OBSERVATION DU SOLEIL AU SPECTROHELIOGRAPHE

1) Les différentes techniques d'observation du soleil

Le soleil est un astre passionnant à observer. D'un jour à l'autre il est changeant, d'une année à l'autre il évolue selon un cycle de 11 ans. L'astronome amateur dispose de plusieurs techniques pour l'observer.

La plus basique, c'est la projection. En plaçant un écran à distance de l'oculaire d'un télescope, on voit l'image du soleil très simplement. L'avantage de cette technique est qu'elle est très sûre. D'un jour à l'autre, on pourra constater la rotation du soleil.

Presque aussi simple, l'observation du soleil dans un télescope muni d'un filtre. On choisira un filtre ne laissant passer qu'un cent-millième de la lumière, bien assujetti. Cela nous permettra de voir ou d'imager ce qu'on appelle la photosphère, c'est-à-dire la surface du soleil. Celle-ci a une température d'environ 6000°, et les taches solaires, sièges de champs magnétiques intenses, ont, elles, une température de 4000°, ce qui les fait apparaître en sombre.

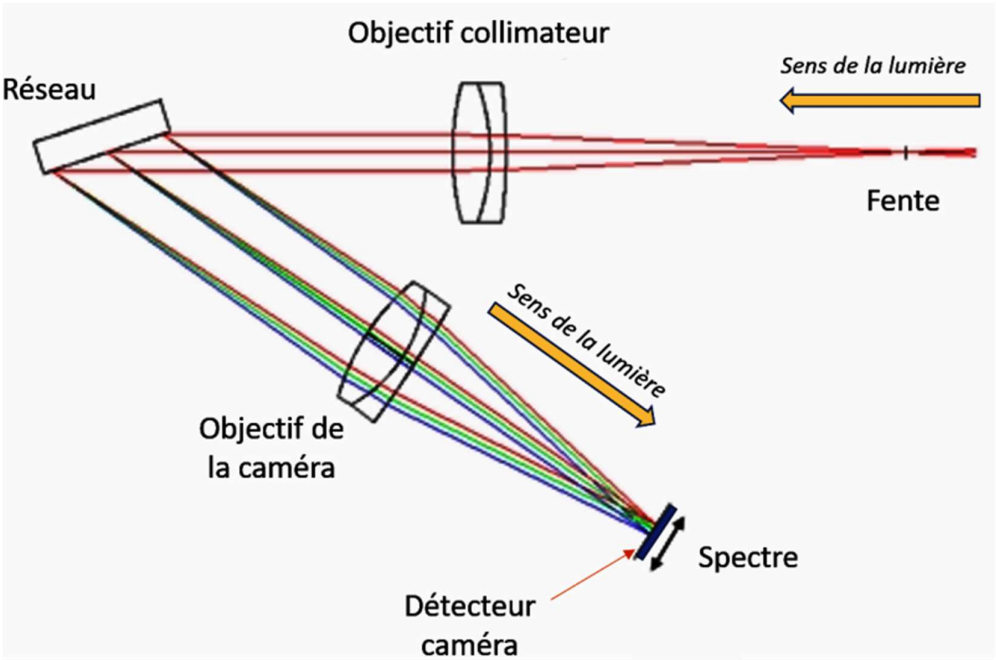
Plus sophistiqué (et beaucoup plus onéreux), l'usage d'un filtre à bande étroite, généralement centré sur la bande Halpha de l'hydrogène (656,28 nanomètres). Cette bande permet de voir la chromosphère, c'est-à-dire l'atmosphère proche du soleil. On y découvrira sur le limbe les protubérances, jets de matière pouvant s'étaler sur des dizaines de milliers de kilomètres et, avec un bon grossissement, on pourra observer l'activité intense autour des taches solaires. C'est un filtre de ce type qui équipe la lunette de 160 mm de l'observatoire.

Autre technique utilisée par certains amateurs, le coronographe. Il s'agit là d'occulter le disque solaire grâce à un savant montage optique inventé par l'astronome français Bernard Lyot. Dans un bon ciel, ce dispositif permet surtout de voir la couronne solaire, normalement visible uniquement pendant les éclipses totales.

Enfin, et accessible très récemment aux amateurs, nous avons le spectrohéliographe. Son nom est composé de « spectro », décomposition de la lumière, de « hélio » signifiant soleil et de « graphe » pour photo. Cet appareil décompose la lumière du soleil dans un prisme ou un réseau et la recompose dans une unique longueur d'onde. Il agit comme un filtre à bande très étroite mais, et c'est là l'intérêt du dispositif, la longueur d'onde est réglable et on peut donc imager le soleil dans des fréquences différentes. Un ingénieur astronome amateur, Christian BUILL, vient de concevoir un tel appareil qui peut être fabriqué par les amateurs pour un coût très raisonnable, et ça change tout …

2) Principe du spectrohéliographe

Le spectrohéliographe est construit selon le schéma suivant :



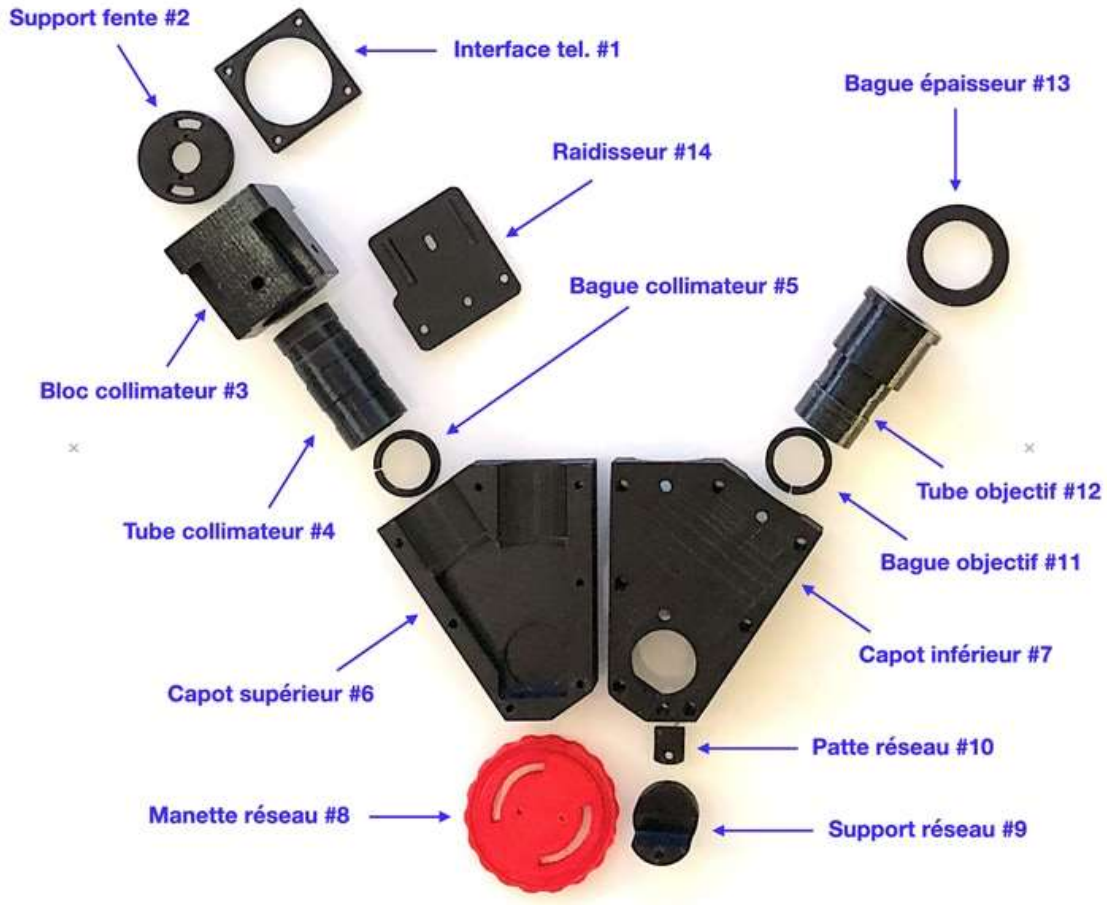
En entrée on trouve une fente. C'est sur cette fente qu'on projettera l'image du soleil grâce à une lunette ou un télescope. La fente est donc placée au foyer de l'instrument d'observation. L'objectif collimateur projette l'image de la fente à l'infini. Les rayons de lumière, maintenant parallèles, sont dispersés par réflexion sur le réseau. C'est l'angle du réseau qui définira la longueur d'onde sélectionnée. Les rayons parallèles réfléchis par le réseau seront alors concentrés sur le détecteur par l'objectif de la caméra.

En faisant défiler l'image du soleil sur la fente tout en déplaçant le capteur, on peut recomposer l'image du soleil dans la longueur d'onde déterminée. Avant, ces appareils fonctionnaient avec des plaques photographiques qui étaient judicieusement translatées par un savant mécanisme mécanique. Tout s'est simplifié avec l'apparition de détecteurs électroniques …

3) Le Sol'Ex, « Solar Explorateur » …

Si le principe du spectrohéliographe est finalement simple, reste à le mettre en œuvre. Et c'est là qu'intervient une autre invention récente, l'impression 3D. Christian BUILL a conçu un appareil qui peut être imprimé par quiconque possède une imprimante 3D.

Les pièces composant l'appareil sont les suivantes (on pourra les comparer au schéma de principe plus haut) :



Dans le Sol'Ex, la fente fait 10 microns de largeur. Le réseau fait 2400 traits par millimètre, et est donc très dispersif. Les objectifs collimateur et camera font respectivement 80 et 125 mm de focale. Le kit optique est diffusé par une entreprise française.

L’équipement construit et monté apparaît ainsi :

L’appareil est installé au foyer d’une petite lunette de 60 mm de diamètre et de 360mm de focale.

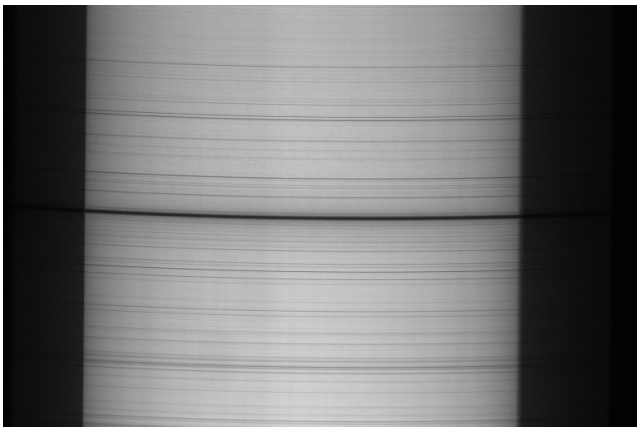
Il n’est pas nécessaire d’utiliser de grands diamètres car, rien qu’avec cet équipement, on a une résolution de 1,5 secondes d’arc, ce qui est souvent la limite du fait de la turbulence atmosphérique. L’avantage de cette courte focale est qu’elle permet de faire une image du soleil en une seule passe.

On reconnaîtra à droite la molette de réglage de la longueur d’onde et juste au-dessus la caméra.

A l’entrée de la lunette, équipée d’un filtre ne laissant passer qu’un dixième de la lumière solaire, on voit un chercheur solaire fonctionnant par projection.

4) Déroulé d’une observation

Après avoir visé le soleil, on verra apparaître un spectre comme ceci :



En fait, les choses ne sont pas aussi simples car il va falloir tout d'abord se promener dans le spectre pour choisir la raie à imager, et effectuer la mise au point du système … qui dépend bien évidemment de la longueur d'onde choisie. Il faut régler en premier l'objectif de la caméra pour avoir les raies les plus fines possibles puis ajuster la mise au point de la lunette jusqu'à observer des mouvements dans la raie visée. Ici, nous pointons la raie Halpha, raie d'absorption bien visible.

Une fois ces réglages effectués, on sélectionne la zone à imager (on appelle cela cropping) :

On se déplace alors sur un bord du soleil et, après avoir déclenché l'enregistrement de la camera, on fait passer le soleil d'un bord à l'autre. On obtient alors un film qui va être traité par logiciel pour reconstituer une image du soleil dans la raie sélectionnée.

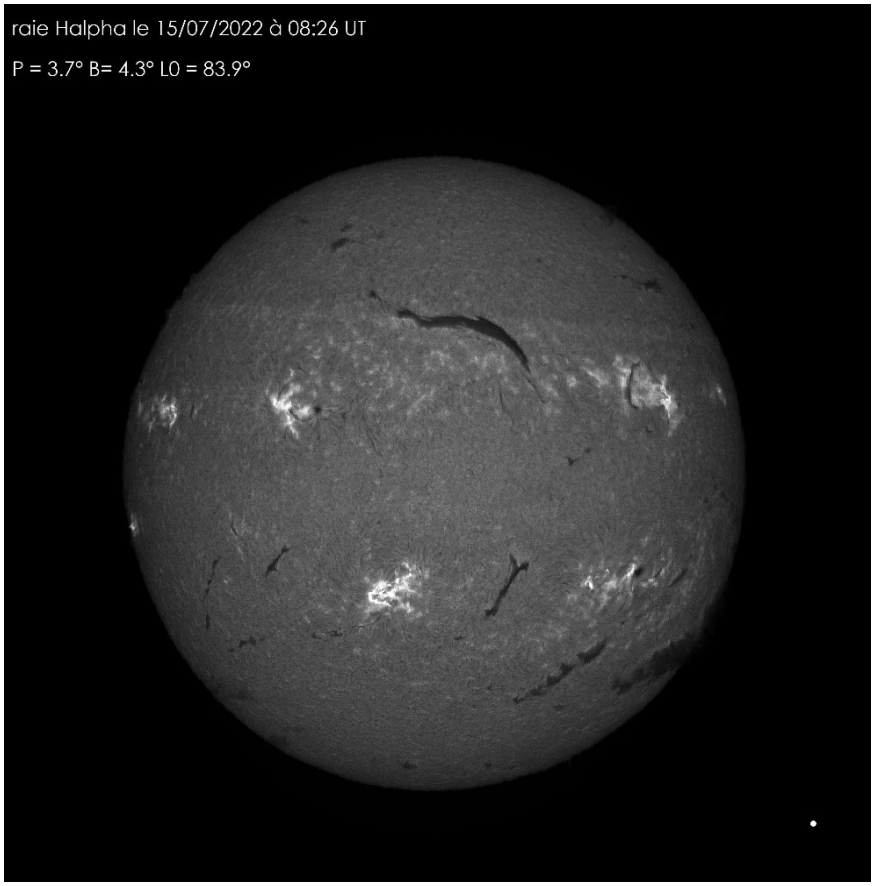
5) Premiers résultats

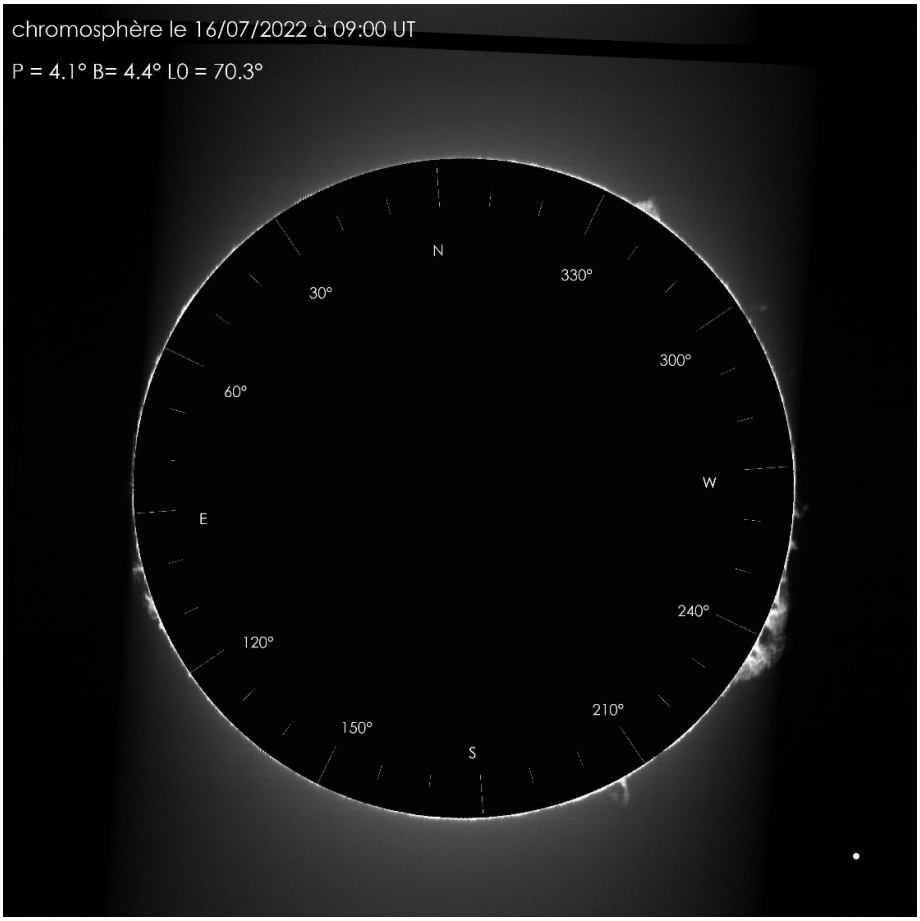
Telle que présentée, la technique de prise de vue paraît simple, mais en fait tout cela n'est pas aussi trivial et il a fallu déployer un peu d'énergie pour tout maîtriser. Mais le résultat vaut bien l'investissement.

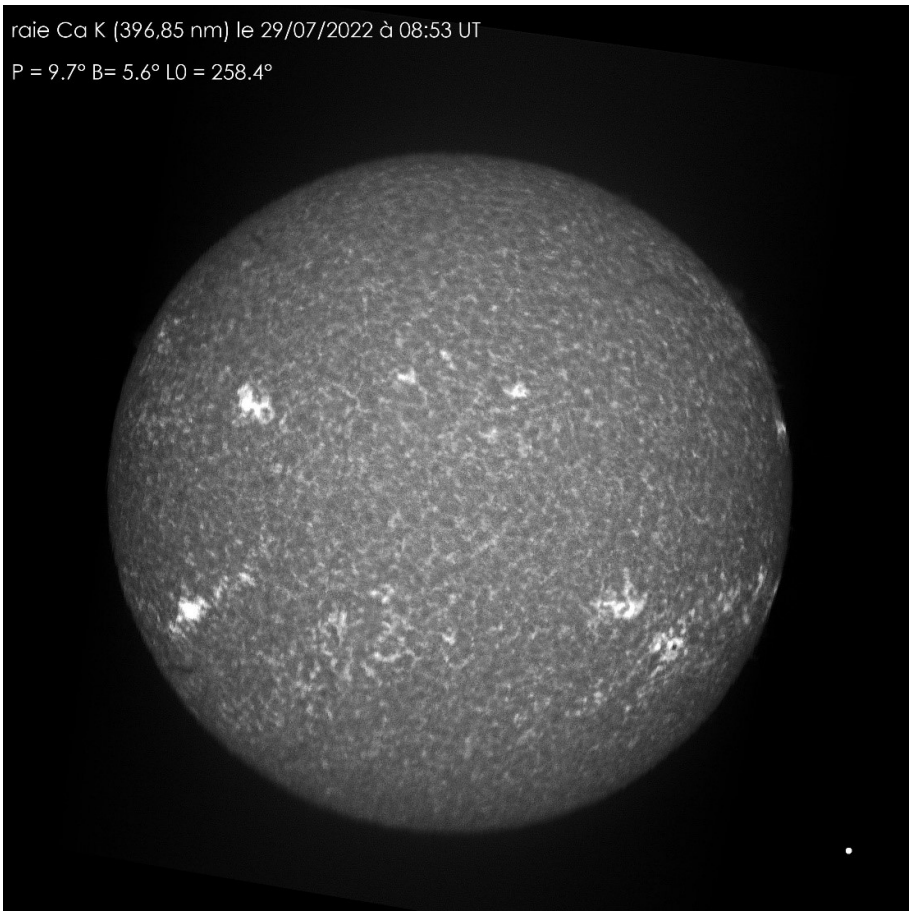
C'est un grand plaisir d'utiliser cet appareil

Vous trouverez ci-dessous quelques images. Ces images seront commentées dans un prochain article.

NB : le petit disque en bas à droite de chaque image représente la terre à l'échelle …




chromosphère le 16/07/2022 à 09:00 UT
P = 4.1° B= 4.4° L0 = 70.3°
N
330°
30°
300°
60°
W
E
240°
120°
210°
150°
S


raie Ca K (396,85 nm) le 29/07/2022 à 08:53 UT
P = 9.7° B= 5.6° L0 = 258.4°