

Héliographe de Meudon

Lunette continu vert (instrument définitivement arrêté)

Date: 31 janvier 2013

Version 1

Auteur: J.-M. Malherbe



But : Surveiller l'activité solaire au niveau photosphérique dans le continu vert autour de 530.2 nm (intégration sur peu de raies)

Instrument 1: Le premier instrument était un objectif SIGMA de 400 mm de focale avec un multiplicateur x 1.4, donnant une focale $F = 560$ mm avec un filtre Andover Corporation installé en pleine ouverture. L'instrument 2 a vite succédé au premier, et nous ne présenterons que cette configuration dans les détails.

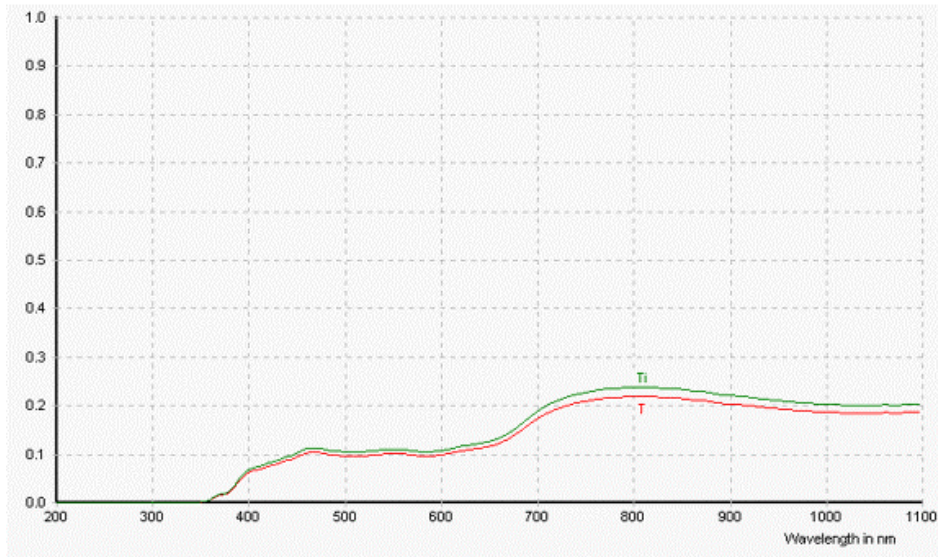
Instrument 2: Lunette à deux verres ED (doublet apochromatique) de marque Vixen, modèle ED80SF, $D = 80$ mm, $F = 600$ mm, acquise chez Optique Unterlinden à Colmar en 2009.

Une densité neutre ND1 carrée 50 x 50 mm est placée devant l'objectif en pleine ouverture et suivie d'un diaphragme de 50 mm de diamètre. Ce diaphragme définit la pupille d'entrée de la lunette. La lunette travaille donc en réalité à $F/12$ (demi angle du cône de lumière = 2.4°).

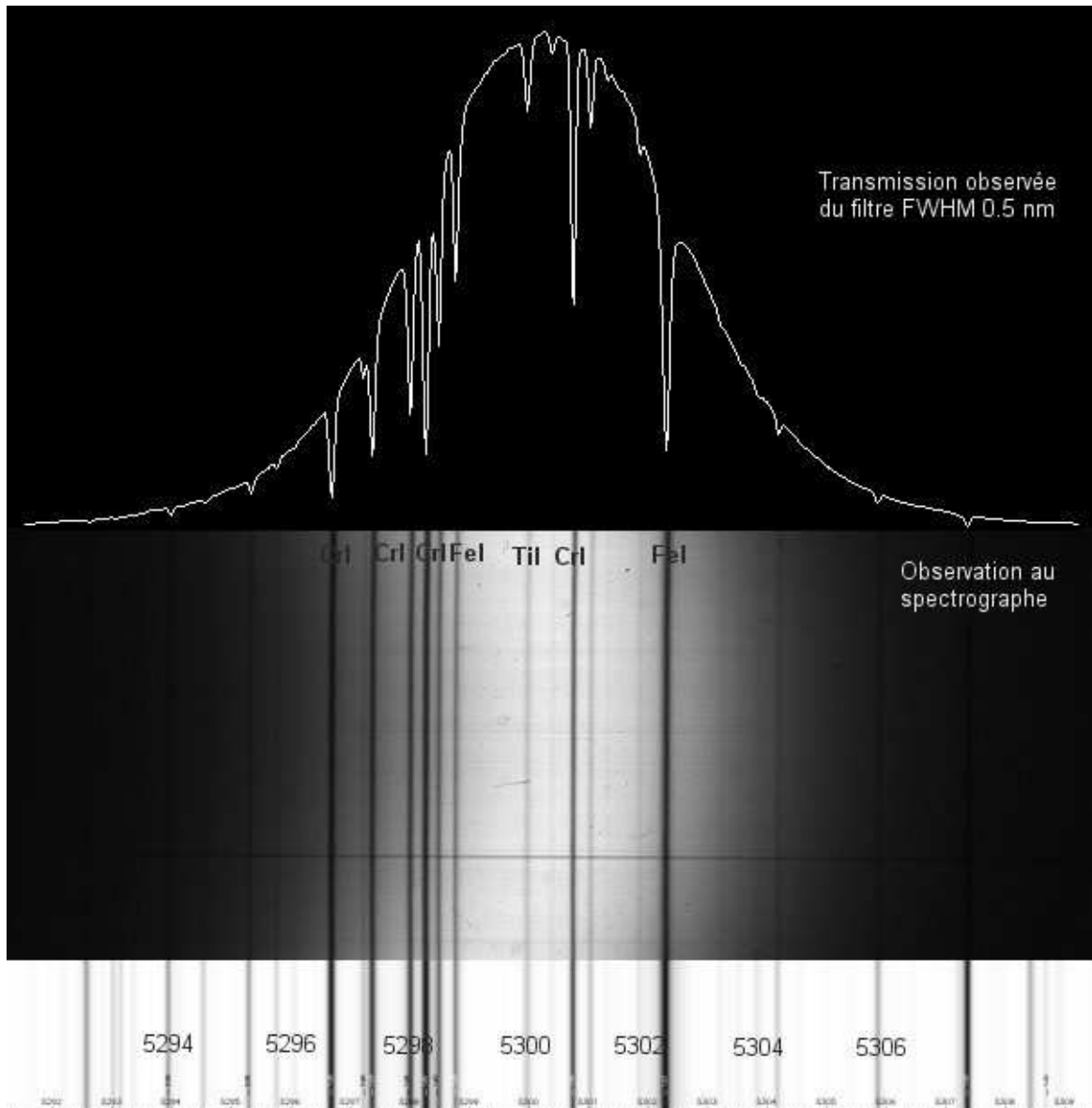
Un filtre interférentiel Andover Corporation avec une bande passante de 5 Å à mi-hauteur est placé en pleine ouverture derrière la densité neutre. Ce filtre fait 50 mm de diamètre également. Il est centré correctement pour la température de 23°C . Le constructeur donne une dérive de 0.1 Å environ par $^\circ\text{C}$ de la bande passante.

La lunette est fixée sur la monture équatoriale à l'aide de colliers.

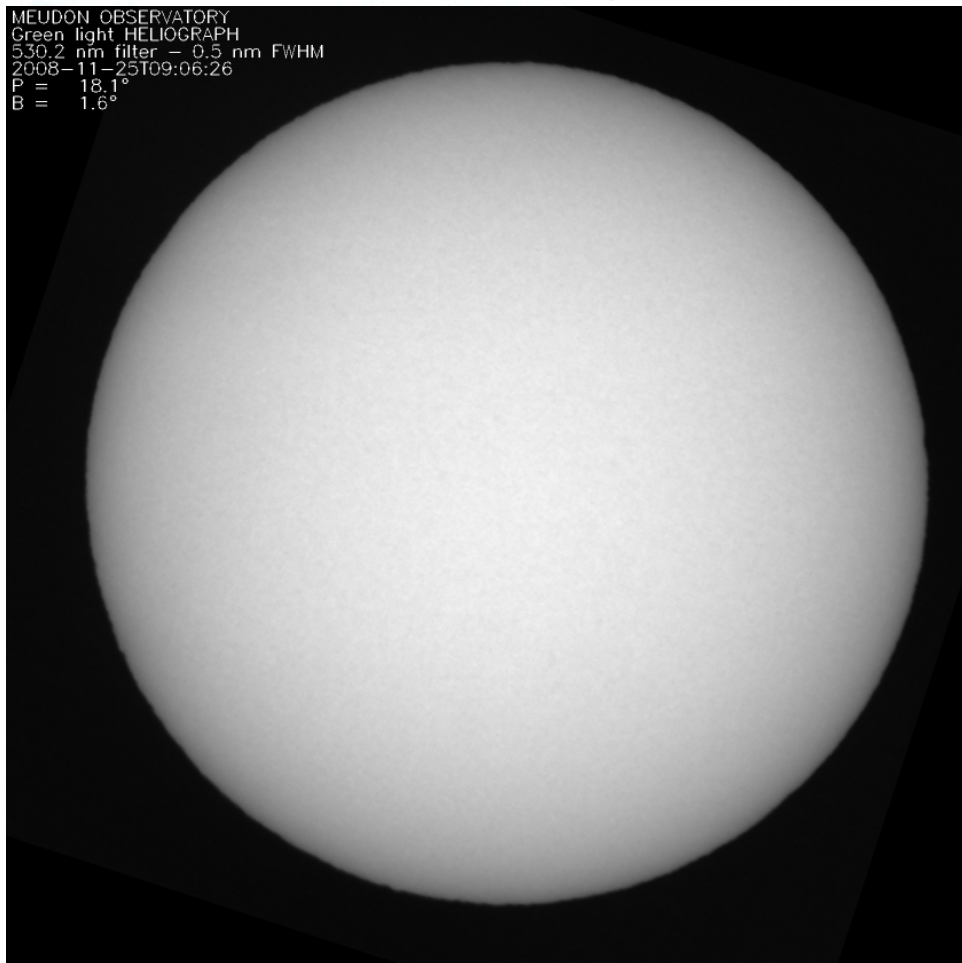
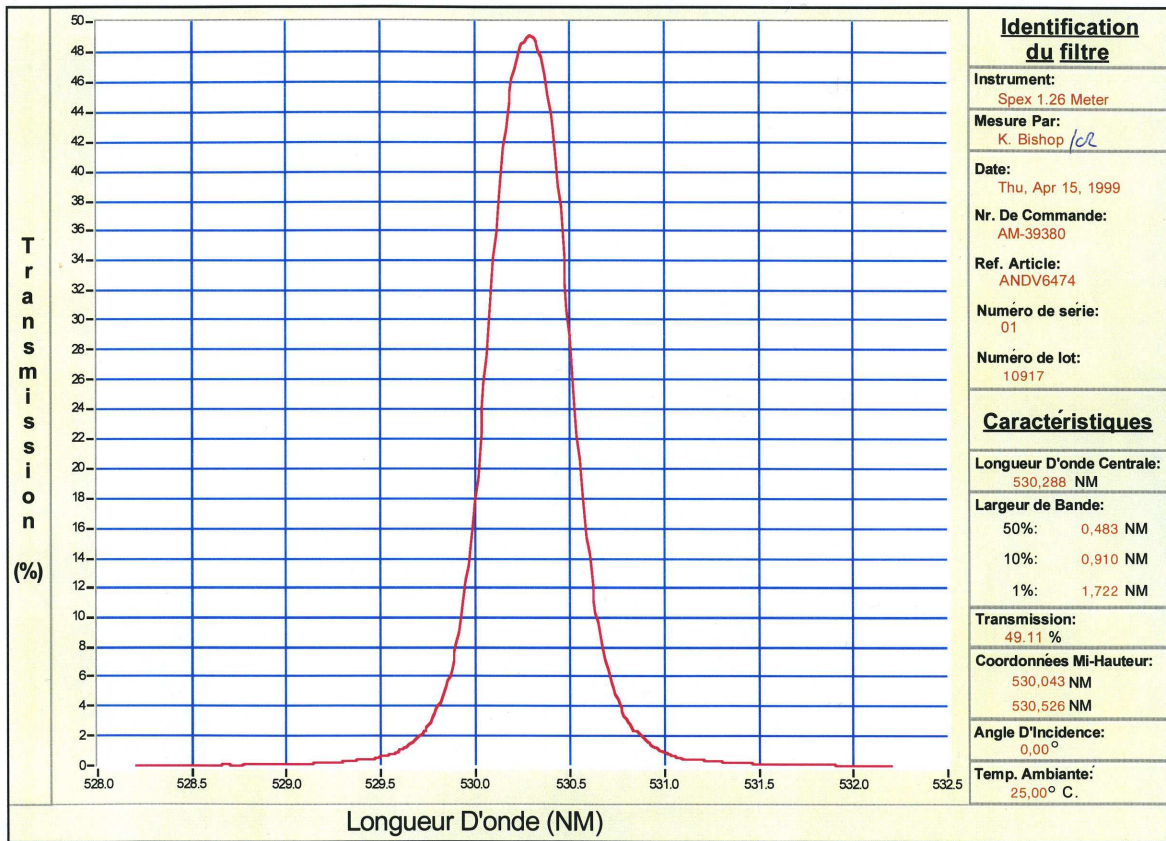
Courbe de transmission de la densité neutre en pleine ouverture SCHOTT



Courbe de transmission du filtre Andover Corporation mesurée au spectrographe



L.O.T. - Oriel



Exemple d'image obtenue avec la lunette

Résolution spatiale : La résolution théorique est de 2.7 secondes d'arc pour une lunette diaphragmée à 50 mm.

Echantillonnage : Le soleil mesure en théorie et en moyenne 5.58 mm au foyer de la lunette 2, soit 1594 pixels de 3.5 microns. En hiver (le soleil a un diamètre apparent plus grand en automne/hiver) le calcul théorique donne 5.66 mm soit 1617 pixels. La mesure avec la lunette 1 donne 1470 pixels et avec la lunette 2 donne 1575 pixels, soit 1.25 seconde/pixel pour cette dernière. On travaille donc avec un échantillonnage parfait (1.35 arc sec serait théoriquement idéal), lorsque la qualité d'image est limitée par la résolution de la lunette (probablement bien peu fréquent).

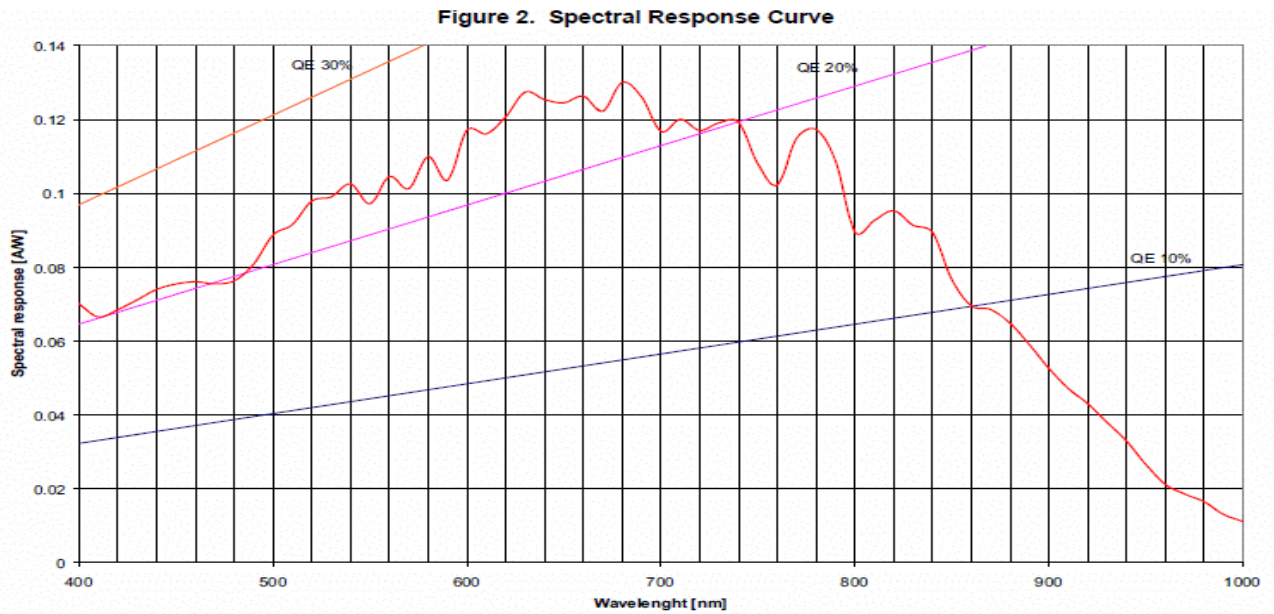
Caméra : caméra CMOS de marque Pixelink, modèle PL-B781F

General Specifications

Parameter	Specification	Remarks
Pixel Architecture	3T-Pixel	
Pixel Size	3.5 μm x 3.5 μm	The resolution and pixel size results in a 7.74 mm x 10.51 mm optical active area.
Resolution	2210 x 3002	
Pixel Rate	40 MHz	Using a 40 MHz system clock and 1 or 2 parallel outputs
Shutter Type	Electronic Rolling Shutter	
Full Frame Rate	5 frames/second	Increases with ROI read out and/or subsampling

Electro Optical Specifications

Parameter	Specification	Remarks
FPN (local)	<0.20%	RMS% of saturation signal
PRNU (local)	<1.5%	RMS of signal level
Conversion Gain	Conversion Gain	At output (measured)
Output Signal Amplitude	0.6V	At nominal conditions
Saturation Charge	21.500 e-	
Sensitivity (peak)	411 $\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}\cdot\text{s}$ 4.83 $\text{V}/\text{lux}\cdot\text{s}$	At 650 nm (85 lux = 1 W/m^2)
Sensitivity (visible)	328 $\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}\cdot\text{s}$ 2.01 $\text{V}/\text{lux}\cdot\text{s}$	400-700 nm (163 lux = 1 W/m^2)
Peak QE * FF Peak Spectral Response	25% 0.13 A/W	Average QE*FF = 22% (visible range) Average SR*FF = 0.1 A/W (visible range) See the section Spectral Response Curve on page 3.
Fill Factor	35%	Light sensitive part of pixel (measured)
Dark Current	3.37 mV/s 78 e-/s	Typical value of average dark current of the whole pixel array (at 21°C)
Dark Signal Non Uniformity	8.28 mV/s 191 e-/s	Dark current RMS value (at 21°C)
Temporal Noise	24 RMS e-	Measured at digital output (in the dark)
S/N Ratio	895:1 (59 dB)	Measured at digital output (in the dark)
Spectral Sensitivity Range	400 - 1000 nm	
Optical Cross Talk	15% 4%	To the first neighboring pixel To the second neighboring pixel
Power Dissipation	190 mW	Typical (including ADCs)



Courbe de rendement quantique du capteur CMOS

Données relatives au capteur :

Capteur CMOS IBIS 6600 de CYPRESS

Puits de potentiel maximum = 21500 e⁻

A mi saturation, on a 10000 e⁻ par pixel environ

Bruit de lecture 24 e⁻, bruit de photons à mi saturation voisin de 100 e⁻

Bruit global = $(24^2 + 100^2)^{1/2} = 103$ e⁻ à mi saturation

Rapport signal/bruit voisin de 100 à mi saturation soit 1% de bruit dans le signal

Dynamique 21500/24 = 900 (10 bits = 1024 niveaux)

Conversion A/D: 21 e⁻ par ADU

Temps de pose voisin de quelques dizaines de ms (dark très faible)

Rendement quantique voisin de 23 % à 530 nm