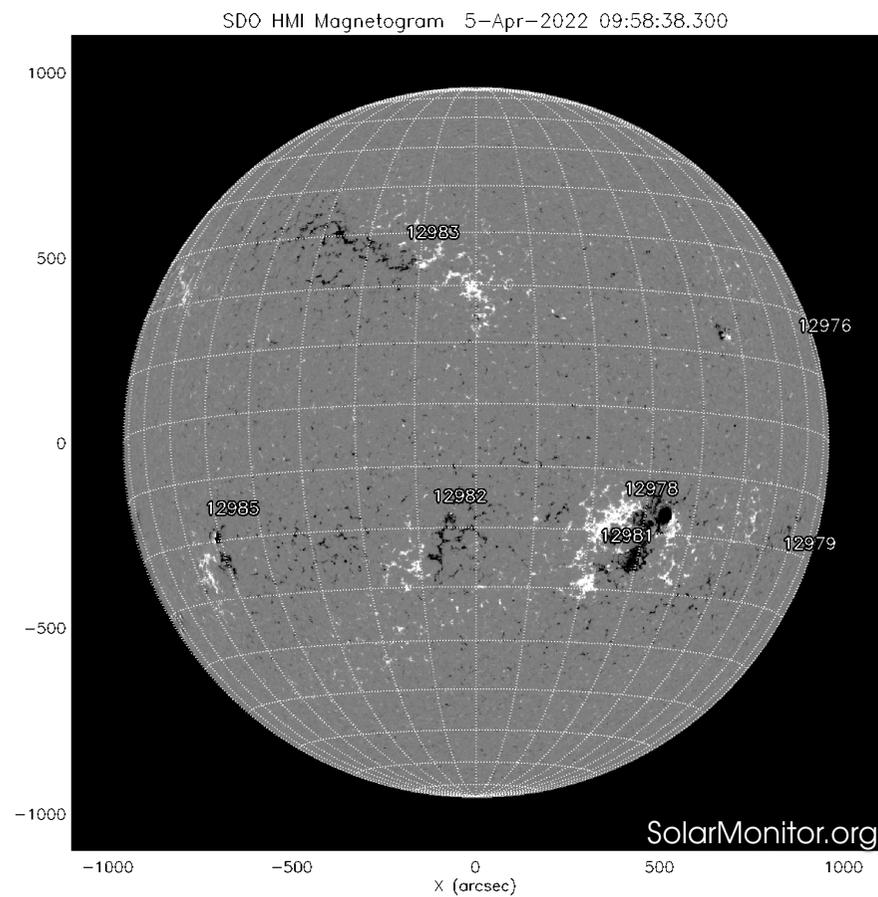


Image SDO le 5 avril 2022

Magnétogramme (utilisation de la raie Fe I 6173 Å)

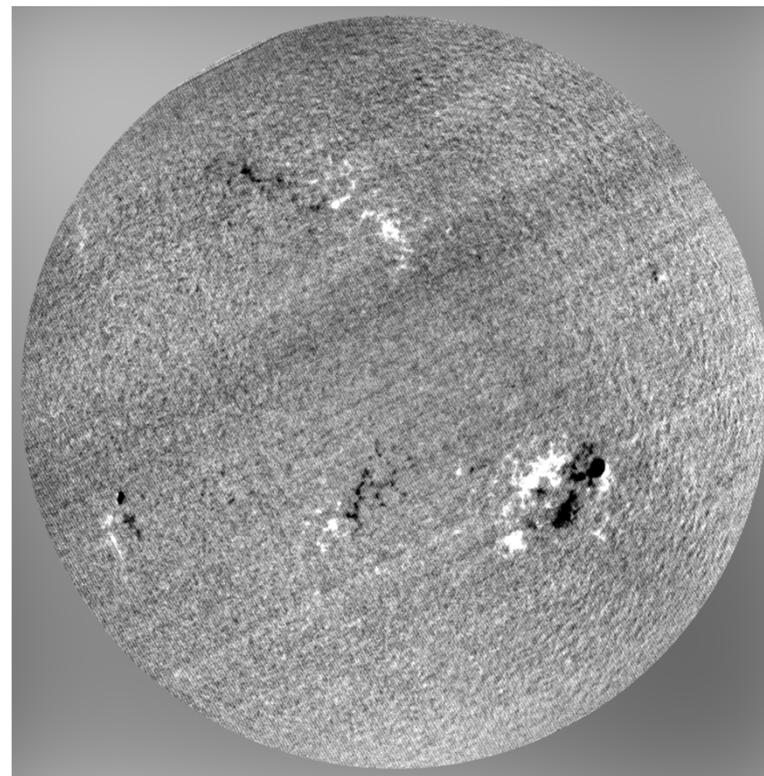


Image Sol'Ex pour la même date

Collaboration pro-amateur

Inti permet d'ajouter les informations requises pour contribuer à la surveillance journalière du Soleil avec l'Observatoire de Meudon.

The screenshot displays the BASS2000 Solar Survey Archive website. At the top, there is a navigation bar with a menu icon, the text "BASS2000 Solar Survey Archive", and a date selector set to "31 Oct 2024 11:00 UT". Below the navigation bar, there are buttons for "Previous day", "OK", and "Next day", along with a date input field and a "My Selection" button.

The main content area is titled "LATEST OBSERVATIONS" and features several observation cards. The "SOLEX: THE SOLAR EXPLORER" card is highlighted with an orange border. It shows an H Alpha image from 30-Oct-2024 at 14:48:21, with download links for ".jpg", ".fits", and "solar grid".

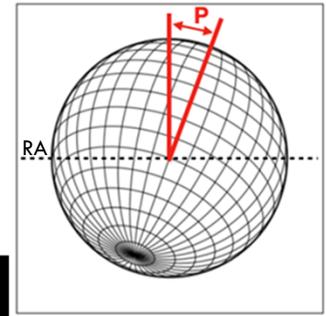
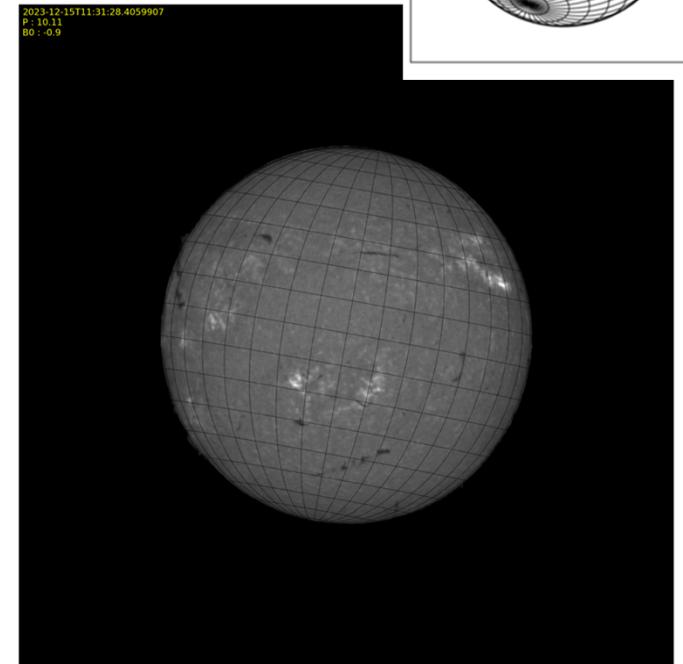
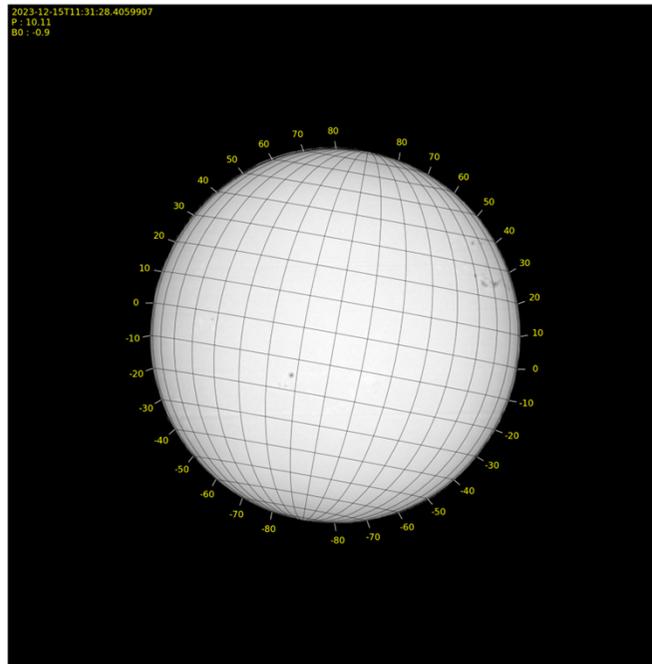
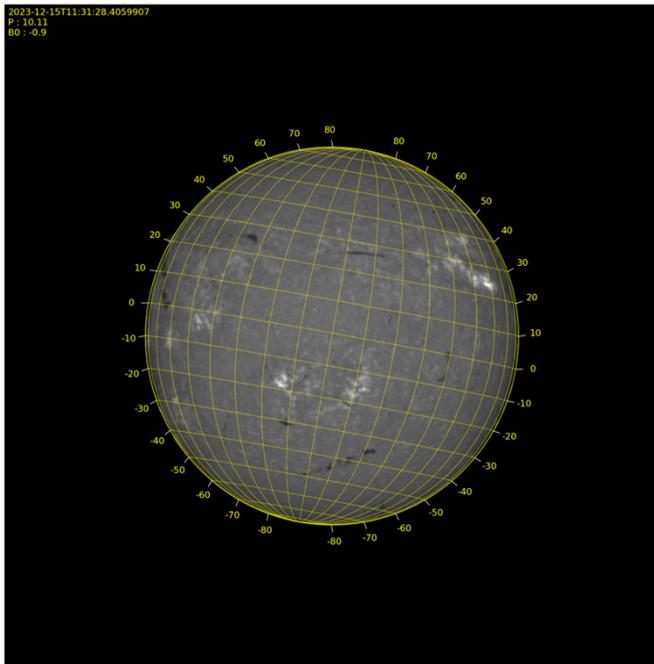
Other observation cards include "METEOSPACE" (31-Oct-2024, 10:00:04), "USET-ROYAL OBSERVATORY OF BELGIUM" (31-Oct-2024, 09:31:54), "CLIMSO PIC DU MIDI" (24-Oct-2024, 08:40:59), and "MEUDON SPECTROHELIOGRAPH" (28-Oct-2024, 15:12:01).

A metadata form is overlaid on the right side of the page, titled "Database compatibilité". It contains the following fields and values:

- Observateur : VDesnoux
- Contact : xx@xx.xx
- Site Long : 2.0 E positif Site Lat : 48.5 N positif in decimal degree
- Instrument : SOLEX_xxx
- Longueur d'onde : Ha 6562.762
- Date et heure : 2024-02-17T10:17:45.0291847 Date Gong BASS2000 NSO
- Angle P : -17.998 Nord en haut, Est à gauche, angle P positif vers l'Est KSO
- Inversion E-W Grille
- Inversion N-S

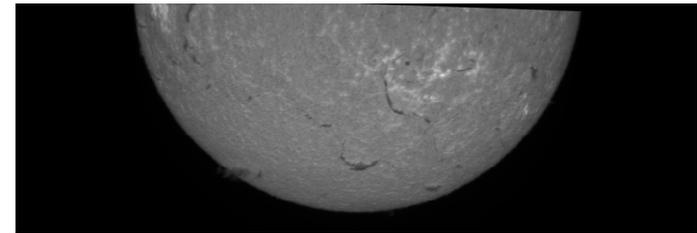
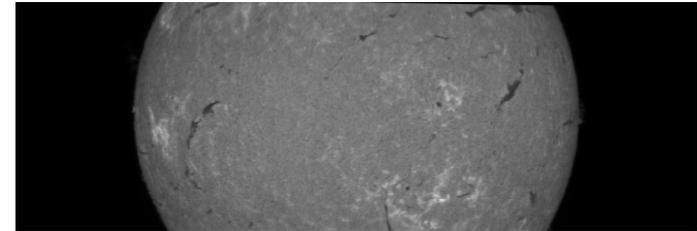
Grille de Stonyhurst

Grille de coordonnées héliocentrique – orientation pole solaire

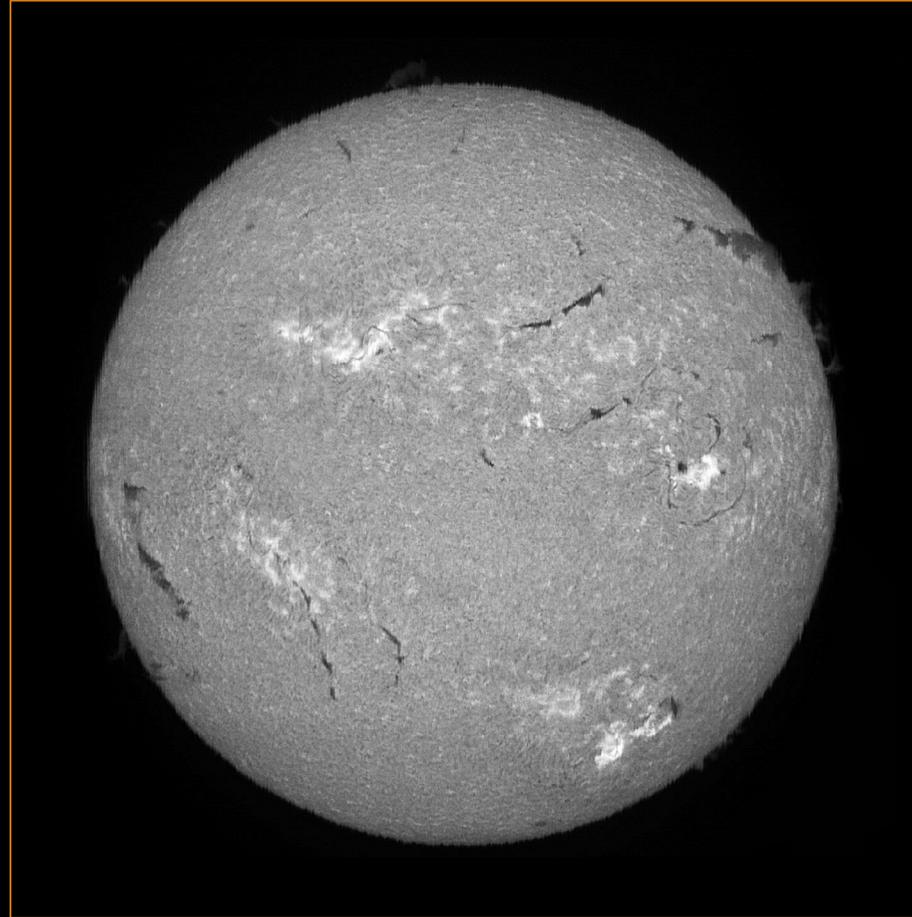
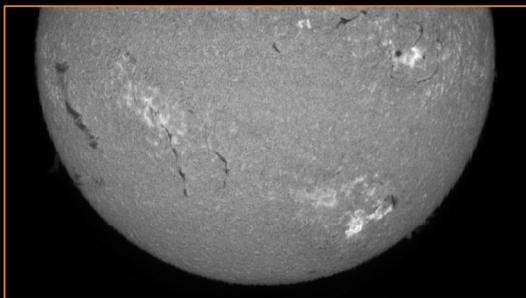
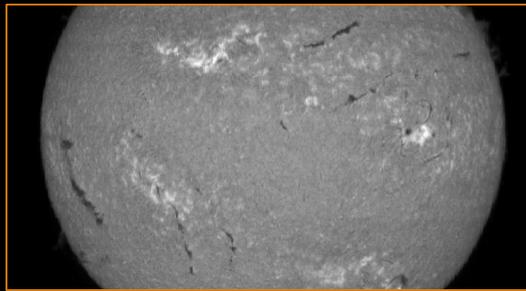
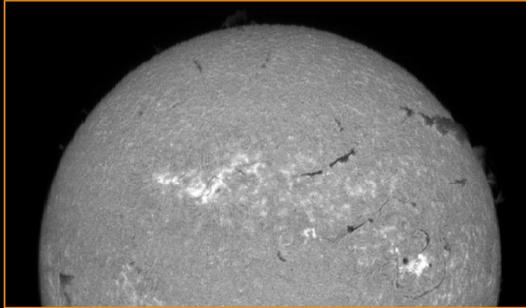


Le soleil en morceau...

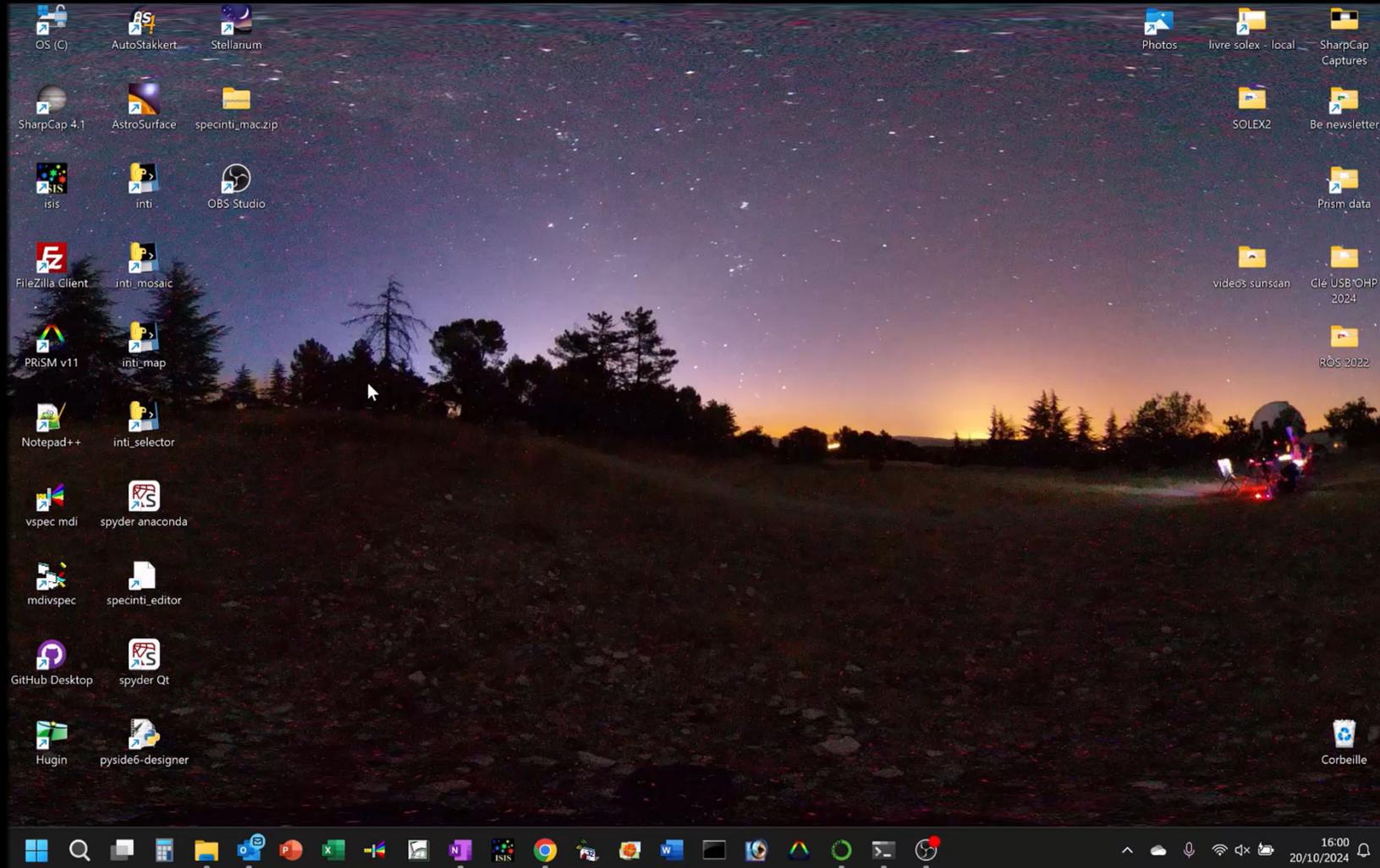
Pour une focale supérieure à 450mm, l'image du soleil ne sera pas complète
Solutions : faire plusieurs scans pour couvrir l'ensemble du disque solaire



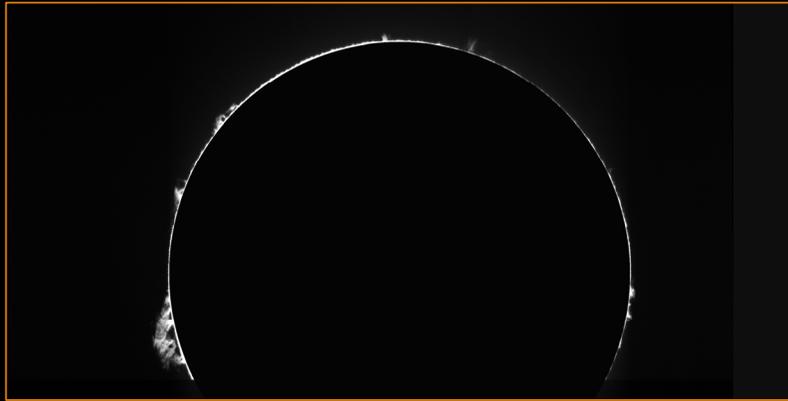
Le soleil en morceau...



INTI Mosaic



Le soleil en morceau...



Post-traitement

Les post-traitements sont à la discrétion de chacun.

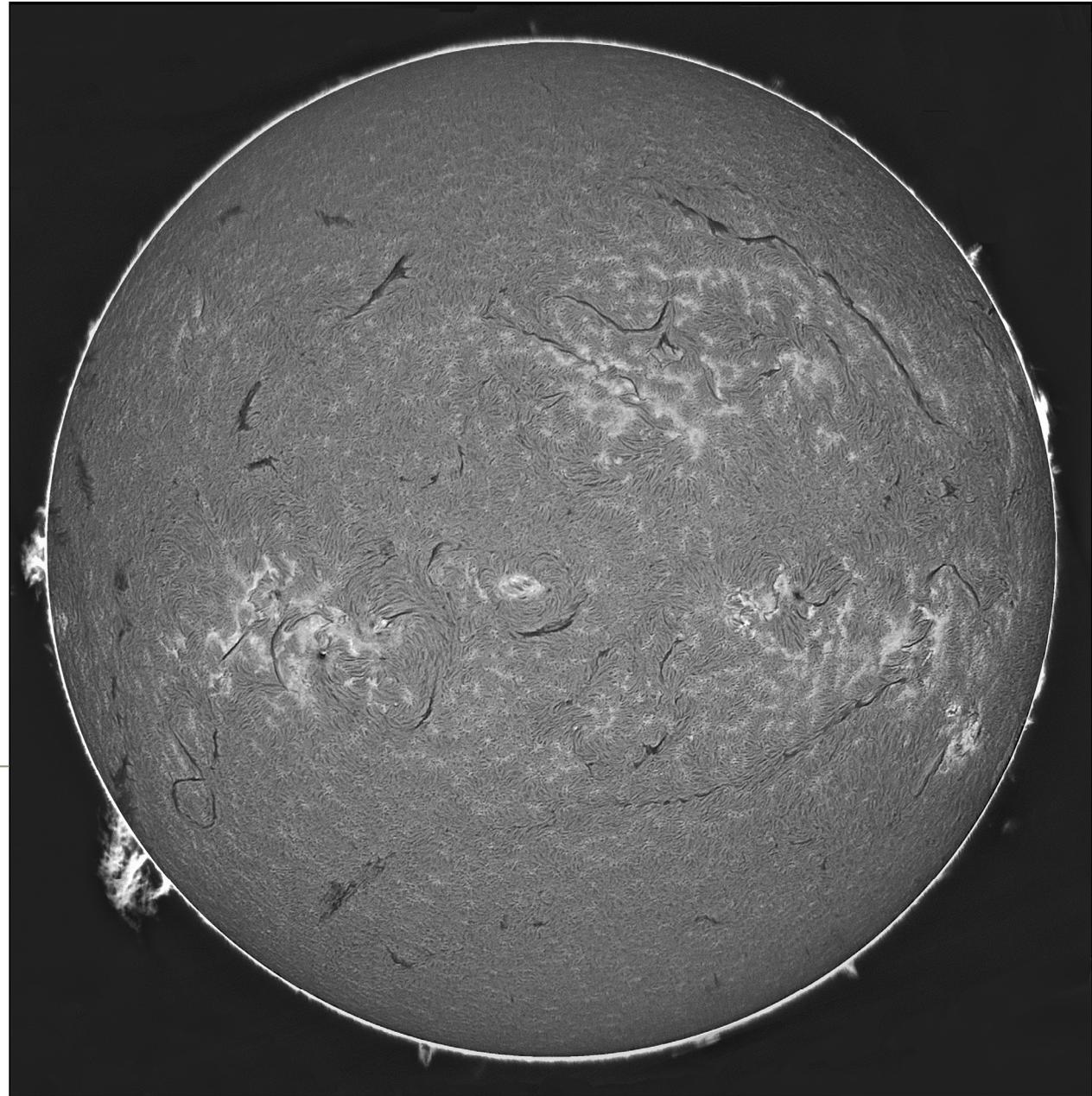
Aucun traitement ne doit compenser ou masquer un problème corrigé de l'acquisition

Un post-traitement raisonnable peut aider à :
atténuer les effets de la turbulence, faire ressortir les petits détails

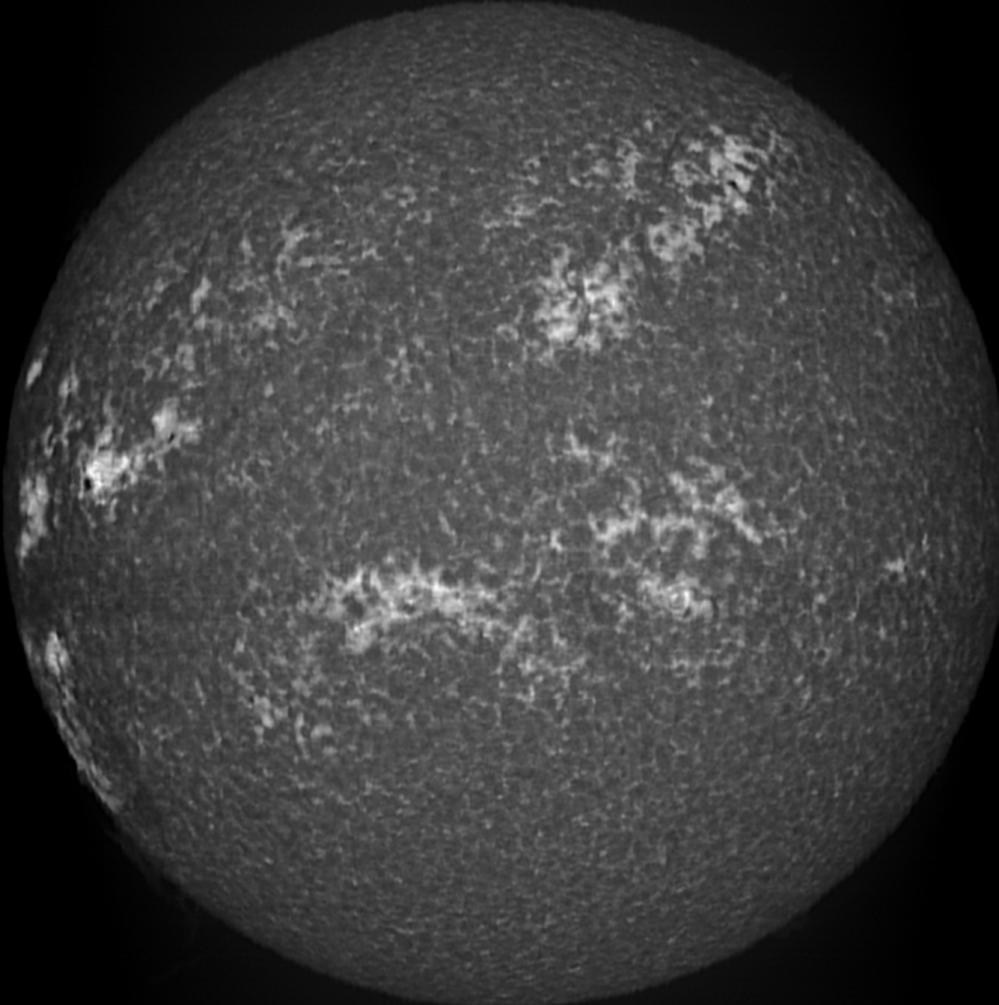
AstroSurface et AutoStakkert... gratuits et performants

Olivier Aguerre

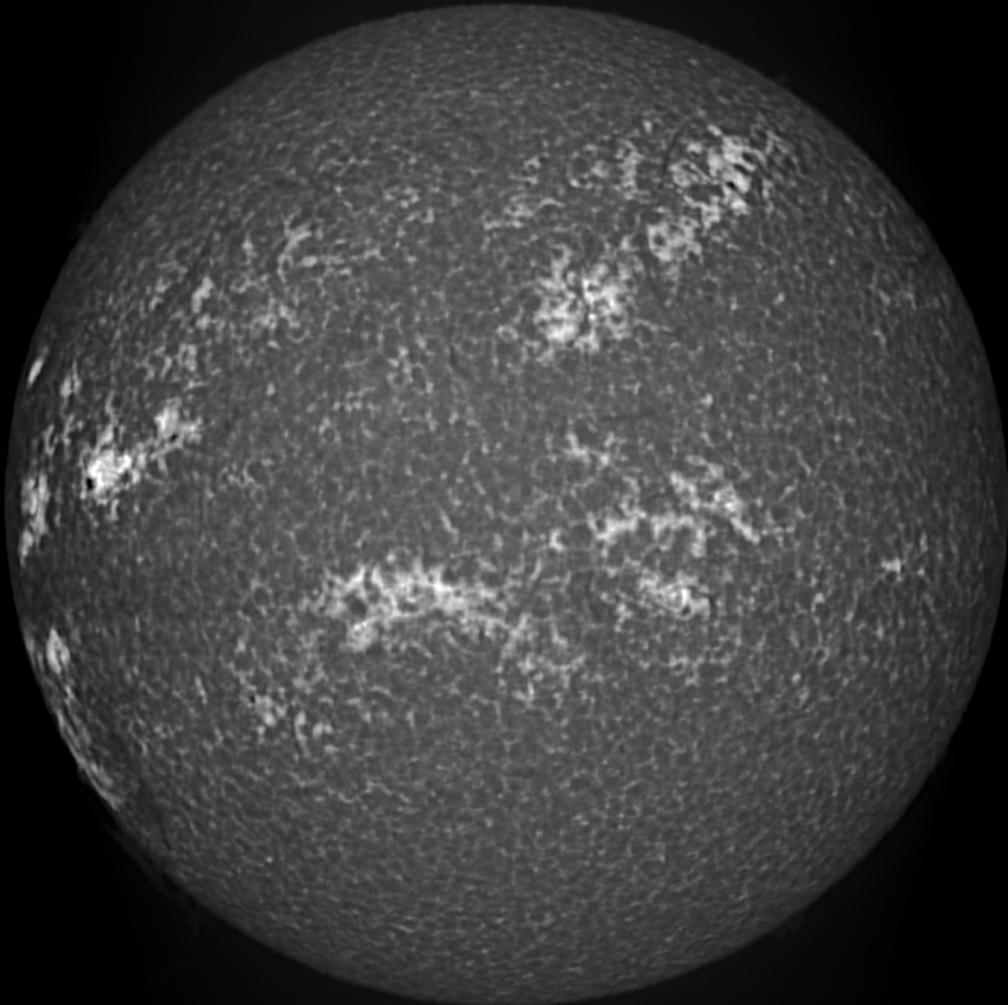
Compositage AS4!, renforcement AstroSurface, finition PS



Comparison single image and stakking with autoskattert of 7 best images – Apsize48

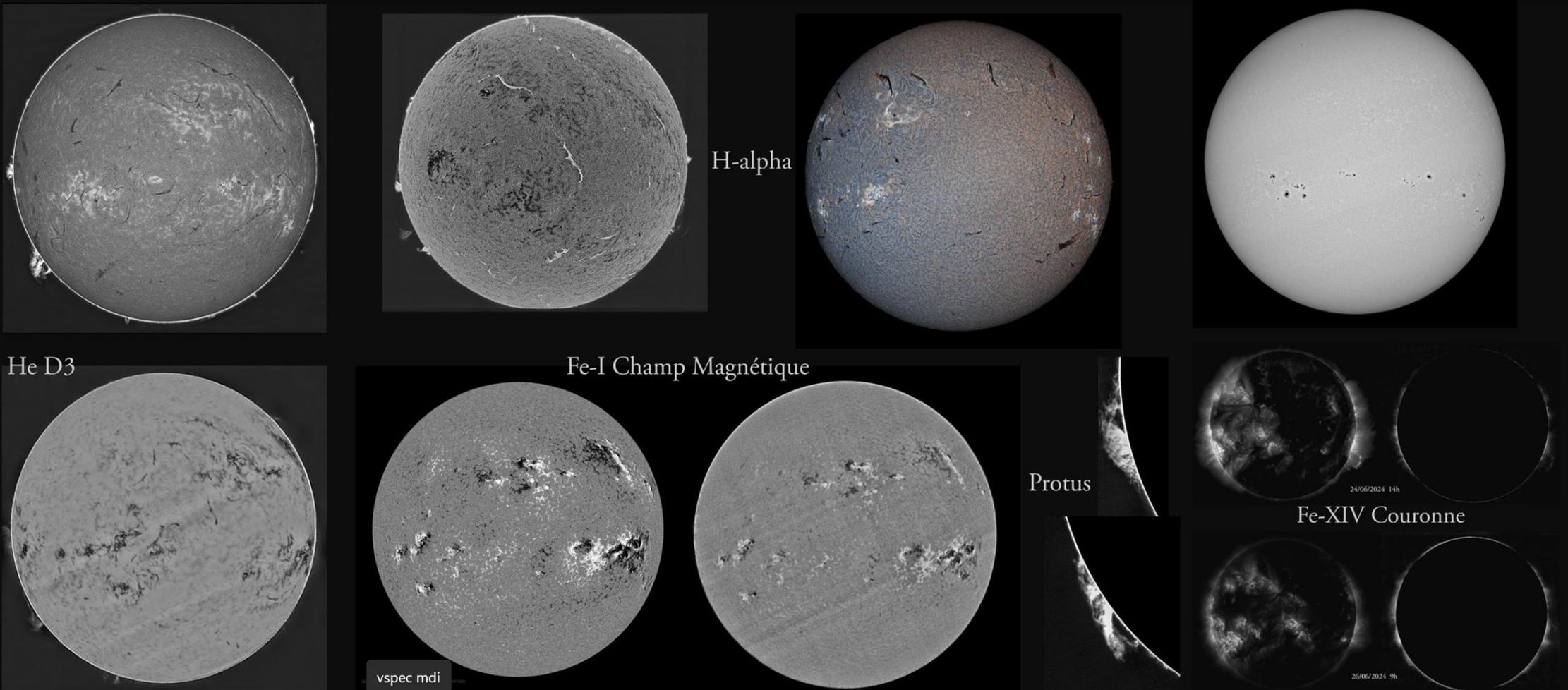


Best single image



7 img stacking

Les multiples visages du Soleil avec Sol'Ex

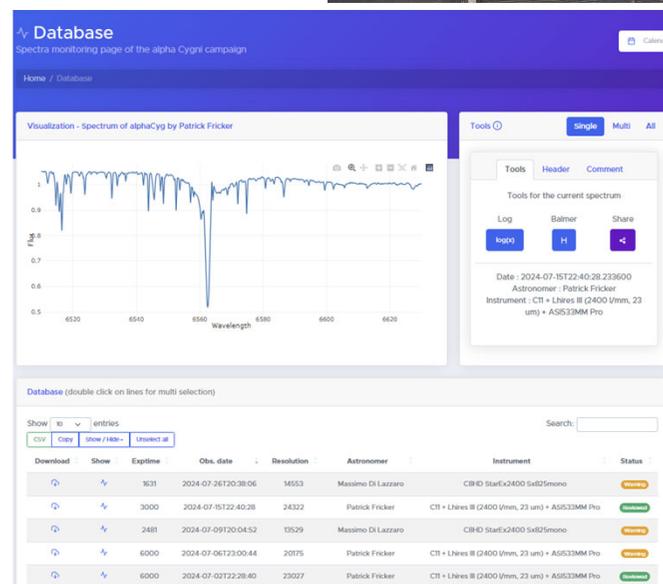
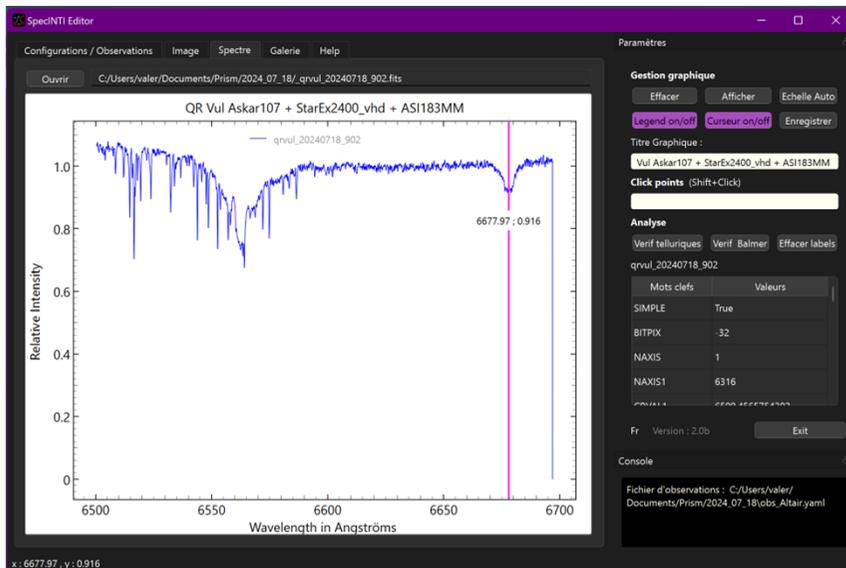
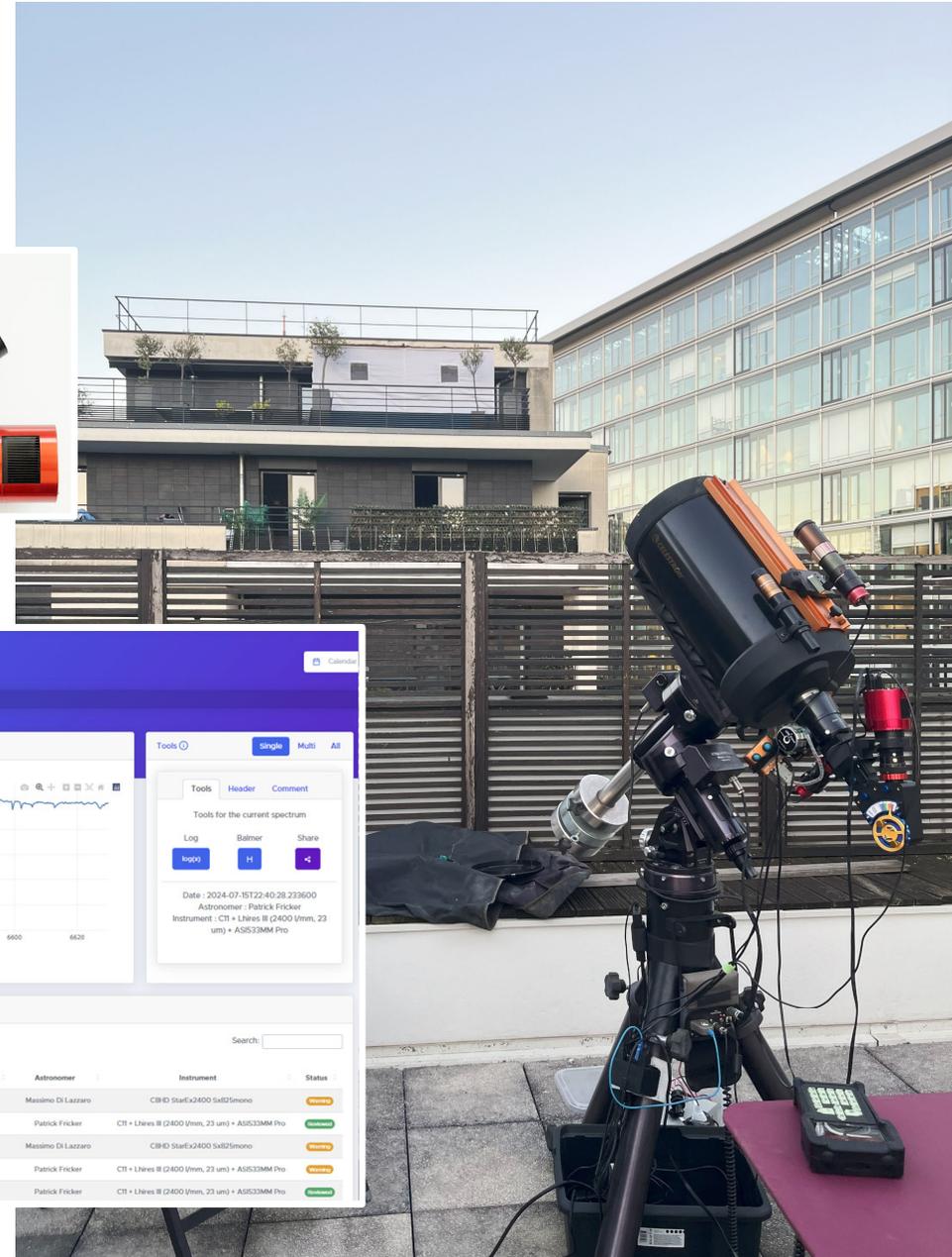


En route vers les étoiles...

Transformez votre Sol'Ex en Star'Ex pour découvrir l'analyse spectrale des étoiles

Traiter vos nuits d'observations en quelques click avec SpecInti

Participez à des campagnes Staros pour apprendre et contribuer à des programmes de collaboration pro-am



Un instrument **complet**, **intégré** et **autonome**

L'ordinateur et la caméra sont inclus
Pas d'achat supplémentaire.
Pas de question à se poser.

Lunette de 200 mm de focale
Spectrographe haute résolution
Caméra CMOS
Micro ordinateur (Raspberry)
Batterie Li-ion

SUNSCAN

L'observatoire solaire autonome



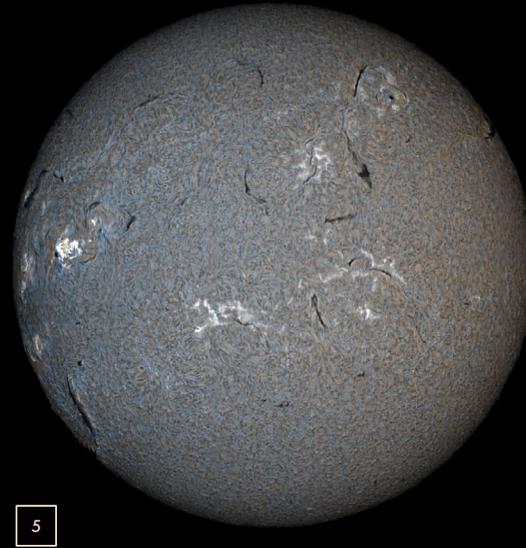
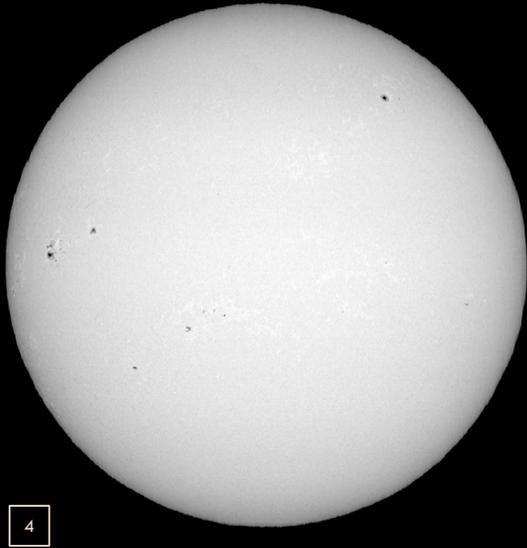
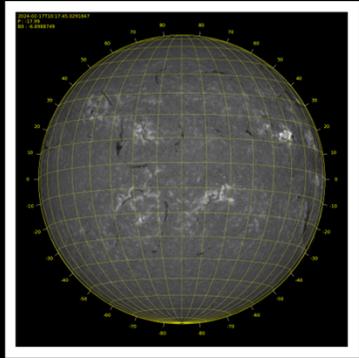
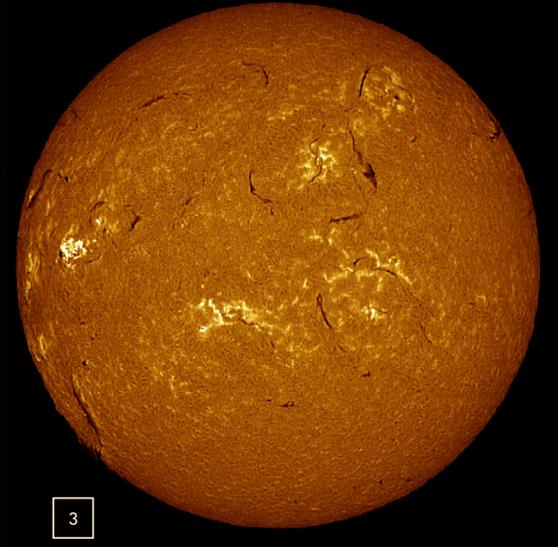
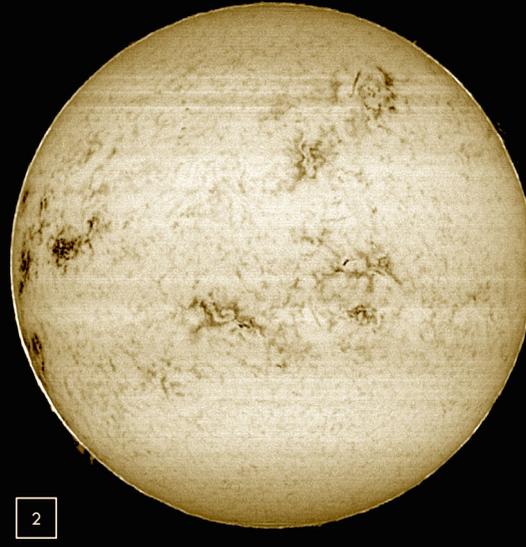
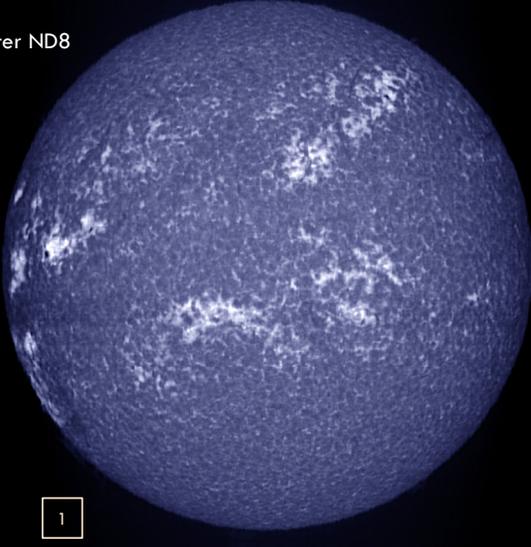
STAROS Projects

SINGLE TRACKING ASTRONOMICAL REPOSITORY
FOR OPEN SPECTROSCOPY



Sol'Ex, Paris 17 fev 2024
SW 72ED – ZWO 178 – EQ5 mount – Filter ND8
INTI, AS31, Astrosurface

- 1 – Calcium Raie H 3968.5 A
- 2 – Helium Raie D3 5875.6 A
- 3 – Hydrogène Raie H-alpha 6563 A
- 4 – Continuum H-alpha+1.2 A
- 5 – Doppler H-alpha +/- 0.4 A
- 6 – Eclipse virtuelle H-alpha



Merci...