

Observations d'étoiles variables à courte période à l'Institut d'Astronomie et d'Astrophysique de l'ULB

En parallèle avec les observations sur iTelescope, nous irons observer à la coupole de l'ULB. Prendre contact avec SVE et CS pour convenir d'une semaine possible. La date finale sera communiquée l'après-midi même en fonction des conditions météo.

A. Recherche bibliographique :

Qu'est-ce qu'une étoile variable ? Pourquoi varient-elles ? Quels sont les types d'étoiles variables qui ont des courtes périodes ?

Références :

- Variable Stars, Hoffmeister, Richter, Wenzel (cote HO84)
- Light curves of variable stars, Sterken, Jaschek (cote ST96) (lire le chap. 1, puis parcourir les différents types de variabilité)

Vous pouvez emprunter ces livres à notre bibliothèque, mais il est impératif de passer les demander à notre secrétaire (qui les encodera), elle est là le matin (avant midi), SAUF le mercredi.

Les articles spécialisés peuvent se trouver via ADS:

http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html

B. Sélection du télescope

- Aller sur iTelescope : <http://www.itelescope.net>.

- Puis Telescope Login (en haut à droite) puis : svaneck ; iaaulb

- Normalement il y a assez de « Points » pour vos observations. Sinon : nous contacter.

- Choisir un télescope (en cliquant sur le nom du telescope en vert). Puis : Telescope Info.

- informations télescopes : cliquer sur The telescopes → Side by Side Telescope Spreadsheet

- Contraintes : -Diamètre entre 15cm et 35cm

- Le télescope choisi doit posséder d'un filtre Johnson/Cousin V

- Full Well du CCD : plus grand c'est mieux (pourquoi?)

- Anti-blooming : ne sélectionner que des télescopes sans « anti-blooming » (colonne Full Well, NABG)

Par exemple, T5 n'a pas d'anti-blooming, T16 en a. Qu'est-ce que l'anti-blooming ?

Pourquoi vaut-il mieux choisir un détecteur sans anti-blooming pour notre projet ?

C. Sélection des cibles :

- Aller dans Vizier : <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

- demander le catalogue GCVS (General Catalogue of Variable Stars) puis « Query selected catalogues »

- Implémenter les contraintes suivantes :

Contraintes :

- étoiles variables : avec $V_{\min} < 11$ et $\Delta(V) > 0.5\text{mag}$ ($>0.3\text{mag}$ pour le minimum secondaire dans le cas d'une binaire à éclipse), à courte période (<7 jours environ) et visibles depuis le télescope envisagé pendant la période d'observation envisagée. Justifier.

- étoiles de comparaison (standard) : choisir des étoiles du champ (voisines de la cible, observées sur la même exposition). Voir section E. Justifier.

Visibilité :

Vérifier la visibilité : utiliser par exemple un planétarium numérique ou mieux:

<http://catserver.ing.iac.es/staralt/>

(attention bien rentrer les coordonnées de l'observatoire)

Cet outil donne également la distance angulaire à la lune qui sera utile (cf section F).

Ephémérides :

- Aller sur le site de l'AAVSO : <https://www.aavso.org/>

- Dans « pick a star », sélectionner votre étoile (ex : beta Per) puis sélectionner « Search VSX »

- Dans les résultats, la période est disponible. Cliquer sur le nom de l'étoile (ex : beta Per)

- Cliquer sur « Ephemeris » et dans la fenêtre « pop-up » : « start » = époque du début du minimum primaire ; « mid » = milieu du minimum ; « End » = fin du minimum.

Attention, les heures sont données en TU.

On peut avoir une idée à l'avance de la courbe de lumière de l'étoile par une recherche dans les articles concernant l'étoile, sur Simbad :

SIMBAD → references → sort references et chercher sur base du titre (référence spécifique à l'objet en question, ...)

Autres sources possibles d'information:

VIZIER: <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-3>

AAVSO : <http://www.aavso.org>

AFOEV : <http://cdsarc.u-strasbg.fr/afoev/>

SIMBAD : <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad>

CALEB: <http://caleb.eastern.edu>

D. Logiciel de traitement d'image

- Avec IRIS: <http://www.astrosurf.com/buil/iris/iris.htm>

Aller aux 2/3 de la page : « Manuel utilisateur ». Lire la documentation, au moins les chapitres :

Ouvrir et afficher un fichier image, Ajuster l'aspect d'une image N&B, Photométrie

- Attention : les images du iTelescope sont déjà prétraitées : le bias est soustrait ; elles sont corrigées du flat-field (expliquer).

- Deux méthodes pour faire la photométrie sont proposées : Photométrie PSF et photométrie d'ouverture à un, deux ou trois cercles.

- Vous obtiendrez un flux (nombre d'ADU) pour chaque étoile, pour chaque observation.

Attention, il ne faut pas utiliser les fonctionnalités du menu "Visualisation" d'IRIS pendant que vous faites de la photométrie car les manipulations du menu (e.g., Logarithme) changent les valeurs des pixels et pas seulement leur apparence sur l'écran ! C'est bonne idée d'utiliser ces fonctionnalités (par exemple, l'égalisation d'histogramme) pour confirmer l'étendue de votre étoile, mais puis re-chargez le fichier avant de faire la photométrie !

E. Etoiles de comparaison :

Il faut une ou plusieurs étoiles de magnitude pas trop différente de celle de votre étoile-cible. Avec un peu de chance, il s'en trouvera dans le champ de vue (et elles seront selon toute probabilité constantes photométriquement). Il faut alors identifier l'étoile de comparaison via les outils de SIMBAD (e.g., Aladin) et chercher sa magnitude V sur SIMBAD (et s'assurer tout de même qu'elle n'est pas classifiée comme variable).

Il faut donc connaître le champs de vue et l'orientation du CCD sur votre télescope. Par exemple, sur T5 : <http://www.itelescope.net/telescope-t5/> on lit que le FOV (field of view) du CCD est de 40.4 x 60 arc-mins.

On lit aussi que la "position angle" du CCD, c-à-d son orientation par rapport au Nord, est de 11 degrés (vers l'est -> la gauche). Munis de ces infos on peut maintenant aller sur SIMBAD, faire une recherche sur votre étoile-cible, et cliquer sur "Interactive AladinLite view" au-dessus de l'image de l'étoile à droite, puis cliquer sur les boutons + ou - jusqu'à ce que l'image ait une taille comparable aux 40.4 x 60 arc-mins du CCD. L'orientation du nord sur les images de SIMBAD est vers le haut. D'ailleurs, les images que vous obtenez pourraient être renversées dans un sens dessus/dessous et/ou latéral (gauche-droite) et/ou tournées par rapport à l'image de SIMBAD/Aladin. Un logiciel simple, voire même IRIS sous le menu "Géométrie", vous permet de tourner/réfléchir une image, ce qui sera utile pour identifier le champs de vue correctement.

Maintenant, vous devriez pouvoir estimer combien de minutes d'arc il faut éventuellement décentrer votre étoile-cible pour que d'autres étoiles (de comparaison) apparaissent sur la même image. Il faudra alors encoder les bonnes coordonnées décalées (et pas celles de l'objet) au Plan Generator (cf Sect. H) !

F. Planification des observations

1. Estimation du temps de pose optimal

Sur T5 (de diamètre D1) on a déjà obtenu une série d'images de l'étoile HD 5505 de magnitude $V=9$ avec les temps de pose suivants : 2s, 4s, 8s, 12s, 16s, 20s, 25s, 30s, 35s, 40s, 50s et 60s.

Téléchargez ces images via le lien : <http://www.astro.ulb.ac.be/~siopis/hd-5505.zip>

Le temps de pose suit la lettre "W" au nom de chaque fichier (par exemple, *-W-030-* est la pose de 30s) mais vous pouvez confirmer en lisant le champs EXPOSURE dans le FITS header.

Il s'agit d'une étoile qui est un "standard photométrique", c'est-à-dire que sa magnitude reste constante et a été déterminée avec une grande précision.

Identifiez d'abord l'étoile en question sur les images. Par exemple, consultez SIMBAD (voir section C) et son outil "Aladin Lite" pour obtenir une image du voisinage de HD 5505 et comparez-la avec les images téléchargées.

Une fois HD 5505 identifiée sur les images de T5, on détermine sa photométrie, par exemple avec le logiciel IRIS. C'est-à-dire qu'on détermine le flux de l'étoile sur chacune des images. Pour l'instant, le flux sera exprimé en unités physiques arbitraires, typiquement en ADU (Analog to Digital Units).

Laquelle des deux méthodes (photométrie PSF ou photométrie d'ouverture) est la plus appropriée pour l'étoile en question ?

[Notez que les instructions des paragraphes ci-dessus sont également d'application pour les images de votre étoile variable !]

Ensuite, tracez un graphe : Nombre d'ADU (Analog to Digital Units) de HD 5505 en fonction du temps de pose. La réponse du CCD est-elle linéaire ? Dans quelle zone du graphe doit-on se placer pour faire de la photométrie ? Pourquoi ?

Puisque votre cible sera d'une magnitude variable et vos étoiles de comparaison ne seront pas nécessairement de magnitude $V = 9$, comment est-ce que vous adapterez le temps de pose optimal obtenu par la procédure ci-dessus à l'étoile variable de votre projet ?

Autrement dit, étant donné :

- le rapport entre la magnitude de l'étoile observée pour la calibration, et la magnitude (moyenne) de votre étoile cible,
 - le rapport entre le télescope utilisé pour la calibration, et le diamètre de votre télescope,
- Estimer le temps de pose nécessaire pour votre étoile.

2. Calcul des dates d'observation

Une fois le temps de pose optimal choisi, il faut observer votre étoile à différentes phases. Réaliser une table : date ; phase (phase comprise entre 0 et 1).

Attention : la répartition des observations doit-elle être uniforme sur le cycle ?

Vous disposez de 15 observations : quelle est la répartition idéale ?

Attention :

- influence de la masse d'air : observations près du méridien, hauteur > 30 deg
- distance à la lune > 30 deg (cf Section C : Visibilité)
- contraintes de iTelescope : <http://www.itelescope.net/terms> (à lire surtout sous "Acceptable Use of Resevation System") et <https://docs.google.com/document/d/1WtRQ1koUZwGyIBw8giMfxTJU6h7sLrZzUUQcdRDv3Qg/edit>

G. Présentation

Présenter (sous forme d'un court Powerpoint par exemple) le travail réalisé jusque-là (démarche, justification de la cible, de l'instrumentation, etc...), pour approbation de l'étoile et du télescope sélectionnés. Cette phase correspond, dans les observatoires professionnels, à l'approbation du projet par le TAC (Time allocation Committee).

H. Réalisation des OB (Observing blocks)

Dans Plan Generator : Sélectionner (entre autres) :

- filtre V
- Vous pouvez utiliser le binning 2 (pourquoi?)
- Dans « Advanced Imaging options » : « Defocus my image slightly » (pourquoi?)

!!! faire approuver les OBs par SVE ou CS avant exécution !!!

Seulement avec notre accord, exécutez les OBs.

I. Télécharger les données observées

Sur : <http://data.itelescope.net>, récupérer les fichiers calibrés (calibrated) et éventuellement bruts (sans mention, cf calcul d'erreur Section H).

J. Interprétation des données

Avec le logiciel IRIS :

1. Observation en fonction de la phase :

Il faut transformer le flux en magnitude, étant connues les magnitudes des étoiles de comparaison.

2. Calcul d'erreur : 2 méthodes :

a. Sur les (15) observations (calibrées) des étoiles de comparaison C1 et C2 de flux F1 et F2, calculer l'écart-type sur le rapport de flux F1/F2. Convertir en magnitude.

b. Plus difficile (extra-credit!) : Estimation du bruit poissonien (en \sqrt{n}) sur les mesures brutes.

- Tracer les magnitudes de l'étoile variable et des étoiles de comparaison en fonction de la phase, avec les barres d'erreur

- Présenter un tableau avec toutes les mesures pertinentes.

K. Interprétation des observations

- Difficultés techniques éventuellement rencontrées ?

- Confirmation de l'éphéméride ?

L. Rapport

Il sera envoyé en format PDF, et remis en format papier en simple exemplaire au minimum 1 semaine avant la fin de la session.

Un rapport par groupe peut être remis, mais les contributions de chacun(e) doivent être explicitées.

M. Renseignements utiles

Sophie Van Eck – 2.N4.206 – svaneck@astro.ulb.ac.be

Christos Siopis – 2.N4.212 – Christos.Siopis@ulb.ac.be