

Les étoiles variables

Certains astronomes amateurs pratiquant l'astrophotographie purement contemplative ont voulu aller au-delà de la simple photo et donner une dimension un peu plus scientifique à leurs nombreuses nuits passées à observer le ciel.

L'observation des étoiles variables est une pratique qui permet la collaboration entre astronomes professionnels et nous les amateurs. Pas besoin de matériel sophistiqué et onéreux, un simple télescope ou une lunette installé sur une monture goto munie d'une caméra (ou apn) suffisent à produire des observations scientifiques exploitables. Moyennant une certaine rigueur dans le process d'acquisition et de traitement. Il est nécessaire bien entendu de posséder un ordinateur et différents logiciels. Ces aspects feront l'objet d'un autre article. Il est également possible de faire des observations visuelles, mais cela demande beaucoup d'expérience pour estimer correctement la magnitude des objets observés.

Les étoiles variables sont des étoiles dont l'éclat varie de façon notable. Ceci est dû à un phénomène physique qui se produit dans l'étoile, sur l'étoile, ou à sa proximité. Il y a de nombreuses classes d'étoiles variables. Chaque classe est caractéristique de la manière dont une étoile peut varier. Certaines étoiles peuvent voir leur taille, leur forme et leur température varier dans le temps (étoiles pulsantes). Elles peuvent aussi subir de rapides changements de luminosité provoqués par des phénomènes physiques ayant lieu autour de l'étoile (accrétion de matière et étoiles éruptives). Enfin, d'autres peuvent être sujettes à des éclipses par des étoiles ou des planètes en orbite autour d'elles (étoiles binaires et exo-planètes). Ce qu'il faut retenir, c'est que quelque chose se passe physiquement dans l'étoile ou dans son environnement immédiat.

Chaque type d'étoile va avoir une période de variation différente. Pour certaines, il est nécessaire d'attendre plusieurs semaines, plusieurs mois, plusieurs années pour pouvoir y détecter un changement. Pour d'autres, il suffit de quelques jours, quelques heures, minutes ou secondes, voire beaucoup moins.

Certaines étoiles variables peuvent varier de 10 magnitudes ou plus, ce qui représente une variation énorme (variation avec un facteur de 10000) ! D'autres étoiles variables varient d'une milli-magnitude, ou même moins, et leur variation peut parfois être impossible à détecter par un amateur.

Les étoiles variables sont intéressantes pour différentes raisons, mais on les étudie principalement parce que ce sont de véritables laboratoires de physique. Nos observations fournissent la matière première qui alimente la recherche scientifique. Les scientifiques peuvent spéculer sans fin sur les raisons de l'apparition de certains phénomènes et leur évolution.

Lorsque nous parlons de « l'observation » d'une étoile variable, nous désignons en fait la mesure de la quantité de lumière que l'étoile semble émettre pendant une durée donnée.

Nous réalisons cette mesure à plusieurs reprises, autant de fois qu'il le faut pour rendre compte de l'ensemble des variations. Si nos mesures sont consistantes et précises, il sera alors possible de les soumettre à des modèles physiques pour essayer d'expliquer

les causes de ces variations de luminosité. Notre tâche, en tant qu'observateur, est de réaliser de bonnes mesures, afin que les chercheurs puissent établir des modèles de qualité. La discipline s'intéressant à la mesure de la lumière provenant des étoiles est appelée photométrie.

Photométrie :

Pour résumer, il s'agit d'utiliser un appareil électronique appelé CCD ("Charged-Coupled Device" ou dispositif à transfert de charge) afin de mesurer la quantité de photons reçus par le télescope pour une étoile variable, ainsi que pour un ensemble « d'étoiles de comparaison ». En plus de l'acquisition de ces données, il faut réaliser un certain nombre de mesures de calibration. Ceci permet de transformer les données originales en données calibrées, mesure physique de la luminosité d'une étoile à un moment donné. En réitérant cette opération, vous pourrez mettre en évidence la variation de lumière de l'étoile au cours du temps. C'est le principe même de la photométrie, quel que soit l'équipement utilisé pour effectuer les mesures.

La plupart des calculs à réaliser peuvent être automatisés avec Excel (ou équivalent).

Voici comme exemple une série d'observations de l'étoile Rv dans la constellation des Poissons, elle porte le numéro 607-3789 du catalogue UCAC, les coordonnées sont AD 01 :19 :41.08 DEC +31 :12 :05.10 ; sa magnitude varie de 11.3 à 12 en 13h12'.

Après avoir identifié l'étoile par astrométrie, j'ai débuté des poses de 180 secondes. Après vérification des images, soustraction des darks, offsets et flats il reste 61 poses couvrant une plage horaire de 2 heures et 44 minutes.

Le tableau excel des données issues de mon logiciel de capture (Prism) se présente comme sur la figure 1. La courbe résultante des magnitudes dans le temps est présentée sur la figure 2.

Sur la figure 3, on peut voir le résultat de la photométrie de la série d'images. Rv psc se trouve entre les tirets verts, au centre de l'image. Les trois étoiles cerclées de rouge sont les étoiles de références choisies à l'aide des cartes de l'AAVSO (fig : 4) car elles sont non variables.

Il ne reste plus qu'à transmettre les données à l'AAVSO selon un format particulier (.txt) (fig : 5) pour qu'elles soient versées dans leur base de données.

Voici une façon relativement simple de participer à l'œuvre scientifique avec des moyens amateurs tout en faisant progresser la science. Il en existe quelques autres comme l'observation des transits d'exo planètes devant leurs étoiles, il s'agit de la même méthode de photométrie, mais les différences de magnitude sont beaucoup plus faibles, de l'ordre du $1/10^\circ$ ou $1/100^\circ$ de magnitude donc qui nécessite beaucoup plus de rigueur. Les astéroïdes sont également concernés par la photométrie, les courbes de lumière obtenues permettent de modéliser leur forme en 3D.

Quelques sites à visiter :

Etoiles variables AAVSO : <https://www.aavso.org/>

Astéroïdes, Raoul.Behrend : <http://obswww.unige.ch/~behrend/plansite.html>

Transit exo planètes : <http://var2.astro.cz/ETD/predictions.php?delka=1&submit=submit&sirka=45>

Mg	Heure
11,4521	18:19:38
11,4409	18:20:55
11,3839	18:23:29
11,3738	18:26:02
11,3434	18:29:12
11,3145	18:31:45
11,3031	18:34:19

Fig : 1

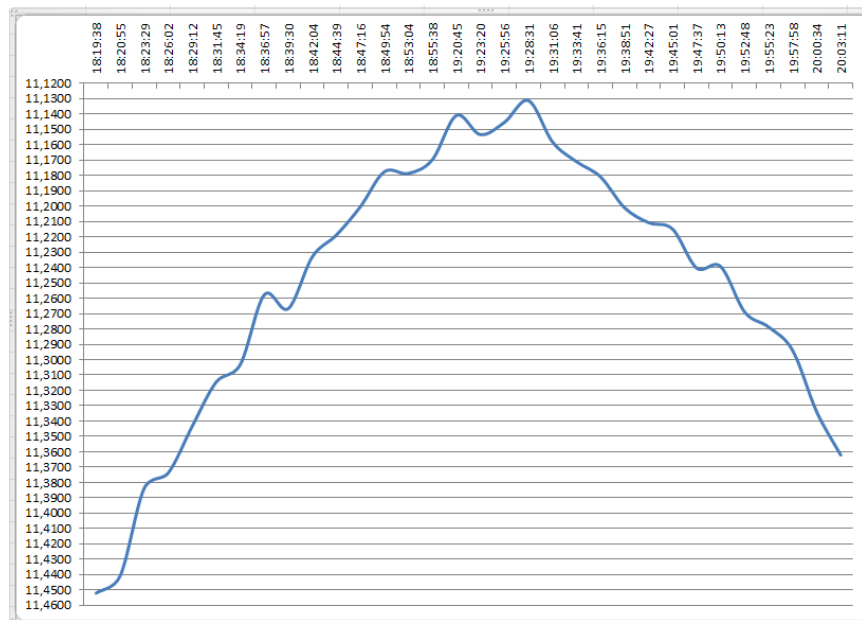


Fig : 2

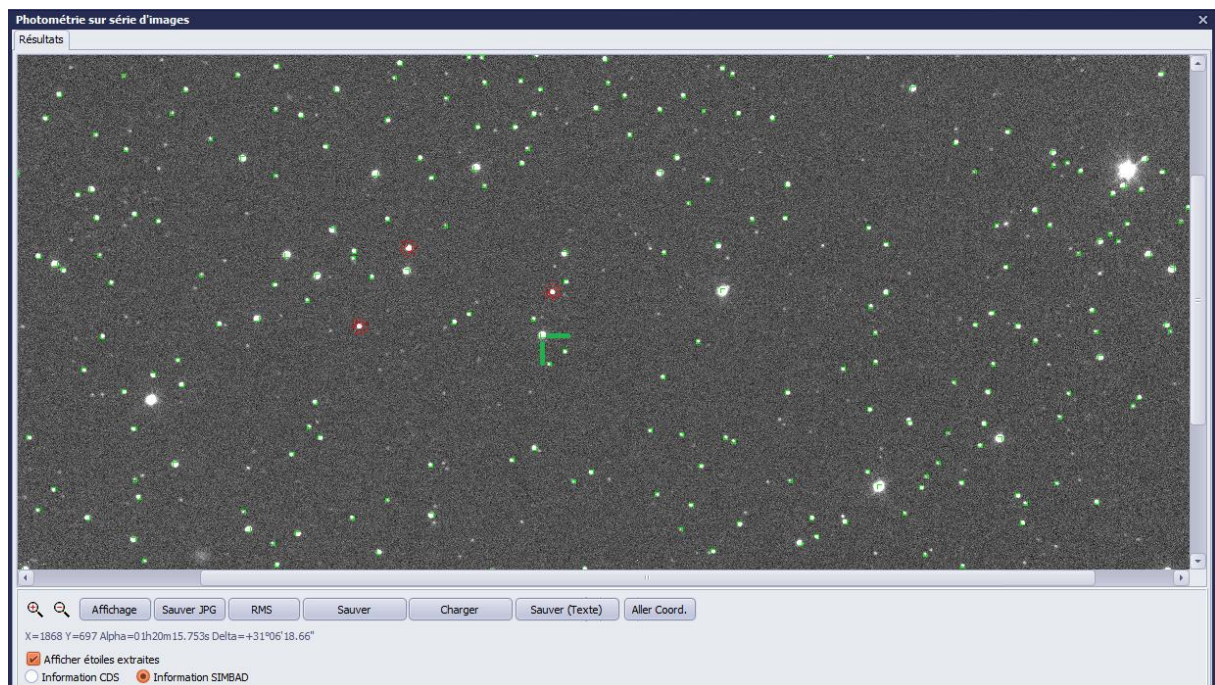
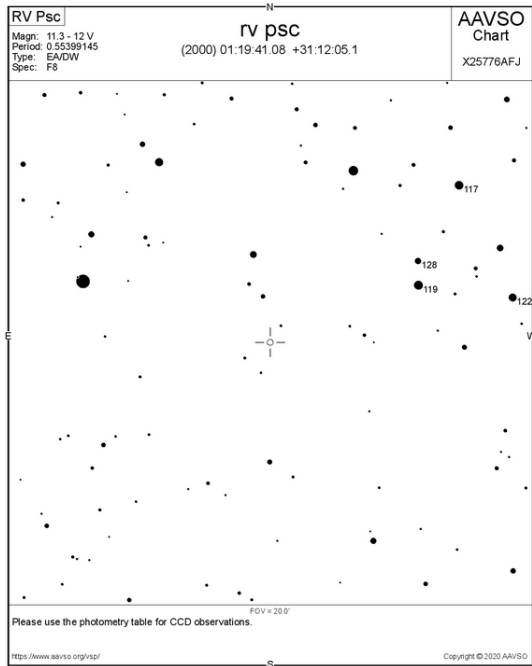


Fig 3

Variable Star Plotter

■ Plot Another Chart ■ Photometry Table for This Chart



To obtain a printable version of this chart, simply click on the chart.

Fig : 4

#TYPE=EXTENDED

#OBSCODE=PCHE

#SOFTWARE=MICROSOFT EXCEL 2010

#DELIM=tab

#DATE=EXCEL

#NOM DATE MAG MERR FILT TRANS MTYPE CNAME CMAG KNAME KMAG AMASS GROUP CHART NOTE

Rv psc	11/04/2020 06:19 PM	11,45	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:20 PM	11,44	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:23 PM	11,38	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:26 PM	11,37	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:29 PM	11,34	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:31 PM	11,31	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:34 PM	11,30	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:36 PM	11,26	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:39 PM	11,27	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:42 PM	11,23	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:44 PM	11,22	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:47 PM	11,20	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:49 PM	11,18	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:53 PM	11,18	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 06:55 PM	11,17	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 07:20 PM	11,14	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na
Rv psc	11/04/2020 07:23 PM	11,15	na	TG	NO	STD	119	11,82	na	na	na	na	X25766APS	na

Fig : 5