

Observations photométriques de RR Lyr

Pratique instrumentale amateur

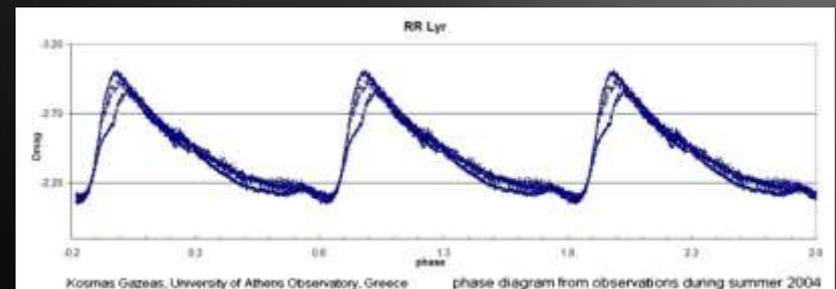
Que peut-on faire et comment le faire ?

1. Que cherche-t-on à mesurer ?
2. Le matériel nécessaire
3. Acquisition des données
4. Mesures photométriques
5. Etablissement de la courbe de lumière brute.
6. Traitement des données

1 - Que cherche-t-on à mesurer ?

- L'instant du maximum → permet de caler les évènements observationnels.
- L'instant du minimum → durée de la montée au maximum
- Les intensités du minimum et du maximum → amplitude de la variation de luminosité.
- La forme de la courbe de lumière dans différentes fenêtres de longueur d'onde → courbes U-B, U-V, mise en évidence de phénomènes prévus (ou non) par le modèle.

Variation de la luminosité de l'étoile en fonction du temps → courbe de lumière.



2 - Le matériel nécessaire

Monture équatoriale mise en station avec motorisation de suivi.

Si possible dispositif d'auto guidage.

Tube optique + CCD (ou APN).

Roue à filtres + filtres photométriques.

PC si possible synchronisé à une base de temps.

Pas mal de patience et de persévérance.

Un poste fixe et un matériel dédié facilitent grandement la vie.



3 - Acquisition des données

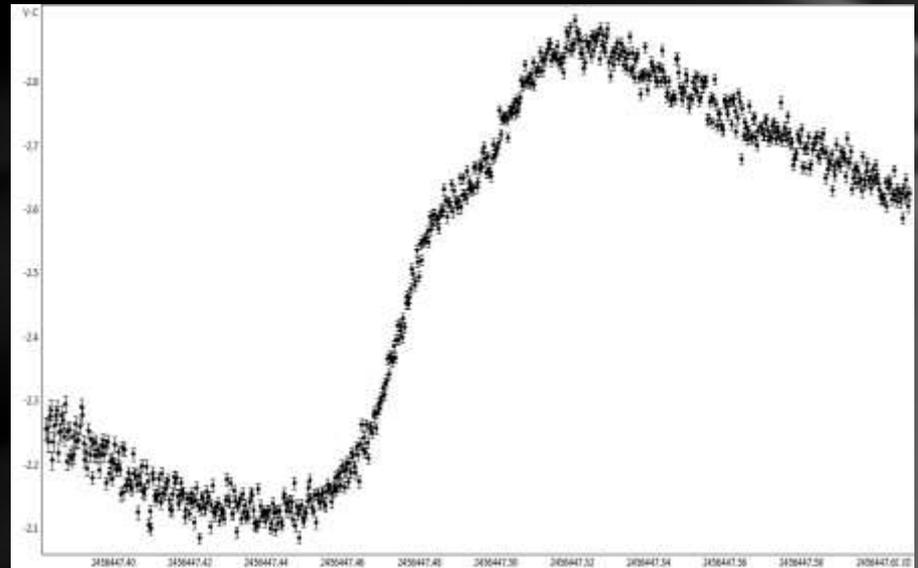
Mesurer en continu la luminosité de l'étoile pendant plusieurs heures.

Mesurer la luminosité

- Déterminer la plage de linéarité de son capteur.
- L'échantillonnage.
- Prétraitement soigné des images.
- Etoiles de comparaison
- La scintillation atmosphérique

Connaître l'instant

- Synchroniser son PC
- Les échelles de temps
 - Les petits soucis possibles.



3.1 - Déterminer la plage de linéarité de son capteur.

Pointer une étoile de luminosité voisine de RR Lyr (mag 7) ou faire des PLU avec une boîte à Flats.

Faire des images avec des temps de pose croissants.



Mesurer l'intensité maximale I_{max} de l'étoile ou de la plage centrale de la PLU (IRIS, PRISM,) *Attention au format des données (entiers signés ou non signés)*

Tracer $I_{max} = f(\text{temps de pose})$.

Déterminer à l'œil la plage de linéarité du capteur.



Régler le temps de pose pour rester $<$ à 80% I_{max} .
Attention à l'augmentation de l'intensité quand la masse d'air diminue

Temps de pose typiques à $F/D = 7$, 30 s en L, 90s en B, 210s en U.

3.2 - L'échantillonnage

L'échantillonnage dépend de la focale de l'optique et de la taille des pixels du capteur utilisé.

$$E = 206 \times (\mu / F)$$

E = échantillonnage en Arcsec/pixel
 μ = taille pixels du capteur en microns (10^{-6} m)
F focale en mm (10^{-3} m)

 Un échantillonnage trop faible donnant une largeur à mi-hauteur (FWHM = Full Width at Half Maximum) inférieure à 2 arcsec/pixel rend l'évaluation de l'intensité moins précise.

 Attention à l'unité de la FWHM = arcsec/pixel \neq d'une largeur à mi hauteur exprimée en pixel au facteur E prés.

 Solutions : jouer sur la focale, la taille des pixels, re-échantillonner les images (fonction **ASCALE** dans **IRIS**) ou enfin en défocalisant légèrement.

Exoplanet observing for amateurs : http://brucegary.net/book_EOA/EOA.pdf

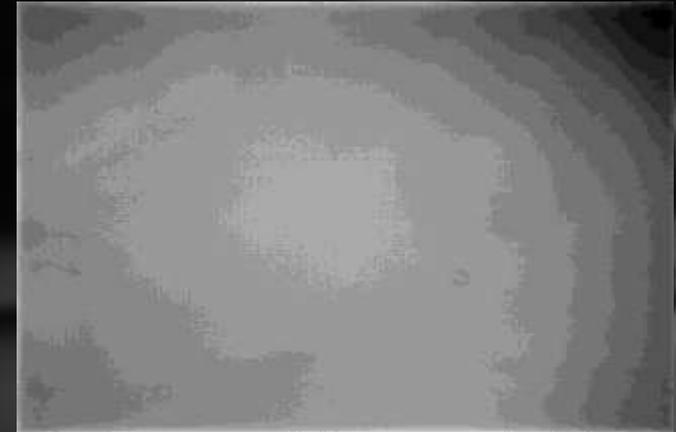
The AAVSO CCD Observing Manual :
http://www.aavso.org/sites/default/files/CCD_Manual_2011_revised.pdf

3.3 - Prétraitement des images

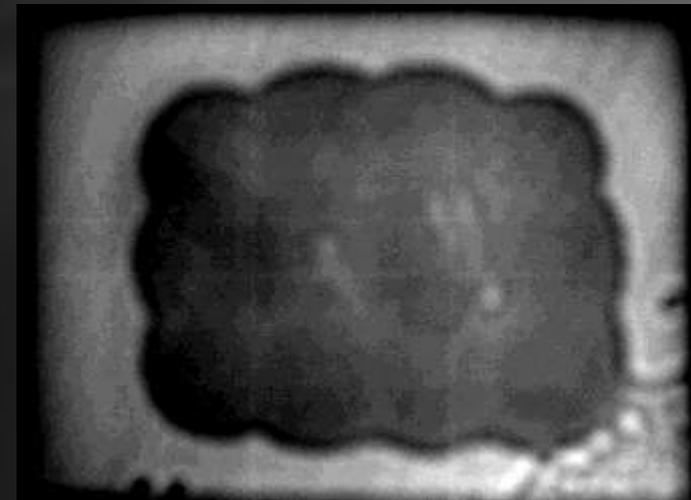
Le prétraitement est identique à celui utilisé en photo.

Si on cherche une précision maximale des mesures d'intensité, il ne faut pas hésiter à composer beaucoup d'images (>20) de bias et de PLU (une PLU maître par filtre).

Cas particulier : les PLU avec filtre U. Pas d'émission U dans les ampoules classiques → utiliser soit des ampoules lumière noire soit le fond du ciel au moment du crépuscule.



PLU_U ST7XME

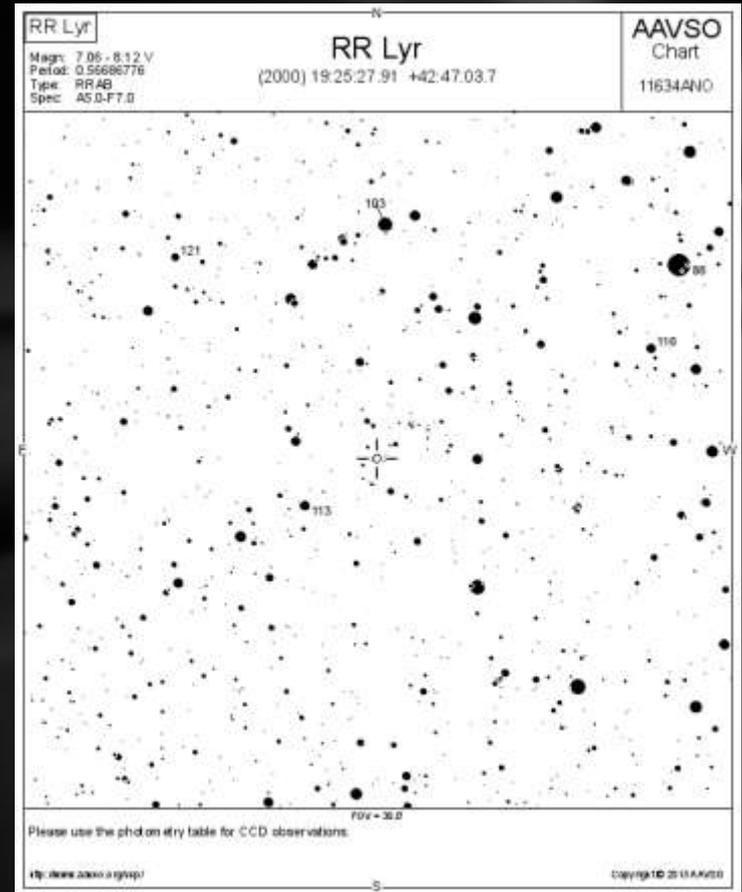
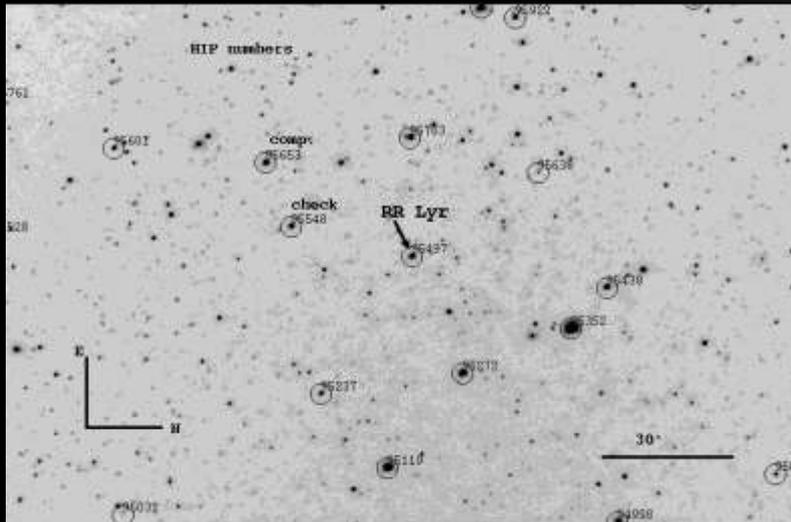


PLU_U Atik 16HR

3.4 - Etoiles de comparaison/Contrôle

Mesures d'intensité lumineuses relatives

- Cartes de champ AAVSO
- Étoile de comparaison, étoiles de contrôle



AAVSO Variable star plotter : <http://www.aavso.org/vsp>

3.5 - La scintillation atmosphérique



PROGETTO Search The Sky!

Tecniche fotometriche di ripresa

12

EFFETTI DELLA SCINTILLAZIONE

Errore delle magnitudini prodotte dalla scintillazione atmosferica in funzione del diametro del telescopio e del tempo d'esposizione (MASSA D'ARIA = 1)

T (secondi)	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	40cm	50cm
10	0.0040	0.0003	0.0027	0.0024	0.0021	0.0017	0.0015
20	0.0030	0.0023	0.0019	0.0017	0.0015	0.0012	0.0010
50	0.0020	0.0015	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007

Errore delle magnitudini prodotte dalla scintillazione atmosferica in funzione del diametro del telescopio e del tempo d'esposizione (MASSA D'ARIA = 2)

T (secondi)	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	40cm	50cm
10	0.0150	0.0110	0.0092	0.0079	0.007	0.0058	0.0050
20	0.0100	0.0079	0.0065	0.0056	0.005	0.0041	0.0035
50	0.0065	0.0050	0.0041	0.0035	0.0031	0.0026	0.0022

© R. Calanca, Planetary Research Team 2007

http://www.crabnebula.it/rc/Coelum_articoli/Coelum_n_111_pp_50-57.pdf
http://www.crabnebula.it/rc/mie_publicazioni.htm



3.6 - Connaître le temps

Au minimum, synchroniser son PC ou son APN avant le début des prises.

Mieux, synchroniser en continu son PC avec dimension 4.

Exprimer les temps en Jour julien* et/ou en phase.

*JD géocentrique ou JD Héliocentrique

Dimension4 : <http://www.thinkman.com/dimension4/default.htm>

3.7 - Les petits soucis

Les mesures durent longtemps → surveiller le set-up devient vite lassant et fatiguant → on laisse fonctionner en automatique... Mais si l'on n'a pas un observatoire automatisé.

- Passages nuageux → perte de l'étoile guide. Pire la pluie
- Passage du méridien → souvent problématique et toujours au mauvais moment.
- Attention aux fils qui s'embrouillent et aux risques de blocages.
- Penser à la buée → Chauffage systématique sur les SC.
- Cirrus et/ou masse air >2 → résultats aléatoires
- Guidage sur capteur secondaire impossible avec filtre U → deuxième optique ou diviseur optique.
- Ne pas négliger de rédiger quelques lignes sur les conditions d'acquisition car on oublie vite, surtout si l'on ne traite pas les données immédiatement.
- Etre ordonné et systématique pour la gestion des fichiers de données.
- Traiter les données rapidement.

Mesures photométriques

Grand nombre de mesures + caractère répétitif de la procédure → se tourner vers des procédés automatisés.

Plusieurs logiciels gratuits ou payants sont disponibles (Iris, Prims, Muniwin, Teleauto, calaphot...).

Muniwin est bien adapté au tracé des courbes de lumière.

Démonstration fonctionnement de Muniwin (espérons que cela fonctionne 😊).

Exemple d'obtention d'une courbe de lumière avec Muniwin

Point de départ :

- Série de fichiers CCD N&b avec temps enregistré dans l'entête fit.
- Images maîtres bias, noir et PLU.

Point d'arrivée :

- Courbe de lumière (image JPG ou PNG)
- Fichier de données format texte

Traitement des données

Récupération des données à partir du fichier texte.

Mise en forme sous EXCEL.

Lissage de la courbe de lumière.

Détermination du maximum.

Traçage de la courbe de lumière = f (phase).

Tracé des courbes U-B ou U-V

Tutoriels

- The AAVSO CCD Observing Manual
http://www.aavso.org/sites/default/files/CCD_Manual_2011_revised.pdf
- Aide IRIS Photométrie
http://www.astrosurf.com/buil/iris/tutorial15/doc38_fr.htm
- Muniwin & Muniwin theory of operation : <http://c-munipack.sourceforge.net/>
- Exoplanet observing for amateurs http://brucegary.net/book_EOA/EOA.pdf
- AAVSO Variable star ploter : <http://www.aavso.org/vsp>
- Ricerca pianeti extrasolari : voir publications N° 132, 136 & 150 :
http://www.crabnebula.it/rc/mie_publicazioni.htm

Logiciels

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

Muniwin : <http://c-munipack.sourceforge.net/>

Teleauto : <http://www.teleauto.org/Download.php>

Prism : <http://www.prism-astro.com/fr/>

Dimension4 : <http://www.thinkman.com/dimension4/default.htm>