CONVENTION OCA-AQUILA

Rapport d'activité 2016

Ce rapport rend compte des activités de l'association AQUILA pour l'année 2016 autour du télescope Schaumasse et de la coupole qui l'abrite, effectuées dans le cadre de la Convention OCA-AQUILA signée le 15 juin 2007.

La première partie de ce rapport traite des travaux d'astronomie amateur réalisés avec le télescope Schaumasse et des soirées organisées avec les membres d'AQUILA.

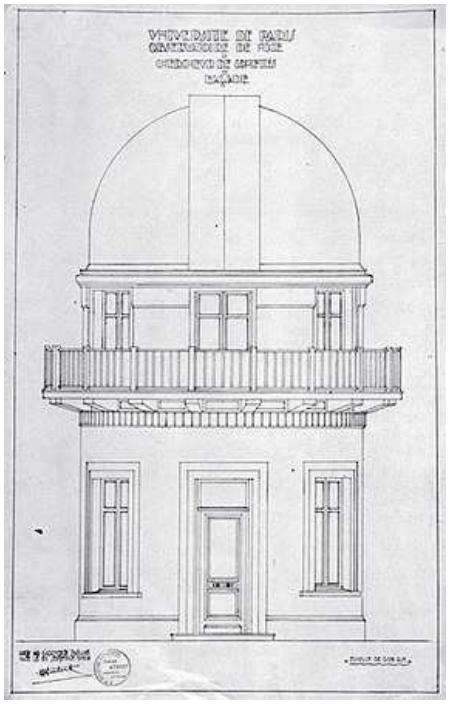
La deuxième partie présente une synthèse des travaux de recherche effectués en 2015 au télescope Schaumasse, portant notamment sur la photométrie d'étoiles variables, d'exoplanètes et d'astéroïdes. Des mesures d'occultations d'étoiles par des astéroïdes ont également été réalisées.

Sommaire

1. Rénovation de la coupole 3
2. Travaux amateur 7
3. Transit de Mercure – 9 mai 2016 9
4. Travaux Scientifiques 10
   - *4.1 Courbes de lumière d'astéroïdes* 10
   - *4.2 Occultations d'étoiles par des astéroïdes* 14
   - *4.3 Transit de la comète 2016BA14 devant la galaxie M106* 18
   - *4.4 Exoplanètes* 19
   - *4.5 Photométrie d'étoiles variables* 21
   - *4.6 Découverte de 26 nouvelles étoiles variables* 22
5. Diagrammes HR 27
6. Statistiques 31

1. Rénovation de la coupole

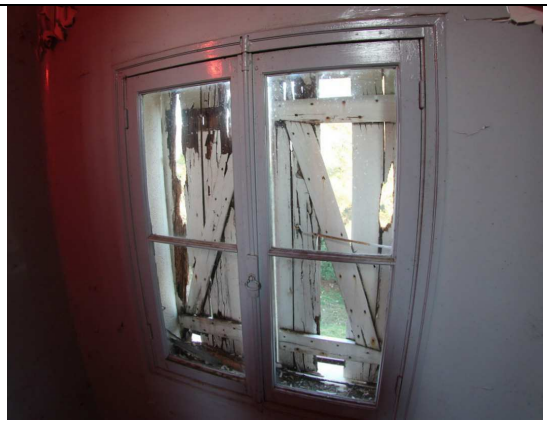
La coupole Schaumasse a été construite en 1932, d'après les plans d'Honoré Aubert, célèbre architecte niçois, dont les réalisations sont encore visibles, notamment dans le quartier des musiciens. La coupole, haute de 7 mètres, abritait la lunette Zeiss de 25cm (« Chercheur de comètes »), donnée par l'Allemagne à la France au titre de dommage de guerre.



Plan d'Honoré Aubert pour la coupole Schaumasse

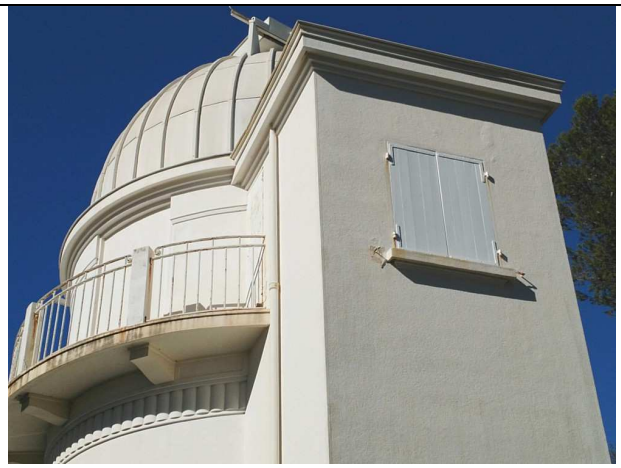
Les volets de l'escalier Est n'ont sans doute jamais été changés, et leur état s'est fortement dégradé depuis quelques années. Ceux des 4 fenêtres du rez-de-chaussée sont en meilleur état, sans doute protégés par la terrasse du chemin de ronde juste au-dessus, même si les volets Nord devront être changés rapidement. Après discussion avec Franck Valbousquet, celui-ci nous a proposé de fabriquer 2 volets pour l'escalier Est, avec des chutes de bois dont il disposait après la construction de sa maison. En février 2016, nous les avons montés, après avoir récupéré l'encadrement métallique des précédents volets, déjà adaptés aux gonds. Les ateliers mutualisés de l'Observatoire nous ont proposé de les peindre en blanc, comme l'étaient les précédents volets, même si leur peinture avait presque complètement disparu.

juillet 2010



juillet 2015

février 2016



Volets Est montés

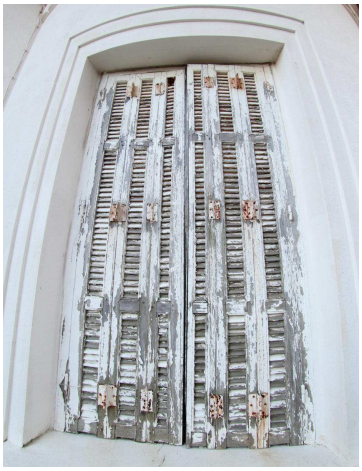
L'état des volets du rez-de-chaussée va bientôt également nécessiter des travaux de rénovation. Ce sont des doubles volets avec 4 battants chacun, avec des persiennes. Décaper leur peinture est une entreprise difficile, c'est pourquoi nous avons pris contact avec un professeur de lycée technique, qui pourrait proposer à ses élèves de construire de nouveaux volets, ce qui pourrait constituer pour eux un projet de fin d'études. Des négociations devront être lancées avec l'Observatoire, car ces travaux ne pourront être réalisés que si les élèves passent plusieurs jours sur le Mont Gros.

Les fenêtres et la porte d'entrée de la coupole ont également fait l'objet d'une rénovation. Nous avons commencé à remplacer les joints des carreaux de certaines fenêtres et à décaper la peinture.

Porte d'entrée après ponçage

Porte après peinture

En attendant de rénover entièrement les volets du rez-de-chaussée, dont le bois commence à se désagréger (notamment les volets Nord-Est), nous avons décapé grossièrement les volets Sud-Ouest, les plus exposés au Soleil, puis nous les avons repeints, après les avoir protégés par de la Lazure. Le bois des volets Sud n'est pas très endommagé, donc cette rénovation pourra durer encore quelques années.



Volets Nord, rez-de-chaussée, à changer

Volets Sud-Ouest après décapage

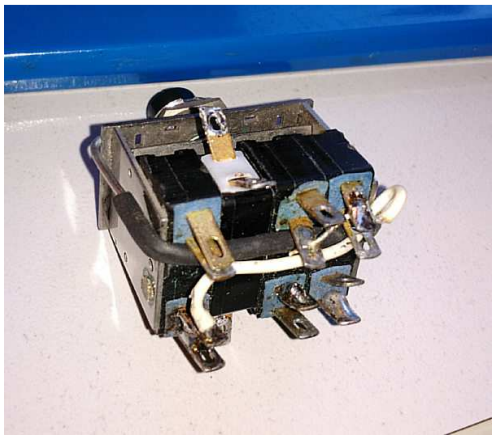
Volets Sud-Ouest après peinture

- Réparation de l'électronique de commande

Depuis près de 2 ans, le bouton de déclinaison ne fonctionnait plus. Les branchements dans la raquette semblaient corrects, alors nous soupçonnions un problème dans l'armoire électrique sous le plancher de la coupole. Les mouvements fins en déclinaisons n'étant pas utiles puisque la mise en station de la monture est de bonne qualité, et aussi parce qu'il est possible de bouger la platine dans le sens vertical (3è axe de la monture de la caméra Antarès), alors ce problème n'était pas pénalisant pour pointer le télescope. Cependant, en début d'année, nous avons décidé de dessouder tous les composants des 2 boutons de déclinaison afin de résoudre ce problème.

Chacun des boutons de mouvement fin consiste en un assemblage de 4 interrupteurs à 4 broches, 3 positions. En les démontant, nous avons constaté que sur les 2 boutons, l'un des 4 interrupteurs individuels ne répondait pas comme les autres. Nous avons pu les remplacer par 2 interrupteurs légèrement différents, comme le montre l'image ci-dessous :

Les 2 boutons dec+ et dec- avec leurs branchements



L'un des 2 boutons, après remplacement du 2è interrupteur

A présent, les mouvements fins en déclinaison fonctionnent parfaitement. Cependant, la nécessité de réaliser des branchements d'autoguidage se fait de plus en plus ressentir.

De plus, le débrayage du moteur d'ascension droite, situé au pied de la fourche de la monture, montre des signes de faiblesse. Il ne s'enclenche pas toujours lorsqu'on le sollicite, mais il faut légèrement tapoter dessus pour le mettre en marche. Il pourrait s'agir d'un problème électrique. Nos capacités limitées en électronique ne nous permettent pas pour le moment de résoudre ce problème, tout comme pour les questions d'autoguidage.

Moteur de débrayage en ascension droite

2. Travaux amateur

Malgré un important éclat à la surface du miroir secondaire, le télescope Schaumasse donne des images très fines en configuration Cassegrain, quand la turbulence atmosphérique le permet et que la collimation est bien faite. Il est toujours possible de mettre la caméra directement au foyer du miroir primaire en enlevant le secondaire (f/5), ce qui nous donne un champ de 31'x23' (15x12' en Cassegrain avec un réducteur de focale à f/10).
La lunette Clavé, malgré un fort chromatisme dans le bleu, donne elle aussi des images très fines.

M105, télescope Schaumasse f/5

Ngc2261, télescope Schaumasse f/10 mars 2016

M46, lunette Clavé f/11.3

NGC663, lunette Clavé f/11.3

Ngc2903, télescope Schaumasse f/10

Ngc2841, télescope Schaumasse f/10

Erick Bondoux nous a confié sa lunette Takahashi fsq106, de focale 530mm, que nous avons installée sur la platine en parallèle au télescope Schaumasse. Son grand champ en fait un instrument idéal pour photographier les grandes nébuleuses en Halpha.

Nébuleuse North America, 5x550'', filtre Halpha 3nm

Pléïades, (11,12,25)x180'' en (R,V,B)

Eclat sur le miroir secondaire (tache noire à droite)

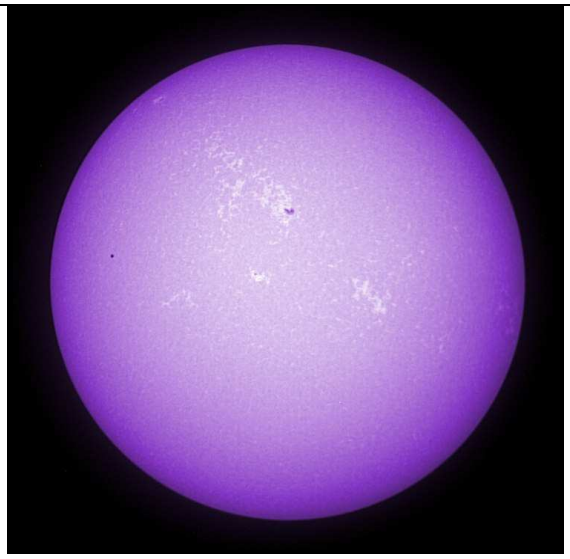
Le miroir secondaire du télescope schaumasse présente un éclat de 2 cm de large, qui a dû se produire il y a plus de 15 ans, et qui n'est pas gênant pour nos observations, mais qui doit dégrader légèrement la qualité des images au foyer Cassegrain. Cependant, lorsque la turbulence est faible, les étoiles restent bien fines. En planétaire, en revanche, le rapport f/D étant plus grand, le contraste des images est sans doute à peine moins bon.

3. Transit de Mercure – 9 mai 2016

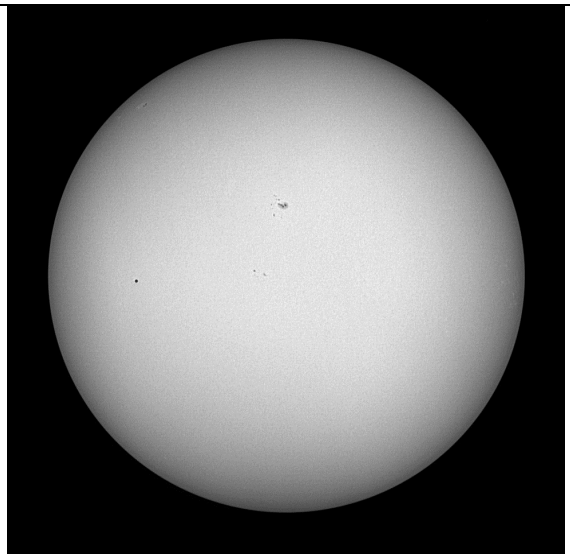
Le lundi 9 mai 2016, Aquila a participé à la campagne d'observation du transit de Mercure devant le Soleil, qui a duré de 13h30 au coucher du Soleil, à 20h30 locales. Nous avons également suivi l'évènement à l'école élémentaire JP. Papon, grâce à Jean-François Consigli, qui a utilisé le télescope Vixen 150/750.

A l'Observatoire de Nice, nous avions installé plusieurs instruments pour nos adhérents et pour le personnel de l'Observatoire qui a été invité à nous rejoindre autour de la coupole Schaumasse.

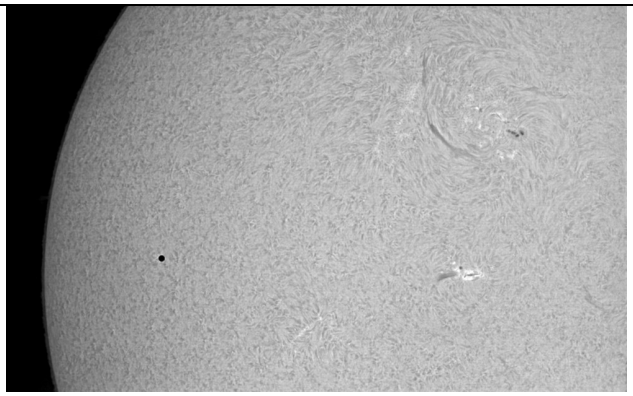
Malheureusement, la météo a été très défavorable et nous a empêchés de suivre cette éclipse dans de bonnes conditions. Seule une éclaircie vers 14h nous a permis de suivre le phénomène avec nos instruments et de prendre quelques photos.



12h18 TU, PST Calcium-Potassium (395 nm)



12h50 TU, lunette Takahashi 106/530, filtre Mylar



12h15 TU, lunette Clavé 130/1908, Halpha

Intérieur de la coupole Schaumasse lors du transit

Les instruments au pied de la coupole Schaumasse

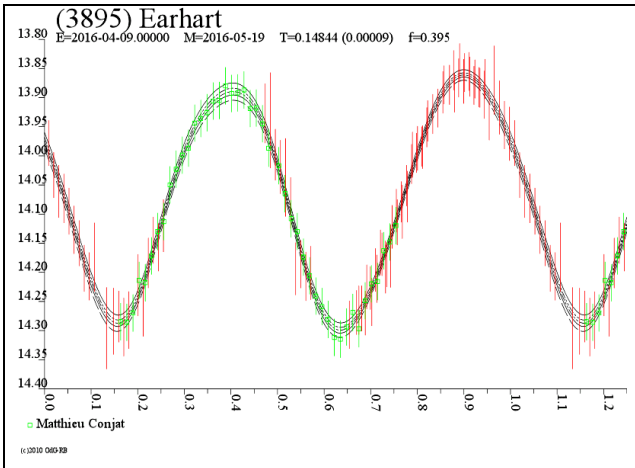
4. Travaux Scientifiques

Cette année, plus que les autres années, Aquila a mis l'accent sur les mesures scientifiques réalisables à l'Observatoire de la Côte d'Azur, grâce notamment au télescope Schaumasse. La compacité de la monture, ainsi que la configuration optique (observations au foyer primaire ou Cassegrain) font du télescope Schaumasse un instrument extrêmement polyvalent, permettant de faire de l'imagerie grand champ pour faire de la photométrie d'étoiles variables ou d'astéroïdes, ou d'obtenir des images à haute résolution pour mesurer des diagrammes HR d'amas globulaires ou faire de l'imagerie planétaire. Nous collaborons également au programme Euraster, qui permet de regrouper les observations d'occultations d'étoiles par des astéroïdes. Nos courbes de lumière d'astéroïdes et d'étoiles variables sont transmises à l'Observatoire de Genève.

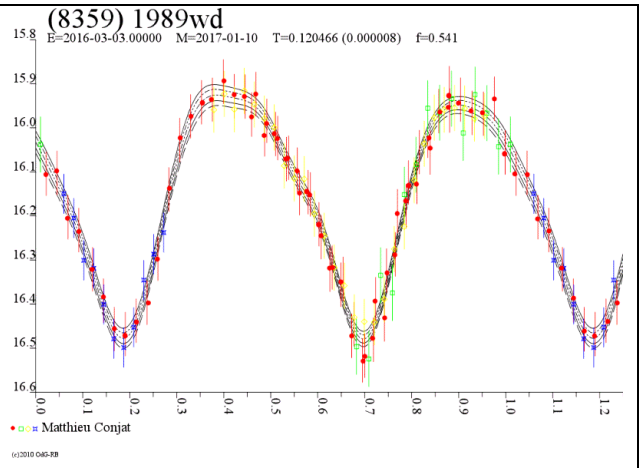
4.1 Courbes de lumière d'astéroïdes

La courbe de lumière d'un astéroïde (variation de sa magnitude apparente au cours du temps) permet de déterminer plusieurs paramètres physiques importants, comme sa période de rotation ou l'inclinaison de son axe de rotation. On peut également en déduire sa forme approximative ou encore la présence d'un satellite. De telles mesures sont rarement entreprises par les grands observatoires internationaux car elles nécessitent des temps de télescope de plusieurs heures, pendant plusieurs nuits. Les télescopes de petite taille comme le télescope Schaumasse sont donc particulièrement indiqués pour réaliser ce genre de campagnes d'observations. La courbe de lumière de 1071 Brita a été réalisée avec un 200/800 et une caméra Audine.

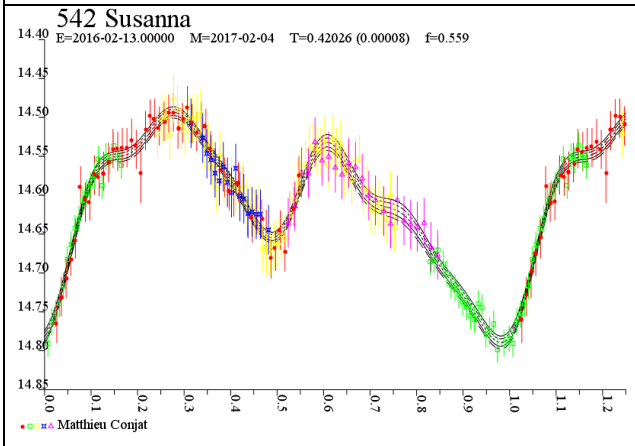
Les courbes de lumière d'astéroïdes obtenues en 2016 sont présentées ci-dessous.



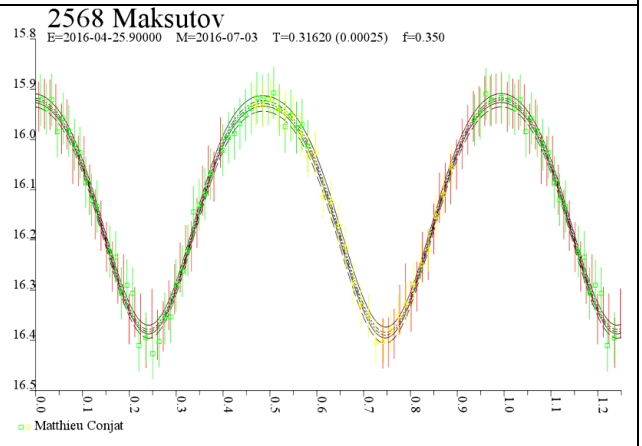
3895 Earhart, période : 3.5626 +/- 0.002 h



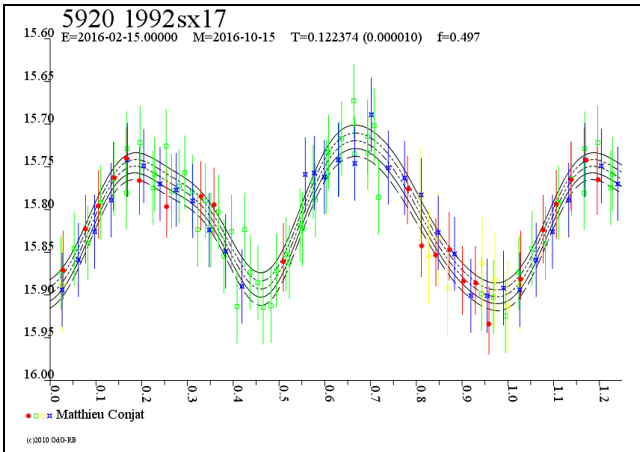
8359 1989wd, période : 2.8910 +/- 0.0002 h



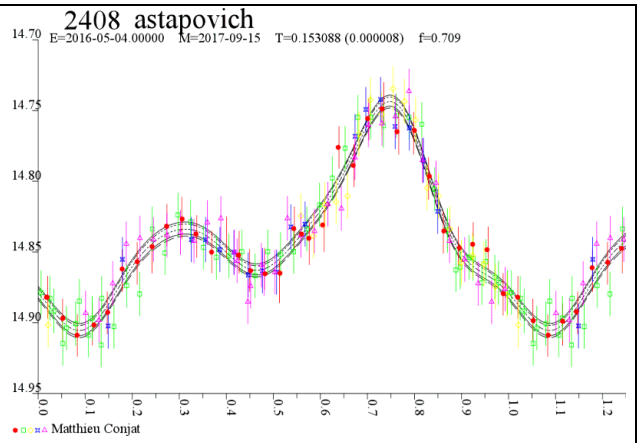
542 Susanna, période : 10.086 +/- 0.002 h



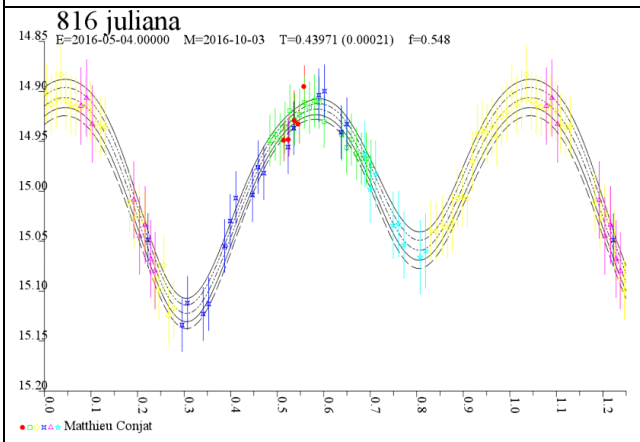
2568 Maksutov, période : 7.589 +/- 0.006 h



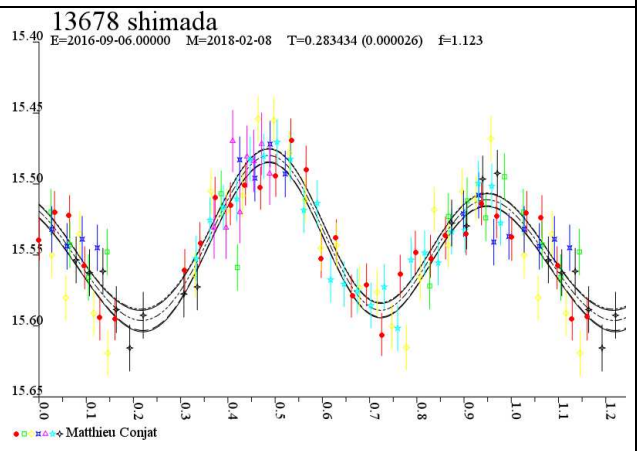
5920 1992sx17, période : 2.9369 +/- 0.0003 h



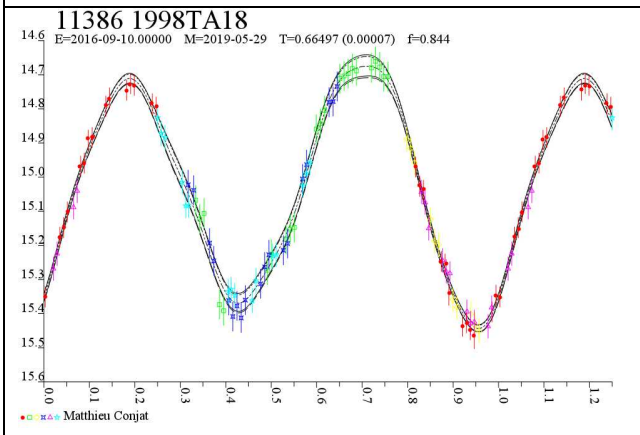
2408 Astapovich, période : 3.6741 +/- 0.0002 h



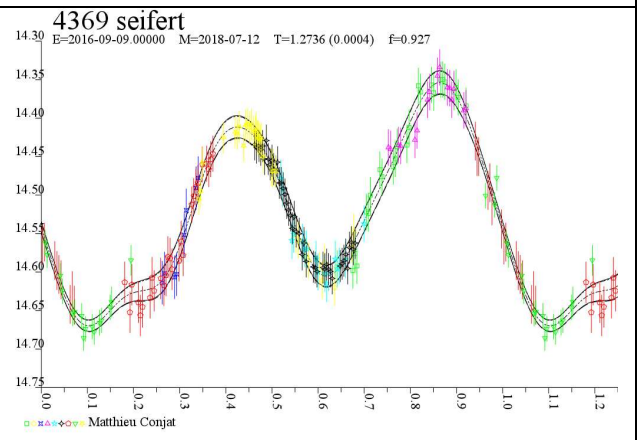
816 Juliana, période : 10.553 +/- 0.005 h



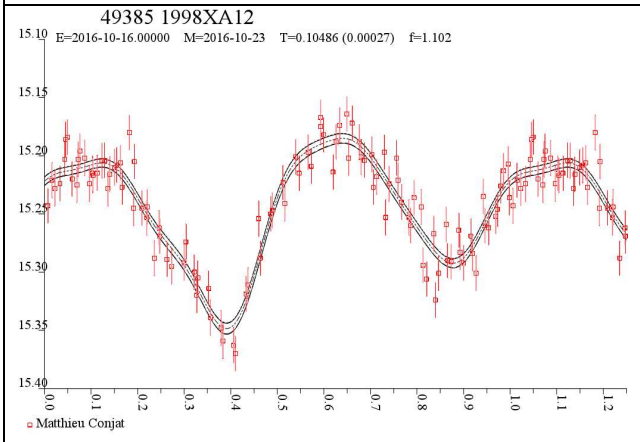
13678 Shimada, période : 6.8023 +/- 0.0007 h



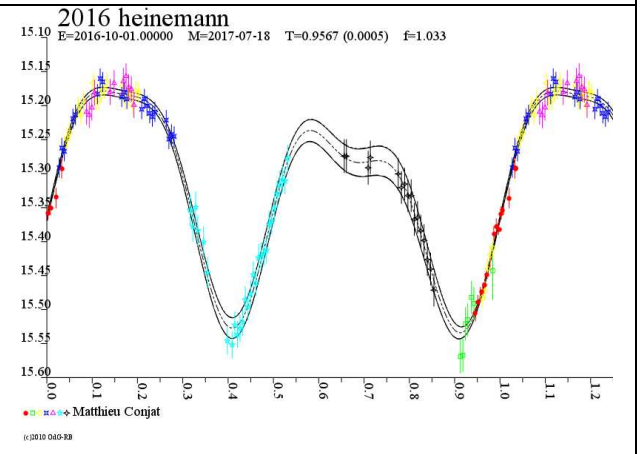
11386 1998 TA18, période : 15.9590 +/- 0.002 h



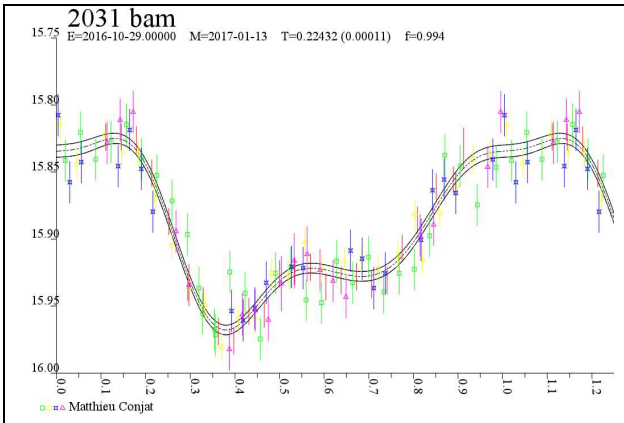
4369 Seifert, période : 30.566 +/- 0.010 h



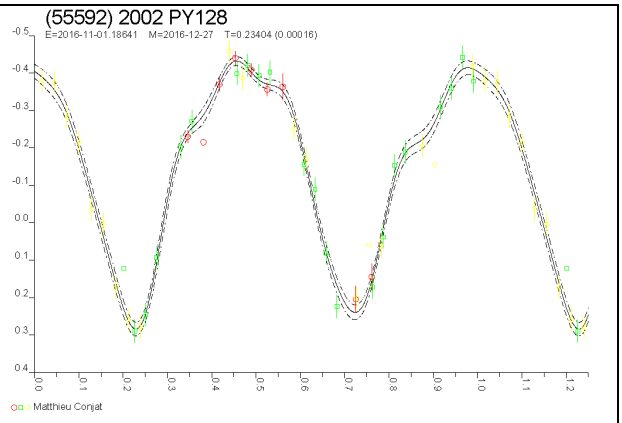
49385 1998 XA12, période : 2.515 +/- 0.009 h



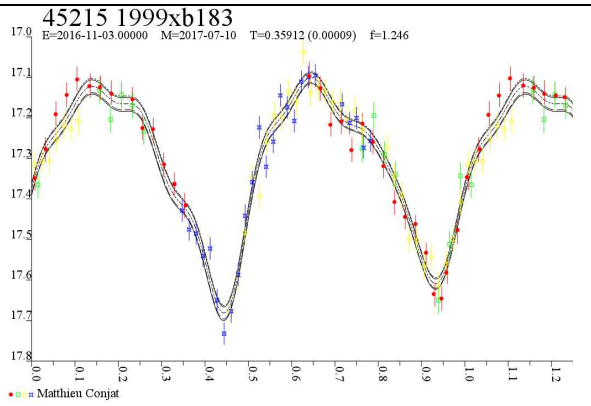
2016 Heinemann, période 22.961+/- 0.012 h



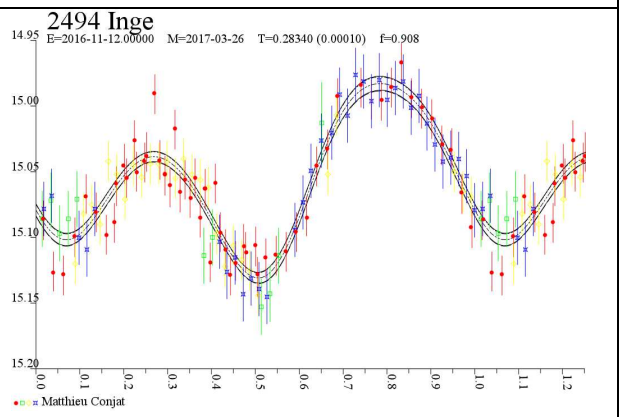
2031 BAM, période 5.383 +/- 0.003 h



55592 2002 PY128, période : 5.616 +/- 0.004 h

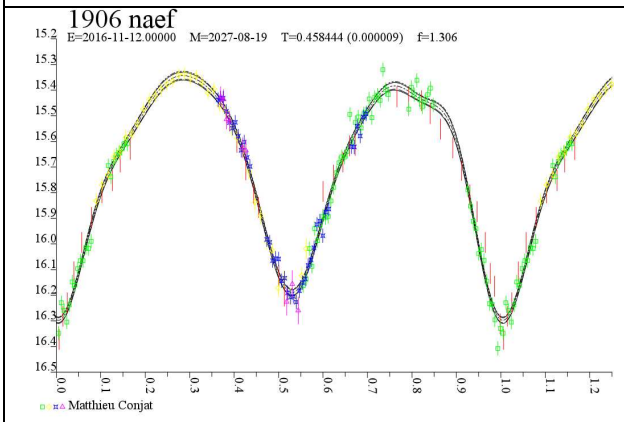


45215 1999 XB183, période 8.619 +/- 0.002 h

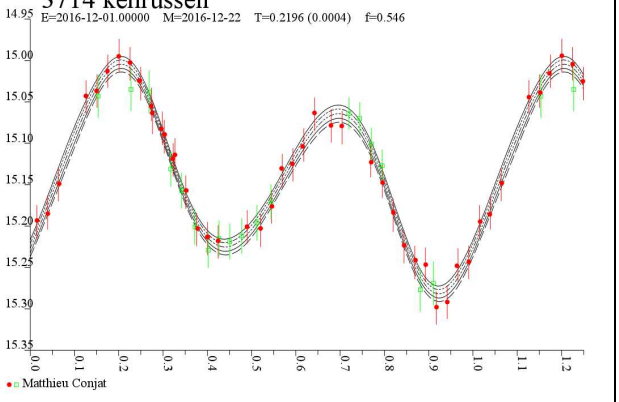


2494 Inge, période 6.8016 +/- 0.0025 h

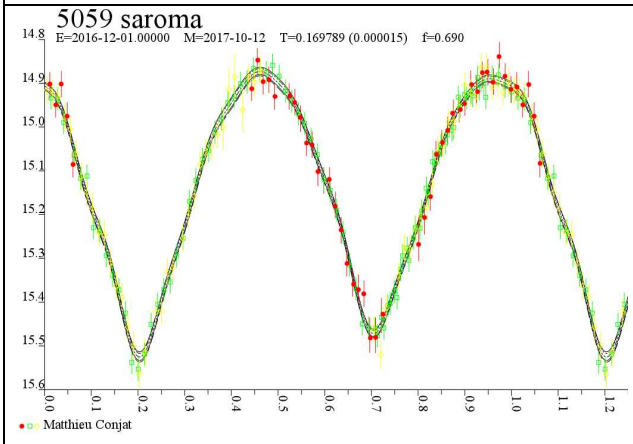
Astéroïde détecté comme double par Stefano Sposetti lors de l'occultation du 7 novembre 2016



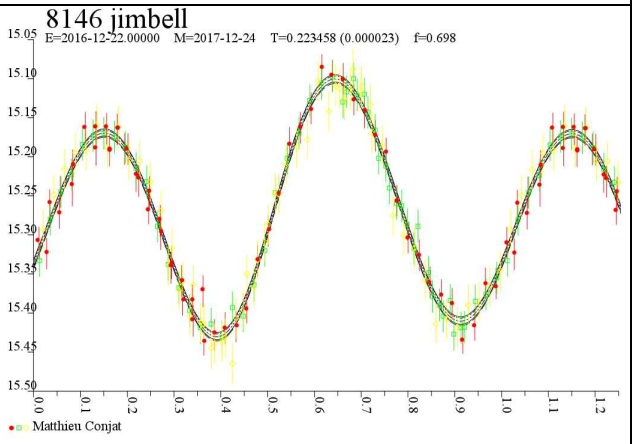
1906 Naef, période 11.0026 +/- 0.0002 h



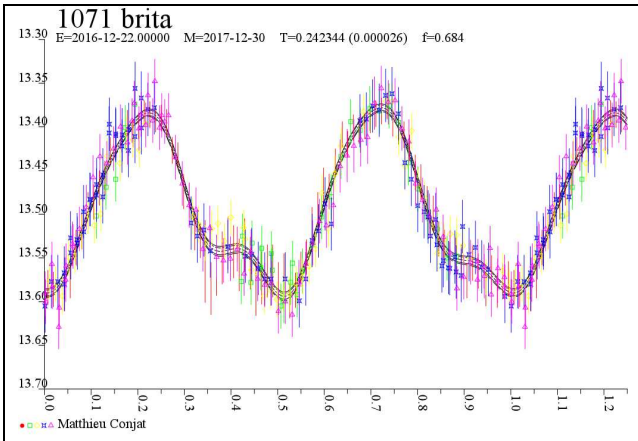
3714 Kenrussell, période 5.2522 +/- 0.0011 h



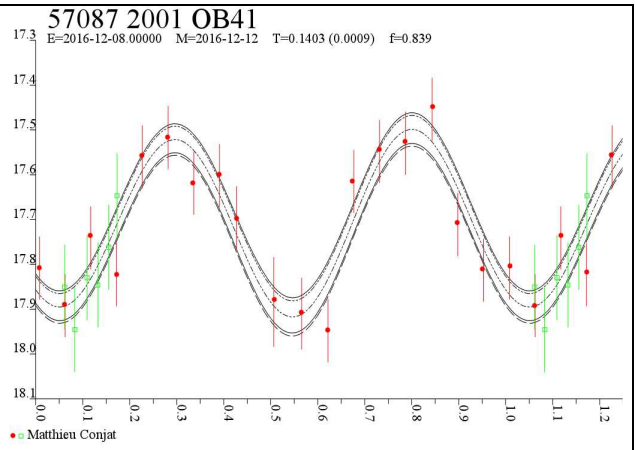
5059 Saroma, période 4.0749 +/- 0.0003 h



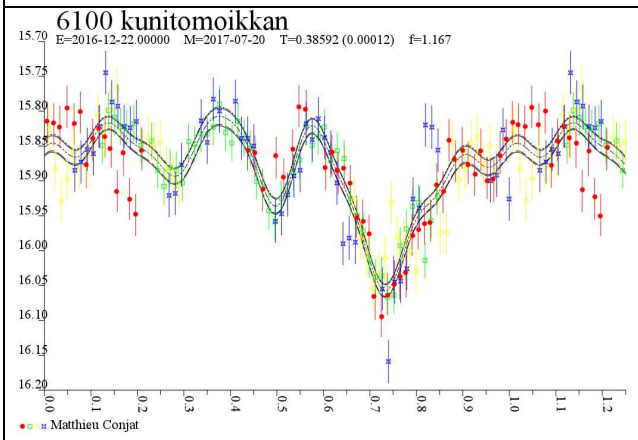
8146 Jimbell, période 5.36299 +/- 0.00055 h



1071 Brita, période 5.81625 +/- 0.0006 h



57087 2001 OB41, période 3.37 +/- 0.02 h



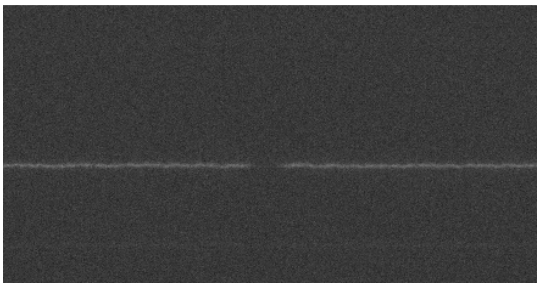
6100 Kunitomoikkan, période 9.262 +/- 0.003 h

4.2 Occultations d'étoiles par des astéroïdes

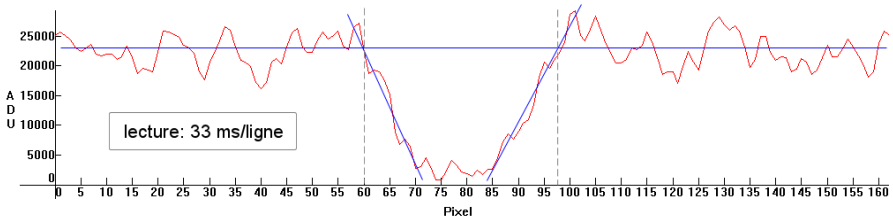
L'observation des occultations d'étoiles permet de contraindre très fortement le diamètre des astéroïdes, notamment lorsque le phénomène est mesuré par un réseau international d'observateurs. Le mouvement des astéroïdes étant connu avec précision, la durée de l'occultation permet d'obtenir une limite inférieure à sa taille. Couplée avec une mesure de la période de rotation (et de la phase de l'astéroïde), cette méthode permet de déterminer avec une bonne précision la forme de l'objet. L'imagerie conventionnelle est insuffisante dans ce cas, car elle ne permet pas de faire une datation précise si le temps de pose est trop important. On utilise la méthode de l'imagerie drift-scan (ou scan), qui permet d'étaler l'image de l'astéroïde et des étoiles environnantes le long des pixels de l'image. L'instant de l'occultation se traduira par une perte d'intensité des pixels de l'étoile occultée, tandis que les étoiles alentour resteront constantes.

- *Occultation de TYC 0075-00715-1 par 41 Daphne le 17 janvier 2016 - mesure du diamètre de l'étoile occultée*

Le 17 janvier 2016 à 22h42m TU, l'astéroïde 41 Daphne occultait TYC 0075-00715-1 (GSC 75.715). Nous avons observé cette éclipse au foyer de la lunette Clavé 130/1900, à l'aide d'une Audine Kaf401e équipée d'un filtre jaune pour réduire le chromatisme de la lunette.



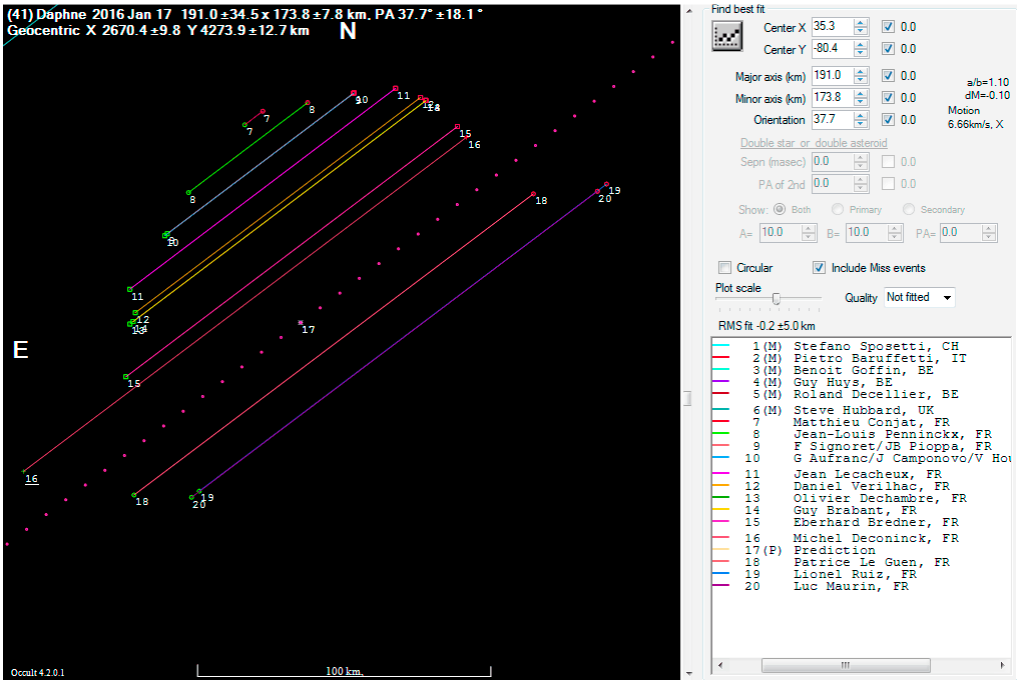
Profil de l'occultation.



Profil de l'occultation

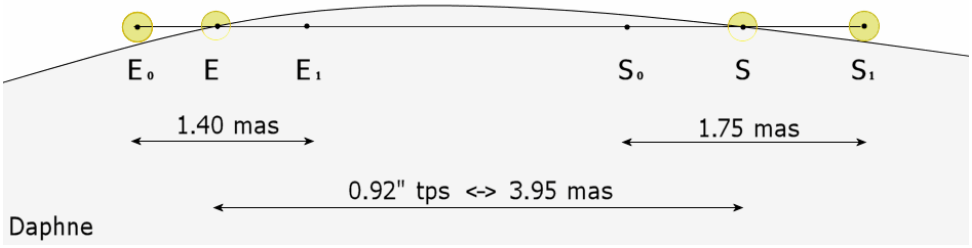
On remarque que l'entrée et la sortie se font de manière progressive, sur environ 0.35". Ce profil est sans doute relié à la taille non nulle de l'étoile occultée. La turbulence doit être également prise en compte. Cependant, la durée théorique de l'occultation à l'Observatoire de Nice devait être d'environ 14". D'après les mesures que nous avons obtenues, elle a en fait duré entre 1.15 et 1.25", ce qui montre que la position de l'astéroïde présentait une grande incertitude. L'occultation a donc été rasante, car au centre de la ligne de totalité, elle a duré 20.8" (Lionel Ruiz, Luc Maurin).

Ce profil nous a donc permis de calculer le diamètre de l'étoile occultée.



Cordes obtenues par les observateurs européens

On remarque notre occultation rasante au sommet de l'image (corde n°7). Cette figure, qui tient compte de la position géographique des différents observateurs, donne une idée de la forme de l'astéroïde. Si on regarde plus précisément la corde que nous avons obtenue, on constate que l'angle d'attaque lors de l'entrée et de la sortie est compris entre 6° (pour la sortie, point vert sur la figure) et 10° (pour l'entrée, point rouge), au lieu des 2.3° obtenus pour un astéroïde parfaitement sphérique. L'astéroïde aurait une forme légèrement plus pointue à l'endroit où l'étoile a été occultée.



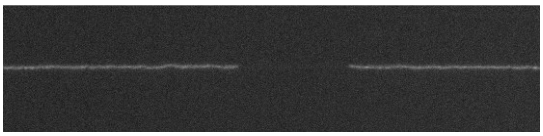
Profil de l'occultation, obtenu d'après les cordes publiées sur Euraster. Les échelles sont respectées. Les tailles données en bas de la figure ont été déterminées à l'aide du scan que nous avons obtenu.

Ce modèle nous donne un diamètre stellaire compris entre **0.185** et **0.245 mas**, soit environ **215 microarcsecondes.** Il faudrait également tenir compte de la turbulence atmosphérique : d'après le profil du scan avant et après l'occultation, l'évolution de l'amplitude de la turbulence (temps de cohérence de la scintillation) se fait sur environ 4 à 6 pixels (~0.15" de temps). L'entrée et la sortie s'étalent ici sur environ 11 à 12 pixels, ce qui est bien supérieur. Généralement, les entrées et sorties ('ingress' et 'egress') se font sur environ 0.1" de temps. C'est donc bien le diamètre de l'étoile qui explique cette durée et non la turbulence atmosphérique.

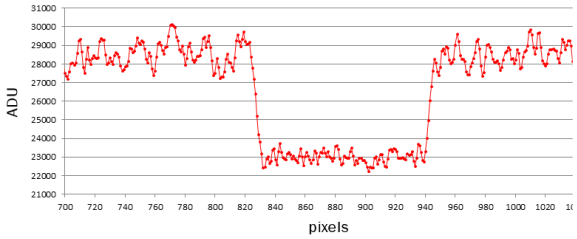
Les résultats ont été envoyés au réseau Euraster.

- ***Autres occultations***

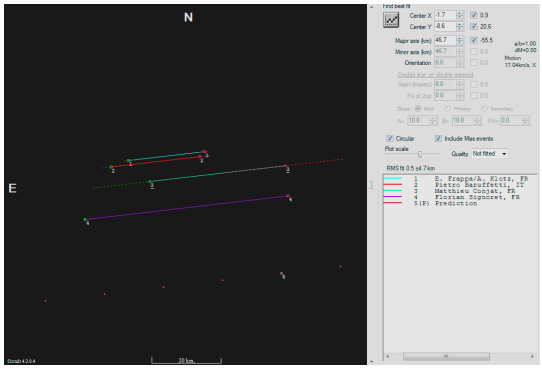
- 11 avril 2016: Occultation de TYC 1994-00082-1 par 164 Eva



scan de l'occultation. Le temps de pose est de 20ms par ligne

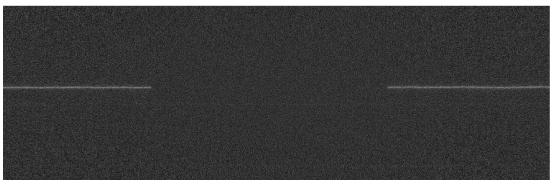


L'occultation s'étale sur 115.1 pixels, ce qui correspond à **2.302"**

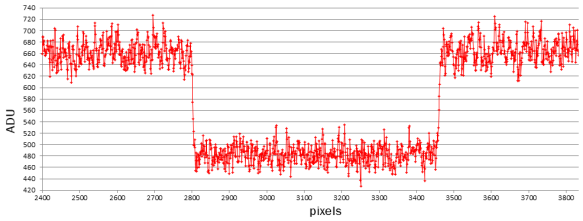


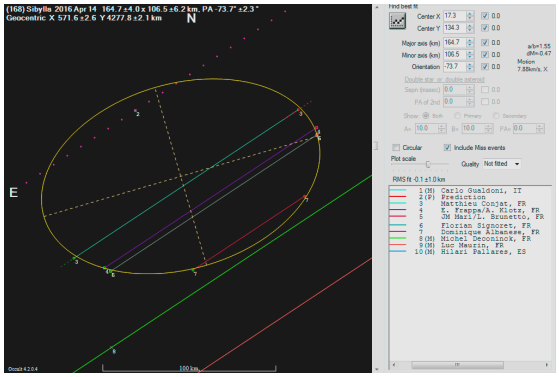
Cordes obtenues par les différents observateurs européens. La position que nous avons obtenue (ligne #3) est décalée par rapport aux autres, à cause de l'incertitude sur les temps absolus (~1 seconde)

- 14 avril 2016: Occultation de HIP 54675 par 168 Sibylla



temps de pose est de 25ms par ligne





Cordes obtenues par les différents observateurs européens.

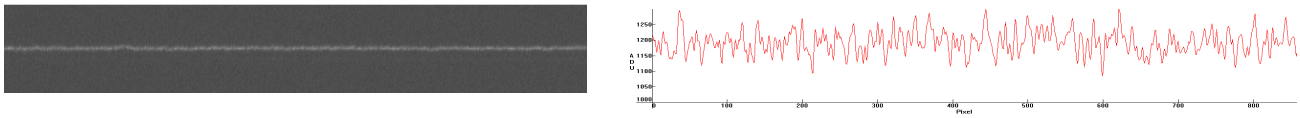
L'occultation devait durer environ 4", soit 160 pixels. Elle s'est étalée sur 658.5 pixels, soit **16.46"**, ce qui correspond en gros à la durée théorique au centre de la ligne de totalité. Il est fréquent que les prédictions aient une incertitude de quelques dizaines de km. La ligne en pointillés de la figure ci-dessus correspond à la ligne théorique de passage de l'astéroïde.

- Occultation de 4U 708-46973 (SAO 26388) par 68085 2000 YH104

Le 26 novembre 2016, 68085 2000YH104 devait occulter SAO 26388. L'incertitude sur la position de l'astéroïde était grande, donc même si l'Observatoire de Nice n'était pas exactement sur la ligne théorique de totalité, la probabilité d'une occultation était non négligeable. Le télescope TAROT, à Calern, a également suivi cette occultation, négative là aussi.

Sur la figure ci-dessus, on a représenté la position de la coupole Schaumasse en noir. On voit en bleu la largeur de la bande de totalité, en rose la zone à 1 sigma (probabilité d'occultation supérieure à 66%, Il y a donc 34% de chances que l'occultation se produise en dehors de cette zone).

Malgré cette incertitude, l'occultation n'a pas eu lieu. Si d'autres observateurs en Europe ont participé à cette mesure, cela permettra de mieux contraindre la position de cet astéroïde. D'après les résultats publiés sur Euraster, seul TAROT et le télescope Schaumasse ont été utilisés pour suivre cette éclipse.

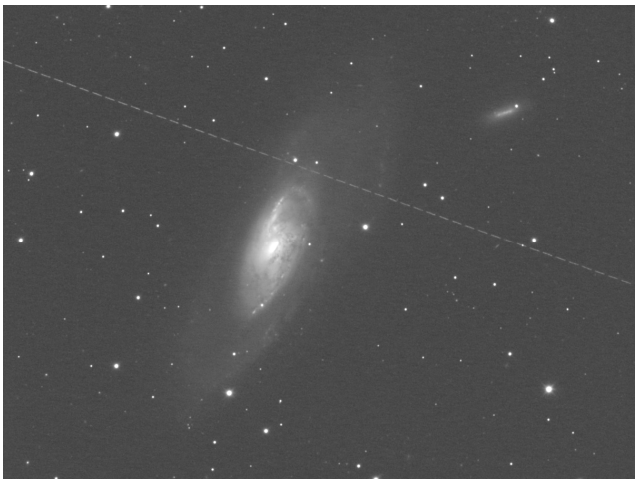


Scan de l'occultation, centré autour de l'instant théorique de l'éclipse. On ne remarque aucun assombrissement, alors que la chute devait être de l'ordre de 9 magnitudes.

Pour exploiter au mieux les occultations, il est nécessaire de connaître précisément la durée des éclipses, ainsi que l'heure exacte à laquelle elle se produit, ce qui permet de contraindre fortement l'orbite de l'astéroïde. Malheureusement, la méthode du drift-scan, que nous avons utilisée ici, ne permet pas de dater de manière absolue l'évènement. Prochainement, Aquila pourrait s'équiper d'une caméra vidéo et d'un module GPS pour dater à la milliseconde les occultations.

4.3 Transit de la comète 2016BA14 devant la galaxie M106

Le 24 mars 2016 à 21h55m TU, la comète 2016 BA14, de magnitude 13.8, frôlait la Terre. A cause de son déplacement rapide dans le ciel, elle a croisé le chemin de nombreux objets. Nous avons suivi son transit devant la galaxie M106, malgré une pleine Lune gênante, avec le télescope Schaumasse, pour lequel nous avons remis le porte-oculaire au foyer du miroir primaire (2m de focale). A cause de la Lune nous avons fait une série de poses courtes (60"). Le transit dans l'image a duré 1 heure (21h20 à 22h24 TU).



Conditions de prise de vue: Télescope Schaumasse f/5 (400/2000), 50 poses de 60" sans filtre, caméra QSI 583ws

On remarque que la trace présente des interruptions régulières, à cause du temps de lecture de chaque pose, qui dure environ 18", pendant lequel la comète se déplace...

On remarque aussi que la comète ne semble présenter aucune trace d'activité.

La comparaison avec les images prises par d'autres observateurs dans le monde pourraient nous permettre de calculer la parallaxe de la comète.

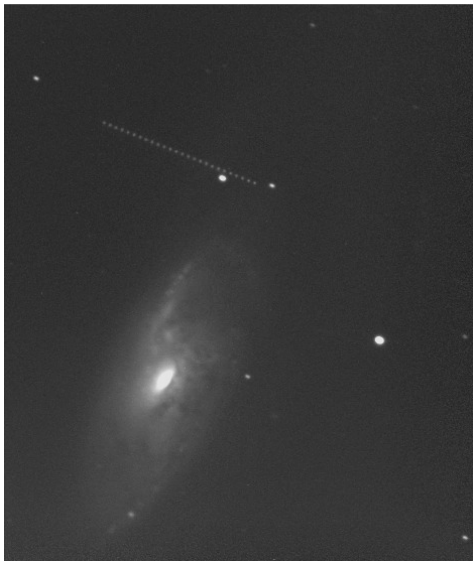
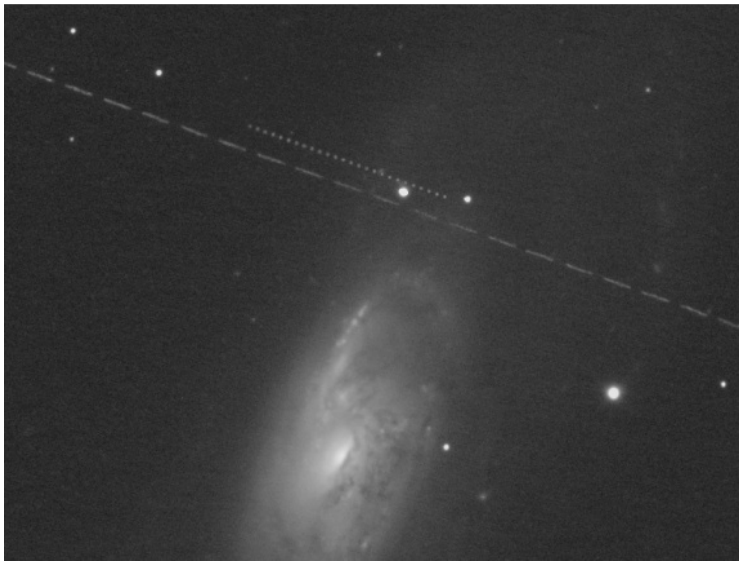


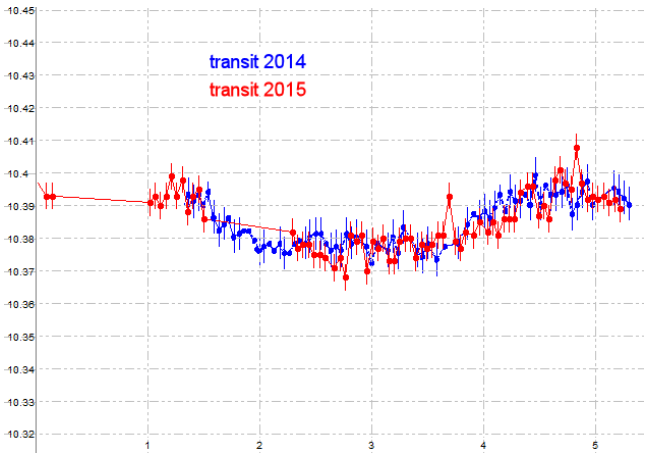
Image prise par GianLuca Masi à Ceccano (Italie)



Superposition Nice-Ceccano

4.4 Exoplanètes

• XO-6. Le candidat exoplanète XO6 a été repéré en 2014, et l'équipe XO nous a demandé de confirmer ou d'infirmer la nature planétaire de XO6, c'est pourquoi nous avons suivi cet objet en 2014 et en 2015. Les résultats sont présentés ci-dessous (le transit de 2014 a été représenté en bleu).

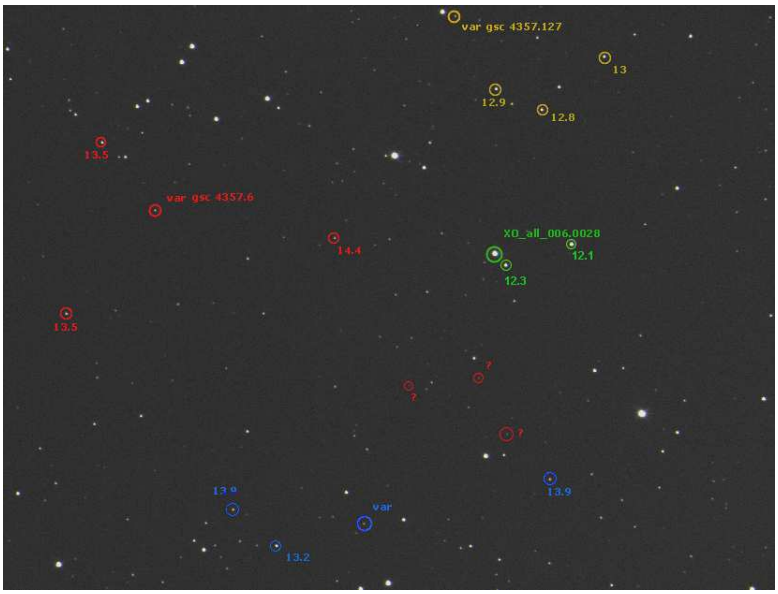


Un article a été soumis à Astronomical Journal en janvier 2016 et publié en novembre, dans lequel Matthieu Conjat est co-auteur:

'Discovery of XO-6b: A Hot Jupiter Transiting a Fast Rotating F5 Star on an Oblique Orbit, AAS00770R1'

http://adsabs.harvard.edu/abs/2015ESS.....311408C

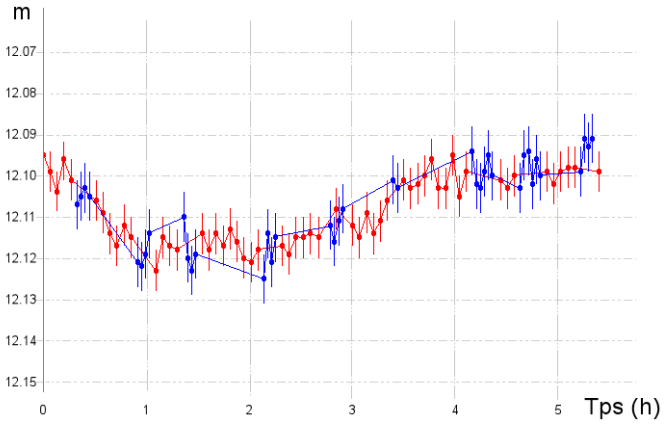
Les coordonnées de XO-6 sont : α 06h19m9.8s, δ 73°49'35.5"



Carte de champ de XO-6 et des étoiles variables détectées à proximité

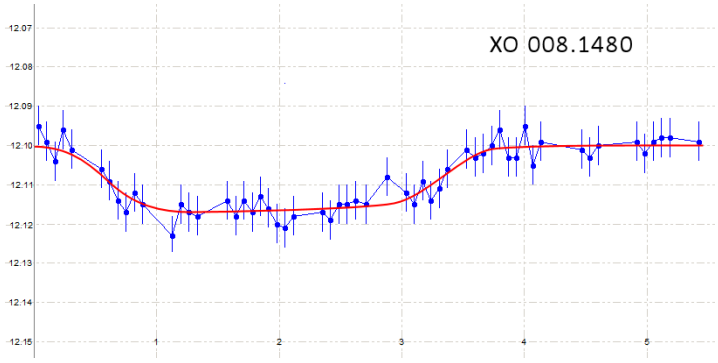
- Observation de XO 008.1480 – 29 novembre 2016

Toujours dans le cadre de notre collaboration avec le programme XO, nous avons observé le transit d'un candidat exoplanète détecté en 2014, Xo 008.0148. La difficulté, lors d'une observation de transit, est de faire la différence entre une occultation par une planète et une occultation par une étoile. La forme de la courbe de lumière et la profondeur du transit en filtre rouge et en filtre bleu peuvent permettre de faire la distinction. Une chute de magnitude identique en R et en B est une indication en faveur d'une planète, de même qu'un fond plat pendant une bonne partie du transit.



Courbe de lumière du candidat XO 008.1480, en R et B

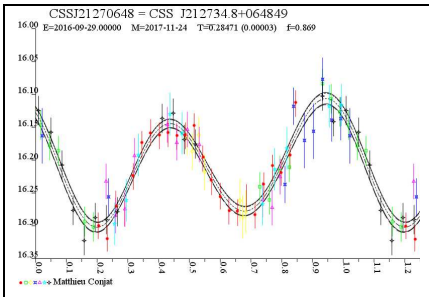
L'évènement, qui s'est produit 1h avant le début théorique, montre une profondeur de 0.017 mag, à la fois en Rouge et en Bleu. Cette valeur, ainsi que la forme de la courbe de lumière, laisse à penser qu'il s'agit bien d'une exoplanète, même si la mesure de la vitesse radiale pourra permettre de pencher définitivement en faveur de cette hypothèse.



Courbe R avec modélisation du profil

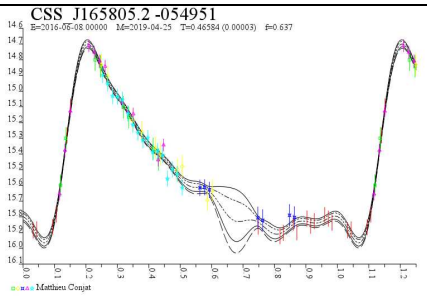
4.5 Photométrie d'étoiles variables

Lors de mesures photométriques d'astéroïdes, il arrive parfois que des étoiles variables, déjà recensées, se trouvent dans le champ. Leur courbe de lumière a déjà été établie, notamment par le programme Catalina Sky Survey. En voici quelques-unes mises à jour :



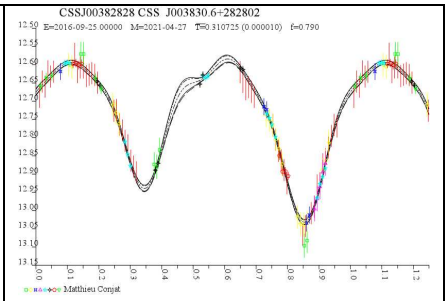
CSS_J212734.8+064849 – sept. 2016

Type EW - Période 6.8330h



CSS_J165805.2-054951 – juin 2016

RR Lyrae - Période 11.180h

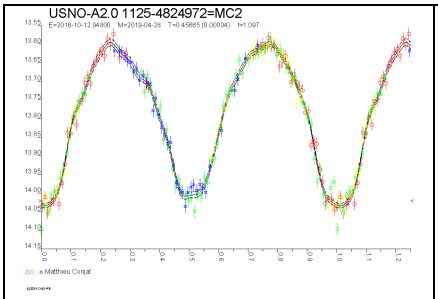


CSS_J003830.6+282802 – Sept. 2016

Binaire de type EB - Période 7.457h

4.6 Découverte de 26 nouvelles étoiles variables

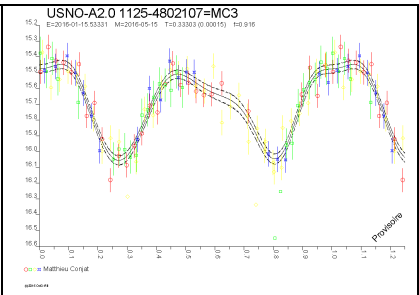
- Le 12 janvier 2016, nous avons utilisé la lunette Takahashi de Erick Bondoux pour suivre l'astéroïde 2525 O'Steen, de magnitude 15.3. Il s'est avéré que sa magnitude était à la limite de l'instrument, mais cette soirée nous a permis de découvrir 9 nouvelles étoiles variables. Ce sont des étoiles de magnitude comprise entre 12.2 et 15.8, qui n'ont pas été détectées par les programmes automatiques du genre Catalina Sky Survey, car elles sont trop près de la Voie Lactée, que ces programmes évitent à cause de la trop grande densité d'étoiles. Ce sont apparemment toutes des binaires à éclipses, même si le type de certaines reste à préciser.



USNO-A2.0 1125-4824972

Binaire à éclipses totale et annulaire, type EW/KW

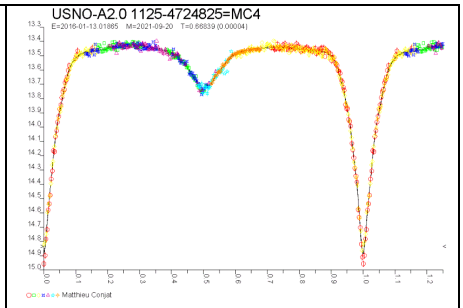
Période: 0.45665±0.00004j



USNO-A2.0 1125-4802107

Type de variable incertain

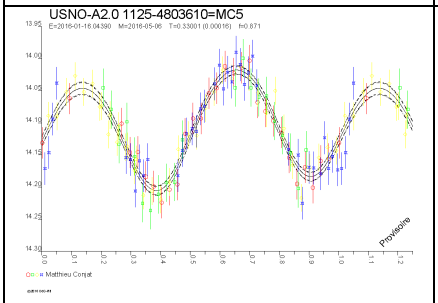
Période: 0.33303±0.00015 j



gsc1894.2403

Binaire à éclipses évoluée

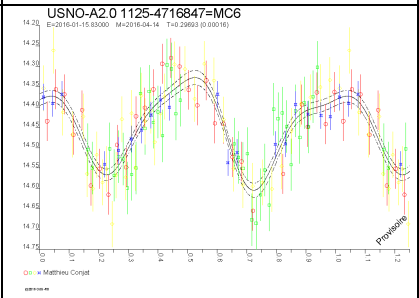
Période: 0.66839±0.00005 j



USNO-A2.0 1125-4803610

Type de variable incertain

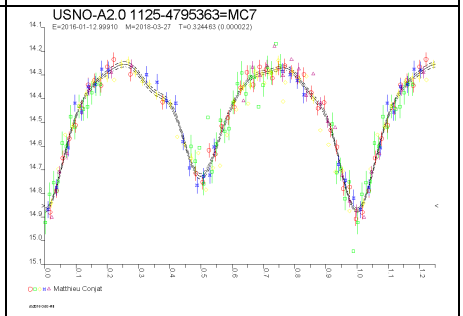
Période: 0.33001±0.00016 j



USNO-A2.0 1125-4716847

Binaire sans éclipse?

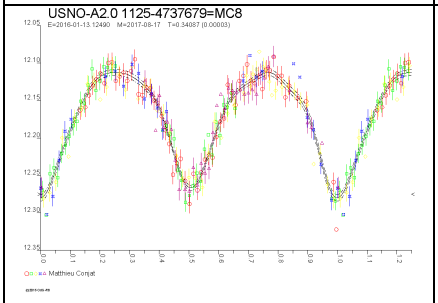
Période: 0.29693±0.00016 j



USNO-A2.0 1125-4795363

Binaire à éclipses, type EW

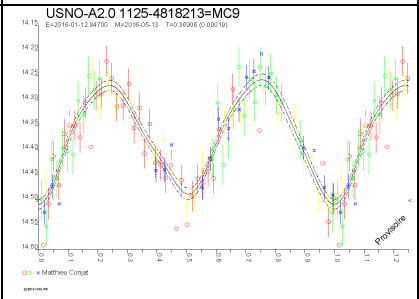
Période: 0.324463±0.000022 j



gsc1894.2882

Binaire à éclipses, type EW

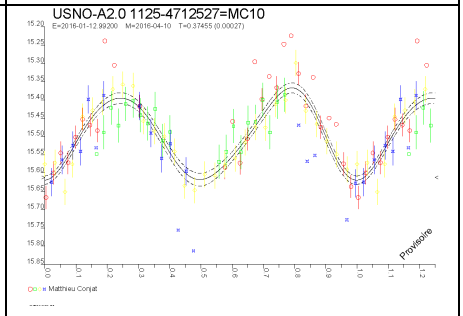
Période: 0.34087±0.00003 j



gsc1894.2882

Type de variable incertain

Période: 0.36906±0.00019 j



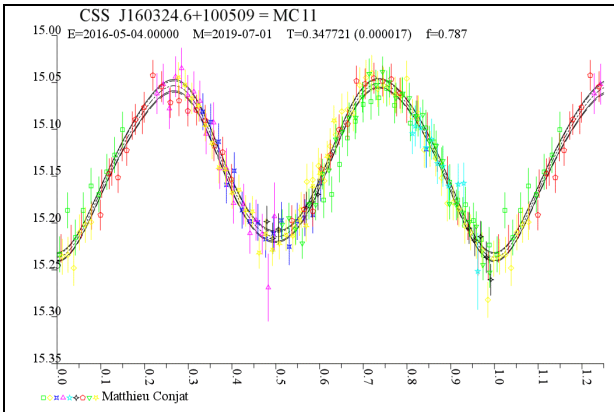
USNO-A2.0 1125-4712527

Type de variable incertain

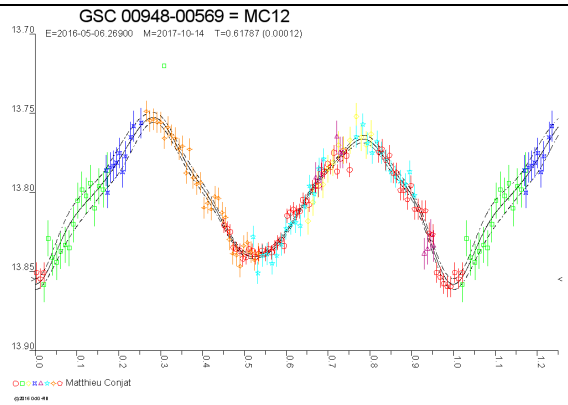
Période: 0.37455±0.00027 j

Champ obtenu le 12 janvier 2016. Les étoiles variables sont entourées en rouge.

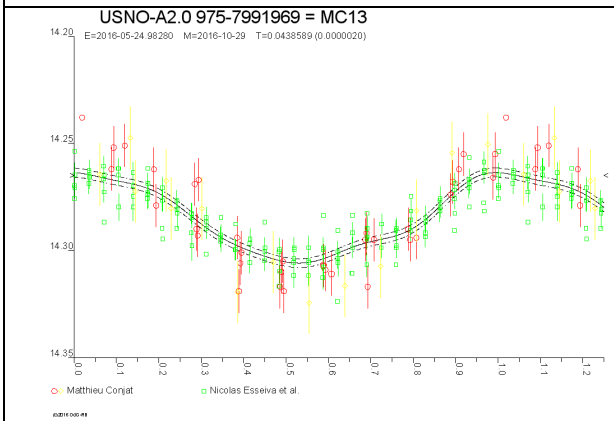
- En mai 2016, en mesurant la courbe de lumière de 2048 Astapovich au foyer primaire du télescope Schaumasse, nous avons trouvé 3 nouvelles étoiles variables dans les champs successifs, qui n'étaient pas répertoriées dans les catalogues, bien qu'elles aient déjà été observées par le CSS (Catalina Sky Survey).



MC11 - CSS_J160324.6+100509, période : 0.34772±0.00002 j

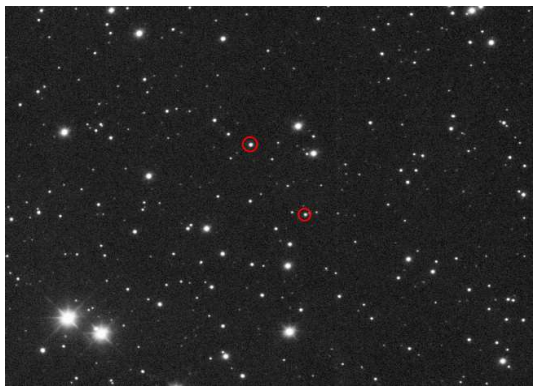


MC12 - Gsc 948.569, période : 0.61787j



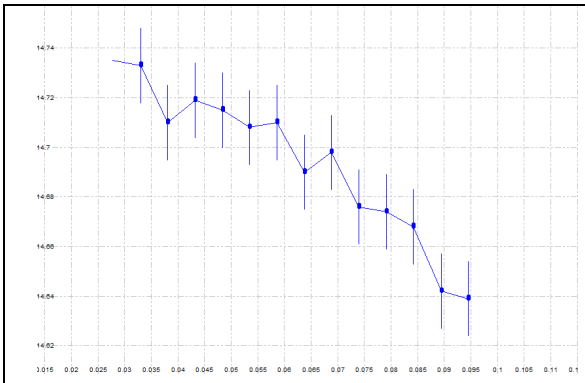
MC13 - CSS_J154837.7+125918, période : 0.0438589±0.0000002 j

Variable pulsante de type δ Scuti ?

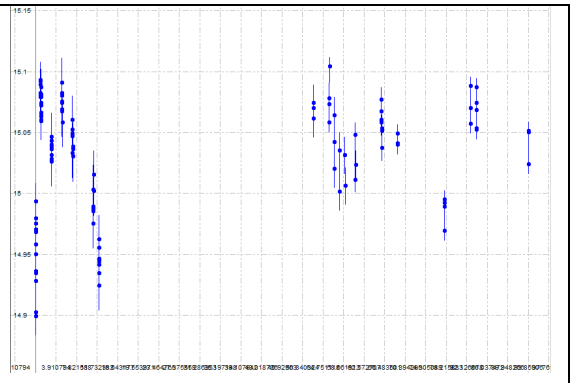


Champ des 2 nouvelles variables découvertes le 12 mai

- En mars 2016, nous avons observé une étoile dont l'éclat variait au cours de la nuit. Les jours suivants, elle avait gagné 0.1 magnitude. Nous l'avons suivie les semaines suivantes sans mesurer de périodicité franche. Il pourrait s'agir d'une variable éruptive, irrégulière.

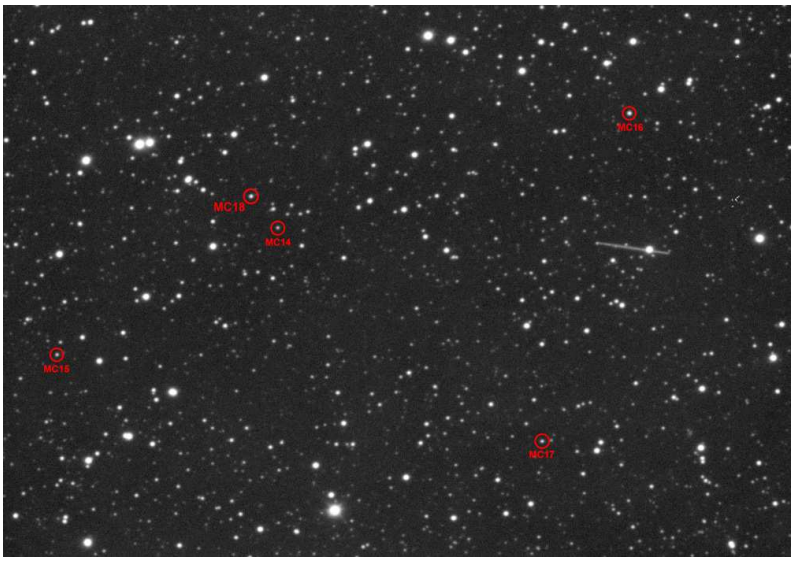


1er jour, durée de l'observation 1h40m

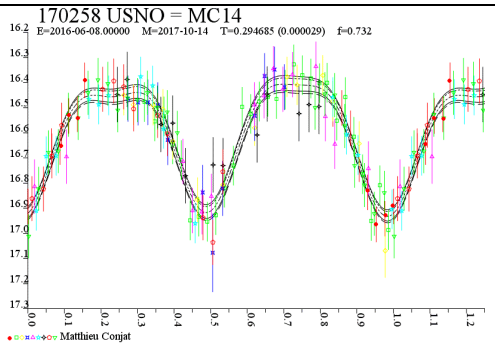


Mesures de mars à mai

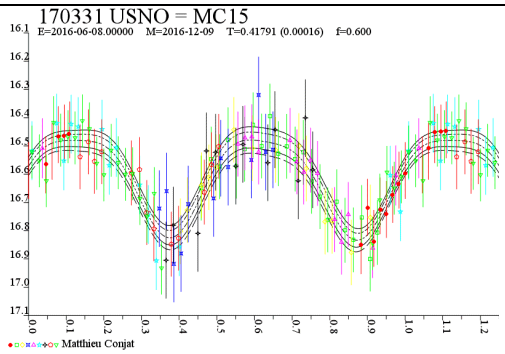
- En juin 2016, en suivant l'astéroïde 816 Juliana, nous avons découvert 9 nouvelles étoiles variables à proximité.



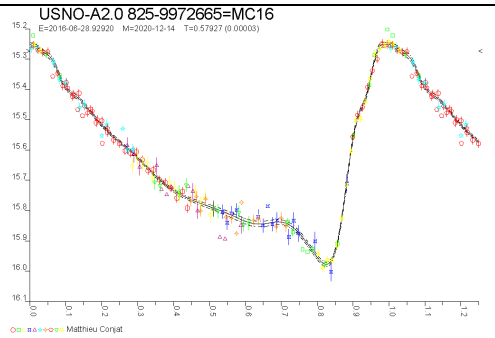
Champ obtenu le 9 juin, avec MC14 à MC18. Juliana est à droite de l'image



MC14, période : 0.2946±0.0003 j

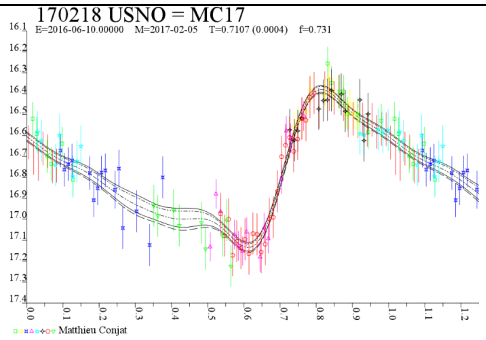


MC15, période : 0.4179±0.0002 j



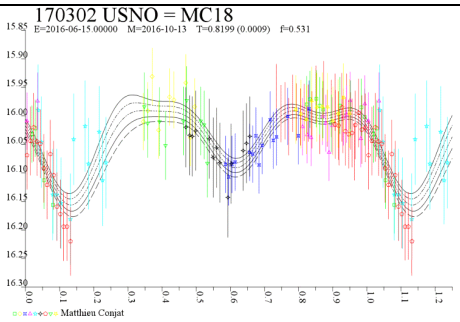
MC16, période : 0.57927±0.00003 j

Type RR Lyrae

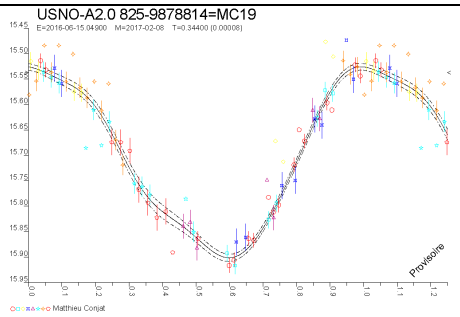


MC17, période : 0.7107±0.0003 j

Type RR Lyrae

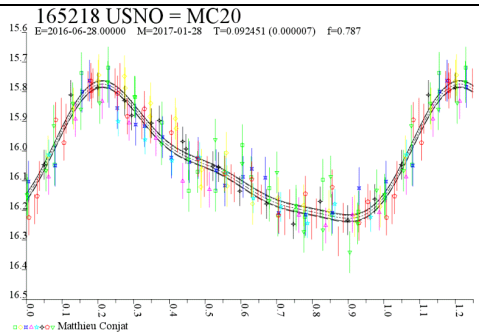


MC18, période : 0.6962 ±0.0014 j



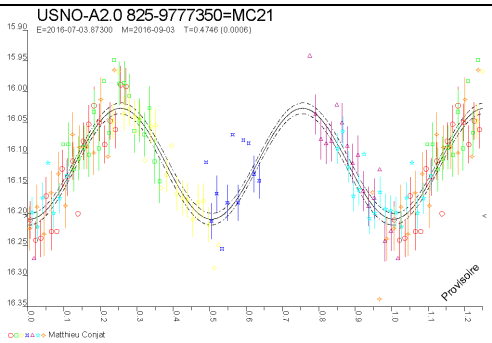
MC 19, période : 0.34400±0.00008 j

Pulsante de type RR Lyr ?



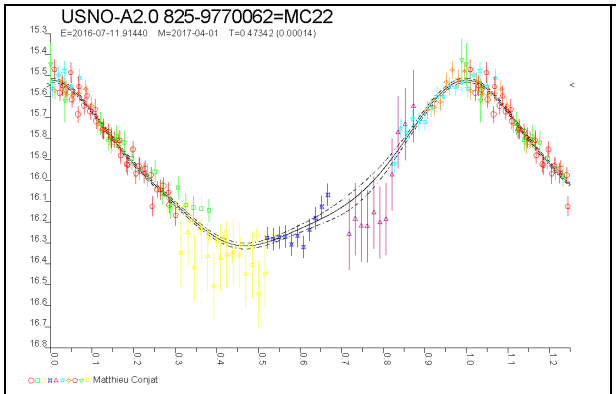
MC 20, période : 0.092451±0.000007 j

Pulsante de type RR Lyr

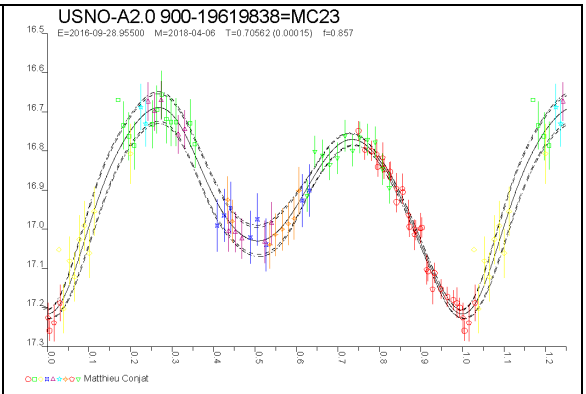


MC 21, période : 0.4746±0.0006 j

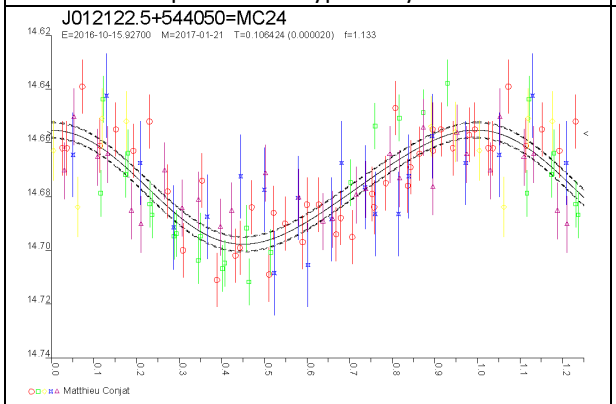
- Autres découvertes d'étoiles variables :



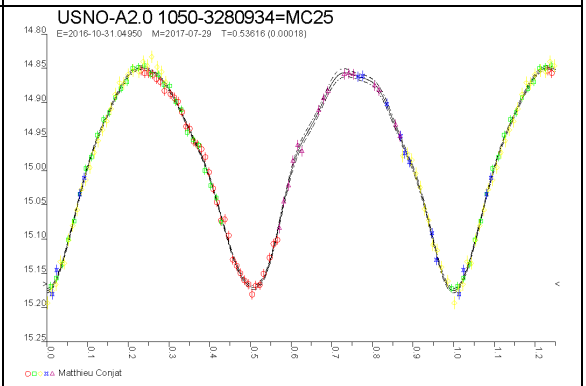
MC 22 – Période: 11.362 ±0.003 h
α : 16h52m19.7s, δ : -6°43'40"
pulsante de type RR Lyr ?



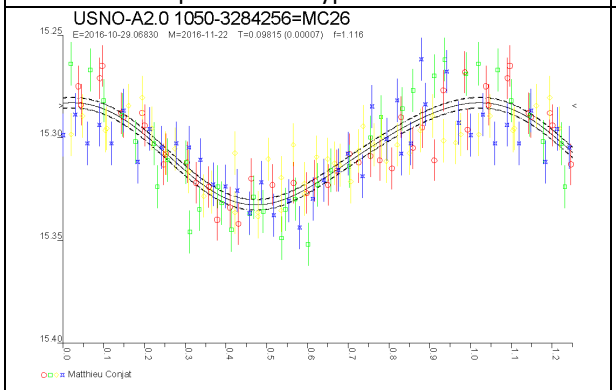
MC 23 – Période: 16.935 ±0.004 h
α : 21h27m07.1s, δ : 06°55'23"
binaire à éclipse, type EW ?



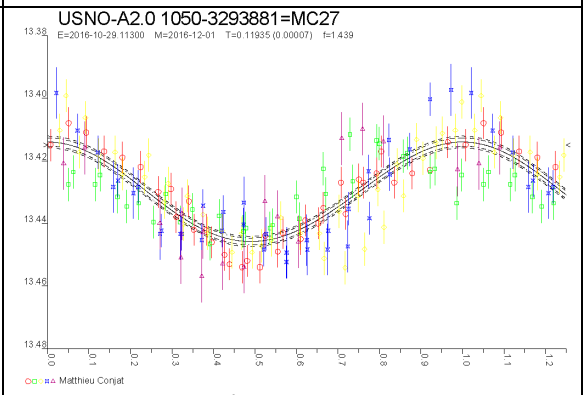
MC 24 – Période: 2.554 ±0.004 h
α : 01h21m22.5s, δ : 54°40'48"
pulsante de type δ Scuti



MC 25 – Période: 12.868 ±0.004 h
α : 06h17m48.6s, δ : +15°52'46"
Binaire à éclipses, type EW



MC 26 – Période: 2.356 ±0.002 h
α : 06h17m56.6s, δ : 15°53'20"
pulsante de type δ Scuti



MC 27 – Période: 2.864 ±0.004 h
α : 06h18m19.6s, δ : 15°56'18"
pulsante de type δ Scuti

En décembre 2016, nous avons découvert une douzaine d'autres étoiles variables. Nous présenterons leur courbe de lumière dans un prochain rapport, lorsque celles-ci seront complètes.

5. Diagrammes HR

Nous avons obtenu quelques diagrammes Hertzprung-Russel d'amas ouverts et globulaires. L'observation au foyer Cassegrain permet d'obtenir une focale suffisante pour avoir un fort grossissement, afin de bien résoudre le centre des amas. Cependant, la forte densité au centre de la plupart des amas empêche les mesures photométriques, c'est pourquoi les logiciels que nous utilisons (Avis et Iris) ne détectent que les étoiles de la périphérie.

- *Diagramme HR de M3*

M3 est un amas globulaire de la constellation des chiens de chasse, non loin du Bouvier. Nous avons obtenu son diagramme HR avec la caméra QSI 583ws au foyer primaire du télescope Schaumasse (400/2000). Le centre de l'amas est résolu, et nous avons fait attention à ne pas saturer les étoiles les plus brillantes, ce qui aurait pu fausser les mesures.

M3, au foyer primaire du télescope Schaumasse

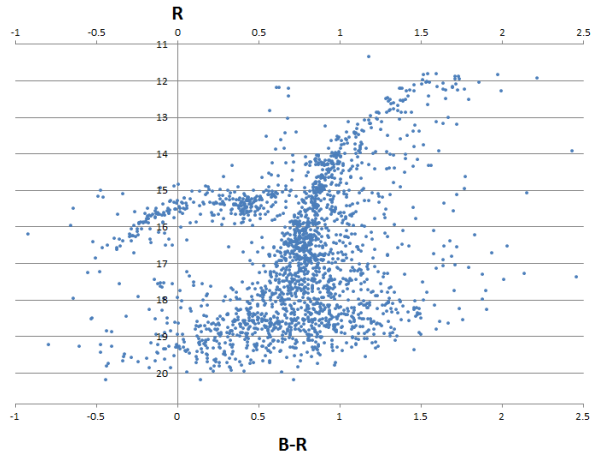
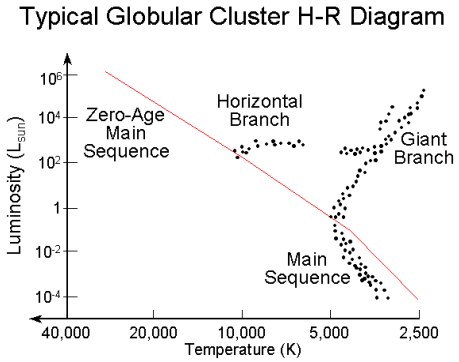


Diagramme HR (R/(B-R)) de M3

La séquence principale est essentiellement invisible, car on ne parvient à mesurer que la magnitude des étoiles les plus brillantes (m<17), qui sont des étoiles géantes ou supergéantes, ou bien des étoiles de la partie supérieure de la séquence principale, plus massives, et qui ont par conséquent déjà évolué vers la branche des géantes. Il faudrait augmenter le temps de pose pour voir des étoiles plus faibles.



On observe également sur notre diagramme HR la branche horizontale des géantes, à une magnitude apparente de ~15.3. Compte tenu de la magnitude absolue théorique de l'ordre de 0.5, on obtient donc une distance d'environ 9100 parsecs (**29700 années-lumière**). La littérature donne une distance de **34000 a-l**

- *Diagramme HR de M13*

Nous avons observé l'amas globulaire M13 au foyer Cassegrain du télescope Schaumasse (f/10), avec une caméra de guidage Asi 174mm, en poses courtes (3 à 5 secondes de pose par image). Cette caméra, non refroidie, a un capteur assez grand, qui nous permet d'enregistrer une partie importante des amas. Nous avons pu mesurer avec précision le diagramme HR de M13, en ne tenant compte que des étoiles les plus brillantes à cause du faible temps de pose final. La branche horizontale présente une magnitude apparente de ~15.2, soit une distance de 28500 a.l. La distance officielle de M13 et **25000 a.l.**

M13 (R :110x3'', V : 99x3'', B : 130x4'')

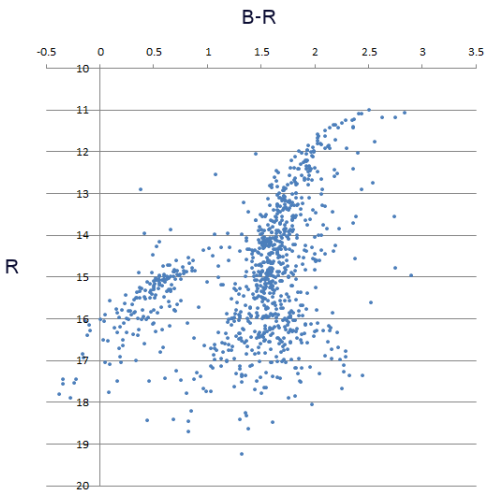


Diagramme HR de M13

- *Diagramme HR de M53*

Nous avons observé l'amas globulaire M53 au foyer primaire du télescope Schaumasse (f/4), avec la caméra QSI. Au centre de l'amas, la résolution nous empêche de mesurer correctement les magnitudes, mais le grand nombre d'étoiles en périphérie nous permet de mesurer un diagramme HR complet.

La branche horizontale des géantes apparaît avec une magnitude apparente de l'ordre de 17.3. Cela donne une distance d'environ 75000 a.l. La littérature donne une distance de **58000 a.l.**

M53 (R :7x150'', V : 6x180'', B : 6x360'')

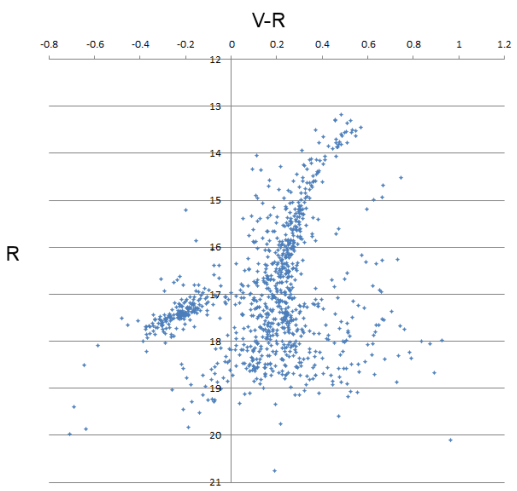


Diagramme HR de M53

- *Diagramme HR de M67*

En février nous avons observé l'amas ouvert M67 au foyer de la lunette Clavé 130/1908. Avec un âge compris entre 3.2 et 5 milliards d'années, cet amas est l'un des plus vieux amas ouverts de la Voie Lactée. Certaines de ses étoiles ont donc quitté la séquence principale pour évoluer vers le stade de géante rouge.

A l'aide de filtres R, V et B, nous avons mesuré les indices de couleur des étoiles de l'amas, afin de pouvoir observer le point d'inflexion caractéristique des étoiles ayant évolué en géantes. La lunette présentant un fort chromatisme dans le bleu, nous avons été obligés d'utiliser un filtre jaune pour couper la partie violette du spectre. Les magnitudes B n'étant donc pas très fiables, nous utilisons les mesures R et V pour calculer le diagramme HR de M67.

M67 (R:16x120"; V:15x80"; B+J:36x100")

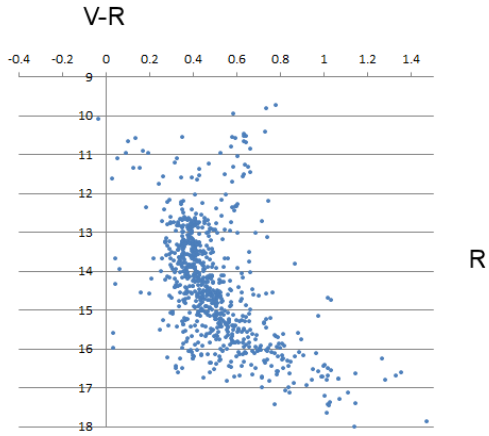


Diagramme HR mesuré de M67

Le point de départ de la branche des sous-géantes (fin du 'turn-off point') présente une magnitude de l'ordre de 12.8 (+/- 0.2).

L'amas est situé loin du plan galactique, néanmoins l'extinction due aux poussières interstellaires n'est pas négligeable (0.68 magnitudes, d'après *physique.chimie-sup.fr*). De plus, il faut tenir compte du rougissement dû à ces mêmes poussières, qui vaut 0.065 (*CCD Photometry of the Old Open Cluster M67, Kent A. Montgomery et al*). Pour ces raisons, le diagramme couleur magnitude (V/V-R) ci-dessus doit être décalé de 0.68m vers le haut et de 0.065m vers la gauche.

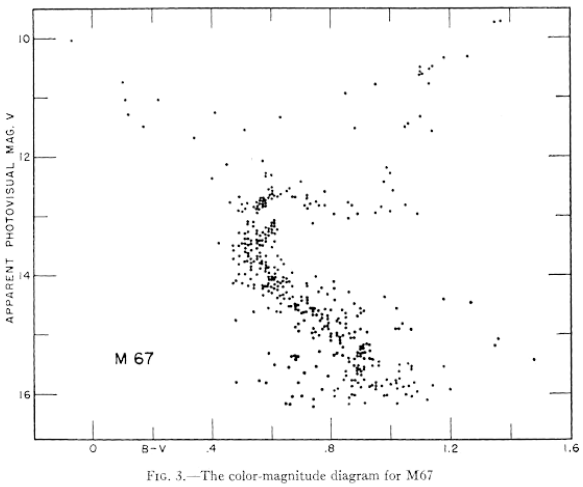


FIG. 3.—The color-magnitude diagram for M67

Diagramme HR de M67 (Astronomy & Astrophysics)

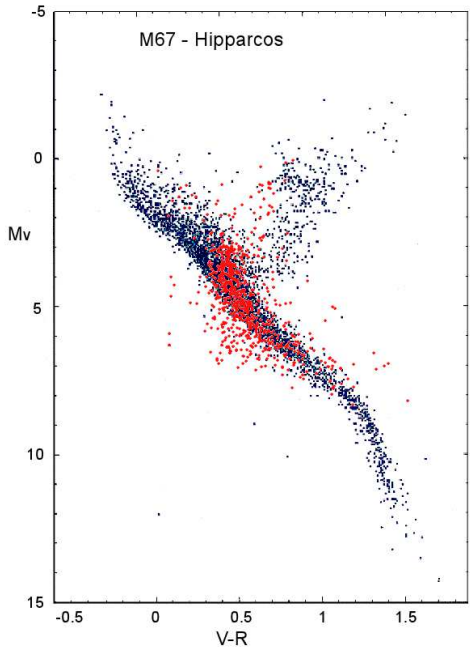
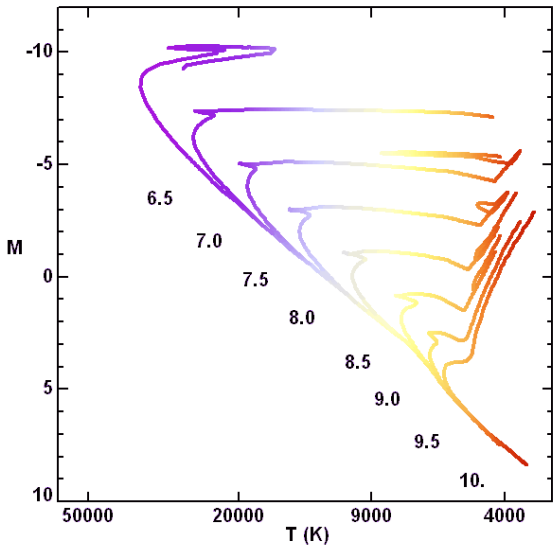


Diagramme de M67 mesuré à l'Observatoire de Nice

(rouge) comparé aux données Hipparcos

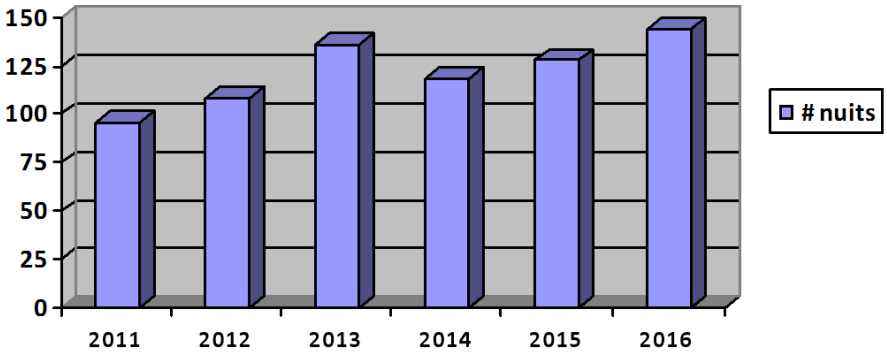
En superposition grossièrement (à la main) le diagramme HR que nous avons obtenu (corrigé des effets d'extinction) avec le diagramme issu des données Hipparcos (magnitude V), nous voyons que le bord du point d'inflexion ('turn-off point') présente une magnitude absolue de l'ordre de 2.5 (+/- 0.2), pour une magnitude apparente de 12.1. Cela nous donne une distance de **2750 a.l. (+/- 500)**. La littérature donne une distance de **2700 a.l.**. Si l'on n'avait pas tenu compte de l'extinction interstellaire, nous aurions obtenu une distance de 3250 a.l.



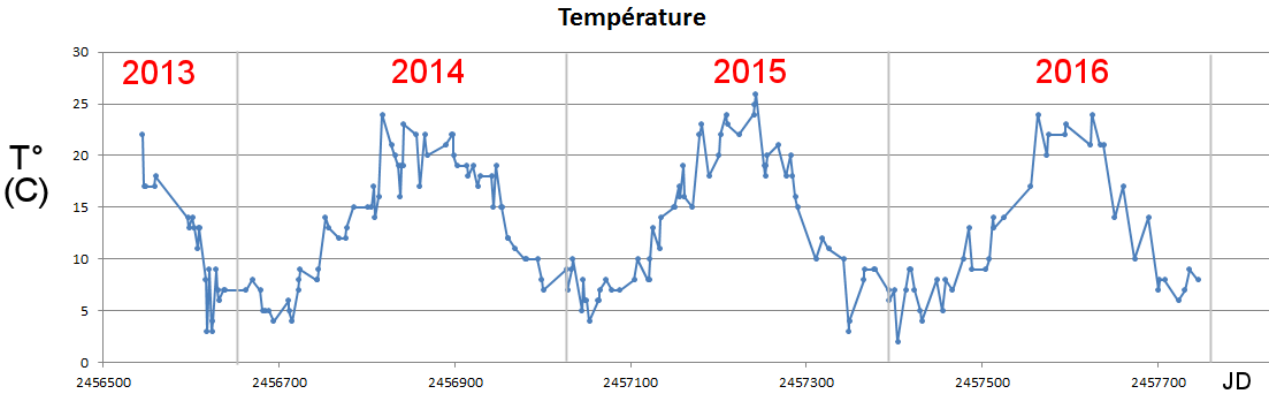
Isochrones. (Diagramme HR représentatif d'un amas, en fonction de son âge, donné via son logarithme exprimé en années). Image '*Astrophysique sur Mesure - Observatoire de Paris / U.F.E.*'

La figure ci-dessus permet de comparer le point d'inflexion que nous avons mesuré (magnitude absolue Mv=2.5 après correction de l'extinction) avec les points d'inflexion obtenus pour différentes populations. L'isochrone qui correspond le mieux est celui à 9.5 (logarithme de l'âge), ce qui nous donne un âge de l'ordre de **3.2 milliards d'années**. L'âge communément admis pour M67 est compris **entre 3.2 et 5 milliards d'années**.

6. Statistiques



Nombre d'observations par an à la coupole Schaumasse



Températures relevées en début de nuit (typiquement au crépuscule astronomique)