

Héliographe de Meudon

Lunette Calcium Call K PICARD sol/CNES

Date: 4 février 2013

Version 1

Auteur: J.-M. Malherbe



But : Surveiller l'activité solaire au niveau chromosphérique dans la raie K du Calcium à 393.7 nm (intégration sur le profil au voisinage du coeur de raie)

Instrument : Lunette à trois verres (triplet apochromatique, un verre ED entre deux lentilles crown) de marque Takahashi, modèle TSA102N, D = 102 mm, F = 816 mm, acquise chez Optique Unterlinden à Colmar avant le lancement de PICARD en 2010.

La focale est doublée par une barlow POWERMATE 2X de 50 mm de diamètre dont le grandissement dépend peu du tirage (figure).

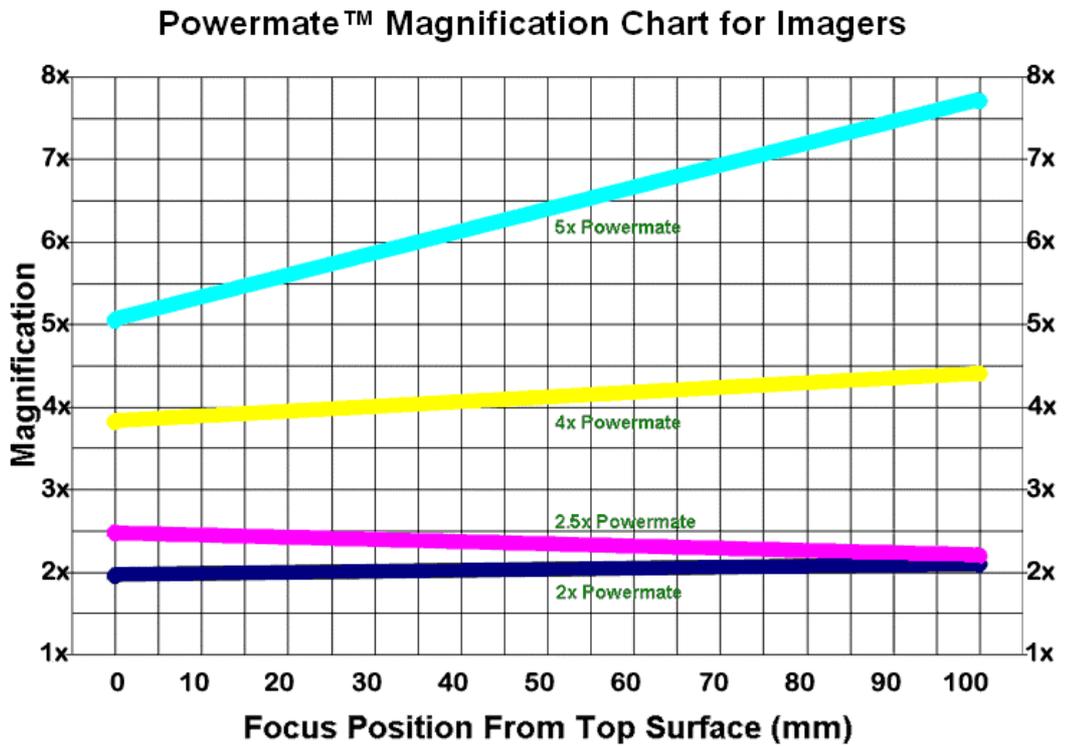
Un filtre anti calorique KG5 d'un diamètre de 70 mm est placé devant l'objectif en pleine ouverture et définit la pupille d'entrée de la lunette (diaphragme).

La lunette a donc 1632 mm de focale pour une ouverture de 70 mm, ce qui nous met à F/23.3. Le demi angle du cône de lumière est derrière la barlow de 1.23°.

Au foyer, le faisceau traverse un filtre Barr Associates centré sur la raie Call K avec une bande passante de 1.4 Å à mi-hauteur. Ce filtre, de 37 mm de diamètre également, a été acquis en 2009. Il est centré correctement pour la température de 23°C sur 393.37 nm en faisceau collimaté (393.36 pour un cône de demi angle 1.25°, ce qui est le cas effectif). Le constructeur donne une dérive très faible de 0.02 Å par °C de la bande passante.

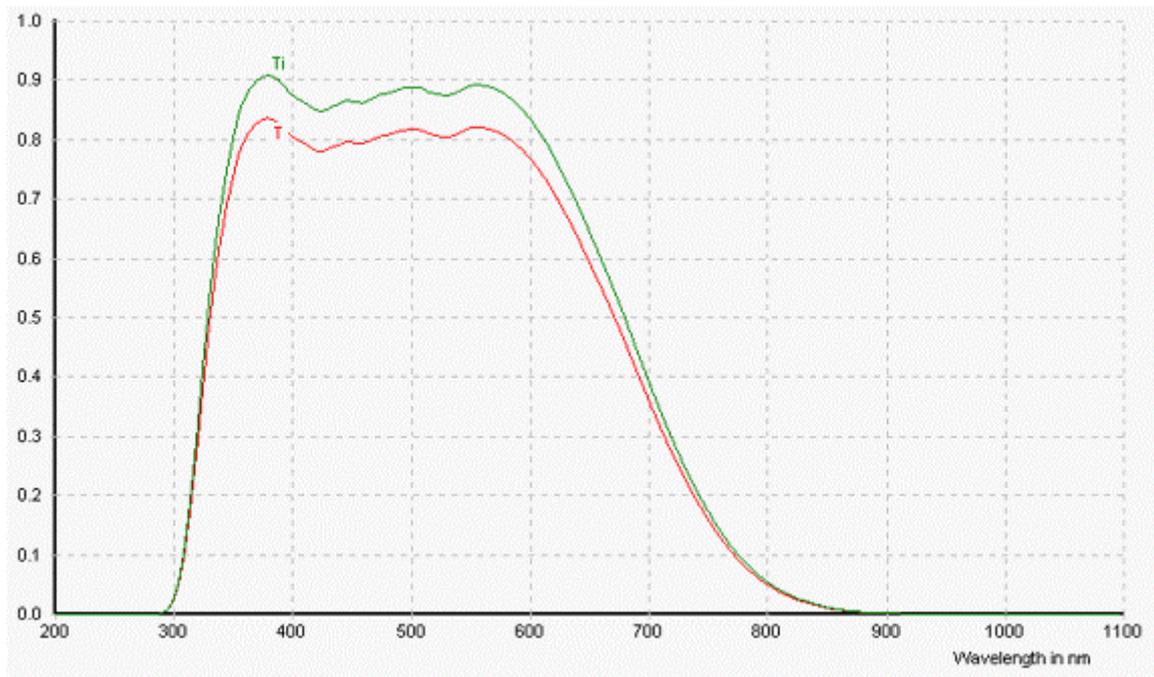
La lunette est fixée sur la monture équatoriale de l'héliographe à l'aide de colliers. Un moteur de mise au point avec raquette a été installé.

Courbe de grandissement de la Powermate 2X en fonction du tirage



For astro-imagers, the above chart indicates the magnification for each Powermate™ (2x, 2.5x, 4x & 5x) as a function of distance from the Powermate™ top surface to the imaging surface (CCD or film).

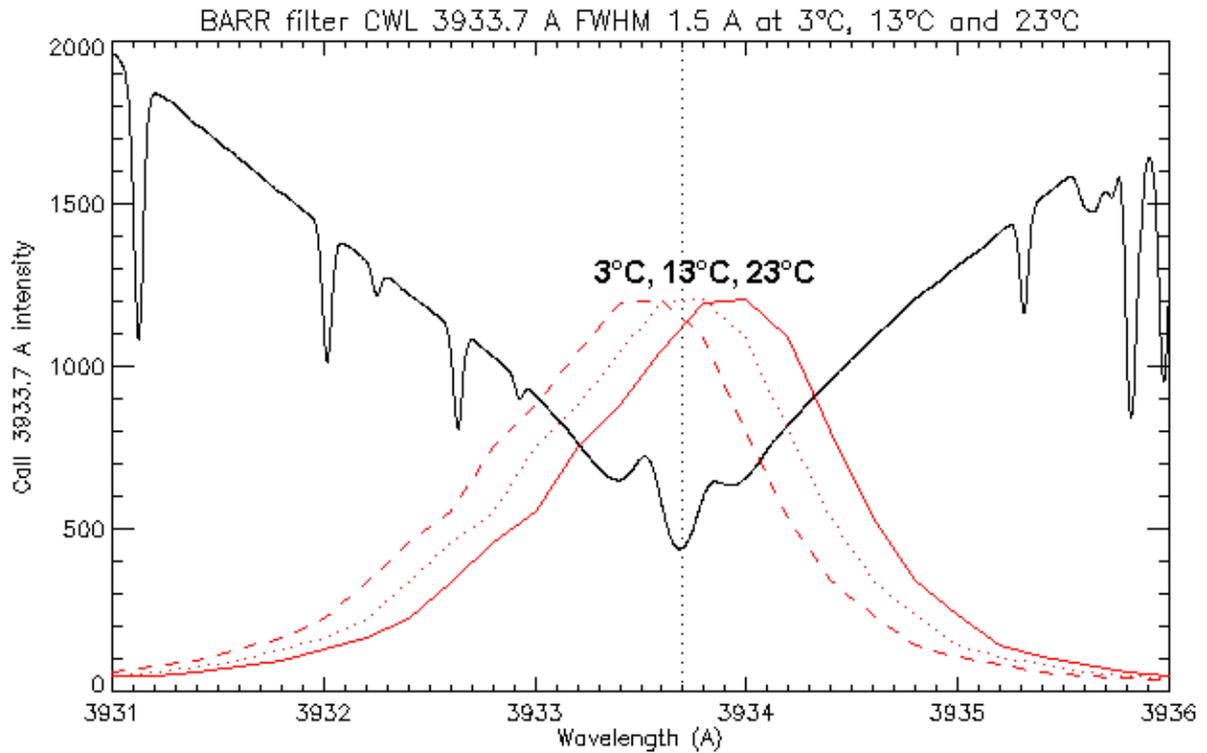
Courbe de transmission du filtre anti-calorique KG5 en pleine ouverture



*Transmission du filtre anticalorique SCHOTT KG5 en pleine ouverture
(moins de 10% de transmission au dessus de 770 nm)*

Courbe de transmission du filtre Barr

Le filtre possède un pic de transmission de 60 %. Valeurs et courbe ci dessous.



Observatoire de Paris (PO#: L 24948/CI, Barr#: 53670)

P/N: 393.37/0.15nm

Lot#: 2209

Piece #	1		
CWL_col (nm)	393.37		
CWL_1.25° (nm)	393.36		
FHWM (nm)	0.14		
Peak %T	59.4	Blocking 200-1200nm	
Wavelength (nm)	%T	Wavelength (nm)	OD
393.17	2.29	1133	7.975698
393.18	2.53	1132	8.409338
393.19	3.08	1131	7.683377
393.20	3.46	1130	10
393.21	4.39	1129	10
393.22	4.87	1128	10
393.23	5.97	1127	7.878439
393.24	8.06	1126	7.920002
393.25	9.40	1125	10
393.26	12.29	1124	10
393.27	17.83	1123	10
393.28	22.54	1122	10
393.29	28.24	1121	10

393.30	33.69	1120	7.599898
393.31	41.23	1119	10
393.32	47.37	1118	8.079559
393.33	52.01	1117	7.950217
393.34	56.13	1116	8.131584
393.35	59.03	1115	7.709693
393.36	59.36	1114	7.690992
393.37	59.44	1113	7.749606
393.38	57.12	1112	10
393.39	55.47	1111	8.14064
393.40	50.17	1110	7.920367
393.41	45.12	1109	10
393.42	38.02	1108	10
393.43	32.03	1107	10
393.44	26.10	1106	10
393.45	20.06	1105	10
393.46	15.80	1104	10
393.47	12.29	1103	10
393.48	8.89	1102	7.744316
393.49	6.94	1101	7.998013
393.50	5.74	1100	10
393.51	4.57	1099	10
393.52	3.78	1098	8.034753
393.53	3.22	1097	8.188808
393.54	2.82	1096	7.853619
393.55	2.31	1095	10
393.56	2.22	1094	7.422164
393.57	2.03	1093	10

Résolution spatiale : La résolution théorique est de 1.4 secondes d'arc pour une lunette diaphragmée par le filtre anticalorique à 70 mm.

Echantillonnage : Le soleil mesure en théorie et en moyenne 9.3 mrd soit 15.17 mm au foyer, soit encore 2050 pixels de 7.4 microns (donc à la limite du capteur qui fait 2048 pixels). En Juillet 2012 (le soleil a un diamètre apparent de 1888 arc sec, plus petit que la moyenne), le calcul théorique donne 14.93 mm au foyer soit 2018 pixels. La mesure à partir des observations donne 2030 pixels (excellente concordance), soit 0.93 seconde/pixel en été. On travaille donc avec un léger sous échantillonnage (0.70 arc sec serait idéal), lorsque la qualité d'image est limitée par la résolution de la lunette (probablement bien peu fréquent à Meudon).

Données relatives au capteur (détails ci dessous):

Capteur CCD KAF4022 de KODAK 2048 x 2048 pixels de 7.4 microns

Puits de potentiel maximum = 40000 e⁻

A mi saturation, on a 20000 e⁻ par pixel environ

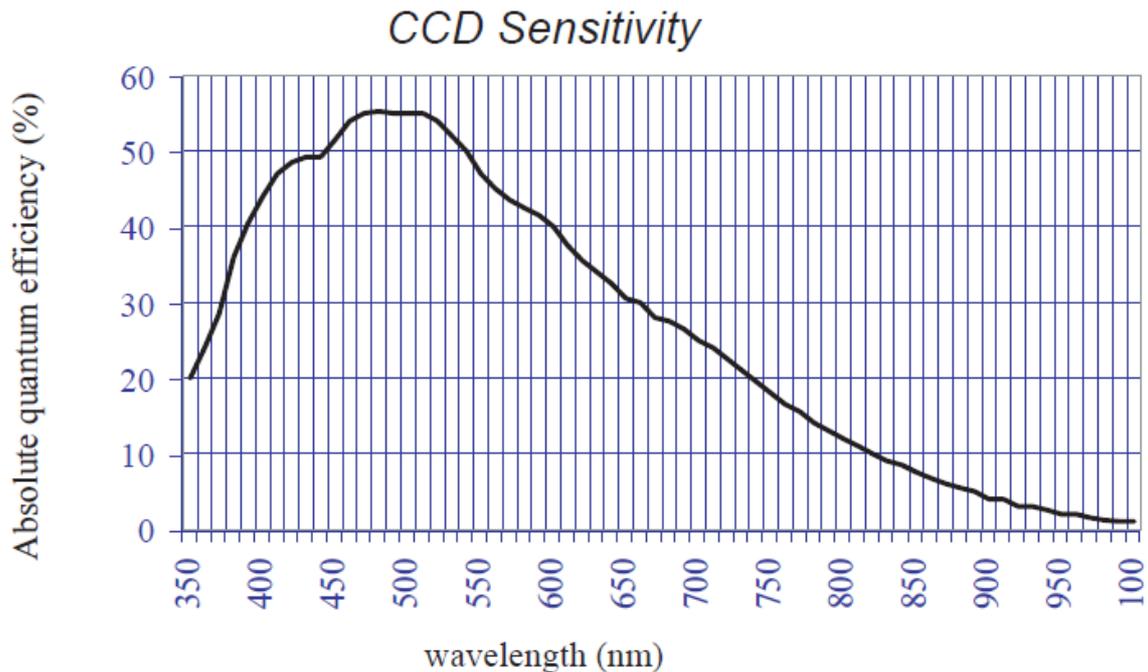
Bruit de lecture 10 e⁻ à 5 MHz, bruit de photons à mi saturation voisin de 140 e⁻

Bruit global = $(10^2 + 140^2)^{1/2} = 140$ e⁻ à mi saturation

Rapport signal/bruit voisin de 140 à mi saturation soit moins de 1% de bruit dans le signal

Dynamique $40000/10 = 4000$ environ (12 bits = 4096 niveaux)
 Vitesse de lecture utilisée de 5 MHz
 Conversion A/D: $10 e^-$ par ADU
 Temps de pose voisin de quelques dizaines de ms (dark très faible)
 Refroidissement par effet Peltier + ventilateur

Caméra : caméra CCD de marque APOGEE, modèle U4000



40 % de rendement quantique à 400 nm

PC Interface	USB 2.0
Max. cable length	5 meters between hubs; 5 hubs maximum (max. total of 30m)
Digital resolution	12 bits at 5 MHz and 16 bits at 1 MHz
System Noise (typ.)	$15 e^-$ RMS at 10 MHz; $8 e^-$ RMS at 1 MHz
Pixel Binning	1x1 to 10 x 2048 on-chip
Exposure Time	50 microseconds to 183 minutes (2.56 microsecond increments)
Image Sequencing	1-65535 image sequences under software control
Frame Sizes	Full frame, subframe, focus mode
Cooling	Thermoelectric cooler with forced air. Maximum cooling $45^\circ C$ below ambient temperature. Programmable fan speed.
Dark Current (nom.)	$0.2 e^-$ /pixel/sec ($-25^\circ C$)
Temperature Stability	$\pm 0.1^\circ C$
Camera Head Size	Standard: D2 w/ no shutter. Low profile: D6. Aluminum, hard blue anodized and nickel plated. 6" x 6" x 2.1" (15 x 15 x 6.25 cm). Weight: 3.1 lb. (1.4 kg)
Mounting	3.5" bolt circle. 2" 24 threads-per-inch. Optional Nikon or Canon lens mount.
Back focal distance	Standard: 1.025" (2.60 cm). Low profile: 0.456" (1.158 cm) [optical]
Operating Environment	Temperature: -22° to $27^\circ C$. Relative humidity 10 to 90% noncondensing
Cable length	Standard: 15 ft (4.5m)
Power	40W maximum power with cooling maximum. Power supplied by AC/DC "brick" supply with international AC input plug. Alternate 12V input for user's source.
Shutter	Electronic (optional electromechanical shutter)
Remote Triggering	LVTTL input to camera allows exposure start within 25 microseconds of rising edge of trigger

CCD	Kodak KAI-4020M
Array Size (pixels)	2048 x 2048
Pixel size	7.4 x 7.4 microns
Imaging area	15.15 x 15.15 mm (229.7 mm ²)
Imaging diagonal	21.43 mm
Linear Full Well (typ.)	40,000 e ⁻
Dynamic Range	> 77 dB
QE @ 400 nm	45%
Peak QE (500 nm)	55%

Acquisitions et traitement : Les acquisitions sont faites à partir d'un ordinateur de type PC sous Windows XP par le logiciel commercial MAXIM DL. Il génère des fichiers FITS.

Un programme développé sous IDL par Jean-Marie Malherbe et intitulé : « CaK.pro » traite les images obtenues et les insère dans BASS2000 automatiquement. Il appelle SAVE2FTP pour les transferts vers BASS2000.

Emplacement des logiciels :

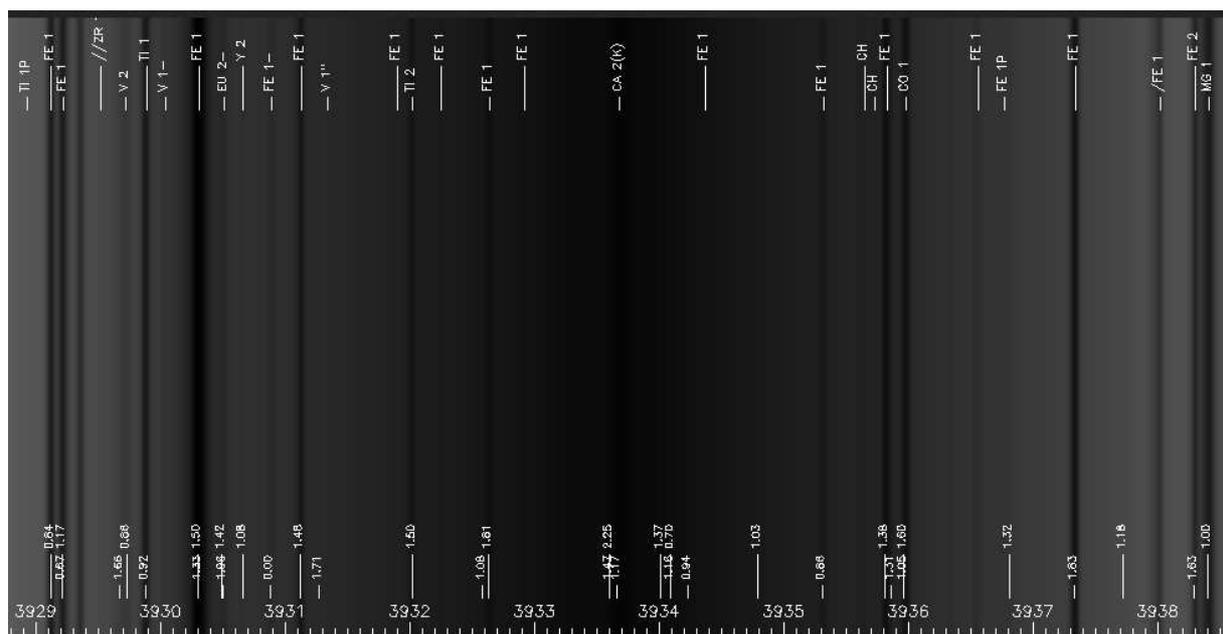
D'une manière générale, tous les logiciels nécessaires sont ici:

<ftp://ftpbass2000.obspm.fr/SERVICE/>

Avec accès restreint via username et password connu des observateurs. Un accès FTP par un logiciel client est bien sûr possible.

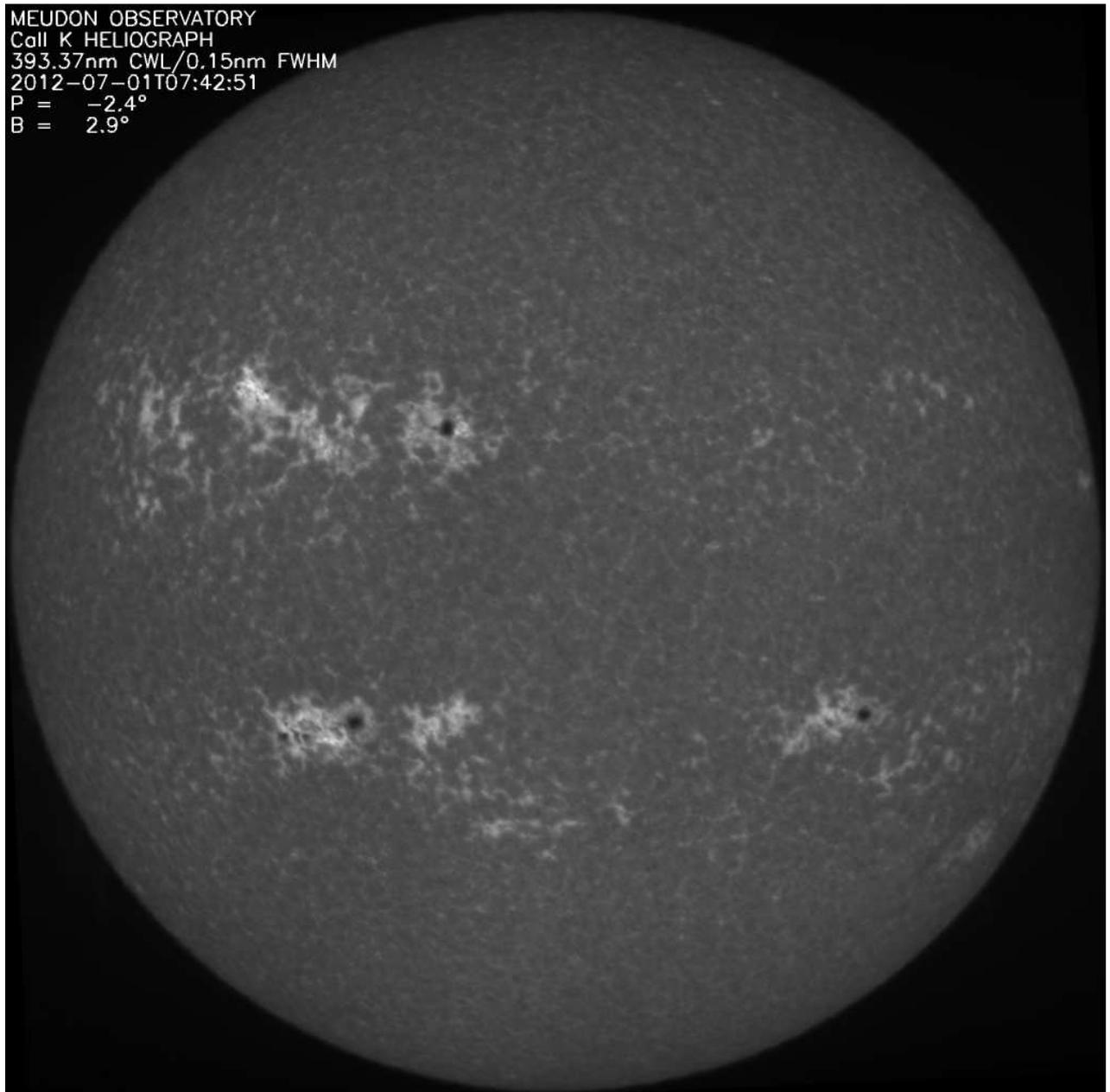
Le logiciel d'acquisition de la lunette Ca K est ici:

<ftp://ftpbass2000.obspm.fr/SERVICE/LOGICIELS/APOGEE-MaximDL/>



Raie Ca II K - atlas de Delbouille - Le filtre sélectionne 1.4 A FWHM

MEUDON OBSERVATORY
CaII K HELIOGRAPH
393.37nm CWL/0.15nm FWHM
2012-07-01T07:42:51
P = -2.4°
B = 2.9°



Exemple d'image obtenue avec la lunette