

La spectroastronomie : c'est simple

Jean-Jacques



9 novembre 2018

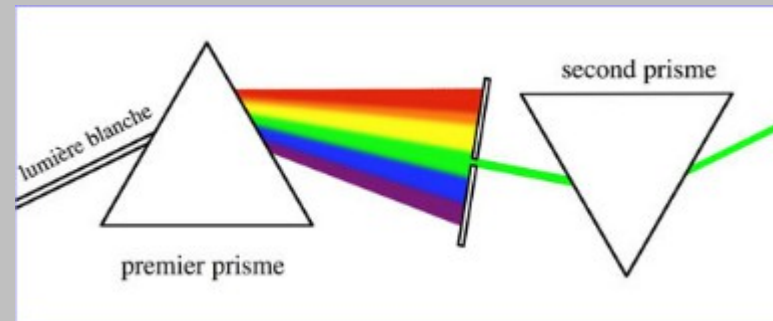
1



Principe de la spectroscopie



Newton - 1665



Inconvénient du prisme :

Indice de réfraction varie selon la longueur d'onde : le bleu est plus dévié que le rouge

$$n(\lambda) = a + b/\lambda^2$$

n indice de réfraction

λ longueur d'onde



Réseau

- Méthode de diffraction : l'onde lumineuse réagit sur un objet ou une fente
- Réseau : plaque avec des traits dessus (ne pas y mettre les doigts)
- Principe :

$$\theta = \arcsin(k.n.l) \quad \text{donc déviation linéaire}$$

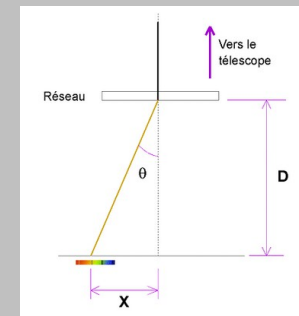
k ordre

n nombre de traits au mm. Ex : 600 l/mm

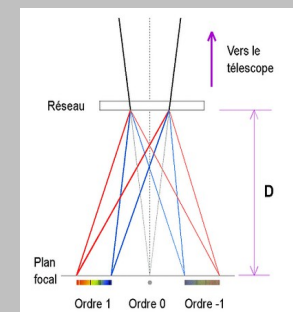
- Réseau blazé : la gravure est faite pour favoriser un ordre, en général l'ordre 1
- Ordre 0 : toutes les longueurs d'onde ensemble



Source : Shelyak



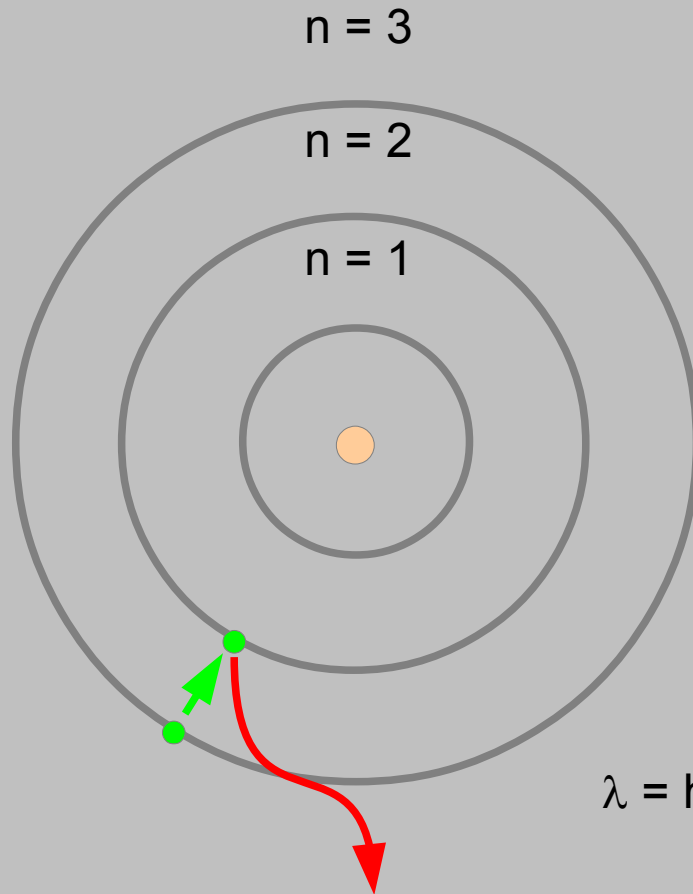
Source : Ch. Buil



Source : Ch. Buil



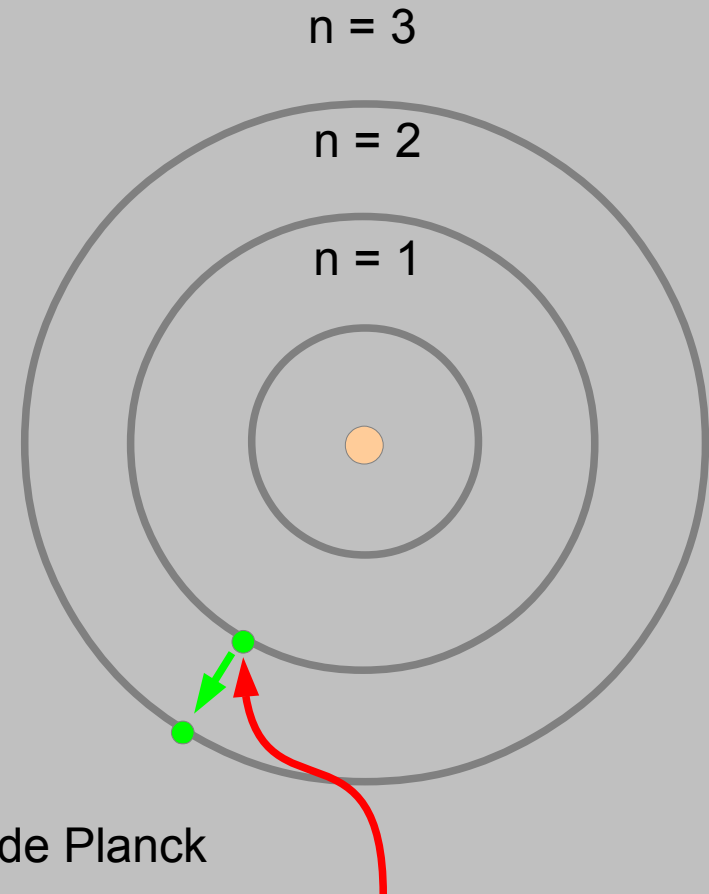
Un peu de mécanique quantique !



Emission d'un photon

$$\lambda = hc/\Delta E$$

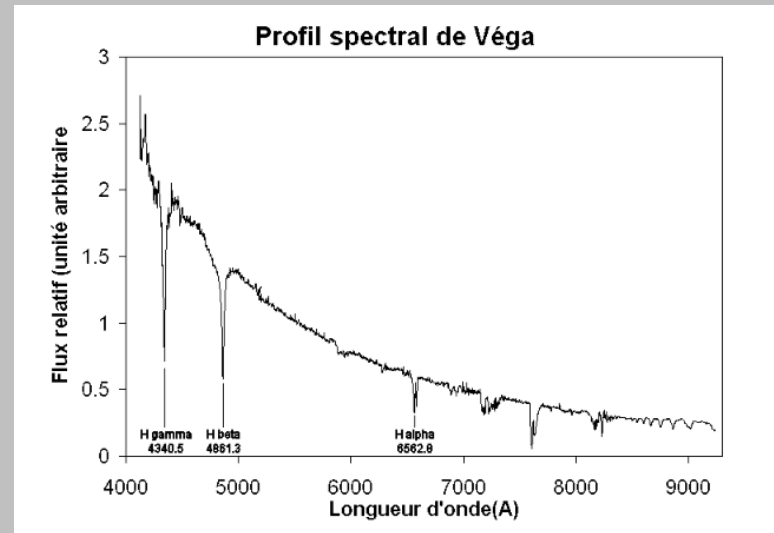
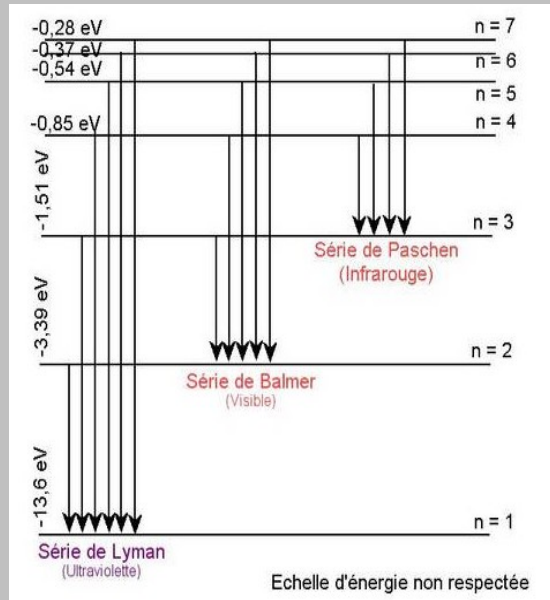
h : constante de Planck



Réception d'un photon



Série de Balmer



Source : O. Thizy

Série de Balmer :

$H_{\alpha} = 6563 \text{ Å}$

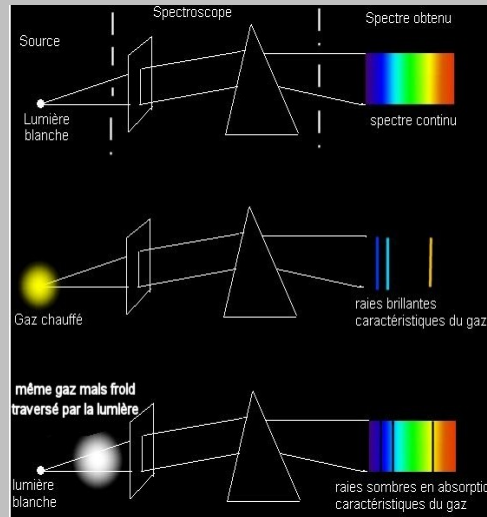
$H_{\beta} = 4861 \text{ Å}$

$H_{\gamma} = 4341 \text{ Å}$

$H_{\delta} = 4041 \text{ Å}$



Lois de Kirchhoff



Source : Creative Commons

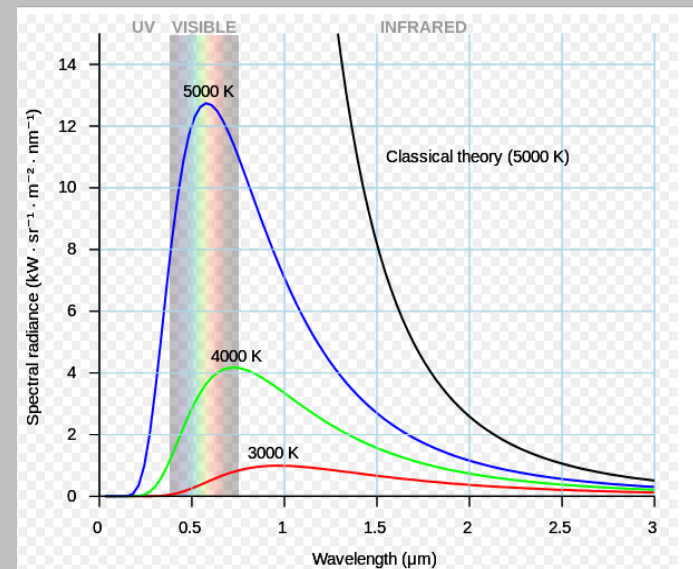
- Un objet chaud, à pression élevée, incandescend produit un spectre continu
Ex : lampe à filament
- Un gaz, basse densité, incandescend, a des raies en émission
Ex : nébuleuse planétaire
- Un gaz, basse densité, froid, recevant de la lumière, a des raies en absorption
Ex : atmosphère autour de l'étoile



Loi de Planck

Définit la répartition de l'énergie électromagnétique (c-à-d la densité de photons) rayonnée à une température donnée.

1^{ere} information de la spectrométrie :
Le continuum du spectre va indiquer la
courbe de température de l'objet.
On pourra en déduire sa température



Source : Wikipedia



Paramètres mesurables avec un spectre

Température : en rapprochant le profil du spectre de la fonction de Planck

Présence des éléments chimiques : en identifiant les raies propres à chaque élément

Abondance des éléments : en mesurant l'intensité des raies d'un élément par rapport à un autre élément

Pression dans la zone absorbante : en mesurant l'élargissement des raies

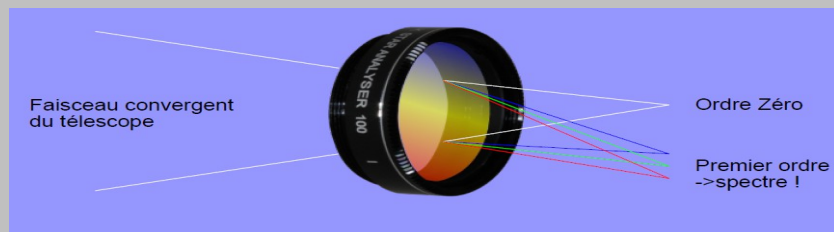
Présence d'un champ électrique ou magnétique : par analyse du doublement ou du triplement des raies (effet Zeeman ou Stark)

Rotation de l'objet : En étudiant l'inclinaison des raies de l'objet (effet Doppler)

Rapprochement ou éloignement de l'objet : décalage vers le rouge (redshift) ou vers le bleu
Utilisé pour mettre en évidence l'expansion de l'univers



Spectroscope sans fente



Source : O. Thizy

Star Analyzer :
100 ou 200 traits/mm, monture circulaire
31,75 mm
Puissance de résolution ~ 100

$$R = \lambda / \Delta\lambda$$

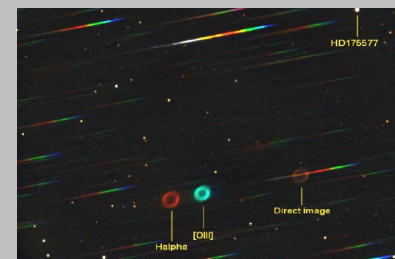
$\Delta\lambda$: distance résoluble entre deux raies

Disponible au club



Source : Shelyak

Sur APN



Source : Shelyak

spectre de la nébuleuse M57



Source : O. Thizy

Sur caméra CCD

9 novembre 2018

9



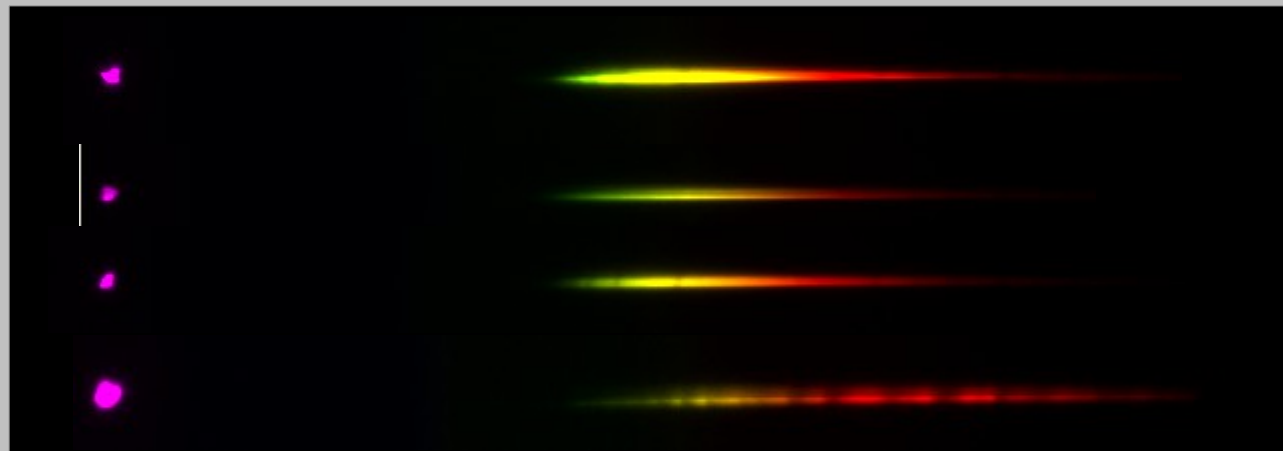
Exemples de spectres pris au SA 100



Source : Ch. Buil

Capella

G5/G0



Source : JJ Broussat

Vega

A0

Altair

A7

Deneb

A2

Mira

M7

9 novembre 2018

10



Spectroscopes avec fente



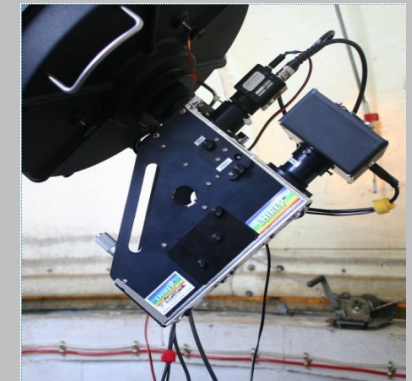
Alpy 600

R ~ 600



LISA

R ~ 950



LHIRES III

R ~ 18 000

Disponible au club

Avantages :

- Meilleure résolution
- Isolation de l'objet dans la fente
- Moins de perturbation à cause de la pollution lumineuse

Il n'y a pas de spectroscopes passe-partout

9 novembre 2018

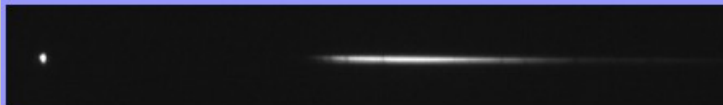
11



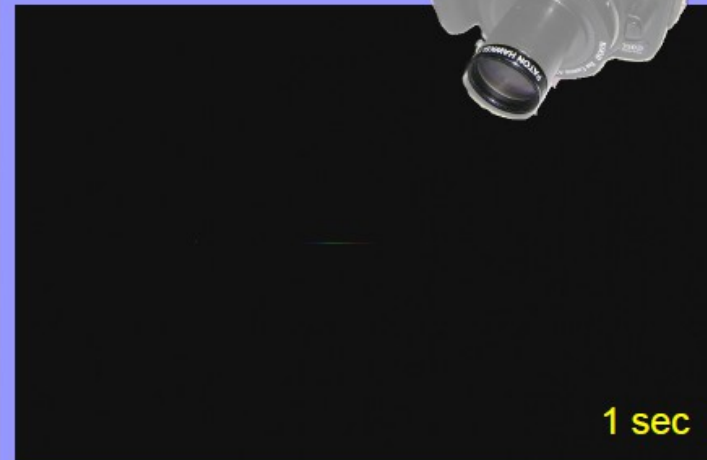
CCD vs APN ?



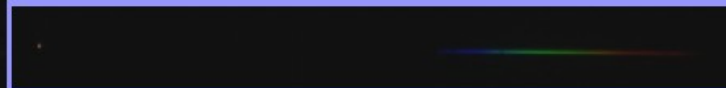
0.1 sec



- **Dynamique 16-bits**
- **Monochrome**
- **Sensibilité, contrôle de temp.**



1 sec



- **Plus faible dynamique: 12-bits**
- **Couleur (matrice Bayer → Pb)**
- **Assez bruité**

Source : O. Thizy

Concurrence des caméras CMOS de plus en plus forte

9 novembre 2018

12



Lunette ou télescope



C9 + alpy 600



C9 + Lhires III



Lunette Televue 85 mm
+ alpy 600

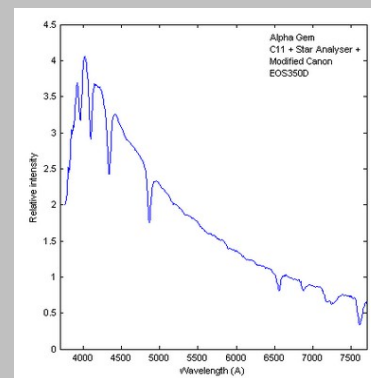
Logiciels : D'où et vers quoi ?

- Star Analyzer :

Ex : Castor



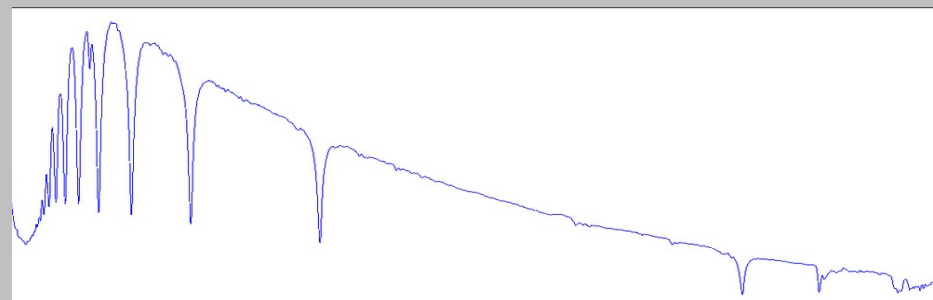
Source : Ch. Buil



Source : Ch. Buil

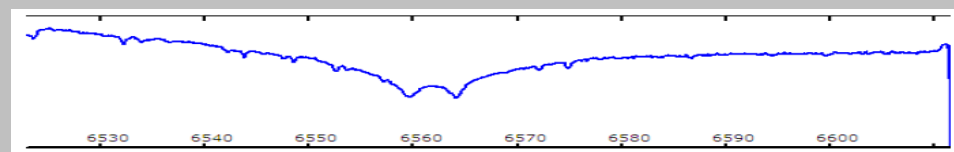
- Alpy 600 :

Ex : HD 19640, type A2V



Source : Ch. Buil

- Lhires III :



Source : Shelyak



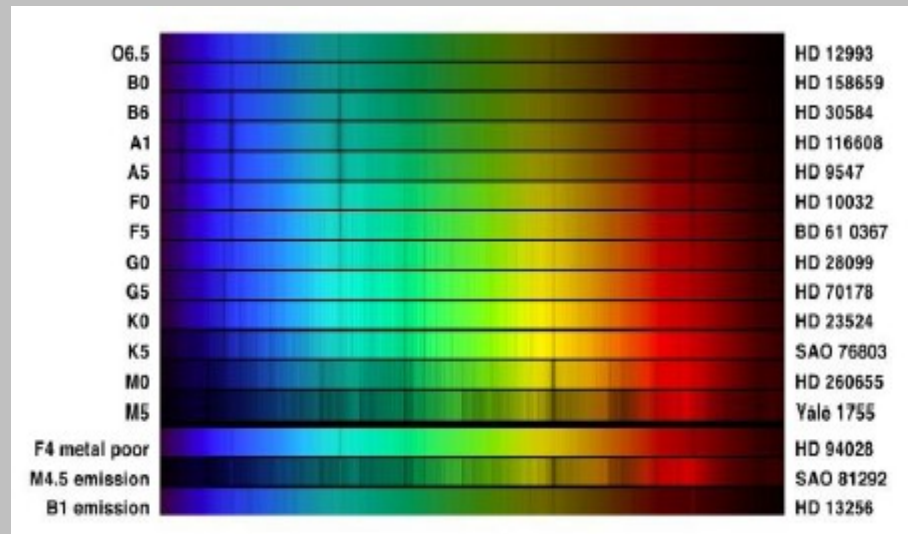
Logiciels : lesquels ?

- Pilotage monture :
 - Carte du ciel, Stellarium, Kstars gratuits
 - Prism, MaximDL payants
- Besoin d'autoguidage ; poses unitaires peuvent durer 10mn
- Acquisition :
 - AuDela, Kstars gratuits
 - Prism, MaximDL payants
- Besoin de générer des fichiers FITS ayant des noms XXX-1.fits, XXX-2.fits
offsets, darks, flats (boîtes à flats interdites car trop de bleu)
- Traitements : ISIS, VisualSpec, Demetra (pour l'Alpy 600) gratuits



Quoi ? Classification des étoiles

- O B A F G K M
- O : les plus chaudes (30 000 K)
- M : les plus froides (5 000 K)



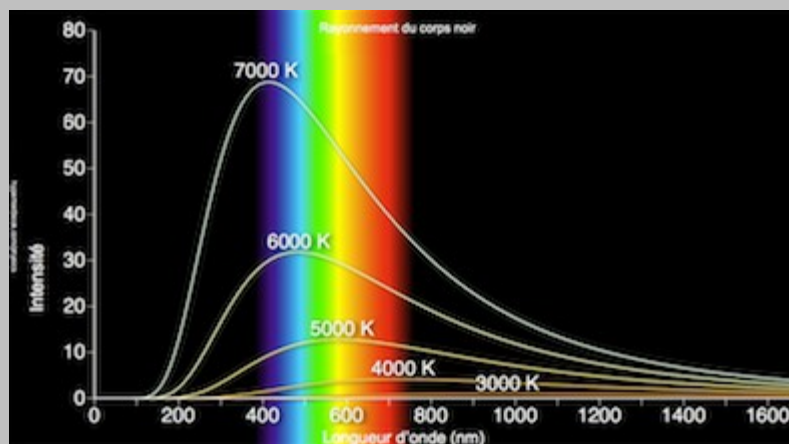
Source : Shelyak

- Avec SA 100 ou 200, Alpy 600

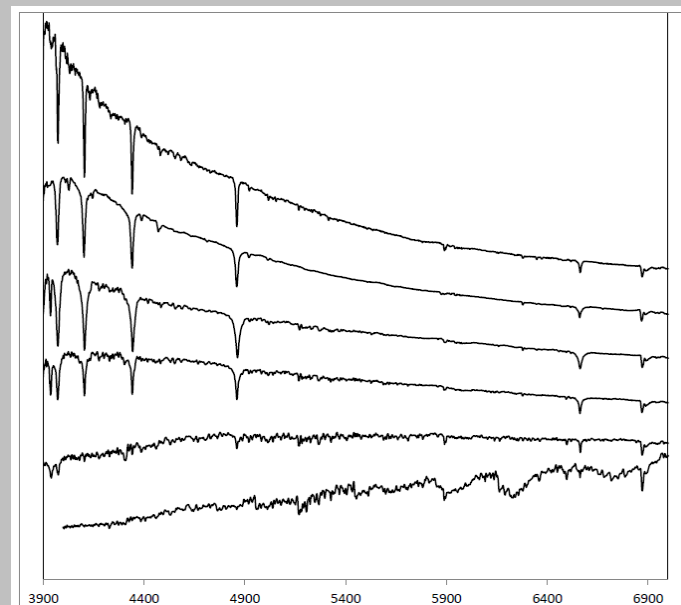


Quoi ? Mesure de températures

- Loi de Planck



Source : Observatoire de Paris



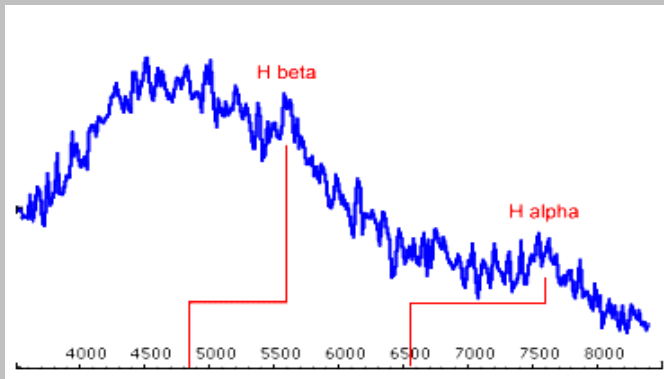
Source : F. Teyssier

Avec SA 100 ou 200, Alpy 600



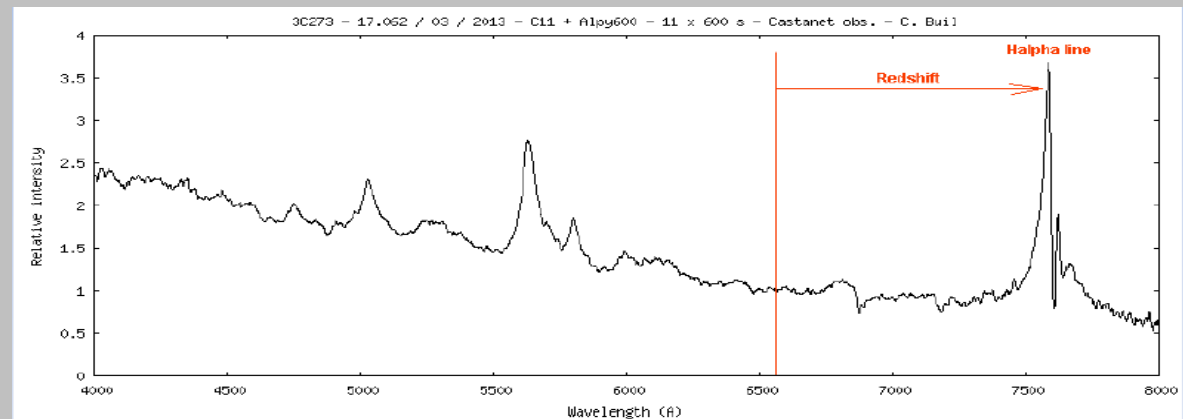
Quoi ? Redshift

- Utilise l'effet Doppler
- Par exemple avec le quasar 3C273 (galaxie avec noyau actif)
mag 13



Source : Paton Hawksley

Avec Star Analyzer



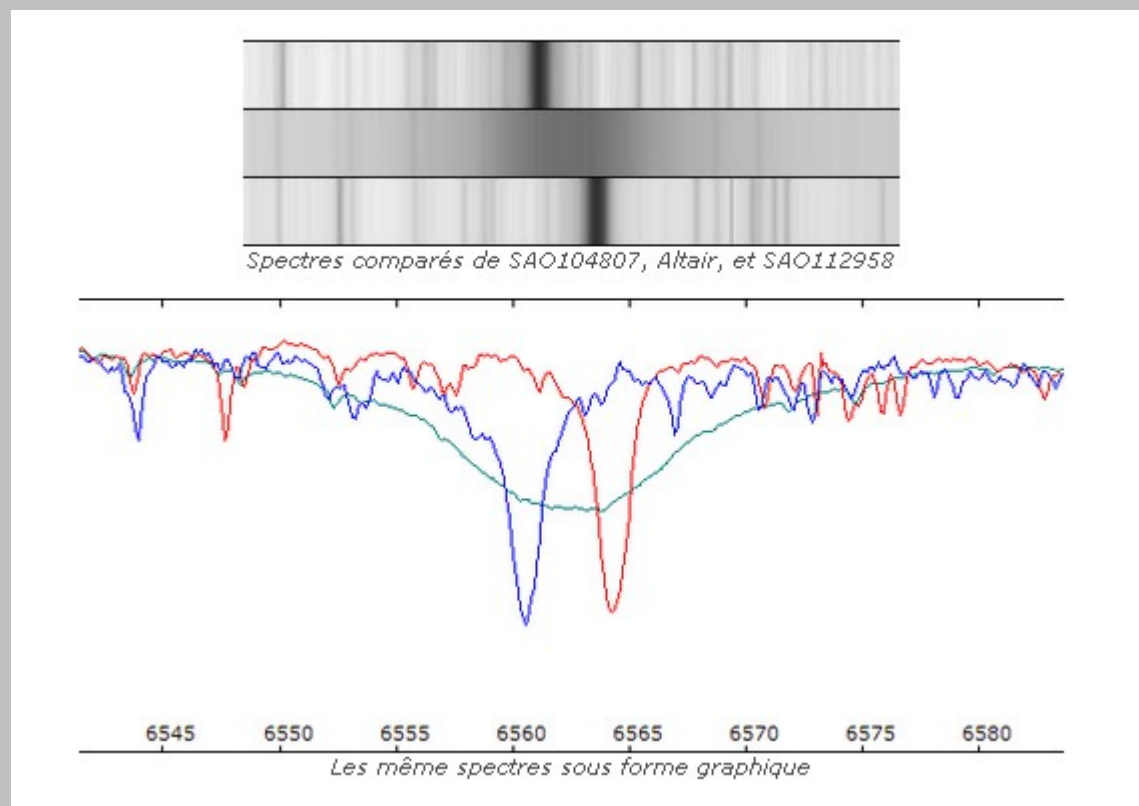
Source : Ch. Buil

Avec Alpy 600



Quoi ? Vitesse radiale

- C'est-à-dire la vitesse dans l'axe de visée
- Utilise l'effet Doppler
- Lhires III



Source : Ch. Buil

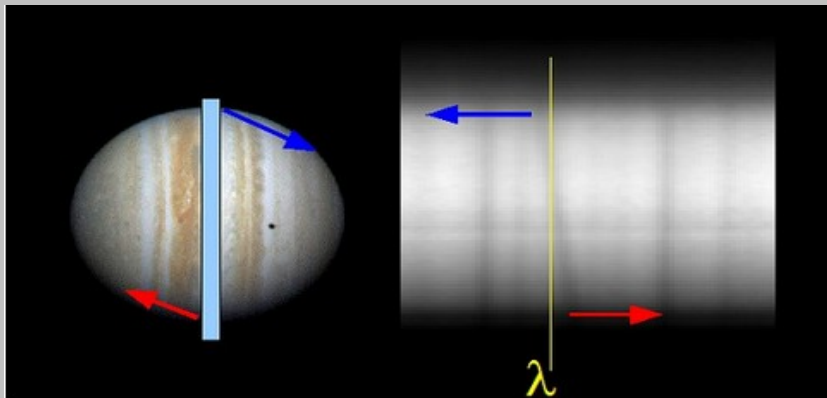
9 novembre 2018

19

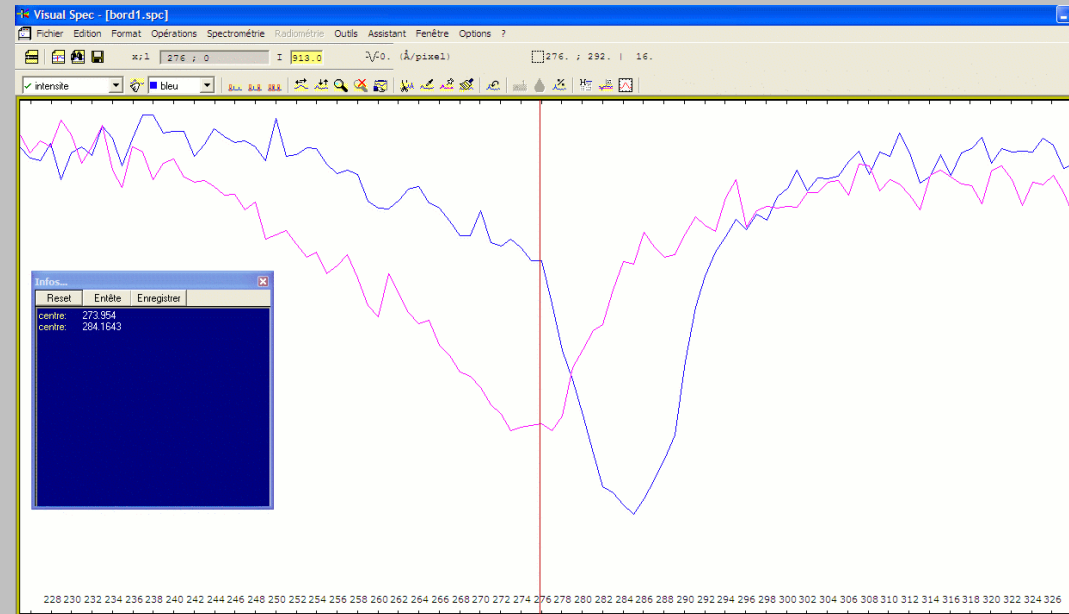


Quoi ? Vitesse de rotation des planètes

- Avec Jupiter, Saturne
- Utilise l'effet Doppler
- Lhires III



Source : Shelyak

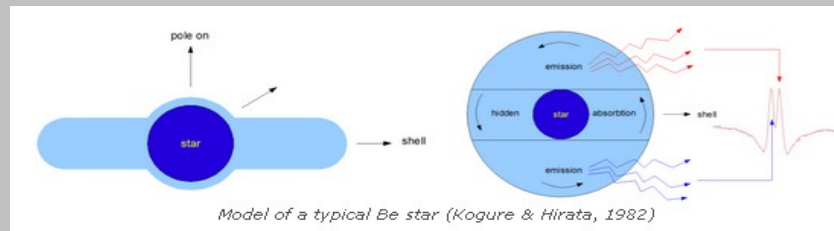


Source : Shelyak

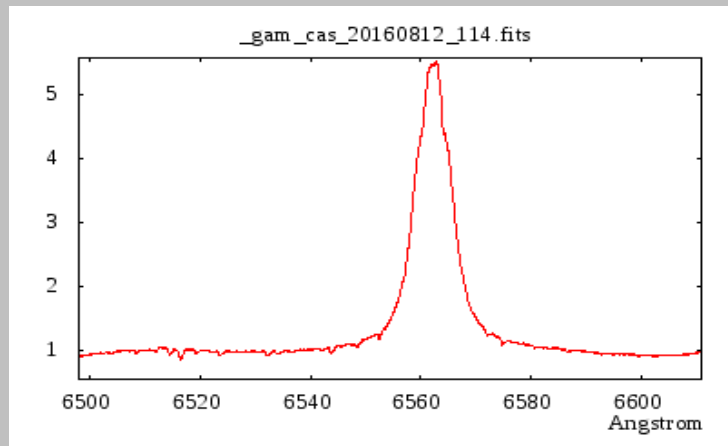


Quoi ? Etoiles Be

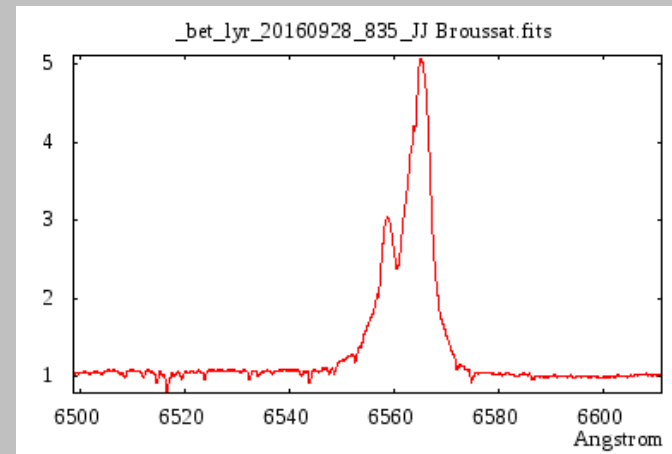
- Etoiles de type B avec un disque de matière en rotation autour de l'étoile
- Star Analyzer, Alpy 600, Lhires III



Source : Shelyak



Source : Jean-Jacques B.

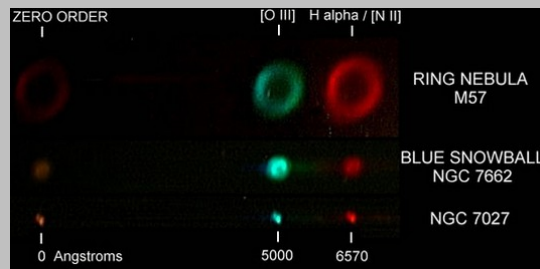


Source : Jean-Jacques B.

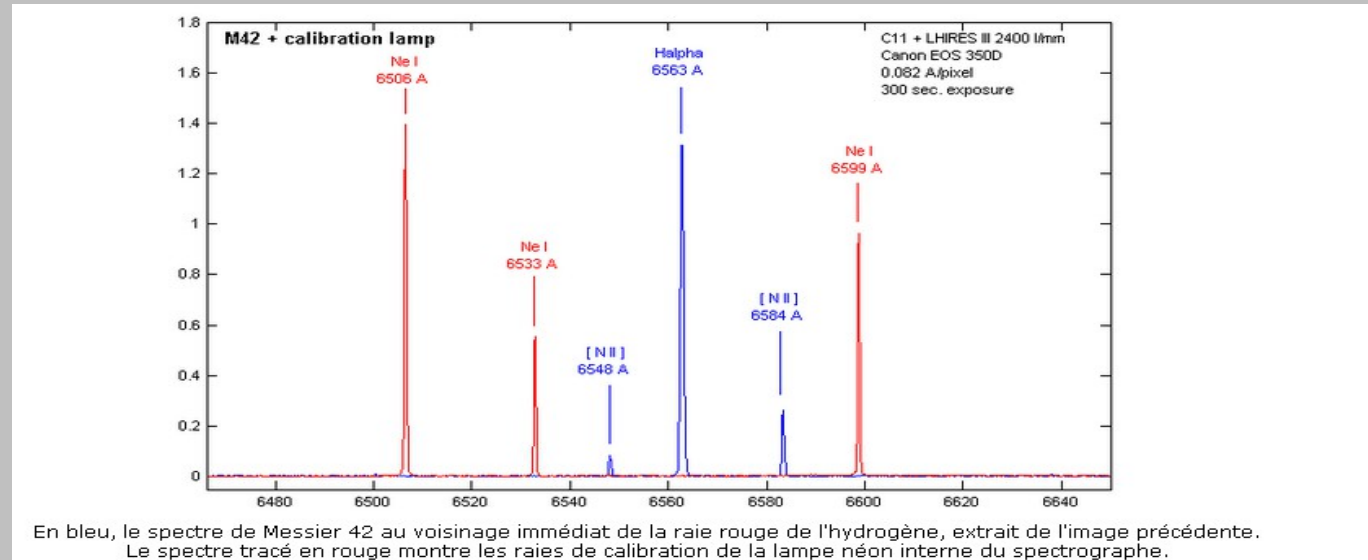


Quoi ? Nébuleuses planétaires

- SA 100, alpy 600, Lhires III



Source : Sheliak



Source : Ch. Buil

- Les spectroscopes sont utilisés pour caractériser les NP (cf Pascal Le Dû et Agnès Acker)

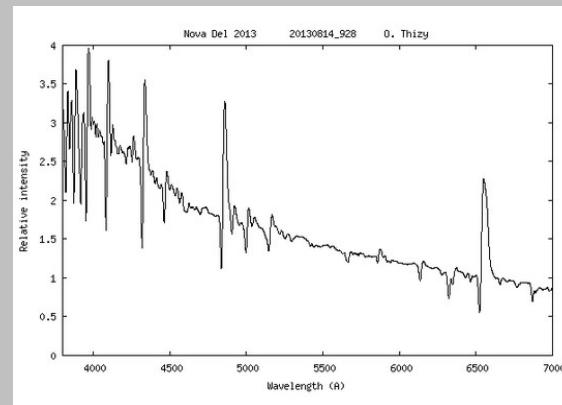


Quoi ? Variables éruptives

- Système binaire : 2 étoiles proches l'une de l'autre (étoiles symbiotiques [géante froide + naine blanche] ou cataclysmiques [naine rouge + naine blanche])
- Echange de matière entre les étoiles
- Dans certaines conditions : explosions à la surface (novae), outbursts



Source : F. Teyssier



Nova Del 2013

Source : O. Thizy, avec un alpy600



Méthodologie

- De jour :
 - Choix des cibles
 - Choix des étoiles de référence pour calculer la courbe de réponse instrumentale
 - Focalisation caméra de guidage et caméra d'acquisition
 - Offsets et darks (dans le frigidaire)
 - Monter tout le système : monture, tube, spectroscopie, caméras, et tester
- De nuit :
 - poses de calibration
 - poses étoiles de référence
 - poses étoiles cibles
 - traiter la première pose pour s'assurer que le signal est correct
 - flats



Projets professionnels/amateurs

- Participation à des projets de collaboration professionnel/amateur :

Bess/Arasbeam pour les Be

Astronomical Ring for Access to Spectroscopy (ARAS)

...

- Demandes professionnelles actuelles :

V442 And mag 6.8 Bess

RR Lyr mag 7.1 Etoile variable

CH Cyg mag 5.6 système binaire

...



Bess / Arasbeam



Menu

- Accueil
- Etoiles Be
- Spectres
- Fiches
- S'enregistrer
- Outils
- Aide
- Statistiques
- Publications
- Crédits

Zone Membre

Observateur

Mot de passe

Valider Effacer

Bess

| | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|-------------|-------------|------|----------|-----|-----|----|---------------------|-----|
| HD 191378 | 191378 | +20 08 08.4 | +37 00 25.4 | 8.99 | A5e | 4 | 1 | 0 | 2018-08-27 20:53:35 | 365 |
| 28 Cyg | 191610 | +20 09 25.6 | +36 50 22.6 | 4.93 | B2.5Ve | 254 | 109 | 37 | 2018-11-03 18:01:52 | 3 |
| V372 Sge | 191531 | +20 09 39.6 | +21 04 43.6 | 8.34 | B0.5IIIe | 5 | 1 | 0 | 2018-07-14 22:39:56 | 365 |
| 20 Vul | 192044 | +20 12 00.7 | +26 28 43.7 | 5.90 | B7Ve | 36 | 3 | 1 | 2018-09-10 02:52:03 | 365 |
| HD 192445 | 192445 | +20 13 33.0 | +36 19 42.2 | 7.23 | B0.5IIIe | 24 | 3 | 0 | 2018-09-08 20:38:53 | 90 |
| HD 228438 | 228438 | +20 13 50.3 | +36 37 22.5 | 8.37 | B0.5IIIe | 5 | 1 | 1 | 2018-09-26 18:34:34 | 365 |
| QR Vul | 192685 | +20 15 15.9 | +25 35 31.1 | 4.76 | B3Ve | 358 | 80 | 26 | 2018-11-03 16:55:44 | 7 |
| V2113 Cyg | 193009 | +20 16 48.2 | +32 22 47.4 | 7.16 | B1Vnnpe | 17 | 2 | 0 | 2018-07-22 22:33:51 | 365 |
| LZ Del | 192954 | +20 17 09.8 | +15 52 21.6 | 7.47 | B9e | 13 | 2 | 0 | 2018-08-07 21:00:40 | 365 |

Arasbeam





ARAS Spectroscopy Forum

Search... Search
Advanced search

ARAS Spectroscopy Forum

[Board index](#) [Retourner sur le Site](#)

[FAQ](#) [Register](#) [Login](#)

It is currently Fri Nov 09, 2018 11:15 am

[View unanswered posts](#) • [View new posts](#) • [View active topics](#)

| FORUM PRESENTATION | TOPICS | POSTS | LAST POST |
|--|--------|-------|---|
| Forum Description and General announcements | 4 | 4 | by admin Thu Jul 26, 2018 10:20 am |
| General Topics, Annoncements, Forum Life | 69 | 179 | by Ernst Pollmann Fri Oct 12, 2018 7:02 pm |
| Petites Annonces Achat, Vente, Echange de matériel en relation avec la spectroscopie | 3 | 4 | by admin Wed Oct 03, 2018 7:08 pm |

| FORUM | TOPICS | POSTS | LAST POST |
|---|--------|-------|---|
| Current Campaigns Subforums: Be Stars survey , Novae , Planetary Nebulae , Be Search , CH Cygni | 305 | 1441 | by Ernst Pollmann Sat Nov 03, 2018 9:49 pm |
| Outbursts and alerts Information about outbursts of eruptive stars, Be activity, ... Subforums: Novae , Symbiotic Stars , Supernovae , Cataclysmic Stars , Be Stars , Comets , Miscellaneous | 195 | 2765 | by Francois Teyssier Mon Nov 05, 2018 9:44 pm |
| Spectra, results, information on activity ... Show your spectra, your results ... | 517 | 2437 | by Francois Teyssier Tue Nov 06, 2018 9:38 am |
| Spectroscopes and Softwares Design, construction, tuning of spectroscopes Information and discussion about softwares (telescope remote, autoguiding, acquisition, spectral processing ...) Subforum: MatLab | 462 | 2648 | by Valerie Desnoux Sun Nov 04, 2018 10:36 am |
| Astrophysics, Theory, Publications ... | 27 | 77 | by Benjamin Mauclaire Tue Sep 18, 2018 3:58 pm |
| Beginners corner Ask your questions, show your results | 193 | 1060 | by Robin Leadbeater Tue Oct 30, 2018 11:47 pm |
| Introduction / Présentation New on the forum? Please, introduce yourself Présentation des nouveaux inscrits sur le Forum | 114 | 338 | by James Foster Mon Oct 29, 2018 9:52 pm |
| What are you observing tonight ? On line discussions about observations and so on (even for cloudy nights !) Subforums: OHP 2014 , OHP 2013 , OHP 2012 | 185 | 668 | by Franck Houpert Tue Oct 23, 2018 10:32 pm |

9 novembre 2018

27



Comment apprendre ?

- Stage spectroscopie à l'Observatoire de Haute Provence

Tous les ans, en juillet ou août

(2 au 7 août 2019)



- Guide pratique pour débuter en spectroscopie astronomique de F.Cochard

- Dans les clubs :

Le CAA dispose d'un Star Analyser et d'un Lhires III

- Dans les forums :

ARAS, groupe Yahoo spectro-I

- Sur les sites :

<http://www.astrosurf.com/buil/index.html>

<http://astrosurf.com/vdesnoux/>

<http://www.astronomie-amateur.fr/>

9 novembre 2018

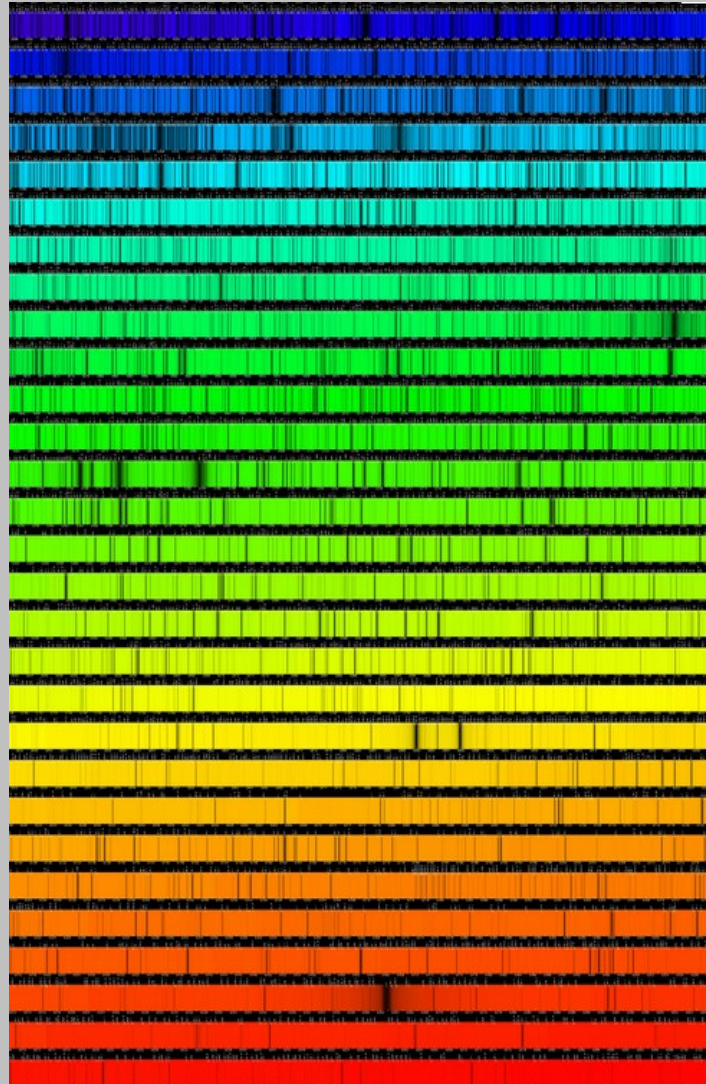


Questions à se poser ?

- Magnitude de l'objet
- Quelle résolution a-t-on besoin ?
- Quel domaine spectral couvrir ?
- Quel temps de pose ?
- D'autres contraintes : temps, lieu, ...



Questions ?



9 novembre 2018

30

