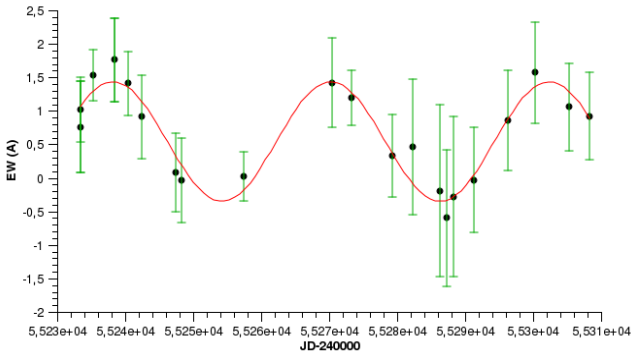


Comment faire de l'astrophysique depuis son jardin

B. Mauclaire

EW curve fitting: $T=32.07\pm 0.56$ days



RCE 2021

Faisons parler la
lumière

La photométrie

La spectroscopie

Ce qui est mesurable
en spectroscopie

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies

1. Faisons parler la lumière

1. La photométrie

La photométrie

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclair

Faisons parler la
lumière

La photométrie

La spectroscopie

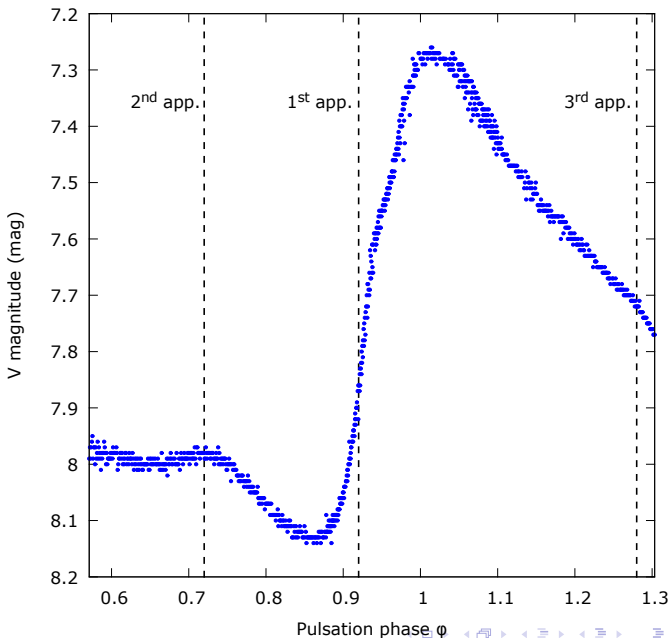
Ce qui est mesurable
en spectroscopie

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies



Qu'est-il accessible en photométrie ?

- Période de rotation propre d'atéroïde : courbe de rotation

Qu'est-il accessible en photométrie ?

- Période de rotation propre d'atéroïde : courbe de rotation
- Période de pulsation d'étoile : courbe de lumière

Qu'est-il accessible en photométrie ?

- Période de rotation propre d'atéroïde : courbe de rotation
- Période de pulsation d'étoile : courbe de lumière
- Période de révolution : étoiles binaires, exoplanètes dans le plan de visée

Qu'est-il accessible en photométrie ?

- Période de rotation propre d'atéroïde : courbe de rotation
- Période de pulsation d'étoile : courbe de lumière
- Période de révolution : étoiles binaires, exoplanètes dans le plan de visée
- Classe de luminosité stellaire : B-V, etc.

Qu'est-il accessible en photométrie ?

- Période de rotation propre d'atéroïde : courbe de rotation
- Période de pulsation d'étoile : courbe de lumière
- Période de révolution : étoiles binaires, exoplanètes dans le plan de visée
- Classe de luminosité stellaire : B-V, etc.
- ...

2. La spectroscopie

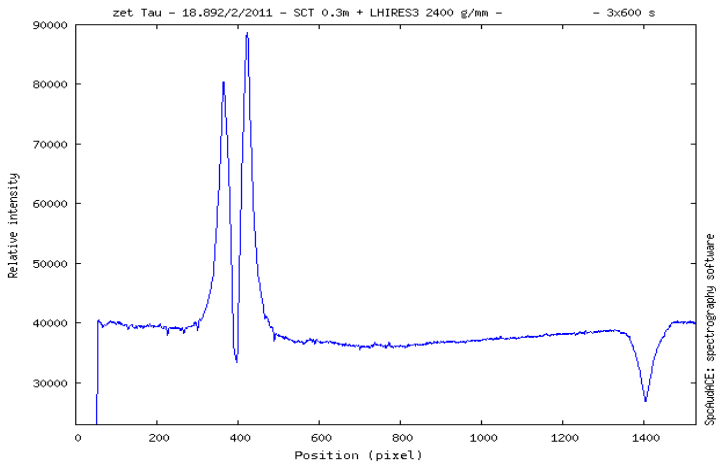
Extraction du profil de raies

Passage du 2D au 1D :

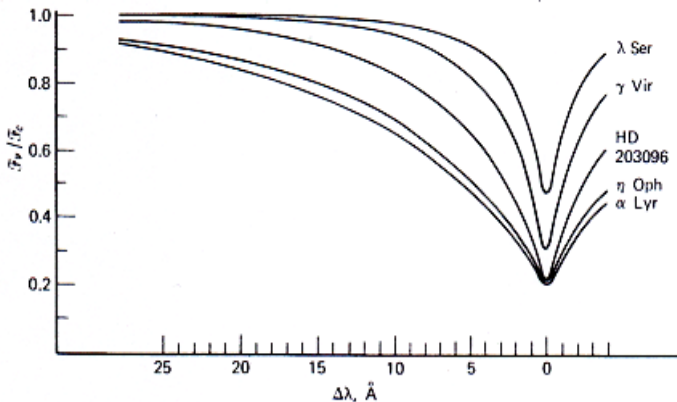


Extraction du profil de raies

Passage du 2D au 1D :



Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclair

Faisons parler la
lumière

La photométrie

La spectroscopie

Ce qui est mesurable
en spectroscopie

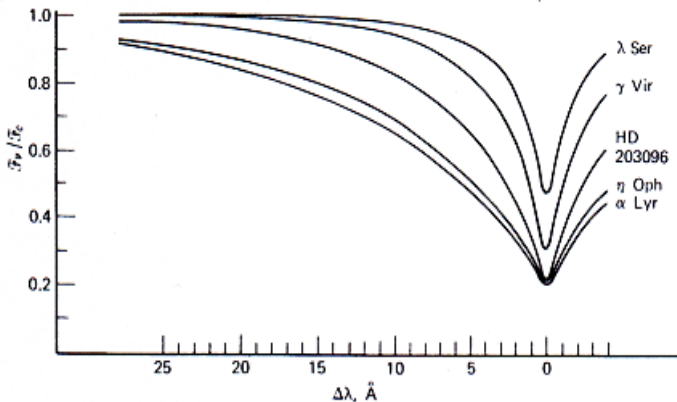
Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

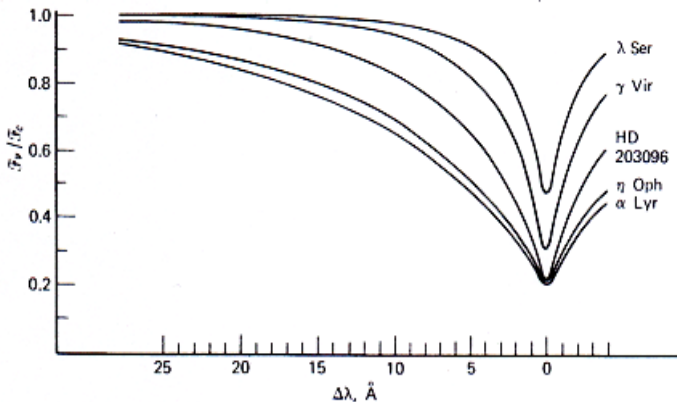
Nébuleuses et
galaxies

Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



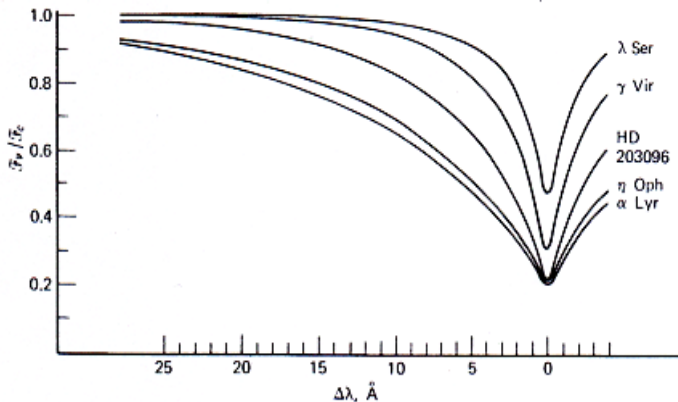
- Profondeur : température effective.

Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



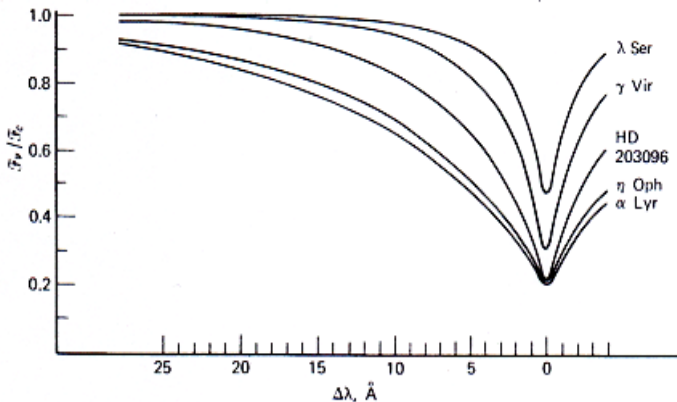
- Profondeur : température effective.
- Largeur : densité, rotation, expansion.

Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



- Profondeur : température effective.
- Largeur : densité, rotation, expansion.
- Translation : vitesse Doppler.

Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



- Profondeur : température effective.
- Largeur : densité, rotation, expansion.
- Translation : vitesse Doppler.
- Modification de la forme : échanges de matière, disque, activité de l'étoile. . .

Voir l'évolution d'une
raie au cours du temps

Vitesse d'éloignement
ou de rapprochement

Taux d'alimentation de
disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou
d'agitation du gaz

Température de
surface d'une étoile

Suivi de l'activité
stellaire et du disque

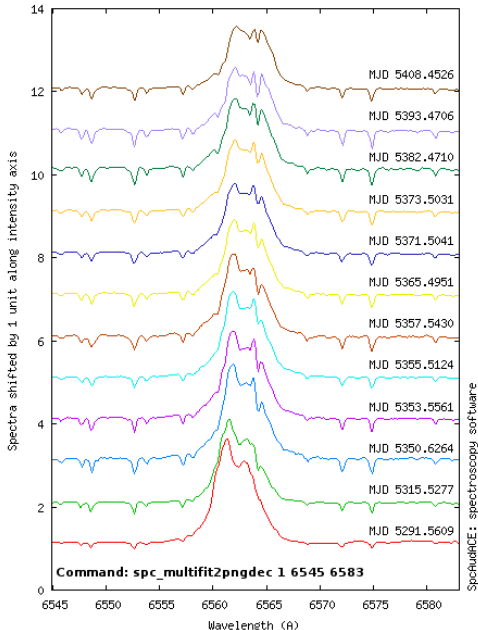
Mesure de EW sur une
série de spectres

Détermination d'une
période de variation

2. Analyser les étoiles

Évolution d'une raie au cours du temps

Time evolution of del Sco from 2455291.5609 to 2455408.4526



Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclair

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Voir l'évolution d'une
raie au cours du temps

Vitesse d'éloignement
ou de rapprochement

Taux d'alimentation de
disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou
d'agitation du gaz

Température de
surface d'une étoile

Suivi de l'activité
stellaire et du disque

Mesure de EW sur une
série de spectres

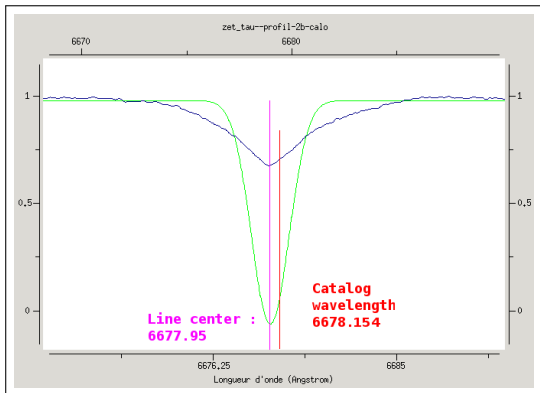
Détermination d'une
période de variation

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies

Vitesse d'éloignement ou de rapprochement



Mesure de la vitesse radiale

$$\frac{v}{c} = \frac{\delta\lambda}{\lambda_0}$$

$$v = 300000 \times \frac{6678.950 - 6678.154}{6678.154} = 35,8 \text{ km/s}$$

Taux d'alimentation de disque d'étoile Be

Comment faire de l'astrophysique depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la lumière

Analyser les étoiles

Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Vitesse d'éloignement ou de rapprochement

Taux d'alimentation de disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou d'agitation du gaz

Température de surface d'une étoile

Suivi de l'activité stellaire et du disque

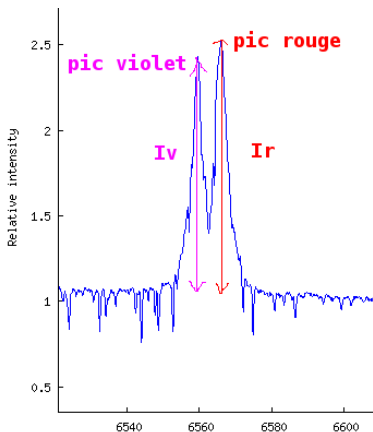
Mesure de EW sur une série de spectres

Détermination d'une période de variation

Les pulsations des étoiles

La danse des étoiles

Nébuleuses et galaxies

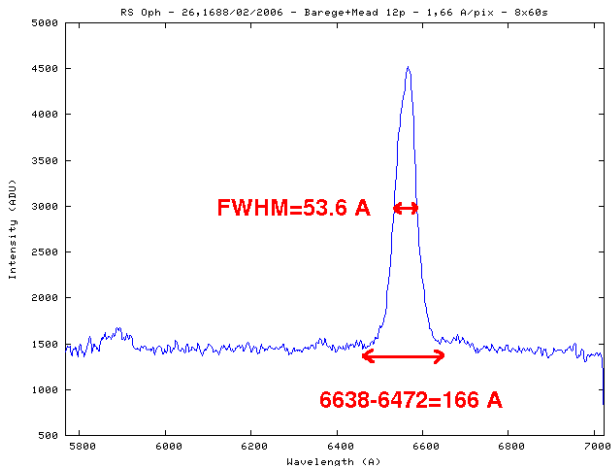


Analyse de la vitesse d'anneau/disque en rotation et des échanges avec l'étoile : mesure du rapport V/R d'une raie

$$V/R = \frac{I_{\text{pic_violet}}}{I_{\text{pic_rouge}}}$$

`spc_vrmes nom_profil_raies lambda_raie_Violet
lambda_raie_Rouge largeur_raie
?pourcent_RMS_rejet (150)?`

Vitesse d'expansion ou d'agitation du gaz



$$V_{exp} = 0,5 \times c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 0,5 \times 300000 \times \frac{53,6}{6562,8} = 1225 \text{ km/s}$$

Voir l'évolution d'une
raie au cours du temps

Vitesse d'éloignement
ou de rapprochement

Taux d'alimentation de
disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou
d'agitation du gaz

**Température de
surface d'une étoile**

Suivi de l'activité
stellaire et du disque

Mesure de EW sur une
série de spectres

Détermination d'une
période de variation

Température de surface d'une étoile

- Mesure par pas de 500 K :

```
spc_ajustplanck vega-profil-1c.fit 500
```

Voir l'évolution d'une
raie au cours du temps

Vitesse d'éloignement
ou de rapprochement

Taux d'alimentation de
disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou
d'agitation du gaz

**Température de
surface d'une étoile**

Suivi de l'activité
stellaire et du disque

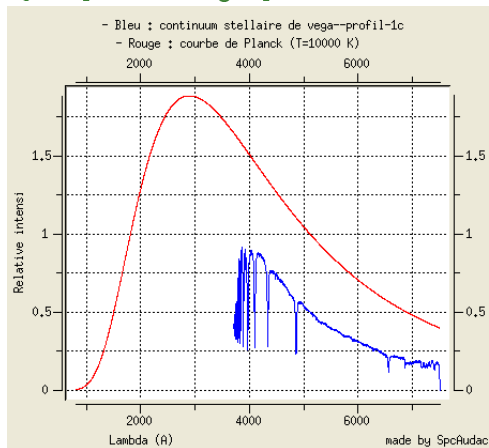
Mesure de EW sur une
série de spectres

Détermination d'une
période de variation

Température de surface d'une étoile

- Mesure par pas de 500 K :

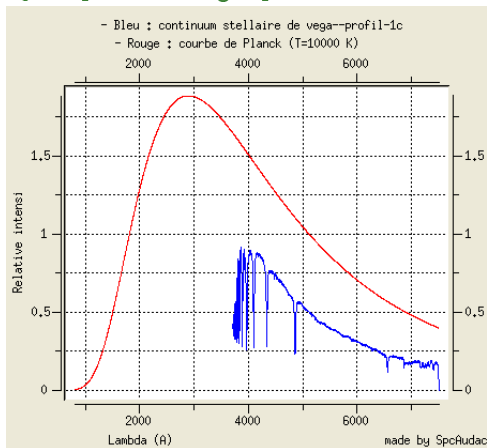
`spc_ajustplanck vega-profil-1c.fit 500`



Température de surface d'une étoile

- Mesure par pas de 500 K :

`spc_ajustplanck vega-profil-1c.fit 500`



- # T=2000, RMS=0.237931527913 ;
T=2500, RMS=0.132280771001 ; ...
Calcul de la courbe de Planck de l'UV au rouge...
Température trouvée : 10000 K

Suivi de l'activité stellaire et du disque

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Voir l'évolution d'une
raie au cours du temps

Vitesse d'éloignement
ou de rapprochement

Taux d'alimentation de
disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou
d'agitation du gaz

Température de
surface d'une étoile

**Suivi de l'activité
stellaire et du disque**

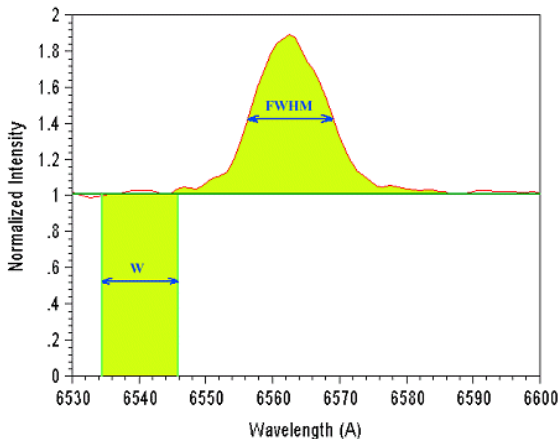
Mesure de EW sur une
série de spectres

Détermination d'une
période de variation

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies



$$EW = \sum_{\lambda_{deb}}^{\lambda_{fin}} \frac{I_c - I_{\lambda}}{I_c}$$

Mesure de la largeur équivalente EW
(aire mesurée par intégration numérique)

```
spc_ew profil_raies lambda_deb lambda_fin ?taux_smooth_conti (0-[6]-15  
?efface_conti(o)? ?deg_polynomes_continuum_methode_pbas(2)?
```

Mesure de EW sur une série de spectres

Comment faire de l'astrophysique depuis son jardin

B. Mauclair

Faisons parler la lumière

Analyser les étoiles

Voir l'évolution d'une raie au cours du temps

Vitesse d'éloignement ou de rapprochement

Taux d'alimentation de disque d'étoile Be

Vitesse d'expansion ou d'agitation du gaz

Température de surface d'une étoile

Suivi de l'activité stellaire et du disque

Mesure de EW sur une série de spectres

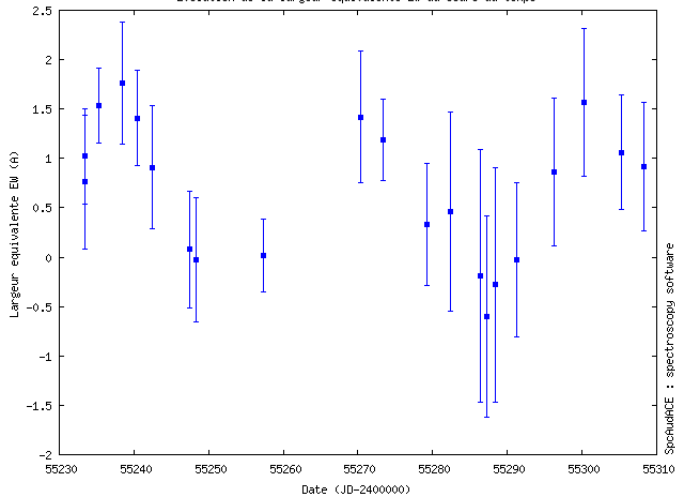
Détermination d'une période de variation

Les pulsations des étoiles

La danse des étoiles

Nébuleuses et galaxies

Evolution de la largeur équivalente EW au cours du temps



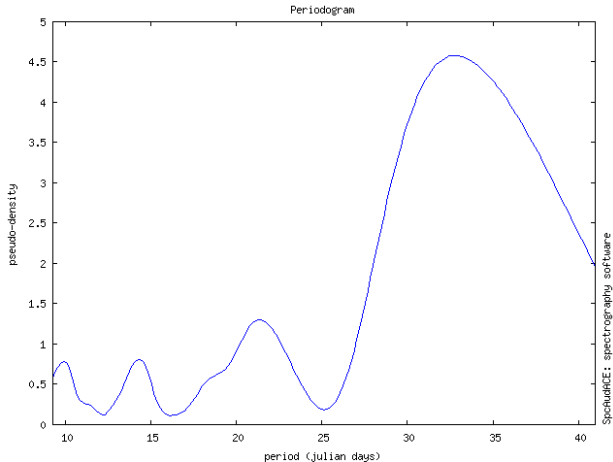
SpofudfICE : spectroscopy software

```
spc_ewcourbe lambda_raie/lambda_deb lambda_fin ?deg poly continuum(1)
```

→ traite les fichiers du répertoire.

Détermination d'une période de variation

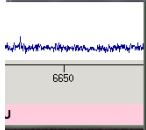
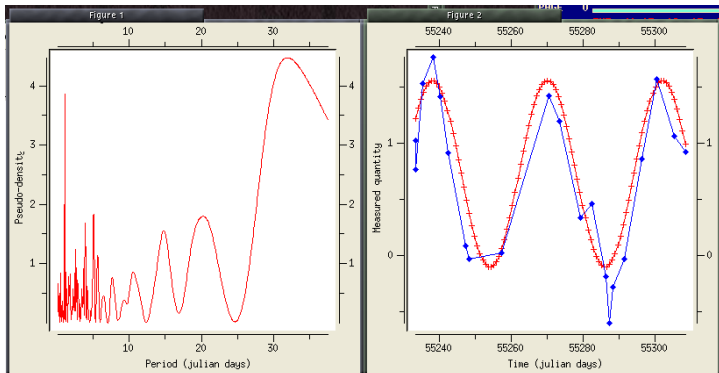
Périodogramme de Scargle-Lomb 1/2 :



```
spc_periodogram data_filename.dat time_unit measured_quantity  
?nb_periodes_plausibles (10)? ?period_min (0.)?  
?period_max (=duree enregistrement des mesures)?  
?valeur minimum autorisee pour le pas d'echantillonnage du periodogram
```

Détermination d'une période de variation

Périodogramme de Scargle-Lomb 2/2 :

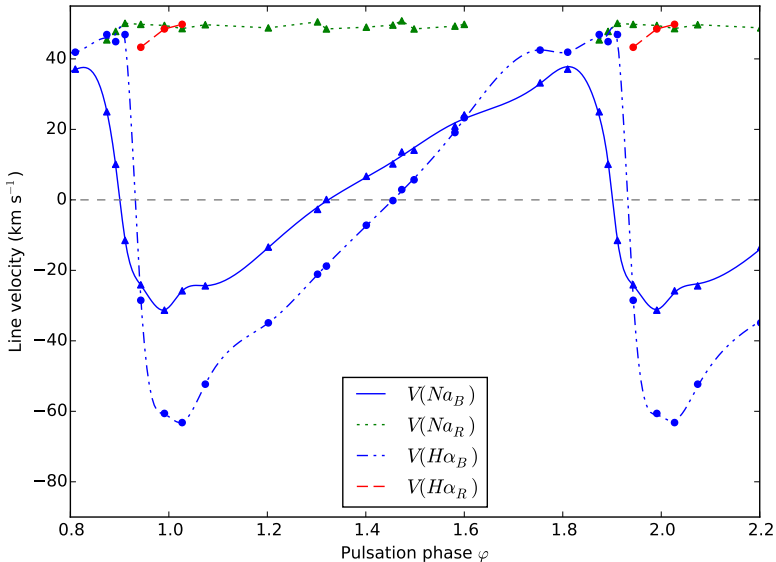


```
spc_periodogram ewcoube_20100421.dat "julian days"  
# Nombre d'échantillons de données : 23  
# Maximum N°0 trouve (4.47647115583) pour une période de 31.9115954317  
# Maximum N°1 trouve (1.79482217775) pour une période de 20.1689981349  
# Maximum N°2 trouve (1.55264272849) pour une période de 14.7326104974  
# Estimated amplitude : -0.830212467181 and time shift : 7.17971233233  
# periodogram.dat
```

→ Détermination des maxima et ajustement d'une
sinusoïde avec Max no 1.

3. Les pulsations des étoiles

Évolution de la vitesse de surface stellaire



Comment faire de l'astrophysique depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la lumière

Analyser les étoiles

Les pulsations des étoiles

Évolution de la vitesse de surface stellaire

Étude des variations du rayon stellaire

Mesure de la vitesse d'onde de choc

La danse des étoiles

Nébuleuses et galaxies

Étude des variations du rayon stellaire

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclair

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

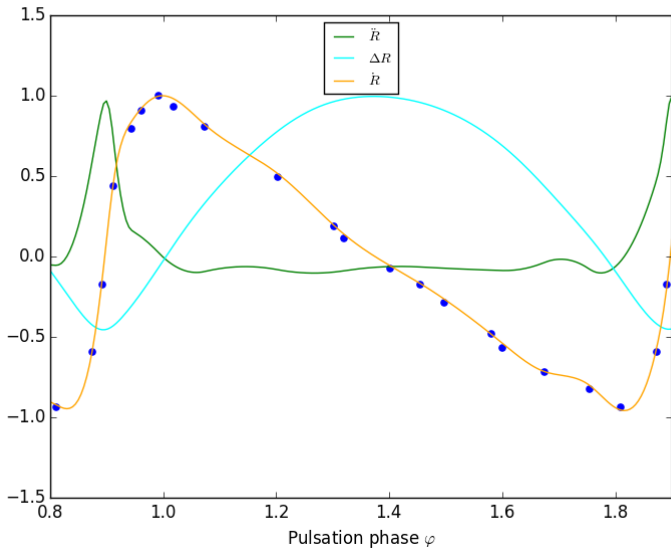
Évolution de la vitesse
de surface stellaire

**Étude des variations du
rayon stellaire**

Mesure de la vitesse
d'onde de choc

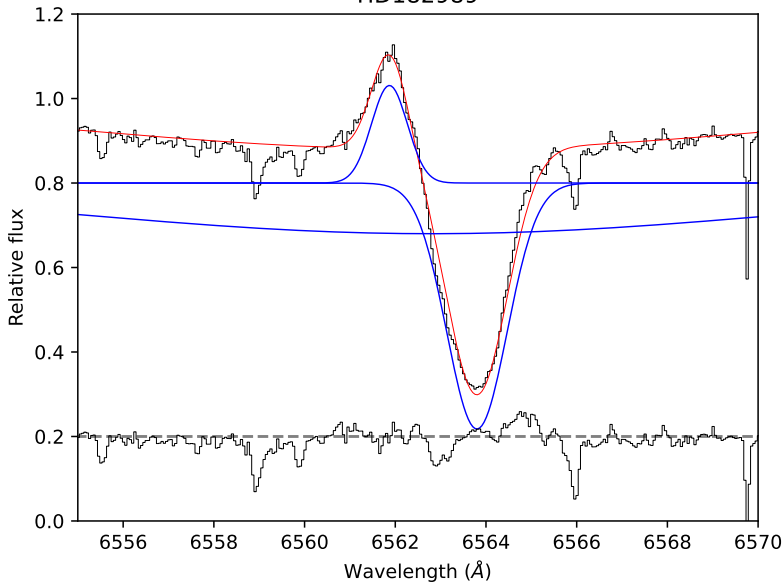
La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies



Mesure de la vitesse d'onde de choc

HD182989



Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

Évolution de la vitesse
de surface stellaire

Étude des variations du
rayon stellaire

**Mesure de la vitesse
d'onde de choc**

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies

Mesure de la vitesse d'onde de choc

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

Évolution de la vitesse
de surface stellaire

Étude des variations du
rayon stellaire

Mesure de la vitesse
d'onde de choc

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies

Paramètres d'ajustement :

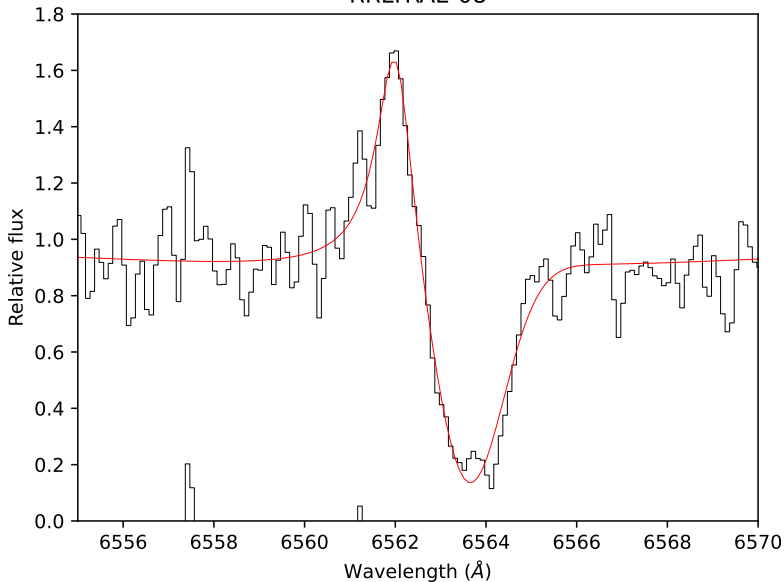
Param #0	AMPLITUDE0 =	-0.589731 +/-	0.254911	
Param #1	SHIFT0 =	6563.8 (fixed)		
Param #2	GWIDTH0 =	0.683421 +/-	0.390865	Range: [
Param #3	LWIDTH0 =	0 (fixed)		Range: [0,inf)
Param #4	AMPLITUDE1 =	-0.11 (fixed)		
Param #5	SHIFT1 =	6562.8 (fixed)		
Param #6	GWIDTH1 =	5.63 (fixed)		Range: [0,inf)
Param #7	LWIDTH1 =	0 (fixed)		Range: [0,inf)
Param #8	AMPLITUDE2 =	0.224191 +/-	0.333244	
Param #9	SHIFT2 =	6561.89 +/-	0.701009	
Param #10	GWIDTH2 =	0.382958 +/-	0.702093	Range:
Param #11	LWIDTH2 =	0 +/-	0	Range:

```
fitparams=[-0.5,6563.8,1.6,0, -0.11,6562.8,5.63,0, 0.1,6561.8,0.8,0]
```

```
fitoption=[f,t,f,t, t,t,t,t, f,f,f,f]
```

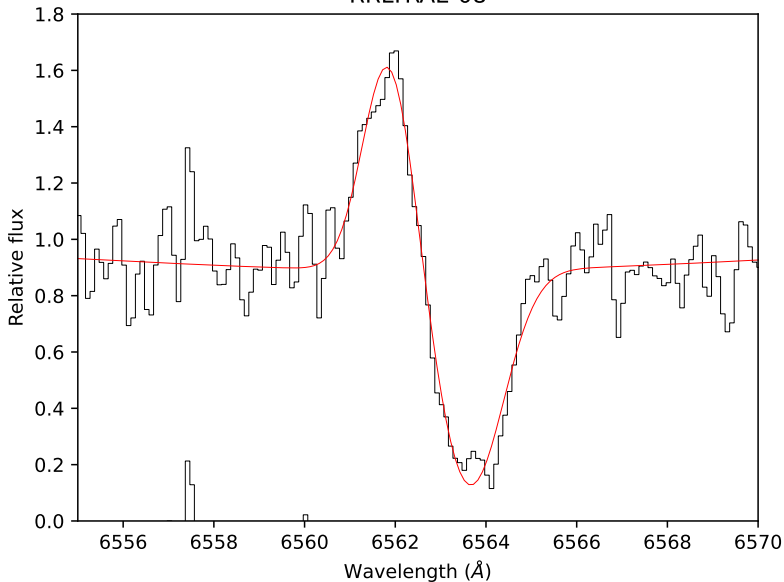
Mesure de la vitesse d'onde de choc

RRLYRAE-08



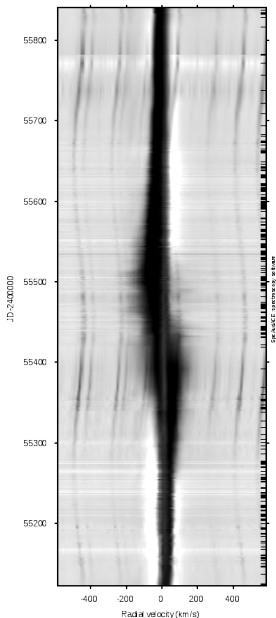
Mesure de la vitesse d'onde de choc

RRLYRAE-08



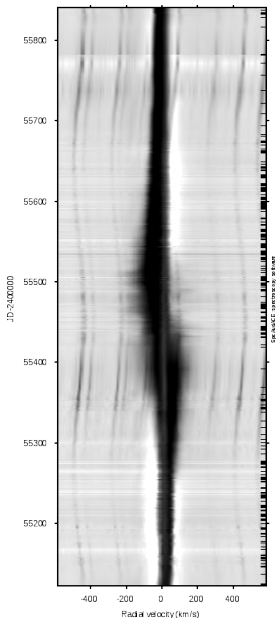
4. La danse des étoiles

Spectre dynamique d'une série



- Idéal pour les phénomènes de pulsation et de binarité.

Spectre dynamique d'une série

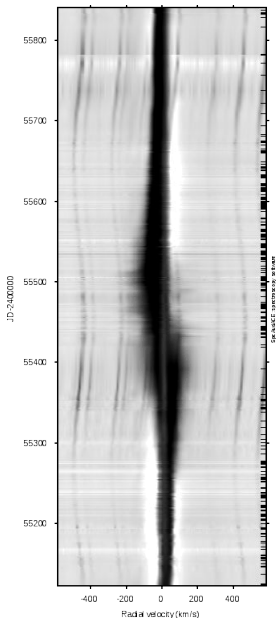


- Idéal pour les phénomènes de pulsation et de binarité.

- Exemple de commande :

```
spc_dynagraph lambda_deb lambda_fin  
lambda_reference interpolation(o/n)  
RA_d RA_m RA_s DEC_h DEC_m DEC_s
```

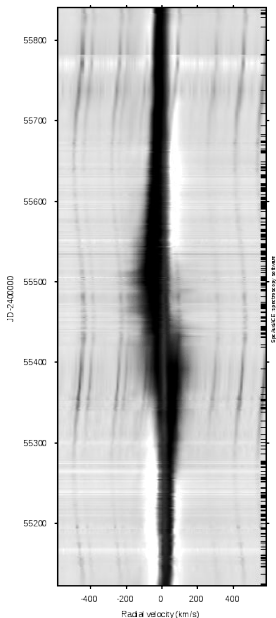
Spectre dynamique d'une série



- Idéal pour les phénomènes de pulsation et de binarité.
- Exemple de commande :

```
spc_dynagraph lambda_deb lambda_fin  
lambda_reference interpolation(o/n)  
RA_d RA_m RA_s DEC_h DEC_m DEC_s
```
- Effectue toutes les opérations nécessaires : correction héliocentrique, normalisation, découpage...

Spectre dynamique d'une série



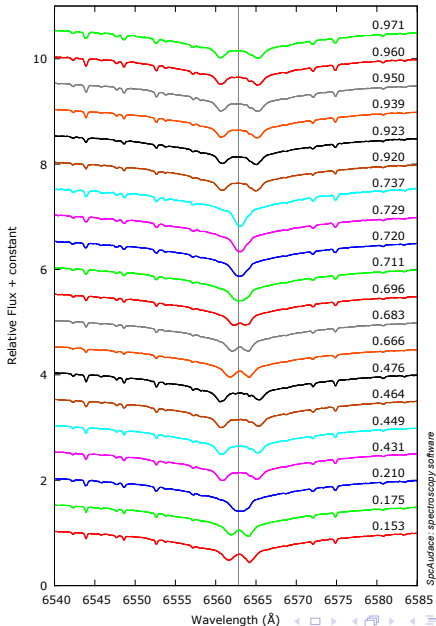
- Idéal pour les phénomènes de pulsation et de binarité.
- Exemple de commande :

```
spc_dynagraph lambda_deb lambda_fin  
lambda_reference interpolation(o/n)  
RA_d RA_m RA_s DEC_h DEC_m DEC_s
```
- Effectue toutes les opérations nécessaires : correction héliocentrique, normalisation, découpage...
- Produit 3 versions du spectre dynamique : PNG en niveaux de gris, colorisé et postscript

2. Masses et orbites des étoiles binaires

Évolution des raies spectrales

Time evolution of menkalinan1 from 2458539.2645 to 2458542.5037



Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclair

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Spectre dynamique
d'une série

Masses et orbites des
étoiles binaires

Nébuleuses et
galaxies

Mesure des vitesses des étoiles binaires

Comment faire de l'astrophysique depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la lumière

Analyser les étoiles

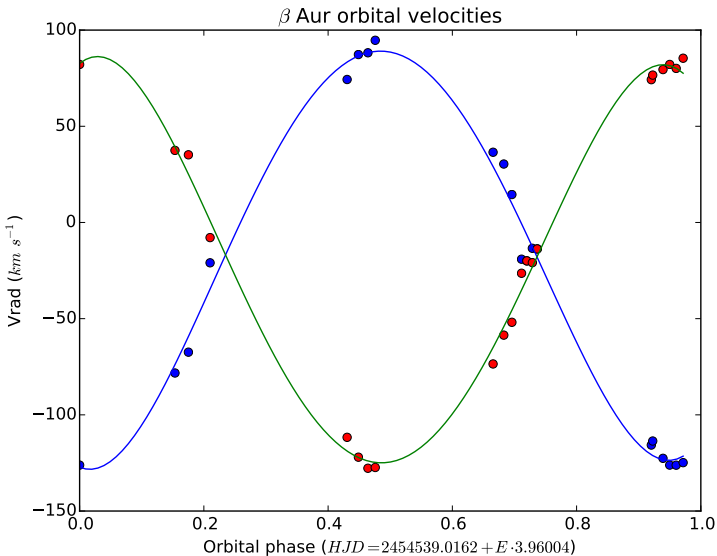
Les pulsations des étoiles

La danse des étoiles

Spectre dynamique d'une série

Masses et orbites des étoiles binaires

Nébuleuses et galaxies



Tracé de la vitesse des binaires

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

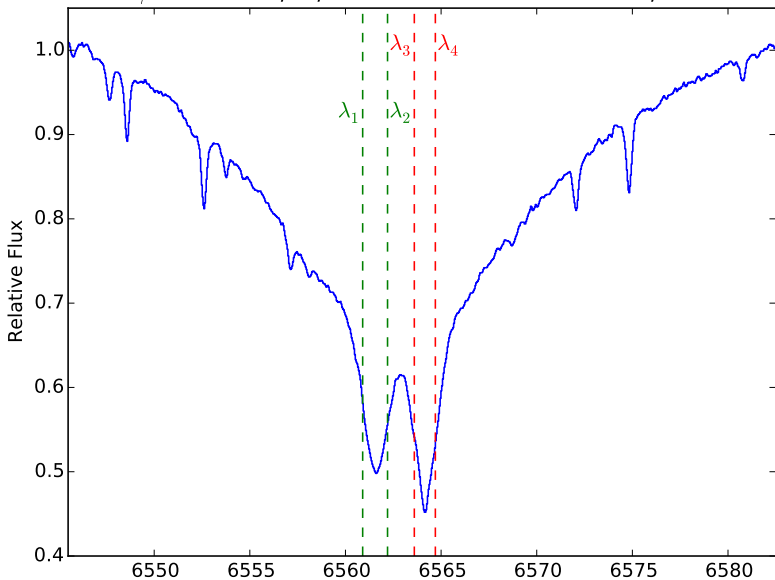
La danse des
étoiles

Spectre dynamique
d'une série

**Masses et orbites des
étoiles binaires**

Nébuleuses et
galaxies

β Aur - 2019/02/24.764 - C8 + Lhires3 2400 l/mm



Calcul des masses et rayons orbitaux

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Spectre dynamique
d'une série

Masses et orbites des
étoiles binaires

Nébuleuses et
galaxies

```
./rv_analysis.py bet_aur_date_phase_vr.csv 4
**** Binary spectroscopic stars Analyser (B. Mauclaire - 2019) ****

Vr1 half amplitude : 106.609232936 km/s
Vr2 half amplitude : 103.084453756 km/s
Vrad mean (binary system) : -14.3660026545 km/s
Period = 3.89926080184 d.

*** Case of circular orbits with  $i \sim 90^\circ$ :
M1 = 1.8314070425  $M_\odot$  ;  $r_1 = 0.0382107502172$  a.u. = 8.216539989  $R_\odot$ 
M2 = 1.89402856474  $M_\odot$  ;  $r_2 = 0.0369474031964$  a.u. = 7.94487975576  $R_\odot$ 
R =  $r_1+r_2 = 11243499.7164$  km = 0.0751581534137 a.u. = 16.1614197448  $R_\odot$ 
M2/M1 = 1.0341931208 ; M1/M2= 0.966937392916

*** Case of elliptic orbit with given excentricity e:
Excentricity used for computation: 0
M1sini3 = 1.8314070425  $M_\odot$ 
a1sini = 5716246.87035 km = 0.0382107502172 a.u. = 8.216539989  $R_\odot$ 
M2sini3 = 1.89402856474  $M_\odot$ 
a2sini = 5527252.84608 km = 0.0369474031964 a.u. = 7.94487975576  $R_\odot$ 
M2/M1 = 1.0341931208 ; M1/M2= 0.966937392916
```

5. Nébuleuses et galaxies

1. Vitesse d'éloignement du quasar 3C273

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- 3C273, kesako ?

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- 3C273, kesako ?
- 3C273 ($m_v=12,5$) fut le premier quasar identifié en 1964 comme tel et possède un décalage vers le rouge (redshift) de $z=0.1575$.

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

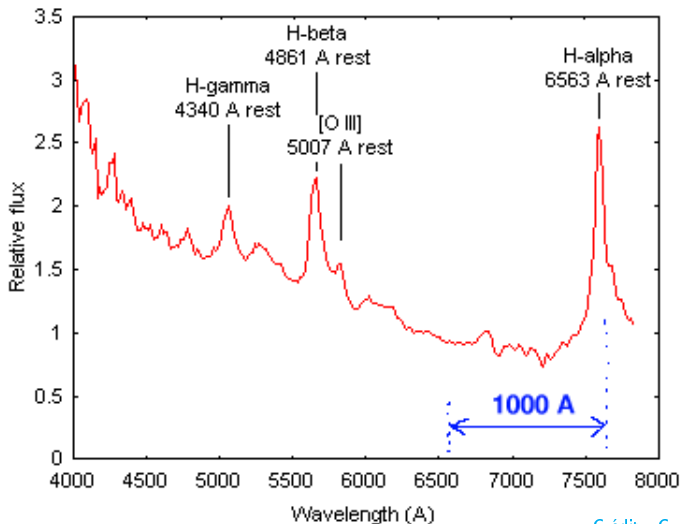
- 3C273, kesako ?
- 3C273 ($m_v=12,5$) fut le premier quasar identifié en 1964 comme tel et possède un décalage vers le rouge (redshift) de $z=0.1575$.
- Qu'est-ce qu'un quazar ?

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- 3C273, kesako ?
- 3C273 ($m_v=12,5$) fut le premier quasar identifié en 1964 comme tel et possède un décalage vers le rouge (redshift) de $z=0.1575$.
- Qu'est-ce qu'un quazar ?
- Ce sont des émetteurs de rayonnements ultraviolets et X très intenses.

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

3C273 - 23.07 / 04 / 2003 - LORIS + T600 Pic du Midi - 1440 s



Crédit : C. Buil

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 \AA par rapport à leur position au repos (rest).

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{réf}} = \frac{V_{radiale}}{c}$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{réf}} = \frac{V_{radiale}}{c}$

- Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{réf}} = \frac{V_{radiale}}{c}$

- Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et

$$z_{littérature} = 0.158$$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{V_{\text{radiale}}}{c}$

- Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et

$$z_{\text{littérature}} = 0.158$$

- Vitesse d'éloignement :

$$V_{\text{radiale}} = c \times z \approx 45711 \text{ km/s} !$$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{v_{\text{radiale}}}{c}$

- Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et

$z_{\text{littérature}} = 0.158$

- Vitesse d'éloignement :

$v_{\text{radiale}} = c \times z \approx 45711 \text{ km/s} !$

- Distance : $d = v_{\text{rad}} \times t_{\text{âge Univers}}$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{v_{\text{radiale}}}{c}$

- Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et

$$z_{\text{littérature}} = 0.158$$

- Vitesse d'éloignement :

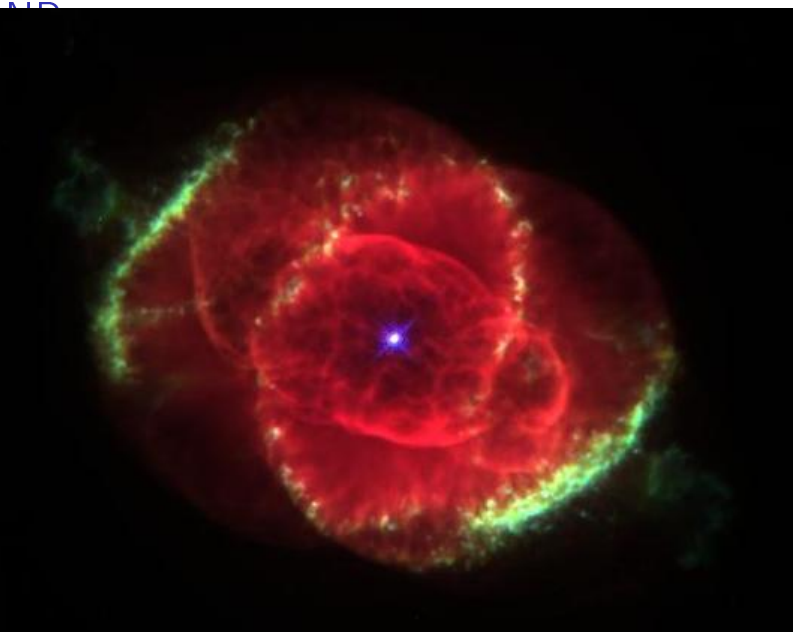
$$v_{\text{radiale}} = c \times z \approx 45711 \text{ km/s} !$$

- Distance : $d = v_{\text{rad}} \times t_{\text{âge Univers}}$

$$d \approx (4,6 * 10^4 \times 3 * 10^5) \times 13,1 * 10^9 \approx 2 \text{ M a.l.}$$

2. Température et densité électronique des NP

Température et densité électronique des



Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

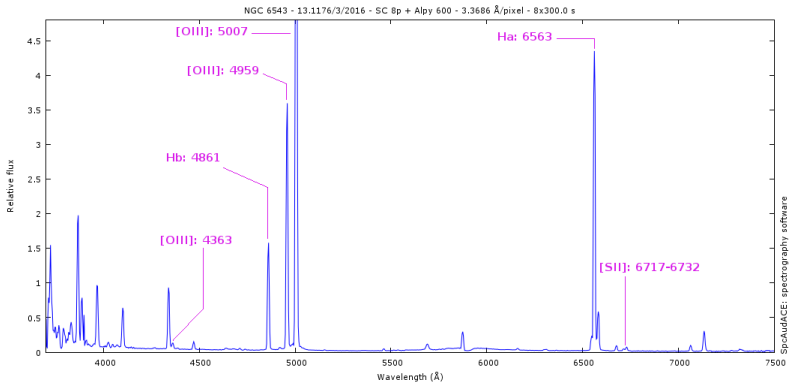
La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies

Vitesse d'éloignement
du quasar 3C273

**Température et densité
électronique des NP**

Spectre de la nébuleuse planétaire (NP) - NGC 6543 :



Température et densité électronique (NP)

1. Dérougement du spectre (extinction interstellaire du bleu) :

Température et densité électronique (NP)

1. Dérouillage du spectre (extinction interstellaire du bleu) :

▶ `spc_derreddening nom_spectre
largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`

Température et densité électronique (NP)

1. Déroutissement du spectre (extinction interstellaire du bleu) :

- ▶ `spc_derreddening nom_spectre
largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`
- ▶ La largeur est à mesurer sur la base de la raie.

Température et densité électronique (NP)

1. Dérouillage du spectre (extinction interstellaire du bleu) :

- ▶ `spc_derreddening nom_spectre
largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`
- ▶ La largeur est à mesurer sur la base de la raie.
- ▶ Essais en faisant varier la largeur jusqu'à obtenir le coefficient d'extinction de l'astre repéré en bibliographie.

Température et densité électronique (NP)

1. Déroutissement du spectre (extinction interstellaire du bleu) :
 - ▶ `spc_dereddening nom_spectre largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`
 - ▶ La largeur est à mesurer sur la base de la raie.
 - ▶ Essais en faisant varier la largeur jusqu'à obtenir le coefficient d'extinction de l'astre repéré en bibliographie.
2. Mesure de T_e et N_e sur le spectre dérouté :

Température et densité électronique (NP)

1. Déroutissement du spectre (extinction interstellaire du bleu) :
 - ▶ `spc_dereddening nom_spectre
largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`
 - ▶ La largeur est à mesurer sur la base de la raie.
 - ▶ Essais en faisant varier la largeur jusqu'à obtenir le coefficient d'extinction de l'astre repéré en bibliographie.
2. Mesure de T_e et N_e sur le spectre dérouté :
 - ▶ `spc_tene spectre_derougit
largeur_raies_4959-5007
largeur_raies_4363 largeur_6717
largeur_6732`

Température et densité électronique (NP)

1. Déroutissement du spectre (extinction interstellaire du bleu) :
 - ▶ `spc_dereddening nom_spectre
largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`
 - ▶ La largeur est à mesurer sur la base de la raie.
 - ▶ Essais en faisant varier la largeur jusqu'à obtenir le coefficient d'extinction de l'astre repéré en bibliographie.
2. Mesure de T_e et N_e sur le spectre dérouté :
 - ▶ `spc_tene spectre_derougit
largeur_raies_4959-5007
largeur_raies_4363 largeur_6717
largeur_6732`
 - ▶ Modifier la largeur d'intégration des raies [SII] de façon à diminuer l'incertitude.

Température et densité électronique (NP)

1. Déroutissement du spectre (extinction interstellaire du bleu) :
 - ▶ `spc_dereddening nom_spectre
largeur_Ha_Hb ?largeur_Hb?`
 - ▶ La largeur est à mesurer sur la base de la raie.
 - ▶ Essais en faisant varier la largeur jusqu'à obtenir le coefficient d'extinction de l'astre repéré en bibliographie.
2. Mesure de T_e et N_e sur le spectre dérouté :
 - ▶ `spc_tene spectre_deroutit
largeur_raies_4959-5007
largeur_raies_4363 largeur_6717
largeur_6732`
 - ▶ Modifier la largeur d'intégration des raies [SII] de façon à diminuer l'incertitude.
3. Comparer les valeurs à celles de la littérature en tenant compte de l'incertitude obtenue.

Température et densité électronique (NP)

- 1) `spc_dereddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15

Température et densité électronique (NP)

- 1) `spc_dereddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15
- # Initials flux: Ha=527.67 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A ;
Ha/Hb=3.48
Deredded flux: Ha=432.37 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A
Balmer decrement: Ha/Hb=2.85 ; d34_theoric=2.85
Interstellar extinction coefficient: c=0.261622830469 ;
E(B-V)=0.179193719499 (*C_{litterature} = 0.3 ± 0.1*)
Dereddened spectrum: `ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`

Température et densité électronique (NP)

- 1) `spc_derreddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15
- # Initials flux: Ha=527.67 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A ;
Ha/Hb=3.48
Dereddaded flux: Ha=432.37 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A
Balmer decrement: Ha/Hb=2.85 ; d34_theoric=2.85
Interstellar extinction coefficient: c=0.261622830469 ;
E(B-V)=0.179193719499 (*C_{litterature} = 0.3 ± 0.1*)
Dereddened spectrum: `ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
- 2a) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 12 12

Température et densité électronique (NP)

- 1) `spc_dereddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15
 - # Initials flux: Ha=527.67 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A ;
Ha/Hb=3.48
 - # Deredded flux: Ha=432.37 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A
 - # Balmer decrement: Ha/Hb=2.85 ; d34_theoric=2.85
 - # Interstellar extinction coefficient: c=0.261622830469 ;
E(B-V)=0.179193719499 (*C_{litterature} = 0.3 ± 0.1*)
 - # Dereddened spectrum: `ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
- 2a) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 12 12
 - # R(OIII)=236.809862552 ; Te=9825 +/- 436 K
 - # R(SII)=0.53595464573 ; Ne=7625 +/- 2905 cm⁻³

Température et densité électronique (NP)

- 1) `spc_dereddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15
- # Initials flux: Ha=527.67 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A ;
Ha/Hb=3.48
Deredded flux: Ha=432.37 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A
Balmer decrement: Ha/Hb=2.85 ; d34_theoric=2.85
Interstellar extinction coefficient: c=0.261622830469 ;
E(B-V)=0.179193719499 (*C_{litterature} = 0.3 ± 0.1*)
Dereddened spectrum: `ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
- 2a) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 12 12
- # R(OIII)=236.809862552 ; Te=9825 +/- 436 K
R(SII)=0.53595464573 ; Ne=7625 +/- 2905 cm⁻³
- 2b) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 10 10

Température et densité électronique (NP)

- 1) `spc_derreddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15
 - # Initials flux: Ha=527.67 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A ;
Ha/Hb=3.48
 - # Deredded flux: Ha=432.37 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A
 - # Balmer decrement: Ha/Hb=2.85 ; d34_theoric=2.85
 - # Interstellar extinction coefficient: c=0.261622830469 ;
E(B-V)=0.179193719499 (*C_{litterature} = 0.3 ± 0.1*)
 - # Dereddened spectrum: `ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
- 2a) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 12 12
 - # R(OIII)=236.809862552 ; Te=9825 +/- 436 K
 - # R(SII)=0.53595464573 ; Ne=7625 +/- 2905 cm⁻³
- 2b) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 10 10
 - # R(OIII)=236.809862552 ; Te=9825 +/- 436 K
 - # R(SII)=0.53595464573 ; Ne=7625 +/- 1610 cm⁻³

Température et densité électronique (NP)

Comment faire
de
l'astrophysique
depuis son jardin

B. Mauclaire

Faisons parler la
lumière

Analyser les
étoiles

Les pulsations
des étoiles

La danse des
étoiles

Nébuleuses et
galaxies

Vitesse d'éloignement
du quasar 3C273

Température et densité
électronique des NP

- 1) `spc_derreddening ngc_6543_20160313_1176.fit`
22 15
 - # Initials flux: Ha=527.67 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A ;
Ha/Hb=3.48
 - # Deredded flux: Ha=432.37 ADU.A ; Hb=151.68 ADU.A
 - # Balmer decrement: Ha/Hb=2.85 ; d34_theoric=2.85
 - # Interstellar extinction coefficient: c=0.261622830469 ;
E(B-V)=0.179193719499 (*C_{jitterature} = 0.3 ± 0.1*)
 - # Dereddened spectrum: `ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
- 2a) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 12 12
 - # R(OIII)=236.809862552 ; Te=9825 +/- 436 K
 - # R(SII)=0.53595464573 ; Ne=7625 +/- 2905 cm⁻³
- 2b) `spc_tene ngc_6543_20160313_1176_dered.fit`
17 15 10 10
 - # R(OIII)=236.809862552 ; Te=9825 +/- 436 K
 - # R(SII)=0.53595464573 ; Ne=7625 +/- 1610 cm⁻³
- 3) *T_e_{jitterature} = 9600 K ; N_e_{jitterature} = (5 ± 3) · 10³ cm⁻³*

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots clé ou log.

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots clé ou log.
- Les outils de mesure doivent produire une estimation de son erreur.

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots clé ou log.
- Les outils de mesure doivent produire une estimation de son erreur.
- Lire des publications sur la cible étudiée pour connaître la signification des grandeurs mesurées.

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots clé ou log.
- Les outils de mesure doivent produire une estimation de son erreur.
- Lire des publications sur la cible étudiée pour connaître la signification des grandeurs mesurées.
- Se concentrer sur un logiciel de manipulation de spectres pour le connaître à fond.

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots clé ou log.
- Les outils de mesure doivent produire une estimation de son erreur.
- Lire des publications sur la cible étudiée pour connaître la signification des grandeurs mesurées.
- Se concentrer sur un logiciel de manipulation de spectres pour le connaître à fond.
- Connaître quelques langages de scripting : Gnuplot, Python, ...

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline
- Éviter les interventions de l'opérateur : gain de temps et de fiabilité.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots clé ou log.
- Les outils de mesure doivent produire une estimation de son erreur.
- Lire des publications sur la cible étudiée pour connaître la signification des grandeurs mesurées.
- Se concentrer sur un logiciel de manipulation de spectres pour le connaître à fond.
- Connaître quelques langages de scripting : Gnuplot, Python, ...
- À vous de jouer !