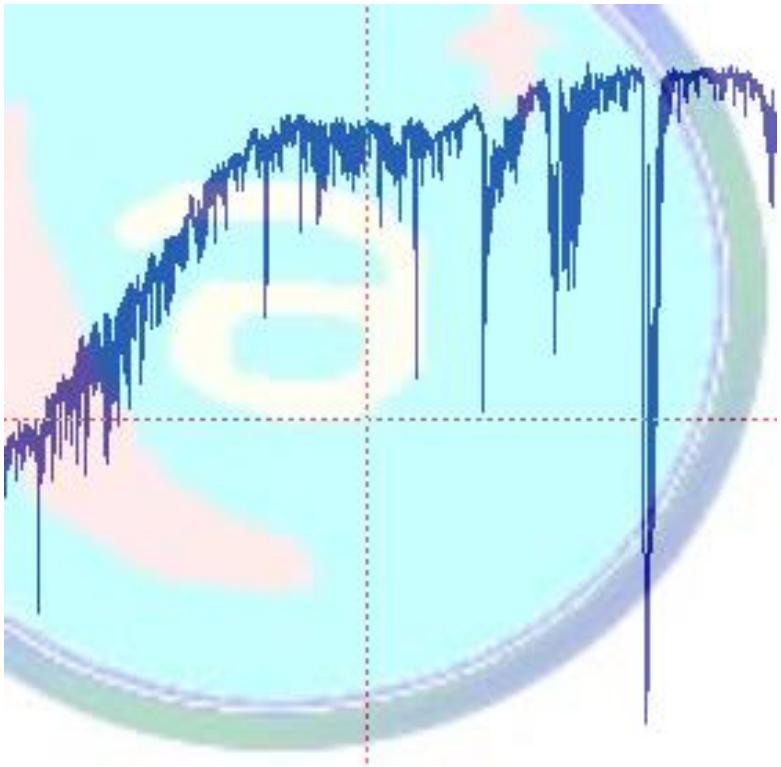
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Principes de la réduction et de l'analyse des spectres

B. Mauclaire



28 *septembre* 2013

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.
- Les travaux des professionnels utilisent les spectres des amateurs : vingtaines de publications (δ Sco, ϵ Aur, HD57682, ...).

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.
- Les travaux des professionnels utilisent les spectres des amateurs : vingtaines de publications (δ Sco, ϵ Aur, HD57682, ...).
- Nécessité de formation et de standardisation des procédés.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.
- Les travaux des professionnels utilisent les spectres des amateurs : vingtaines de publications (δ Sco, ϵ Aur, HD57682, ...).
- Nécessité de formation et de standardisation des procédés.
- Nous allons voir :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.
- Les travaux des professionnels utilisent les spectres des amateurs : vingtaines de publications (δ Sco, ϵ Aur, HD57682, ...).
- Nécessité de formation et de standardisation des procédés.
- Nous allons voir :
  1. Les défauts à corriger dans les spectres.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.
- Les travaux des professionnels utilisent les spectres des amateurs : vingtaines de publications (δ Sco, ϵ Aur, HD57682, ...).
- Nécessité de formation et de standardisation des procédés.
- Nous allons voir :
  1. Les défauts à corriger dans les spectres.
  2. Les méthodes de réduction des spectres.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Introduction

- Les amateurs sont aujourd'hui équipés et de CCD et de spectroscopes : Shelyak, L200, Dado, ...
- Les spectroscopes et CCD : présentent des défauts optiques et numériques intrinsèques.
- Les travaux des professionnels utilisent les spectres des amateurs : vingtaines de publications (δ Sco, ϵ Aur, HD57682, ...).
- Nécessité de formation et de standardisation des procédés.
- Nous allons voir :
  1. Les défauts à corriger dans les spectres.
  2. Les méthodes de réduction des spectres.
  3. L'exploitation astrophysique sur des séries de spectres.

Introduction

ABC de la réduction des spectres

Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines

Exploitation astrophysique de vos spectres

Conclusion

Compléments

ABC de la réduction des spectres

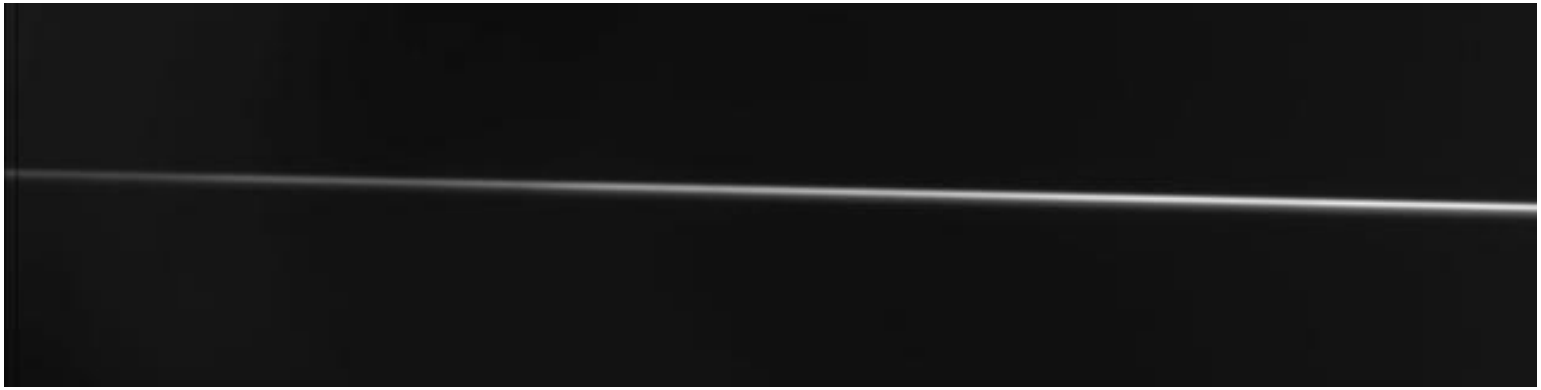
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Qu'obtient-on durant une nuit spectrale ?

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les déformations géométriques

CCD non parallèle au réseau ⇒ tilt :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les déformations géométriques

Fonctionnement hors axe des lentilles $\Rightarrow$ smile d'axe y :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

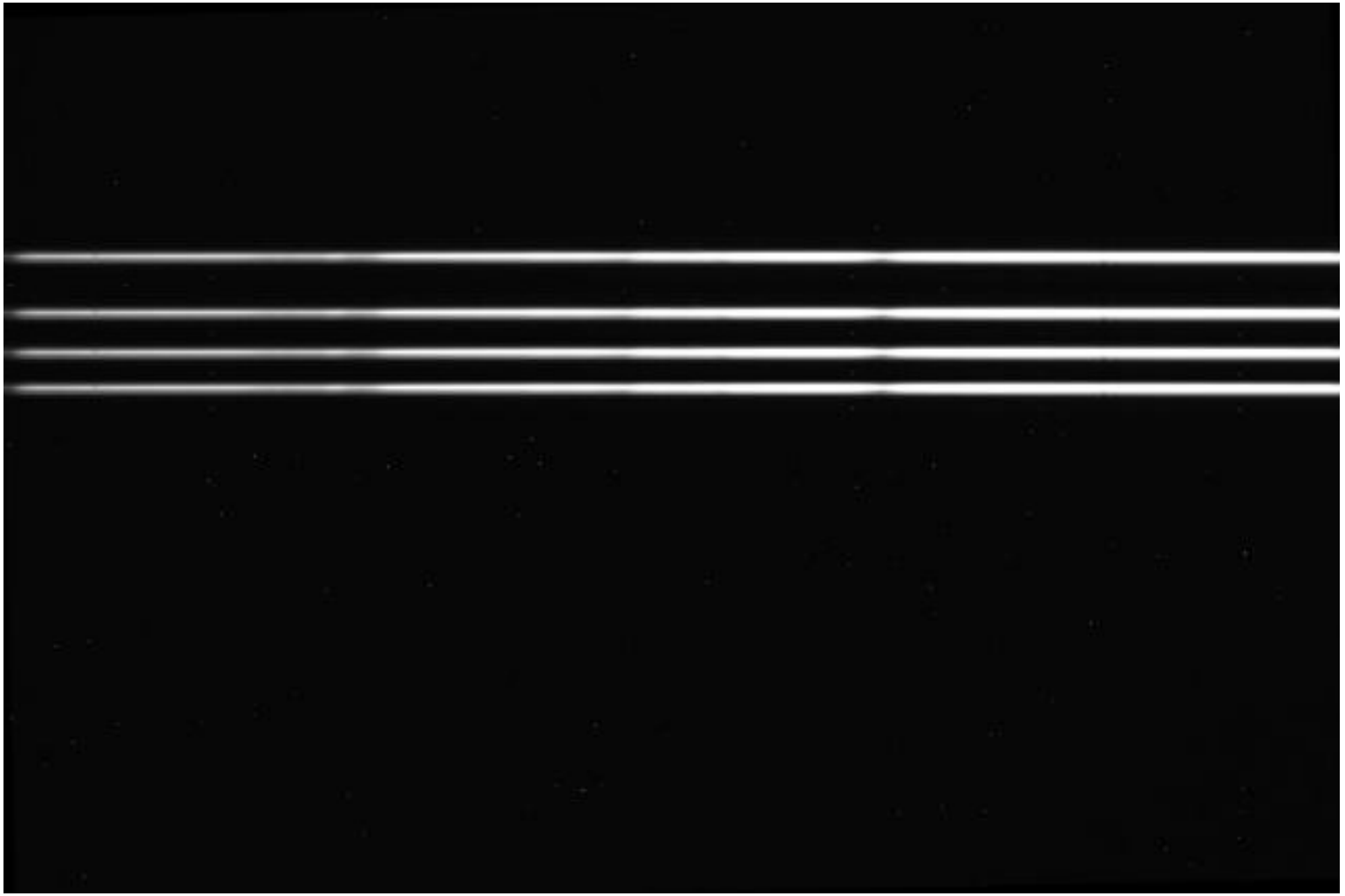
Les déformations géométriques

Fonctionnement hors axe des lentilles $\Rightarrow$ smile d'axe x :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les déformations géométriques

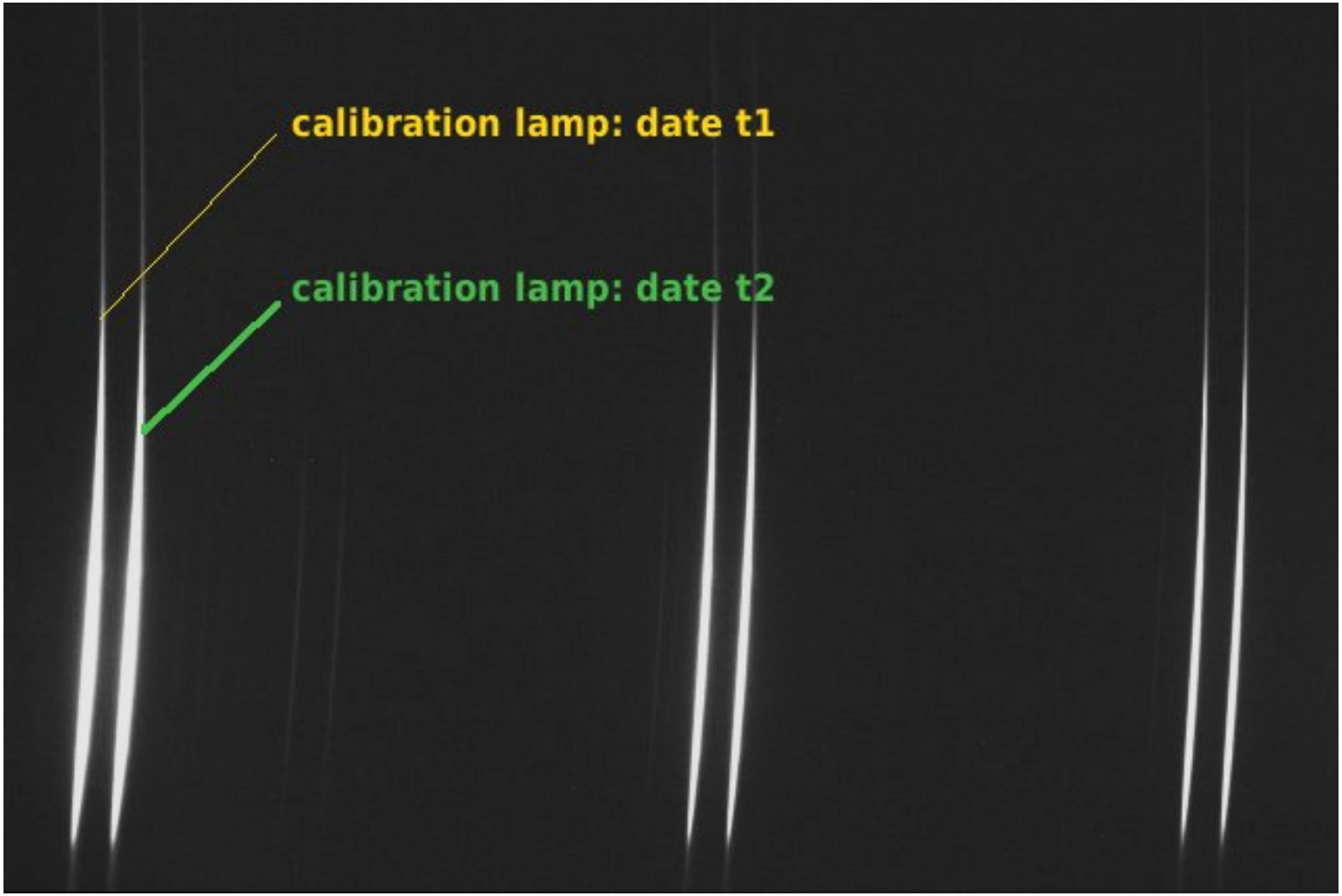
Déplacement de l'étoile le long de la fente ⇒ décalage vertical :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les déformations géométriques

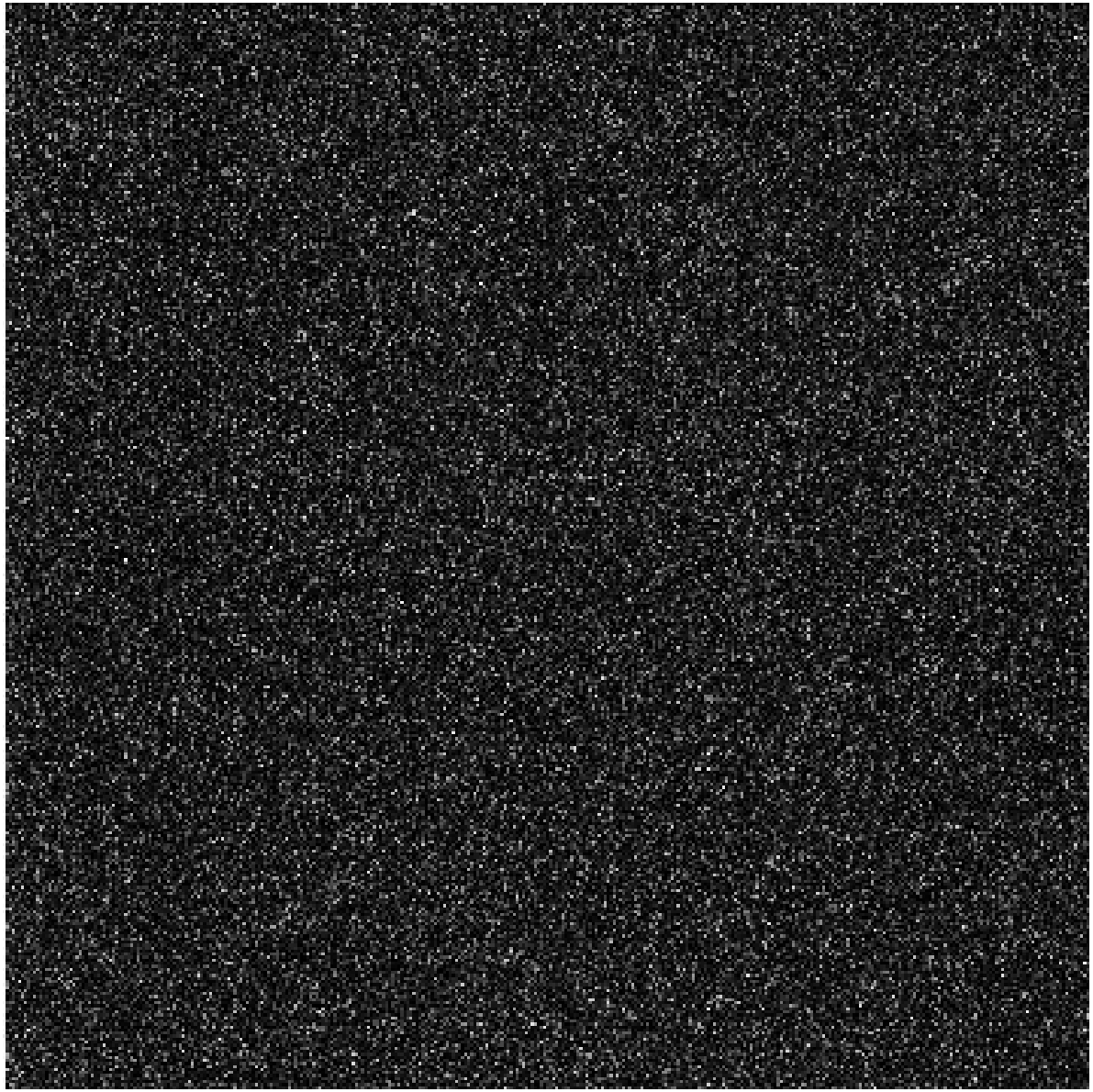
Flexions mécaniques prépondérantes ⇒ déplacement horizontal :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les effets liés au CCD

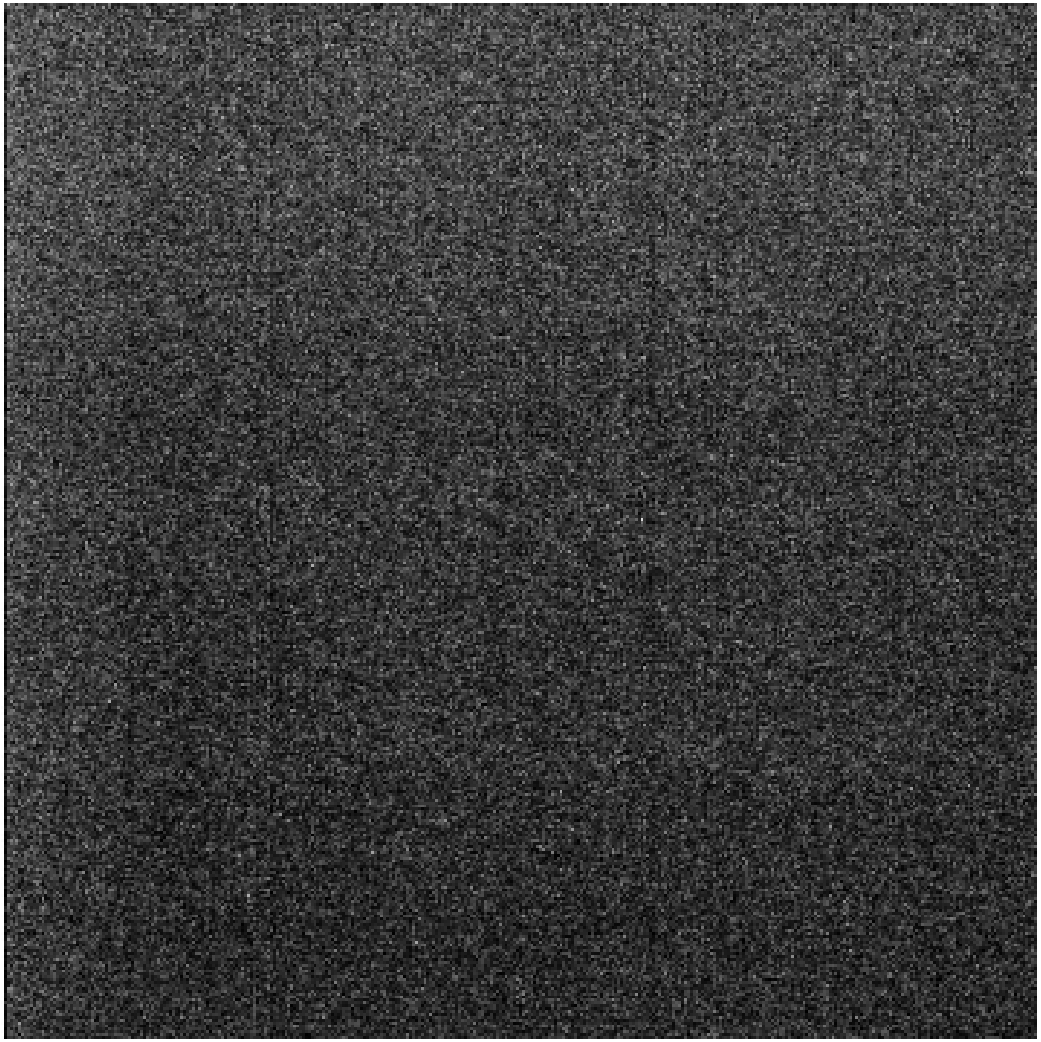
Bruit thermique → darks :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les effets liés au CCD

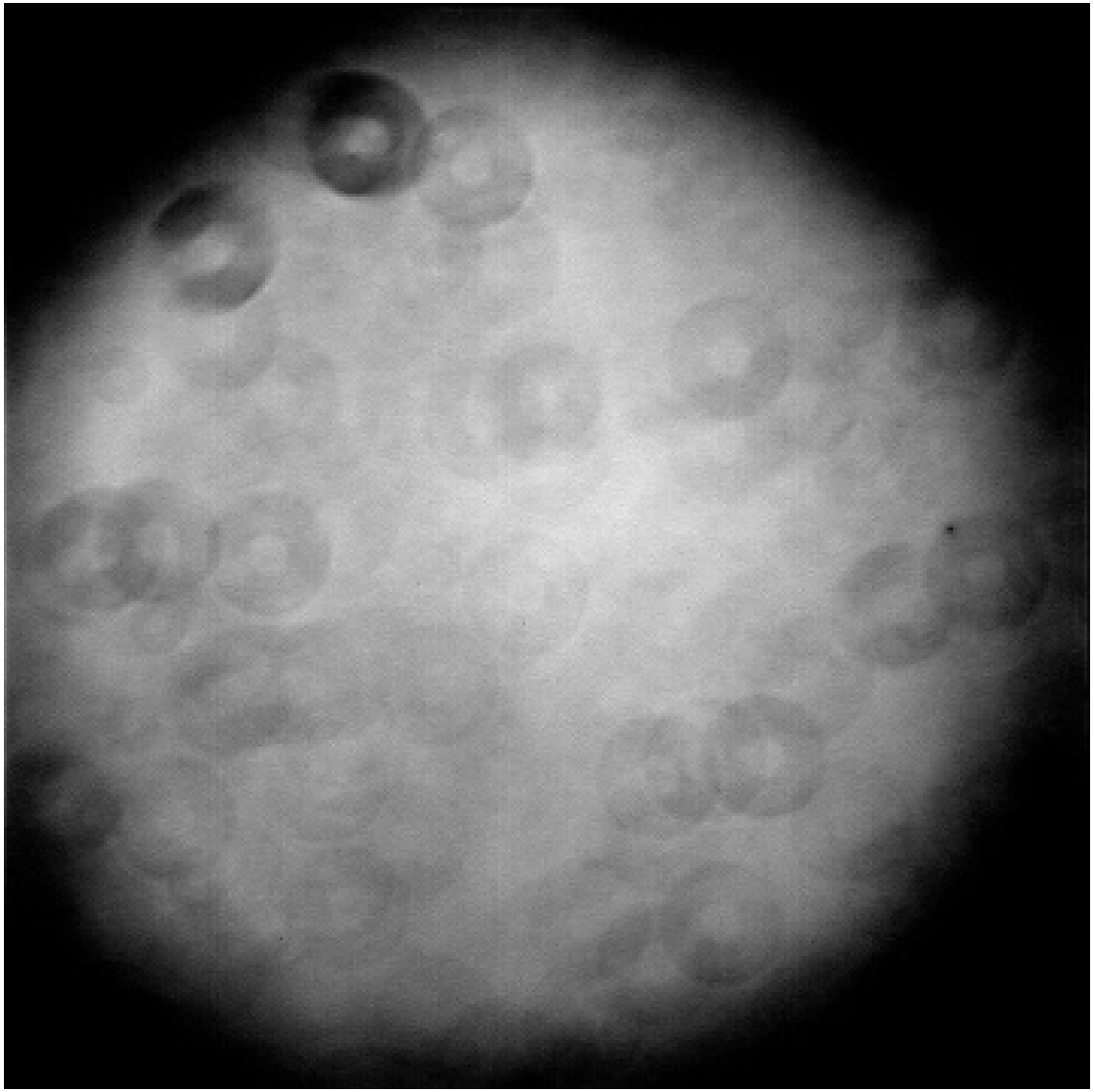
Courant électronique d'obscurité $\rightarrow$ offsets :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Les effets relatifs à l'éclairement

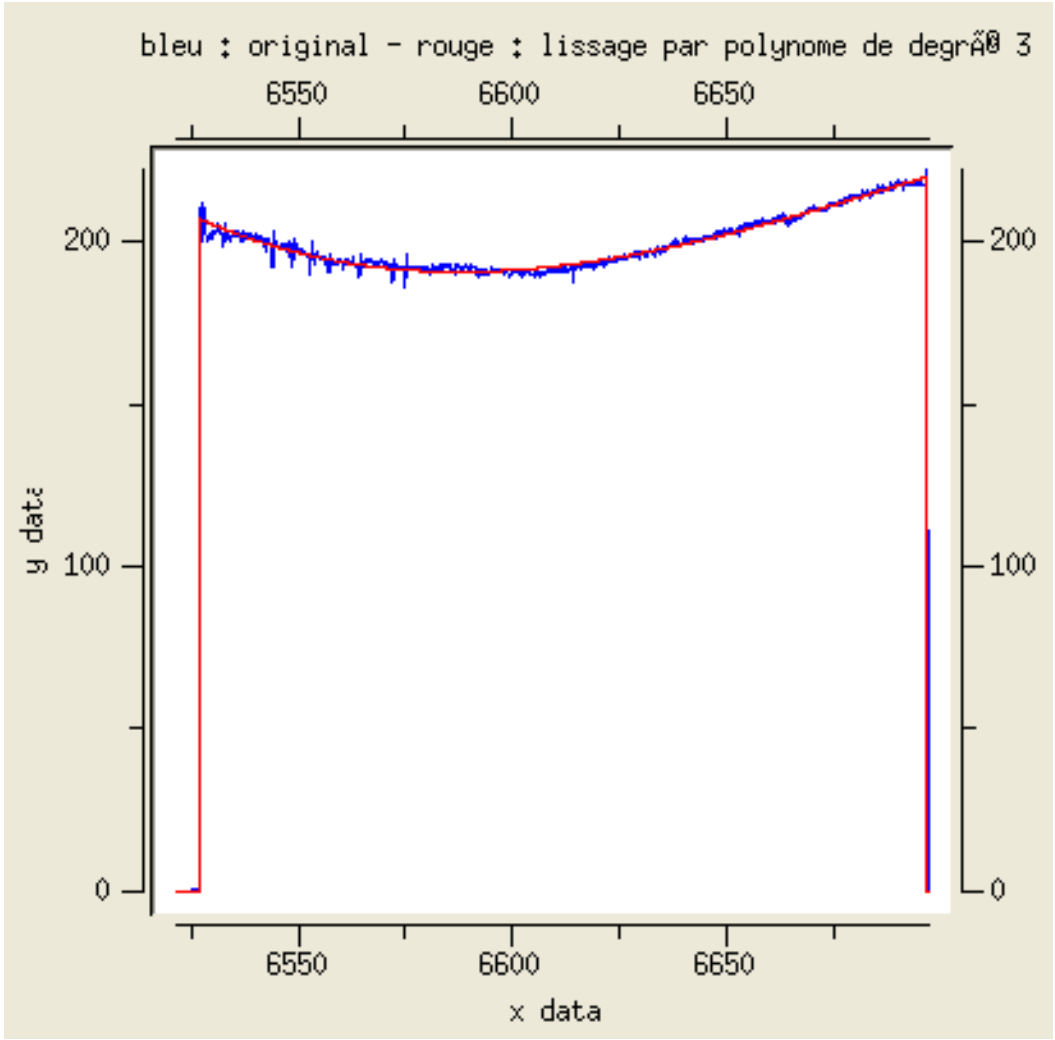
Vignetage, poussières et non linéarité CCD → PLU :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Réponse en longueur d'onde du spectroscope+CCD

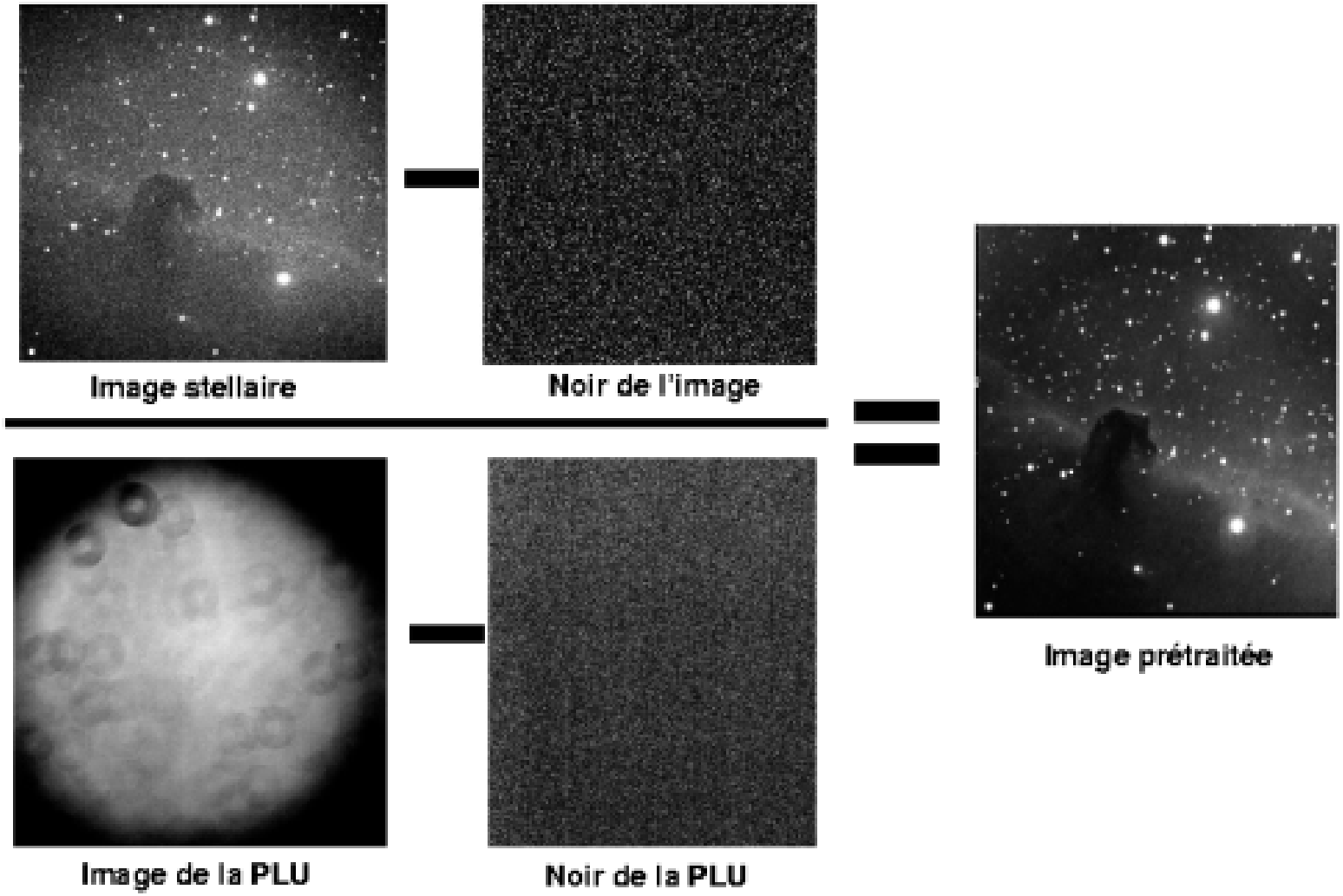
Réponse instrumentale :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Prétraitement des spectres

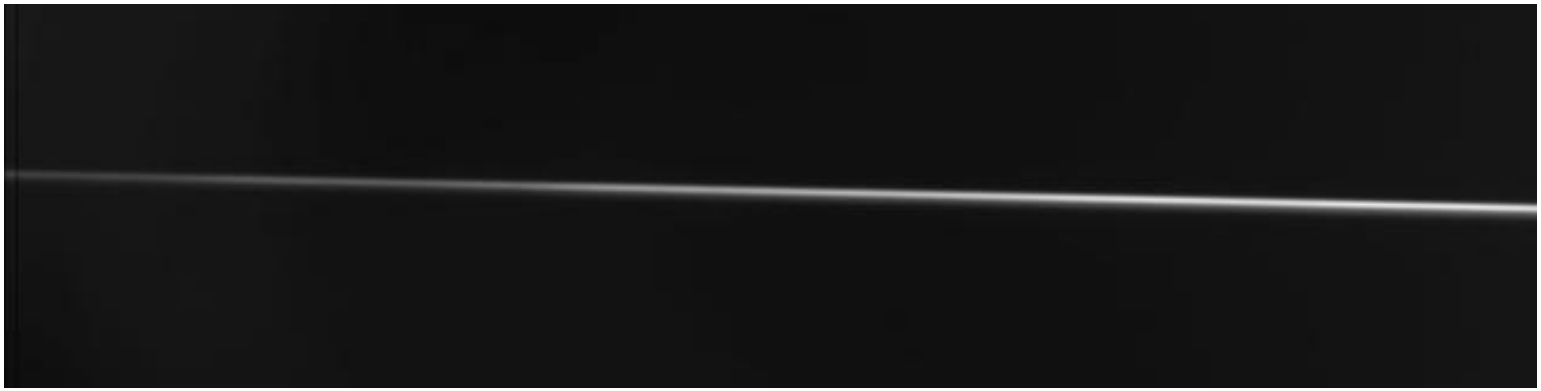
Étapes traditionnelles liées aux capteurs numériques fixés à une optique :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

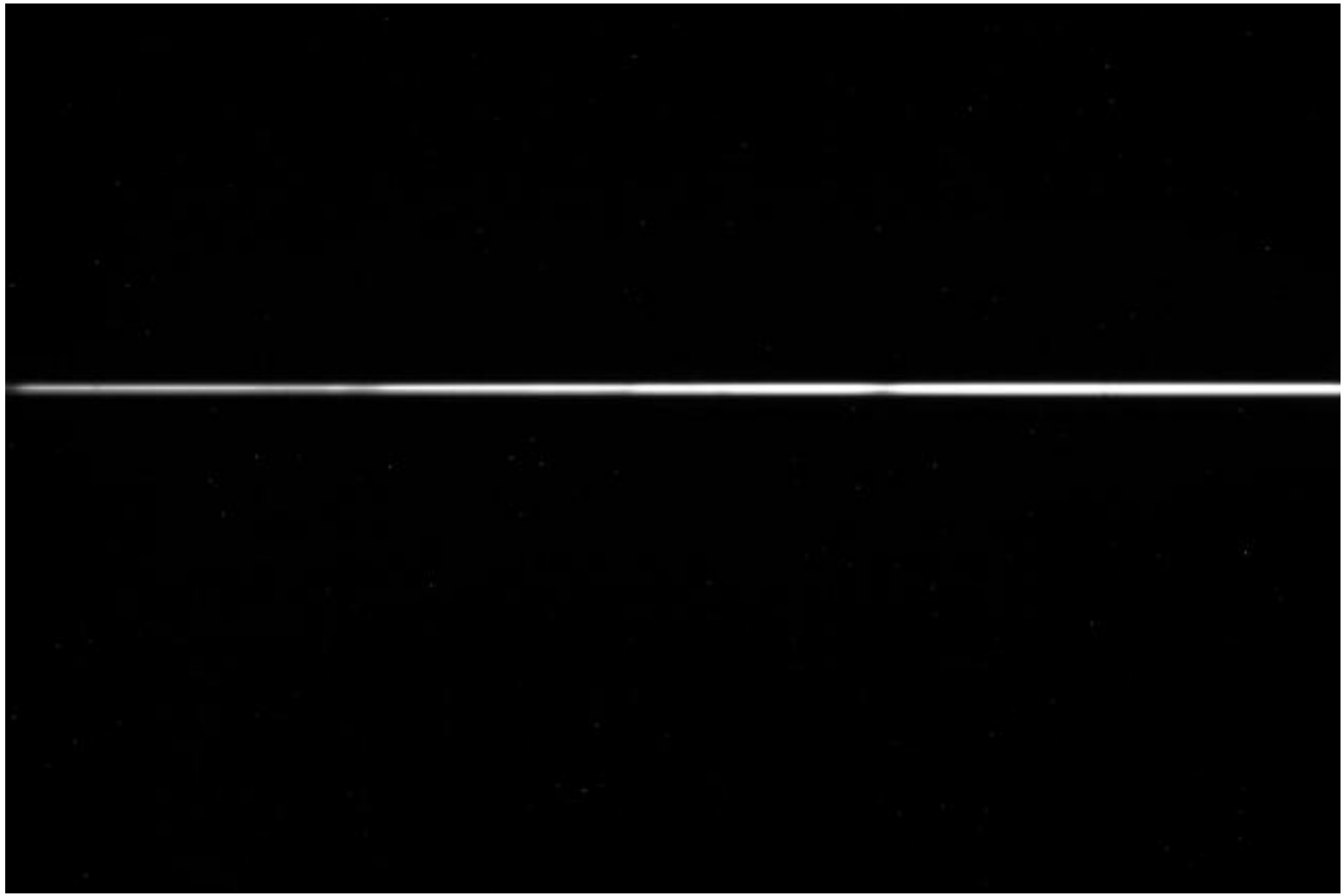
Le tilt :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

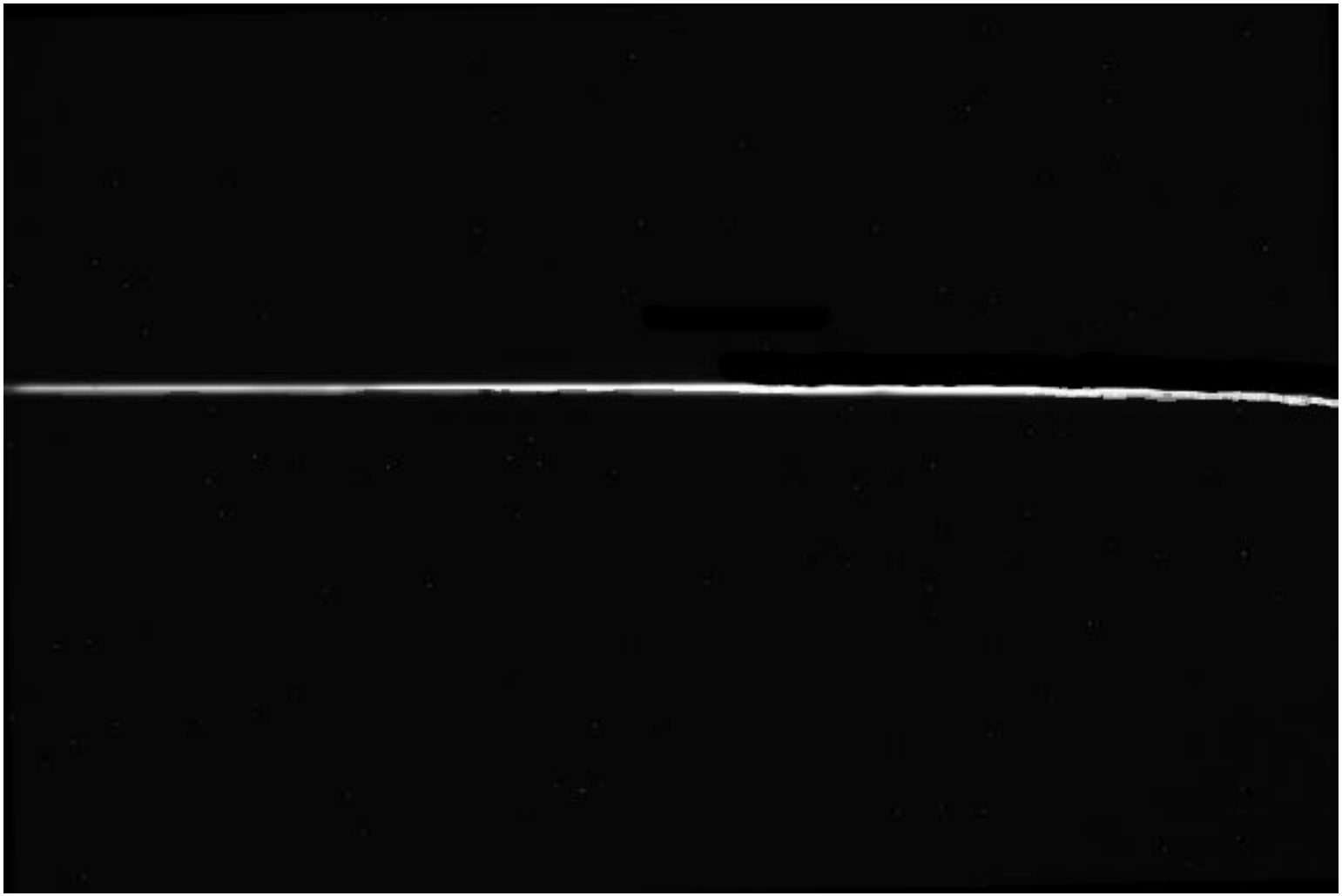
Le tilt : `spc_autotilt fichier_spectre_2d.fit`



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

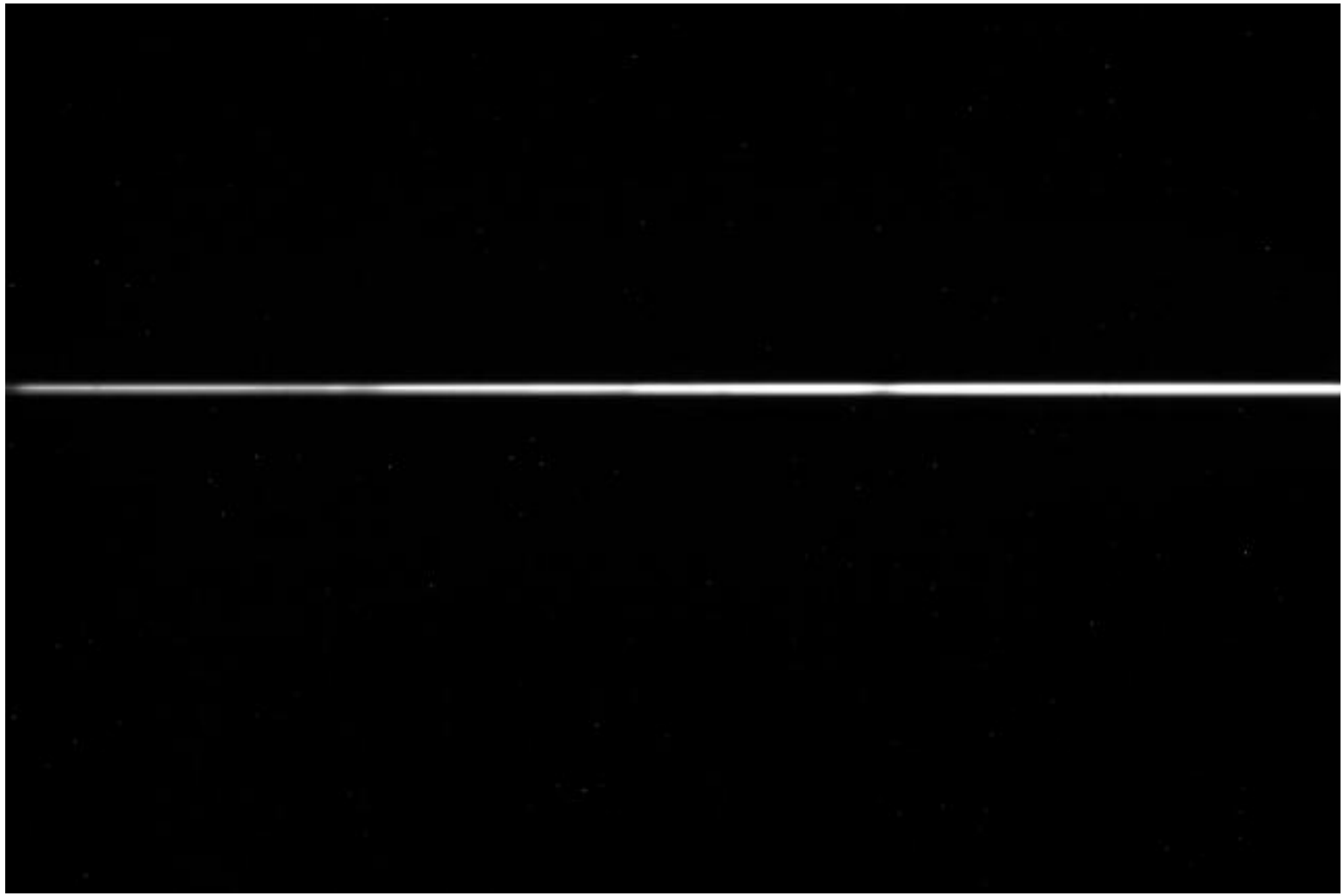
sinon le smile d'axe y :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

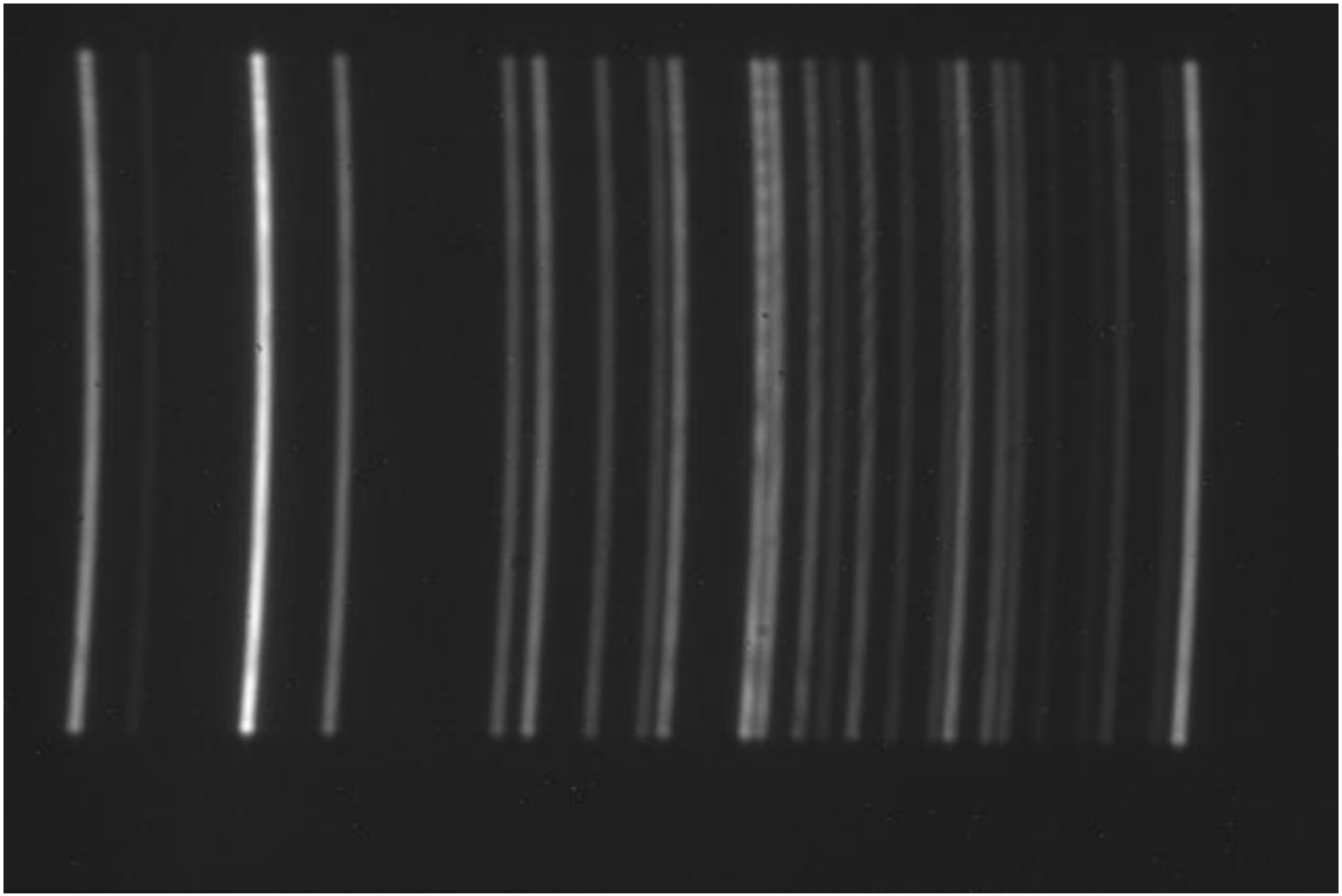
sinon le smile d'axe y : `spc_smiley fichier_spectre_2d.fit`



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

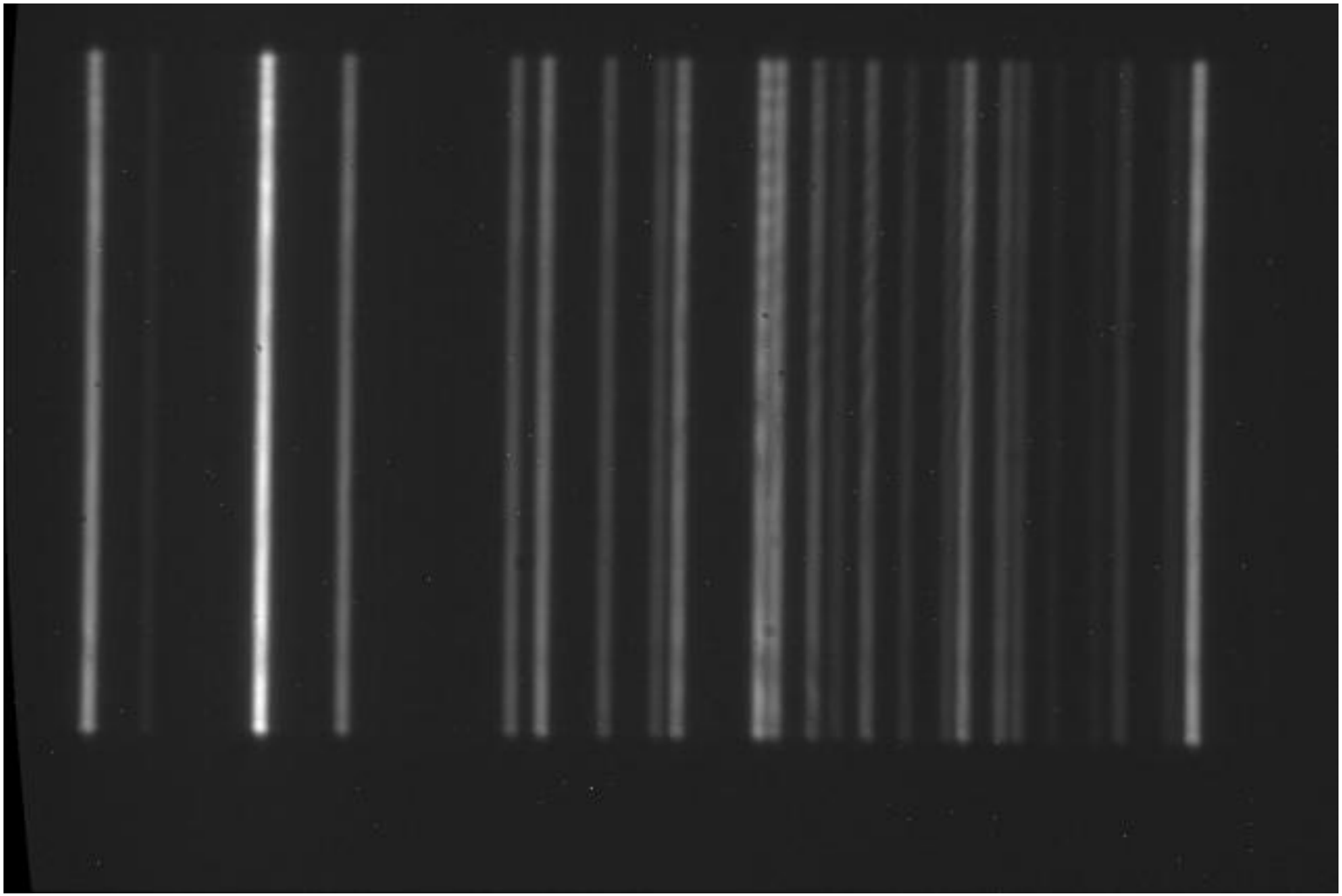
Le smile d'axe x :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

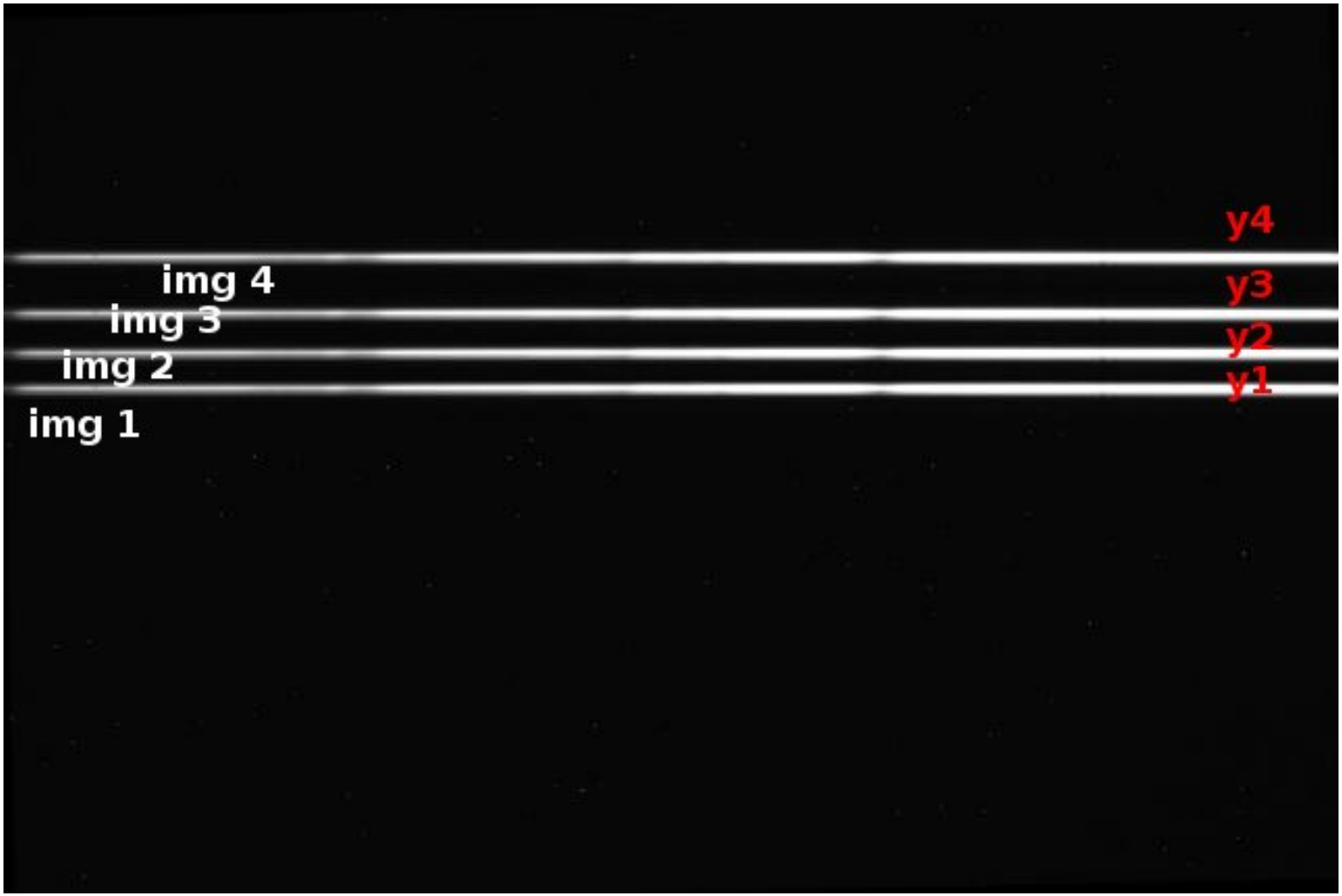
Le smile d'axe x : `spc_smilex spectre_lampe_calibration.fit`



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

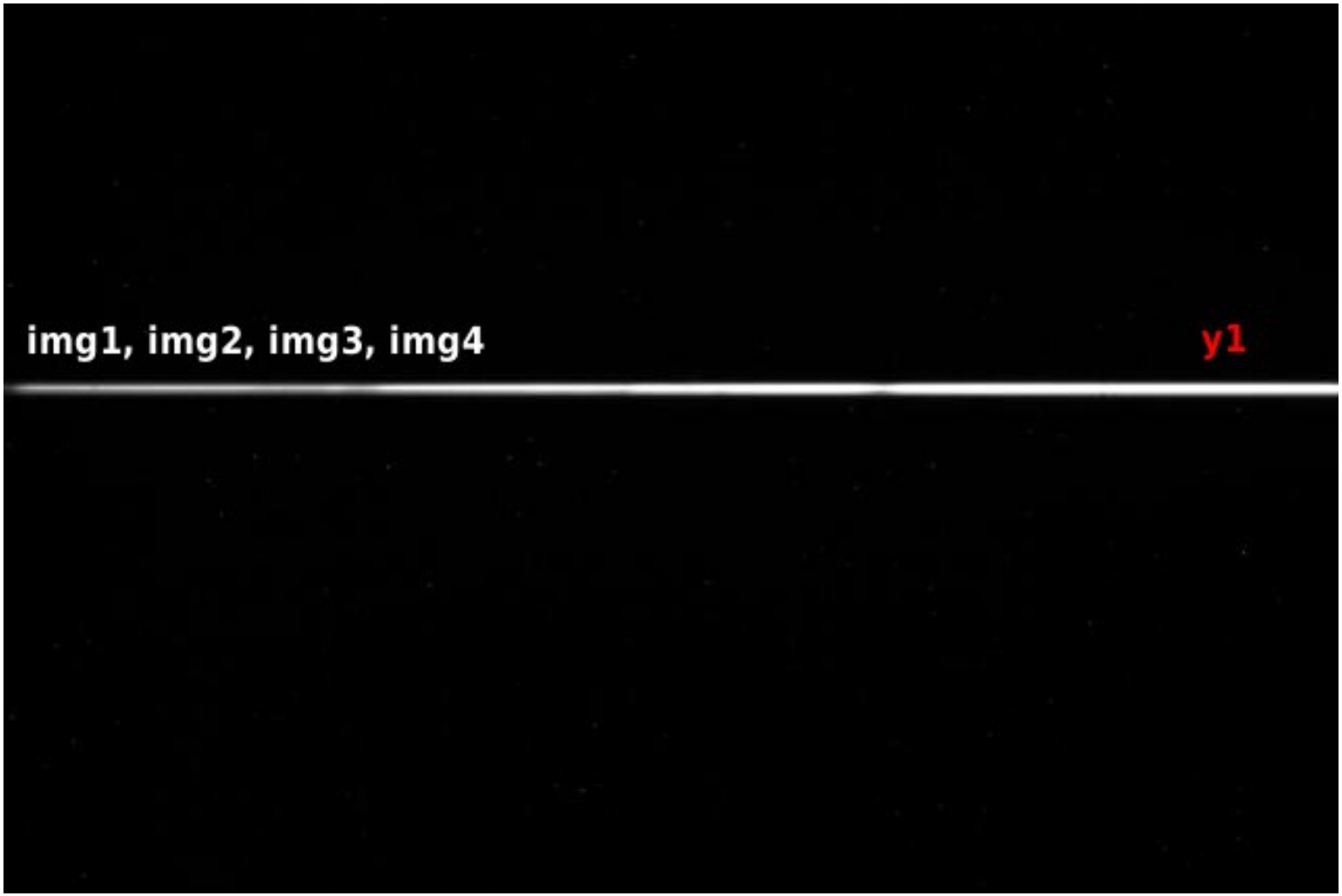
Recalage verticale :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Correction des déformations géométriques

Recalage verticale : `spc_register nom_générique_spectres_2d`



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.
- Plusieurs types de sommes selon les cas :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.
- Plusieurs types de sommes selon les cas :
  - somme simple : maximise le flux.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.
- Plusieurs types de sommes selon les cas :
  - somme simple : maximise le flux.
  - médiane : élimine les cosmics et pixels divergents, diminution du flux.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.
- Plusieurs types de sommes selon les cas :
  - somme simple : maximise le flux.
  - médiane : élimine les cosmics et pixels divergents, diminution du flux.
  - kappa-sigma : le meilleur des deux mondes avec réjection des pixels abérants, flux non maximal malgré tout.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.
- Plusieurs types de sommes selon les cas :
  - somme simple : maximise le flux.
  - médiane : élimine les cosmics et pixels divergents, diminution du flux.
  - kappa-sigma : le meilleur des deux mondes avec réjection des pixels abérants, flux non maximal malgré tout.
  - moyenne : sans intérêt.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Sommation des spectres 2D

- En 32 bits non signés.
- Plusieurs types de sommes selon les cas :
  - somme simple : maximise le flux.
  - médiane : élimine les cosmics et pixels divergents, diminution du flux.
  - kappa-sigma : le meilleur des deux mondes avec réjection des pixels abérants, flux non maximal malgré tout.
  - moyenne : sans intérêt.

Fonction SpcAudace :

```
spc_somme <nom_générique> ?méthode somme (addi/moy/sigmakappa/med)?
```

- Cas des time series : pas de sommation.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

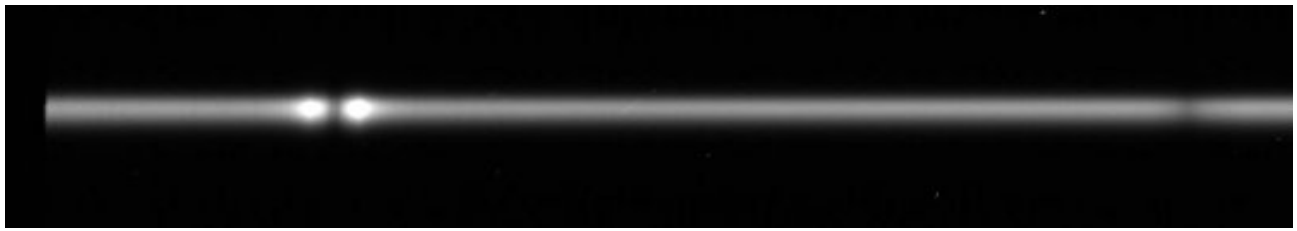
Extraction du profil de raies

Passage 2D-1D :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

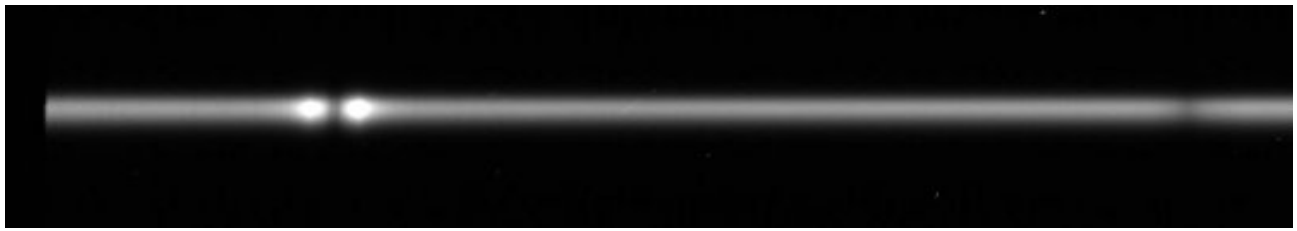
Passage 2D-1D :

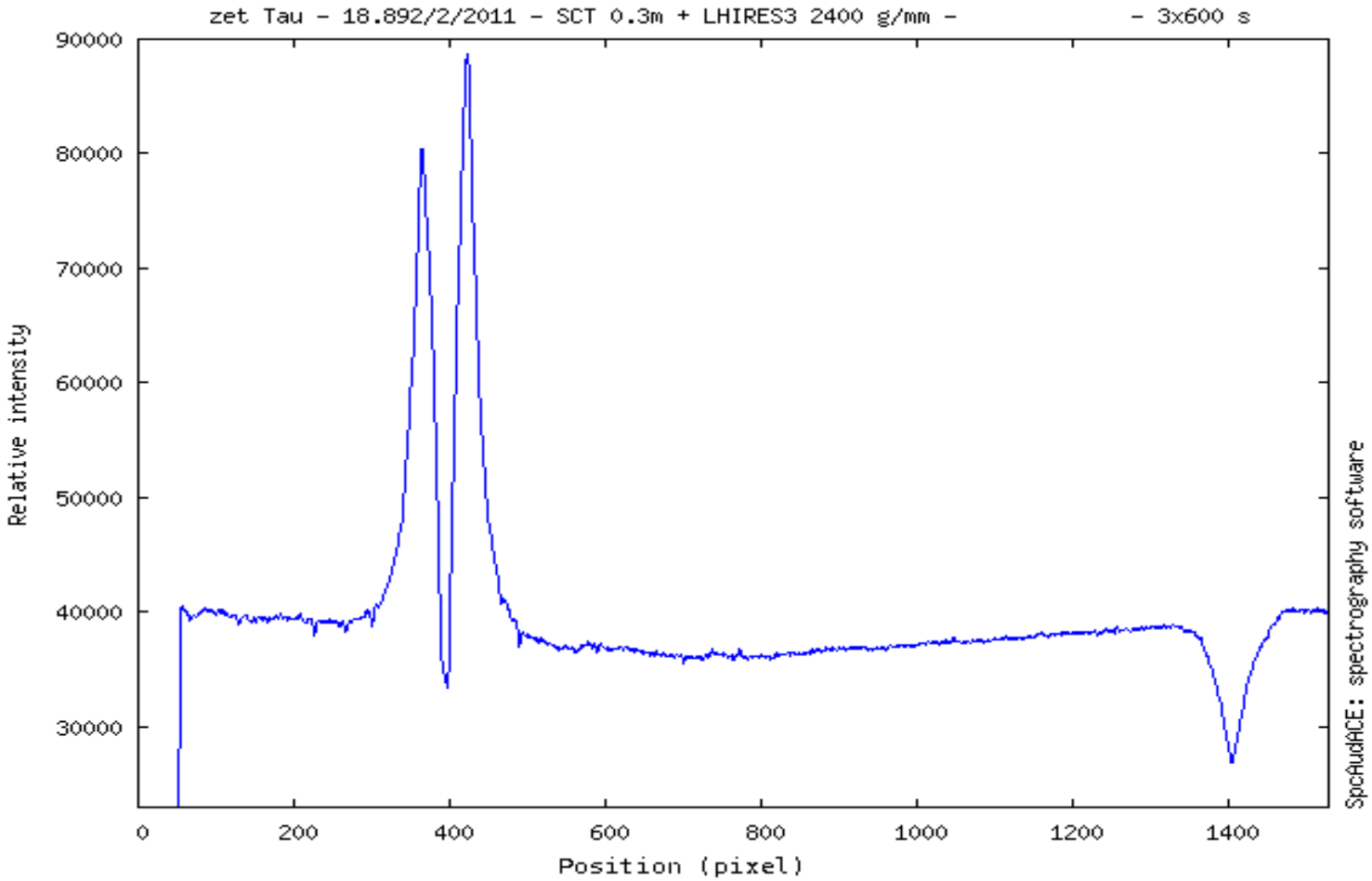


Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Passage 2D-1D :

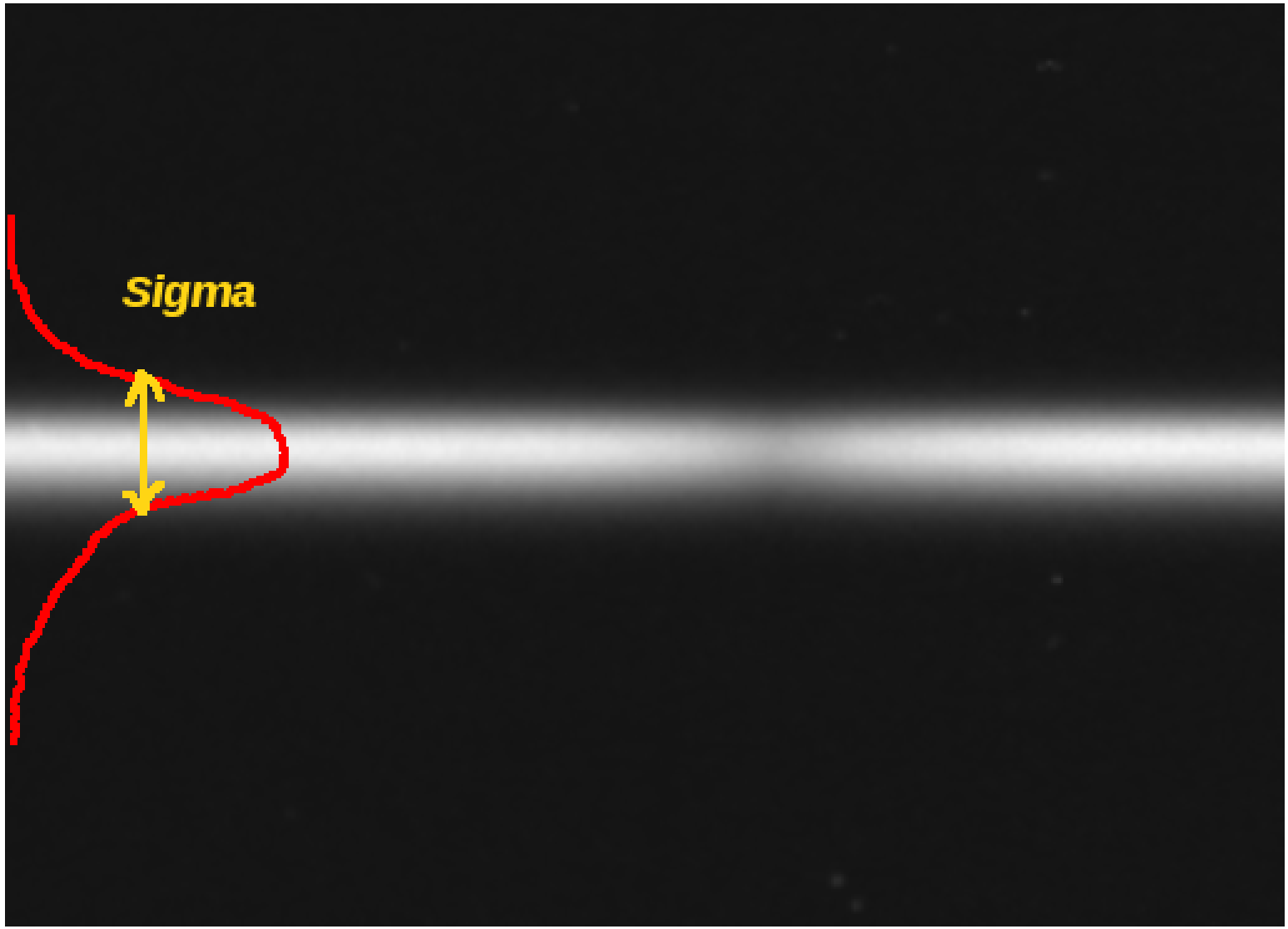




Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Détermination de la zone optimale de binning :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

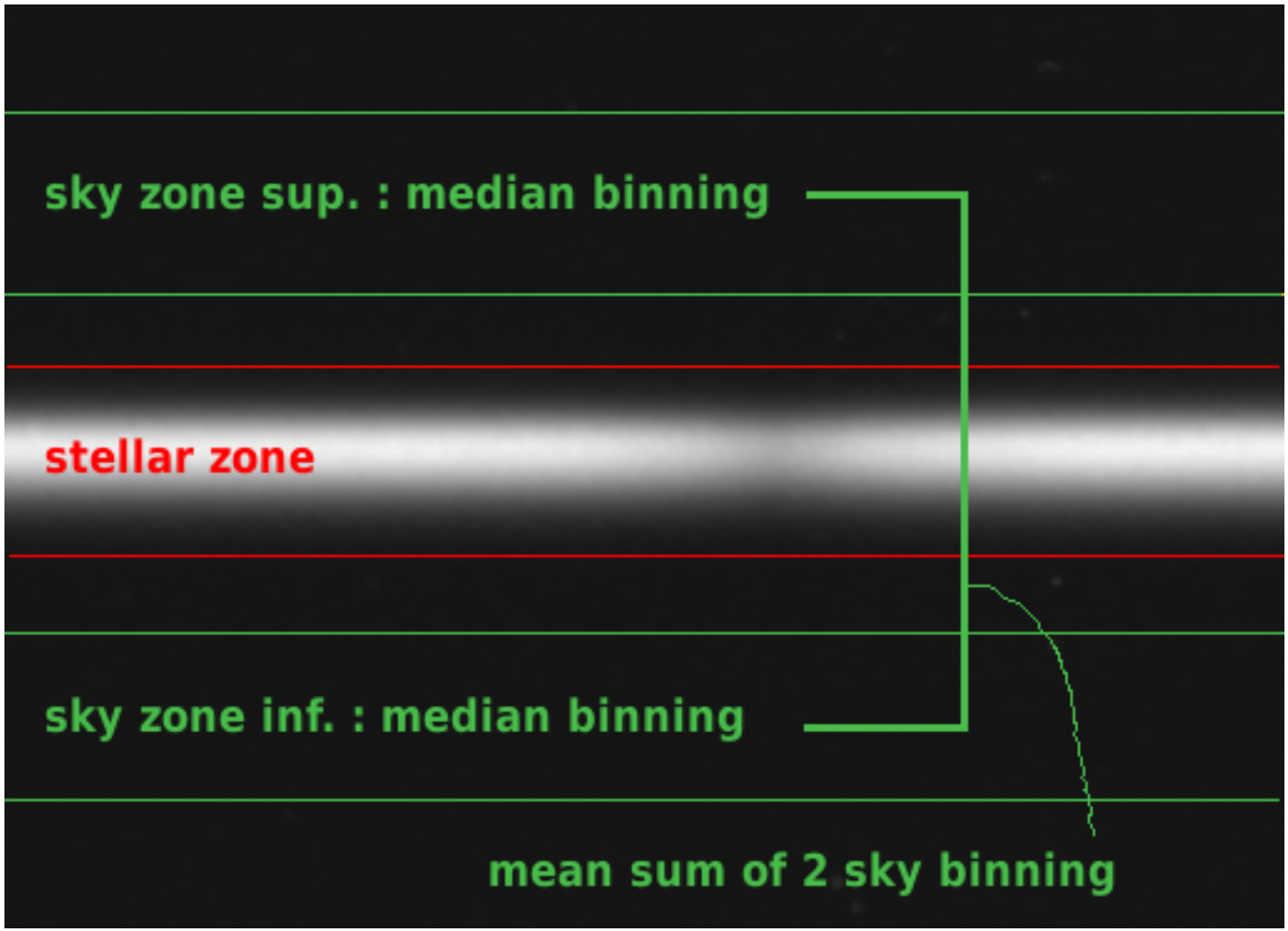
Soustraction du fond de ciel :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Principe :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.
- Variantes :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.
- Variantes :
  - Somme moyenne dans sky zone.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.
- Variantes :
  - Somme moyenne dans sky zone.
  - Modélisation par un gradient.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.
- Variantes :
  - Somme moyenne dans sky zone.
  - Modélisation par un gradient.
  - Une seule des deux zones est utilisée (sup ou inf).

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.
- Variantes :
  - Somme moyenne dans sky zone.
  - Modélisation par un gradient.
  - Une seule des deux zones est utilisée (sup ou inf).
  - Modélisation du fond par un filtre d'extraction.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Soustraction du fond de ciel :

- Réalisée au moment du binning du spectre.
- Variantes :
  - Somme moyenne dans sky zone.
  - Modélisation par un gradient.
  - Une seule des deux zones est utilisée (sup ou inf).
  - Modélisation du fond par un filtre d'extraction.
  - Aucune zone utilisée.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

- Il faut éliminer les pixels abérants dans chaque colonne.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

- Il faut éliminer les pixels abérants dans chaque colonne.
- Plusieurs méthodes :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

- Il faut éliminer les pixels abérants dans chaque colonne.
- Plusieurs méthodes :
  - Réjection simple.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

- Il faut éliminer les pixels abérants dans chaque colonne.
- Plusieurs méthodes :
  - Réjection simple.
  - Algorithme de Robertson.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

- Il faut éliminer les pixels abérants dans chaque colonne.
- Plusieurs méthodes :
  - Réjection simple.
  - Algorithme de Robertson.
  - Algorithme de Horne : gère mieux les faibles SNR $\rightarrow$ comportement par défaut.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Extraction du profil de raies

Binning du spectre stellaire :

- Il faut éliminer les pixels abérants dans chaque colonne.
- Plusieurs méthodes :
  - Réjection simple.
  - Algorithme de Robertson.
  - Algorithme de Horne : gère mieux les faibles SNR $\rightarrow$ comportement par défaut.

Fonction SpcAudace :

```
spc_profil spectre_2D_fits
?méthode_soustraction_fond_de_ciel (moy, moy2, med, sup, inf, none, back)?
?méthode_de_détection_du_spectre (large, serre, moy)?
?méthode_de_bining (add, rober, horne)?

Ex. : spc_profil del_sco_2d.fit med serre horne
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

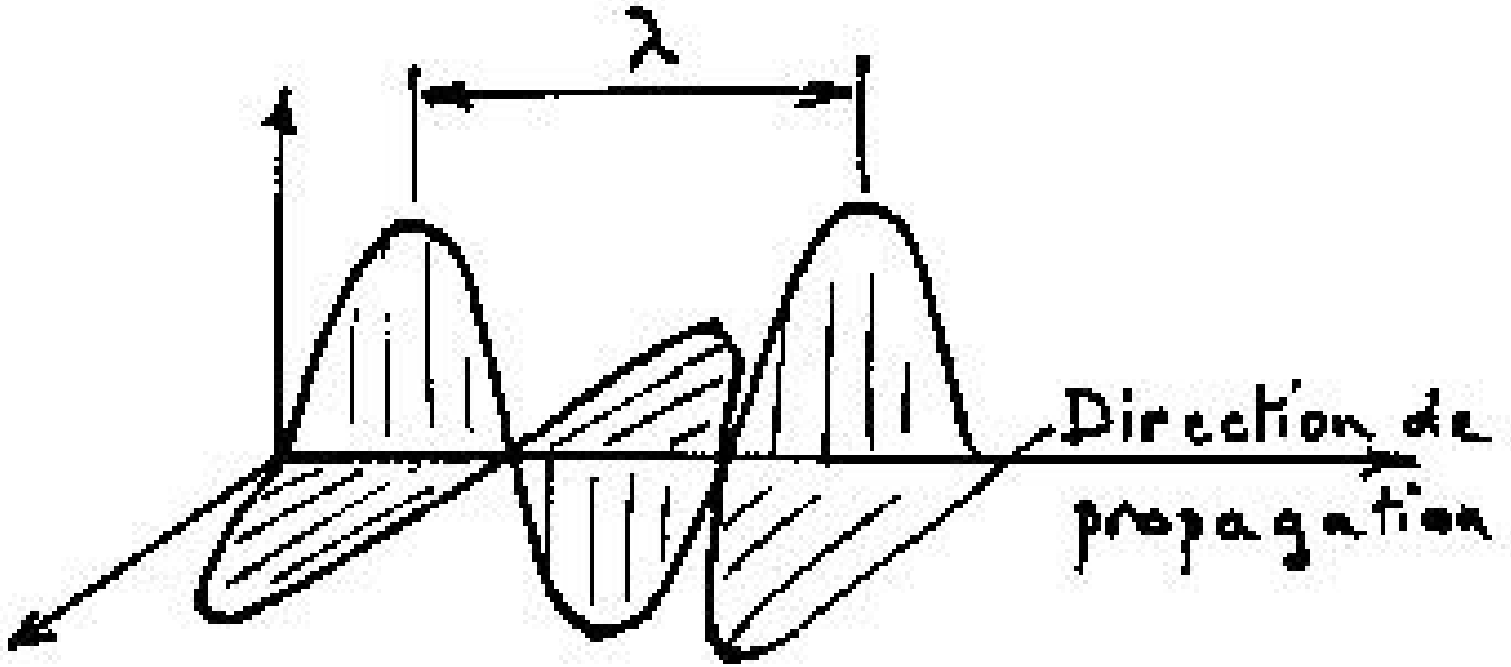
Calibration en longueur d'onde

Rappels sur la longueur d'onde λ :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

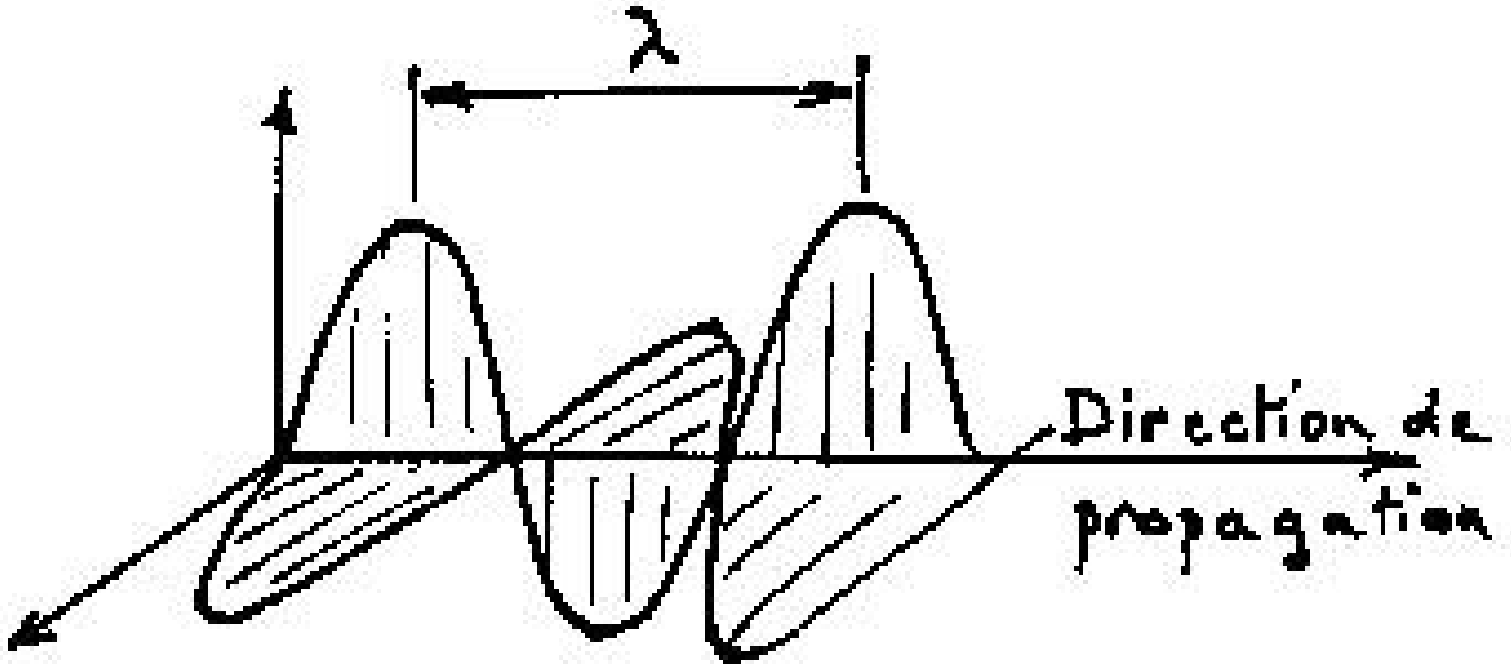
Rappels sur la longueur d'onde λ :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Rappels sur la longueur d'onde λ :

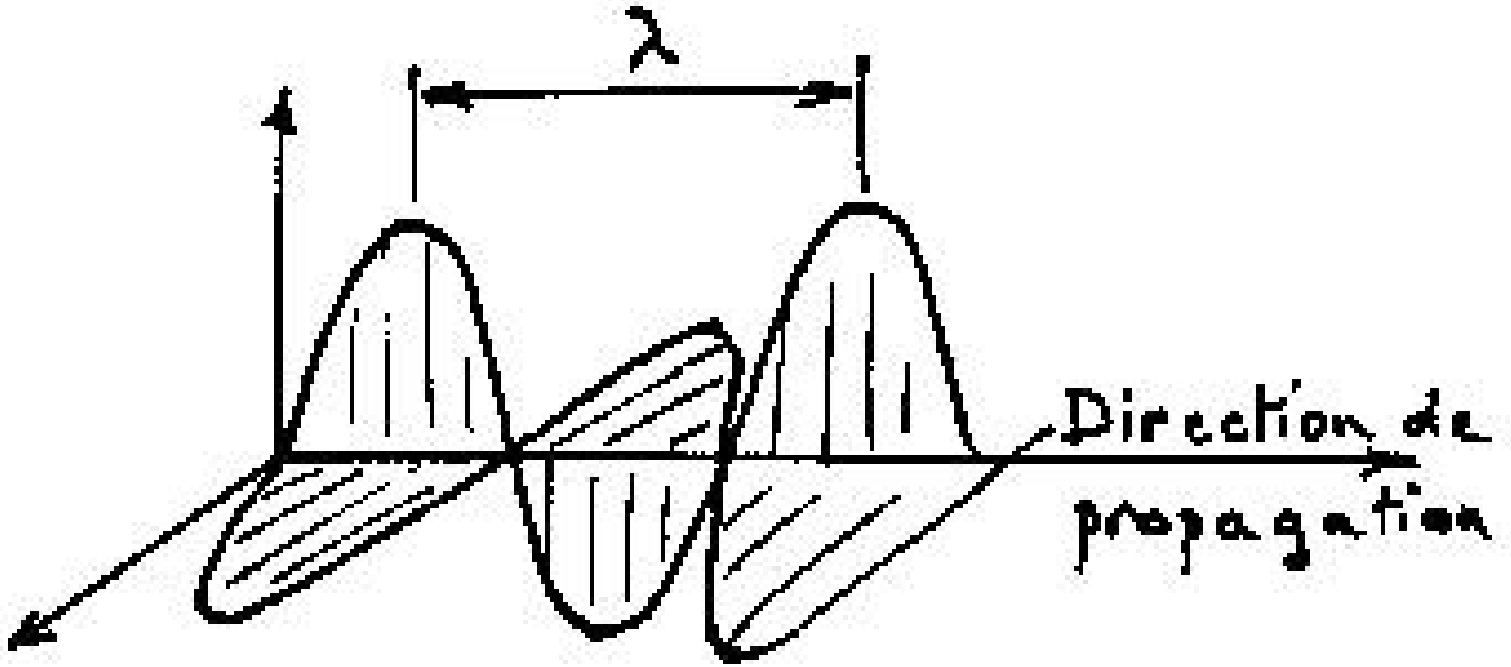


- C'est la période spatiale des ondes lumineuses (ici).

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Rappels sur la longueur d'onde λ :



- C'est la période spatiale des ondes lumineuses (ici).
- L'unité courante : angström (Å), 1 Å$= 1.10^{-10}$ m

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

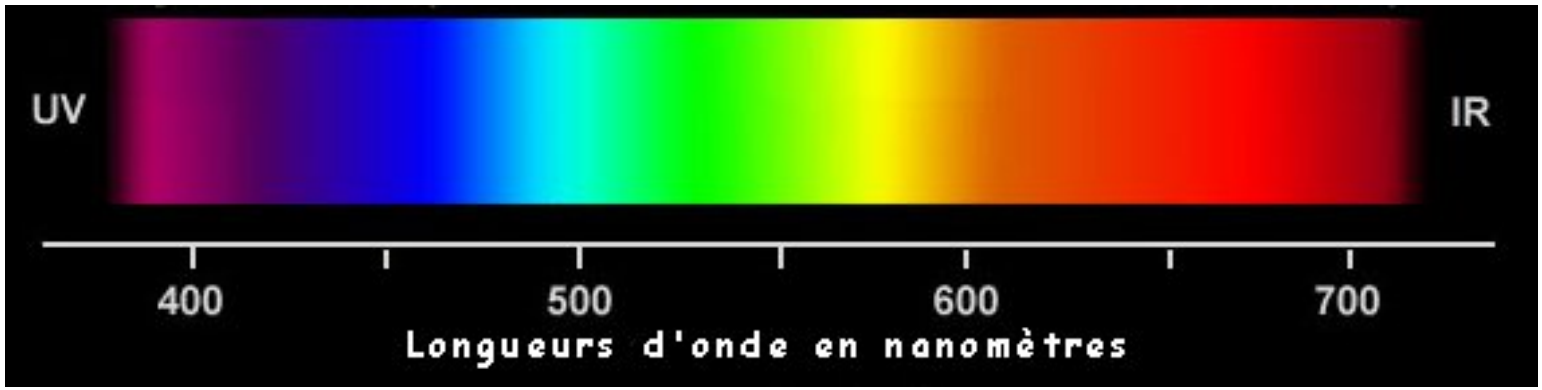
Rappels sur la longueur d'onde λ :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Rappels sur la longueur d'onde λ :

- Le spectre visible :

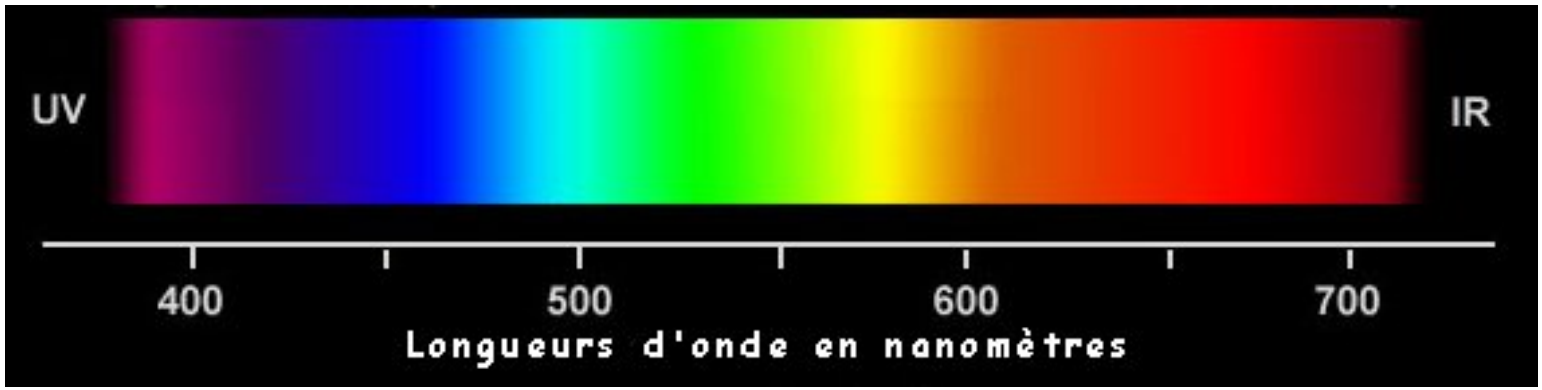


Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Rappels sur la longueur d'onde λ :

- Le spectre visible :



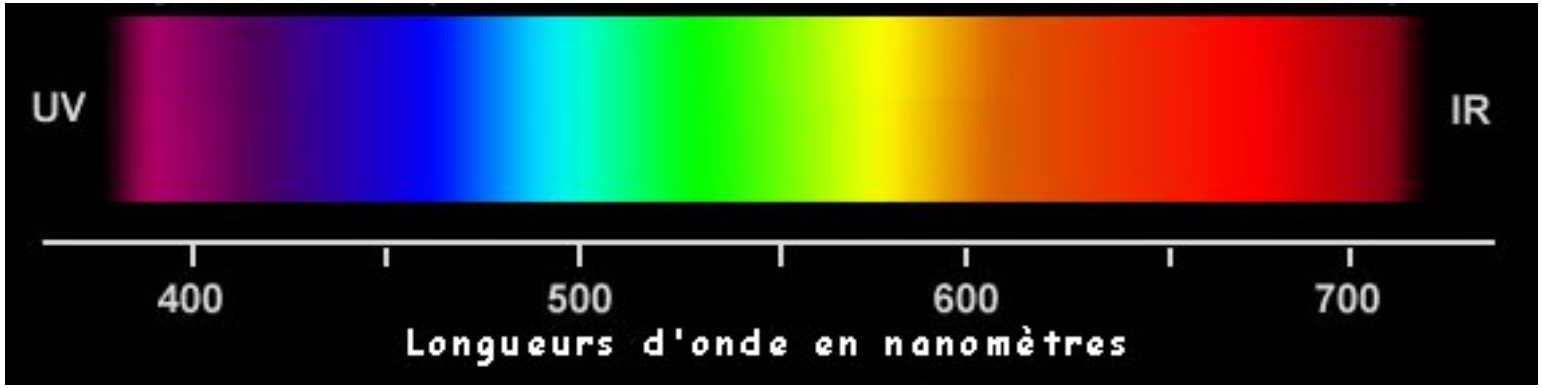
- Exemples de raies stellaires "célèbres" :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Rappels sur la longueur d'onde λ :

- Le spectre visible :



- Exemples de raies stellaires "célèbres" :

Raie	Hα	Hβ	Hγ	NaI	NaI	Ca
λ (Å)	6562,8	4861,3	4340,5	5889,9	58895,9	3968

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- But : associer à chaque pixel x une longueur d'onde λ telle qu'au pixel n°1, $\lambda = a$.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- But : associer à chaque pixel x une longueur d'onde λ telle qu'au pixel n°1, $\lambda = a$.
- Trouver les coéfficients du polynôme de la forme :

$$\lambda = a + b(x-1) + c(x-1)^2 + \cdots + c_n(x-1)^n$$

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- But : associer à chaque pixel x une longueur d'onde λ telle qu'au pixel n°1, $\lambda = a$.
- Trouver les coéfficients du polynôme de la forme :

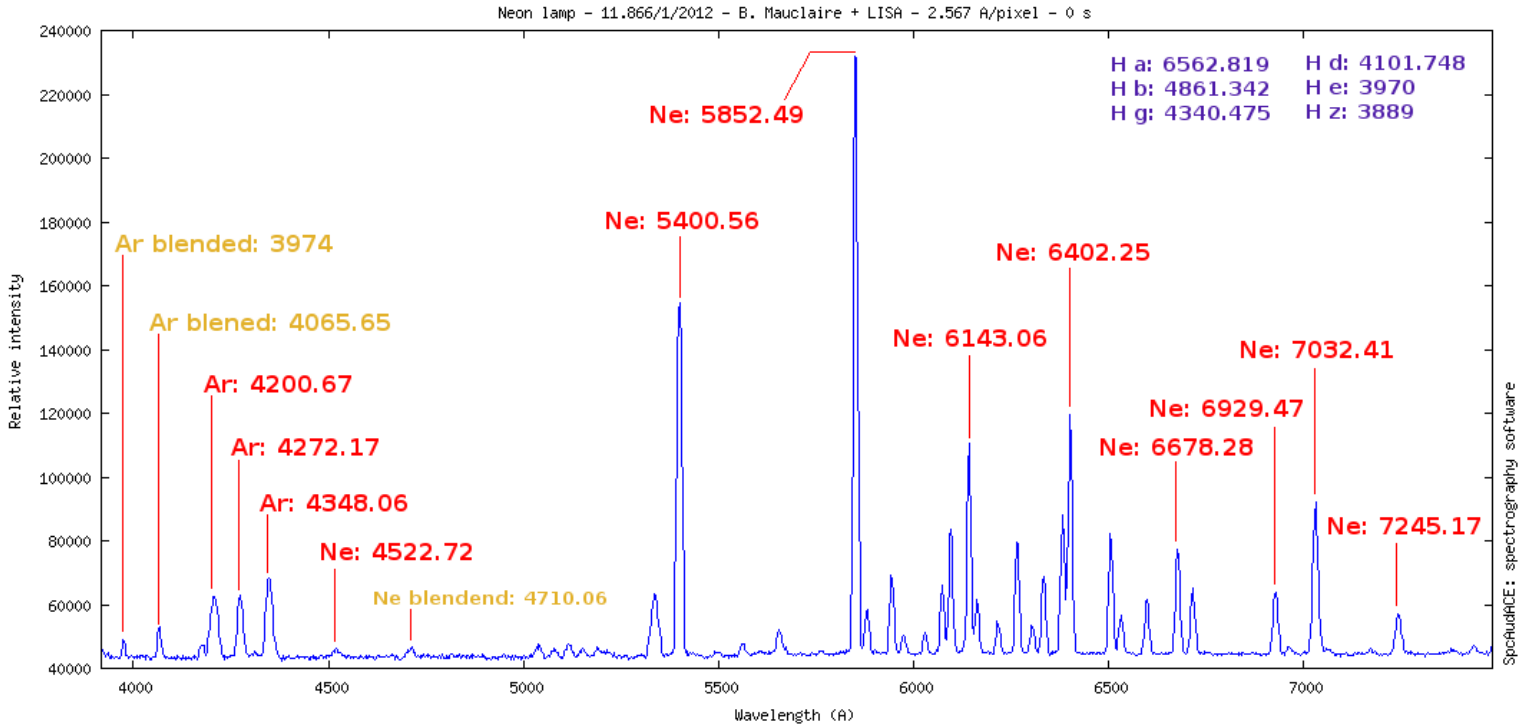
$$\lambda = a + b(x-1) + c(x-1)^2 + \cdots + c_n(x-1)^n$$

- Utilisation d'une référence : lampe de calibration (Ne, Ar, Th...).
  On connaît la longueur d'onde et la distribution de chaque raie d'émission.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

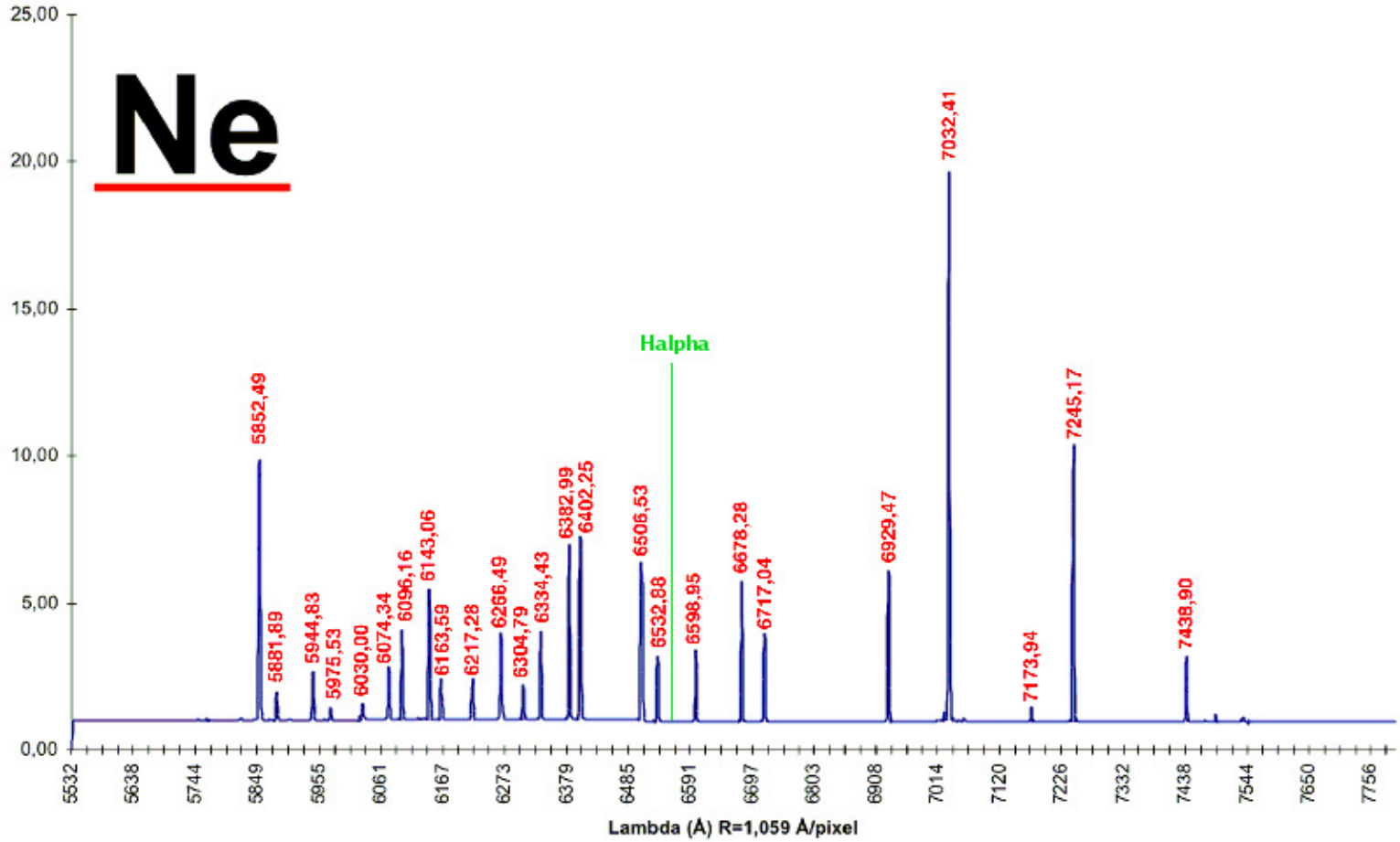
Spectre de lampe de calibration :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Spectre de lampe de calibration :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- On applique la loi de calibration calculée à l'ensemble des profils de raies.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- On applique la loi de calibration calculée à l'ensemble des profils de raies.
- La loi sera linéarisée ensuite en rééchantillonnant les intensités du profil :

$$\lambda = a + b(x - 1)$$

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- On applique la loi de calibration calculée à l'ensemble des profils de raies.
- La loi sera linéarisée ensuite en rééchantillonnant les intensités du profil :

$$\lambda = a + b(x - 1)$$

  - Cela permet d'obtenir des fichiers FITS interopérables : les mots cléfs de l'entête du fichier mémorisent les coéfficients a et b.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- On applique la loi de calibration calculée à l'ensemble des profils de raies.
- La loi sera linéarisée ensuite en rééchantillonnant les intensités du profil :

$$\lambda = a + b(x - 1)$$

  - Cela permet d'obtenir des fichiers FITS interopérables : les mots cléfs de l'entête du fichier mémorisent les coéfficients a et b.
  - Longueur d'onde du premier pixel :

```
CRVAL1 = a / [angstrom]
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Calcul d'une loi de calibration :

- On applique la loi de calibration calculée à l'ensemble des profils de raies.
- La loi sera linéarisée ensuite en rééchantillonnant les intensités du profil :

$$\lambda = a + b(x - 1)$$

  - Cela permet d'obtenir des fichiers FITS interopérables : les mots cléfs de l'entête du fichier mémorisent les coéfficients a et b.
  - Longueur d'onde du premier pixel :

    `CRVAL1 = a / [angstrom]`

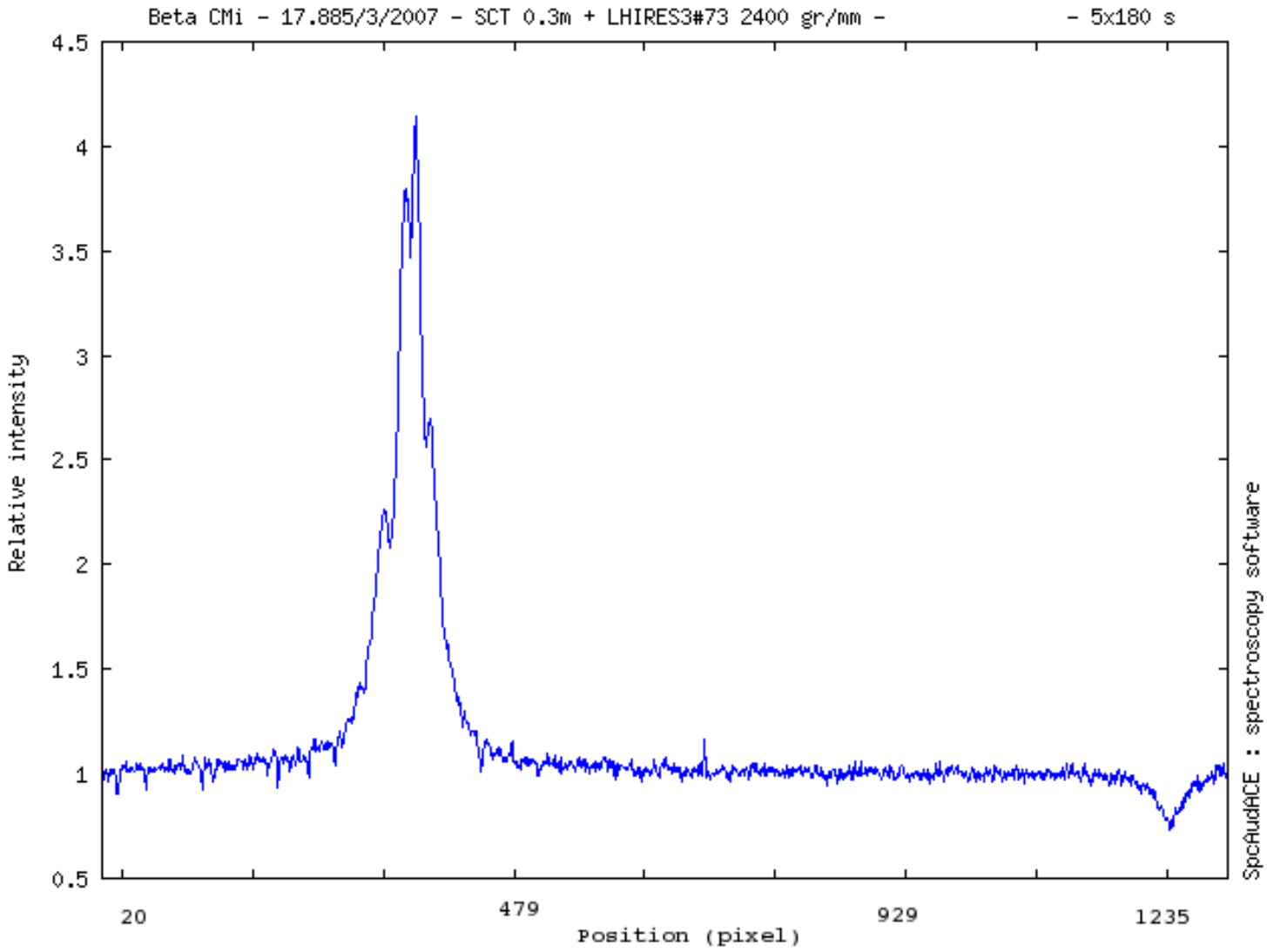
  - Dispersion linéaire :

    `CDELT1 = b / [angstrom/pixel]`

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

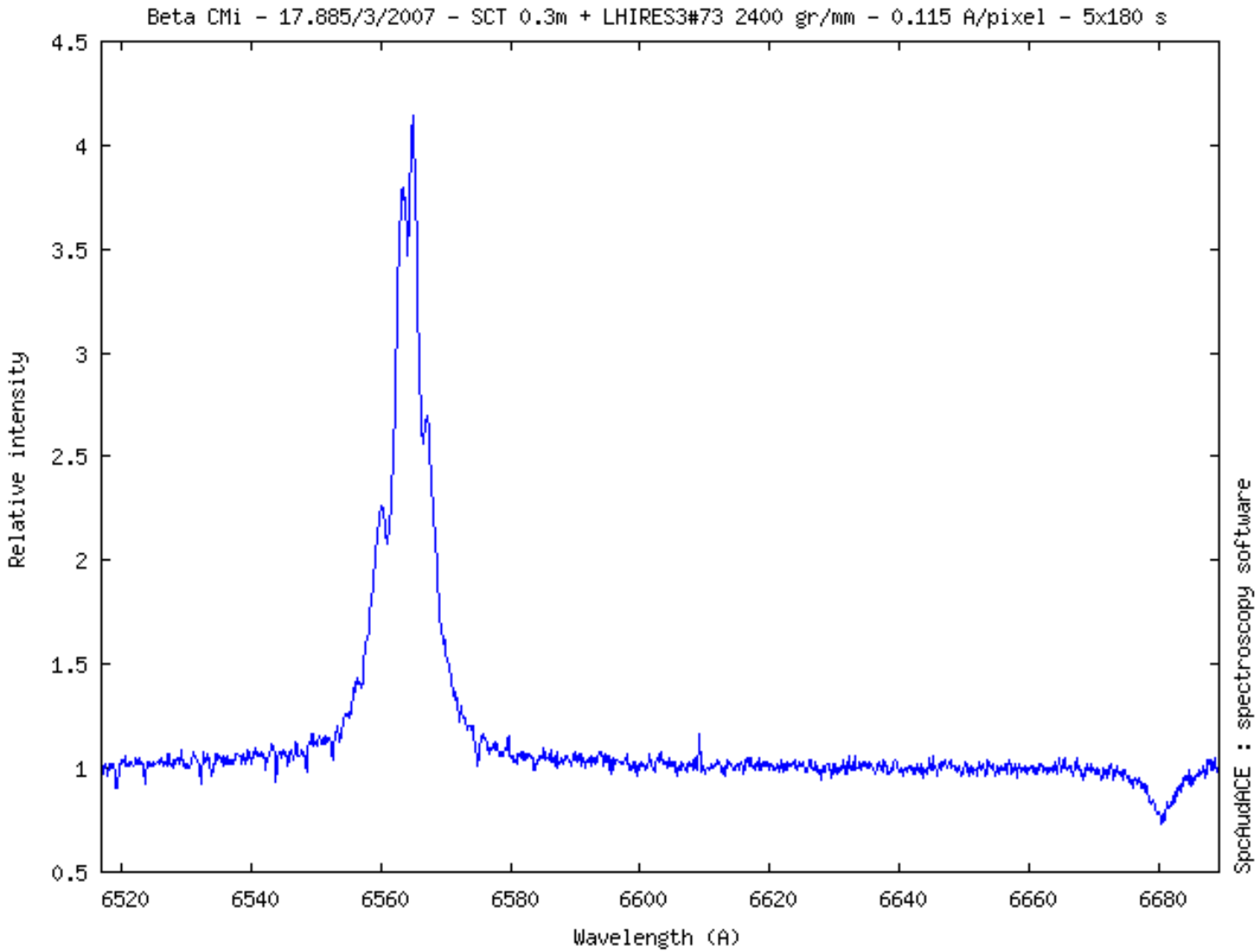
Profil de raies non calibré de l'étoile :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Résultat après application de la loi de calibration :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Quelques précautions :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Quelques précautions :

- La répartition des raies choisies pour l'étalonnage doit être homogène sur l'ensemble du spectre.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Quelques précautions :

- La répartition des raies choisies pour l'étalonnage doit être homogène sur l'ensemble du spectre.
- Prendre un spectre de lampe toute les heures.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Quelques précautions :

- La répartition des raies choisies pour l'étalonnage doit être homogène sur l'ensemble du spectre.
- Prendre un spectre de lampe toute les heures.
- Gestion de certaines flexions mécaniques du spectroscope qui créent majoritairement un décalage horizontal des spectres : encadrer la série de spectres stellaires avec un spectre de lampe azvant et après la série.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Quelques précautions :

- La répartition des raies choisies pour l'étalonnage doit être homogène sur l'ensemble du spectre.
- Prendre un spectre de lampe toute les heures.
- Gestion de certaines flexions mécaniques du spectroscope qui créent majoritairement un décalage horizontal des spectres : encadrer la série de spectres stellaires avec un spectre de lampe azvant et après la série.
- Le recalage horizontal sera alors géré par le pipeline.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Quelques précautions :

- La répartition des raies choisies pour l'étalonnage doit être homogène sur l'ensemble du spectre.
- Prendre un spectre de lampe toute les heures.
- Gestion de certaines flexions mécaniques du spectroscope qui créent majoritairement un décalage horizontal des spectres : encadrer la série de spectres stellaires avec un spectre de lampe azvant et après la série.
- Le recalage horizontal sera alors géré par le pipeline.

Fonction SpcAudace :

```
spc_calibren profil_de_raie_fits x1 lambda1 x2 lambda2 ...

Ex. : spc_calibren lampe_del_sco.fit 125.7 6532.46 612.3 6598.17
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Amélioration de calibration :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Amélioration de calibration :

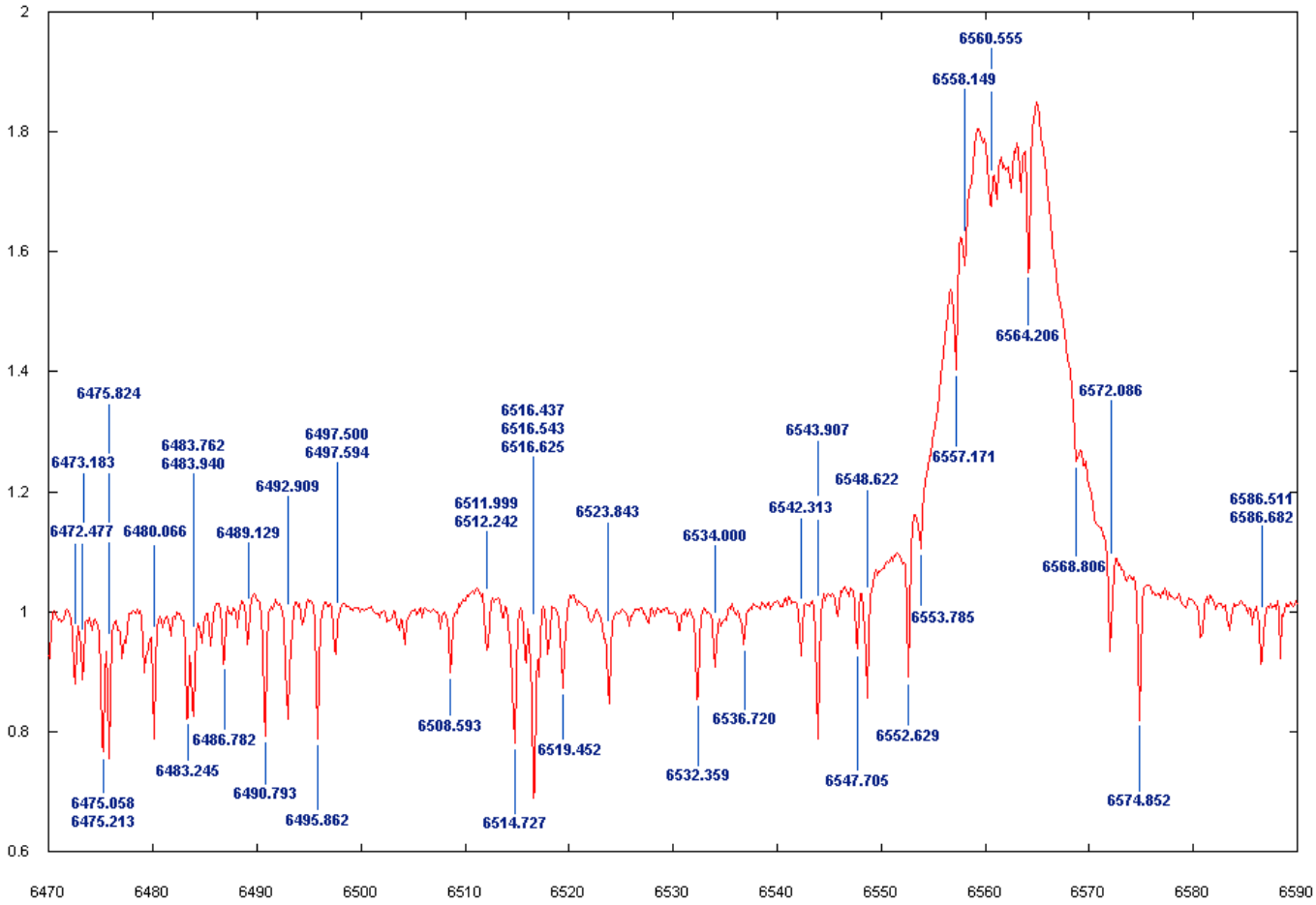
- Utilisation des raies telluriques (H_2O) dues à l'atmosphère terrestre.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Amélioration de calibration :

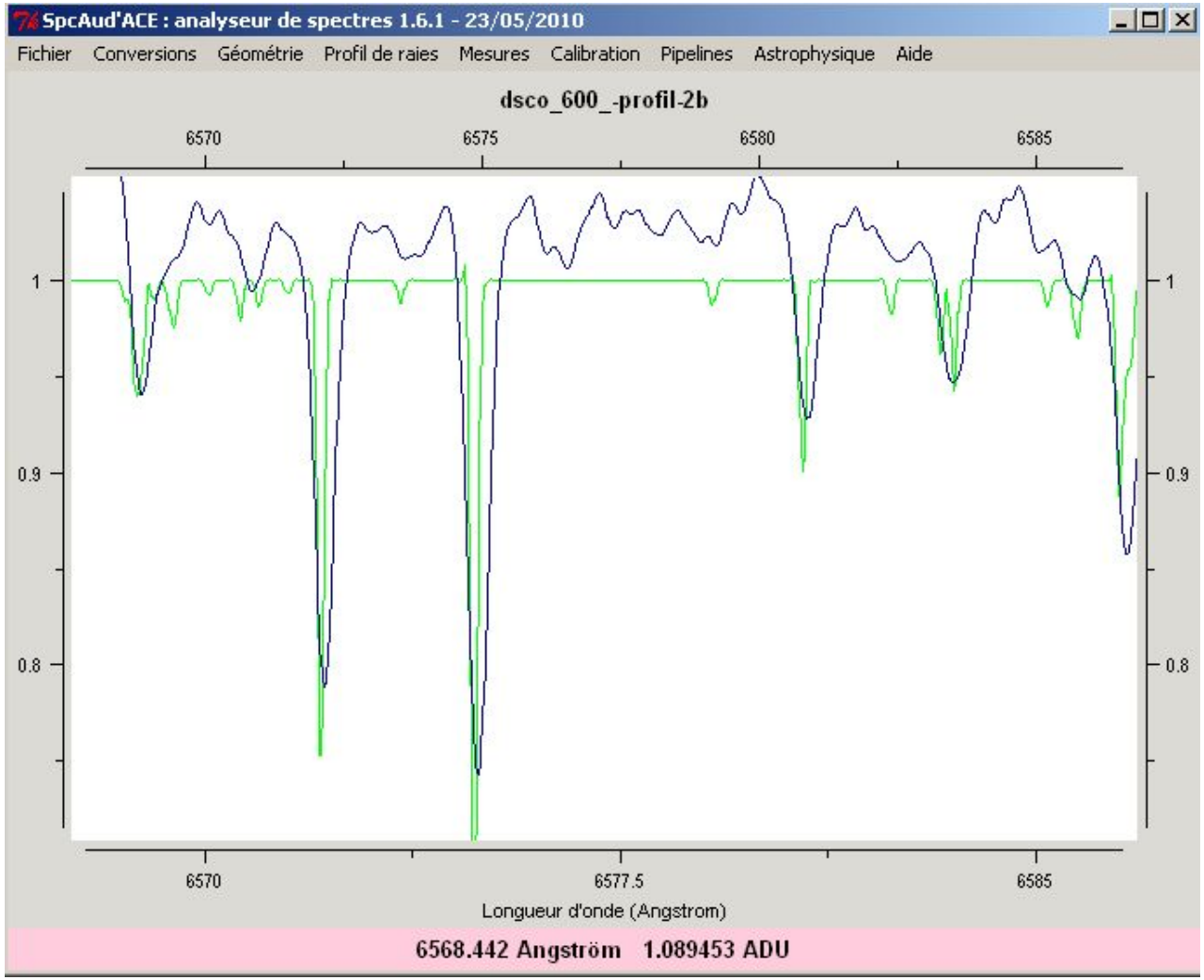
- Utilisation des raies telluriques (H_2O) dues à l'atmosphère terrestre.



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

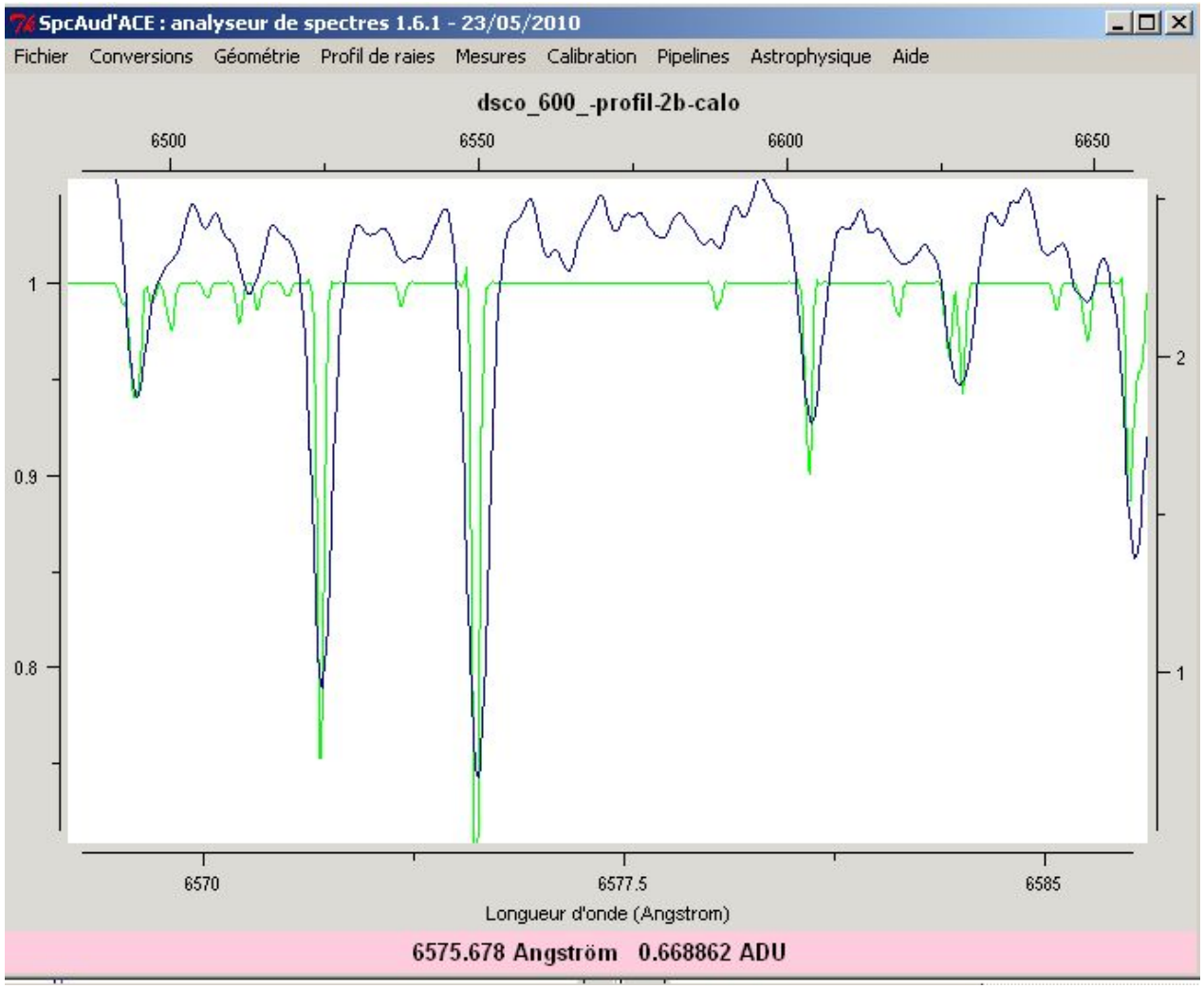
Permet une rectification de la loi de calibration (coéff. a) :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

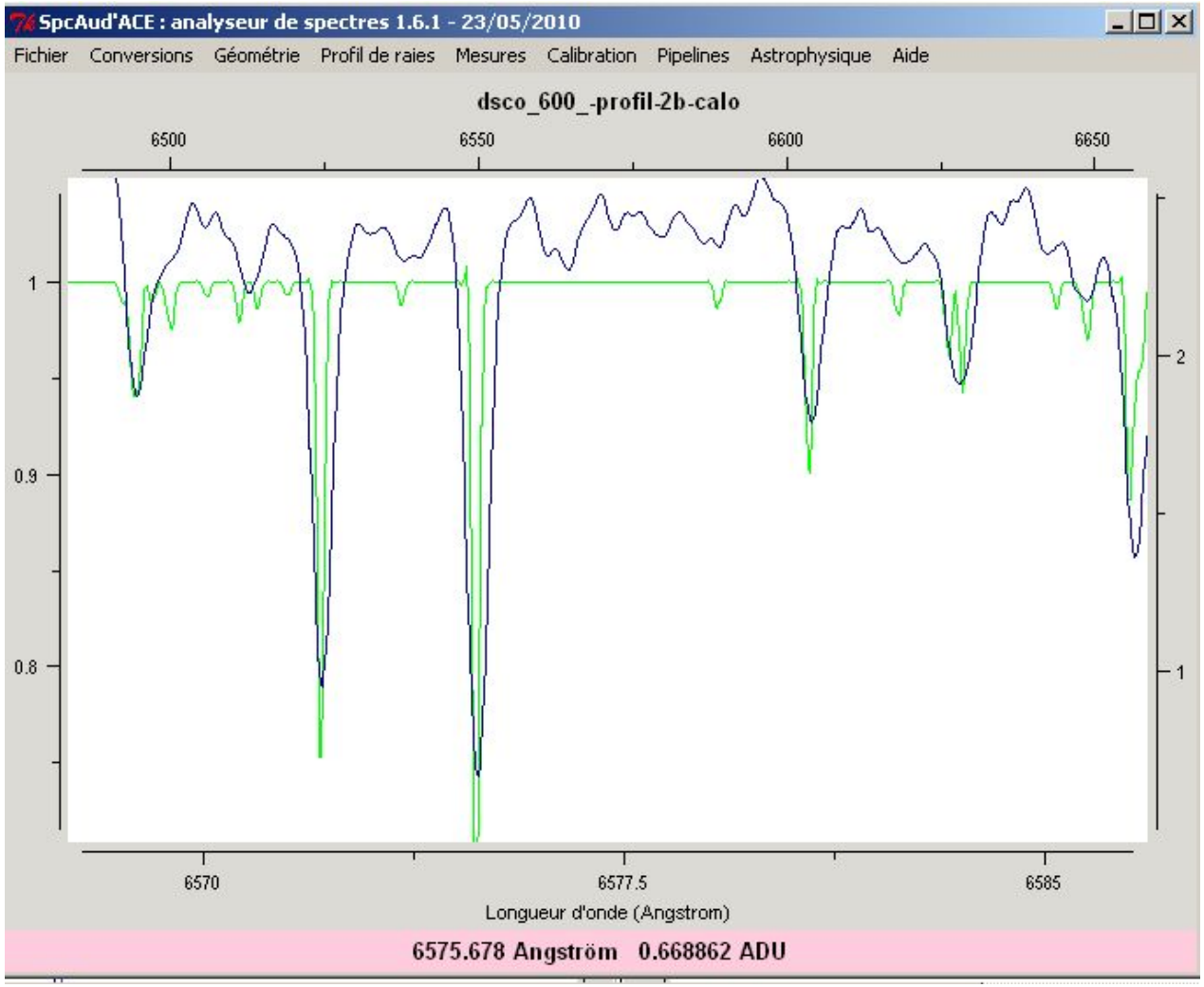
Rectification automatique de la loi de calibration :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Rectification automatique de la loi de calibration :



Fonction SpcAudace automatique :

```
spc_calibretelluric del_sco_calibre.fit
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Regard sur la qualité de la calibration :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Regard sur la qualité de la calibration :

- Permet une estimation de la qualité de la calibration avec les raies telluriques : **RMS**

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Regard sur la qualité de la calibration :

- Permet une estimation de la qualité de la calibration avec les raies telluriques : **RMS**

```
# ============ Détermine la meilleure calibration ================

Spectre de calibration avec (2) de meilleure qualité (dec de Meanshift).
Loi de calibration finale linéarisée : 6524.33283782+0.114841194984*(x-1)
Qualité de la calibration :
RMS=0.0467691125425 A
Ecart moyen=-0.00108927777789 A

# Ouverture d'un profil de raies calibré linéairement...
zet_tau--profil-final-ocal
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Calibration en longueur d'onde

Regard sur la qualité de la calibration :

- Permet une estimation de la qualité de la calibration avec les raies telluriques : **RMS**

```
# ============ Détermine la meilleure calibration ================

Spectre de calibration avec (2) de meilleure qualité (dec de Meanshift).
Loi de calibration finale linéarisée : 6524.33283782+0.114841194984*(x-1)
Qualité de la calibration :
RMS=0.0467691125425 A
Ecart moyen=-0.00108927777789 A

# Ouverture d'un profil de raies calibré linéairement...
zet_tau--profil-final-ocal
```

- Correction de la vitesse héliocentrique : si demandée (pas fait par défaut pour les pros.).

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

- Le spectrographe ne possède pas une réponse linéaire en intensité selon la longueur d'onde.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

- Le spectrographe ne possède pas une réponse linéaire en intensité selon la longueur d'onde.
- On utilise le spectre d'étoiles de référence (Altair, Régulus, ...) dont on possède le spectre correctement calibré en flux.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

- Le spectrographe ne possède pas une réponse linéaire en intensité selon la longueur d'onde.
- On utilise le spectre d'étoiles de référence (Altair, Régulus, ...) dont on possède le spectre correctement calibré en flux.
  $\rightarrow$ Altas spectral : UVES, Elodie, ...

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

- Le spectrographe ne possède pas une réponse linéaire en intensité selon la longueur d'onde.
- On utilise le spectre d'étoiles de référence (Altair, Régulus, ...) dont on possède le spectre correctement calibré en flux.
  $\rightarrow$ Altas spectral : UVES, Elodie, ...
- On réalise le spectre de cette étoile avec notre spectrographe.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

- Le spectrographe ne possède pas une réponse linéaire en intensité selon la longueur d'onde.
- On utilise le spectre d'étoiles de référence (Altair, Régulus, ...) dont on possède le spectre correctement calibré en flux.
  $\rightarrow$ Altas spectral : UVES, Elodie, ...
- On réalise le spectre de cette étoile avec notre spectrographe.
- La réponse instrumentale s'obtient par :

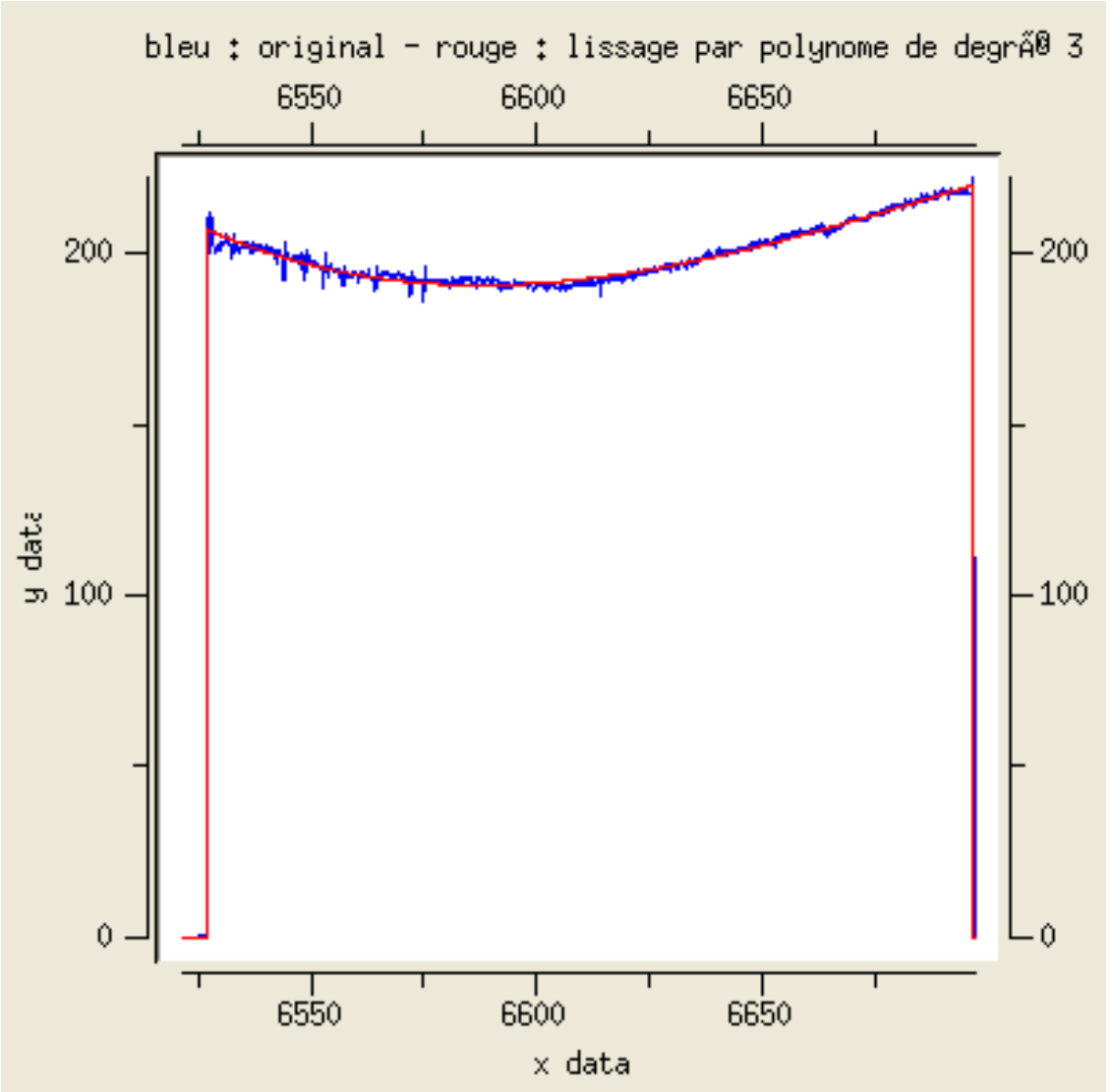
$$RI = lissage\left(\frac{Profil_Altair_ciel}{Profil_Altair_UVES}\right)$$

```
spc_rinstrum profil_etoile profil_etoile_atlas
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Détermination de la réponse instrumentale

Exemple :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Rectification du continuum

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Rectification du continuum

- Soit par mise à l'échelle du continuum à 1 pour une longueur d'onde donnée :

  `spc_rescalecont profil.fit`

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Rectification du continuum

- Soit par mise à l'échelle du continuum à 1 pour une longueur d'onde donnée :
  `spc_rescalecont profil.fit`
- Soit par normalisation : toutes les valeurs du continuum sont mises à 1 :
  `spc_autonorma profil.fit`

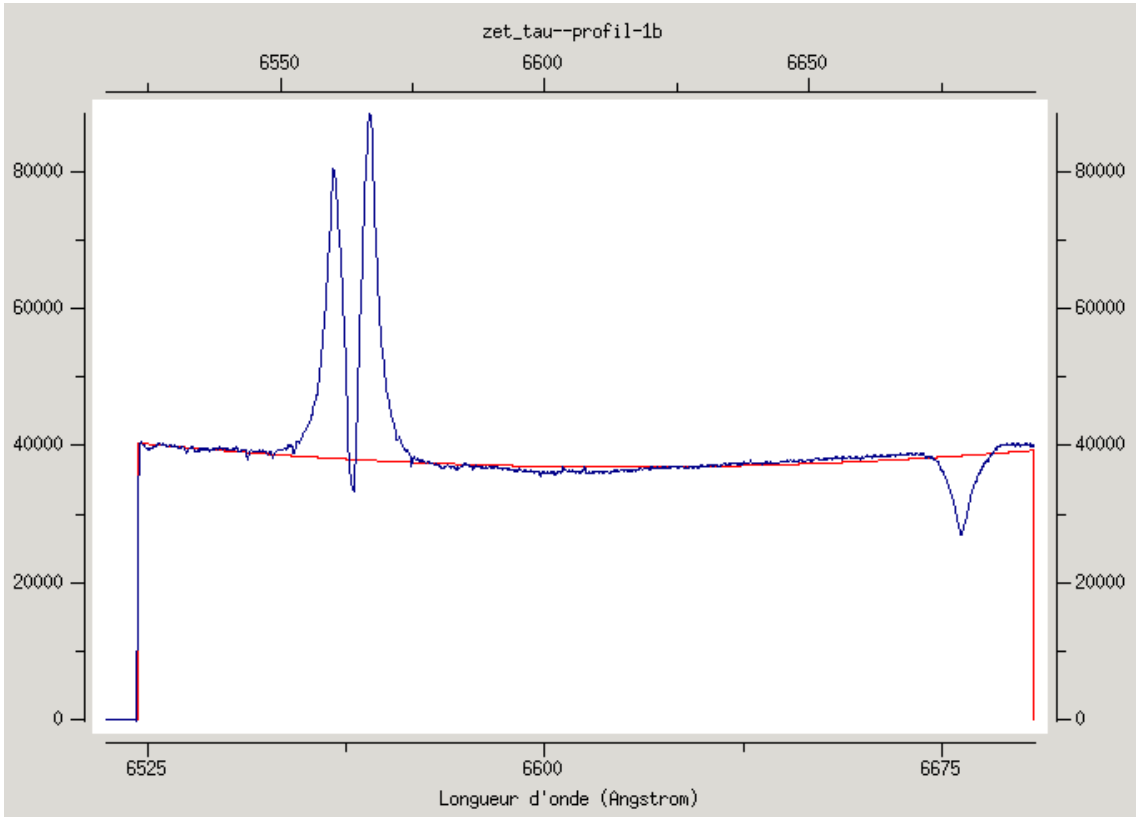
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Rectification du continuum

- Soit par mise à l'échelle du continuum à 1 pour une longueur d'onde donnée :

  `spc_rescalecont profil.fit`
- Soit par normalisation : toutes les valeurs du continuum sont mises à 1 :

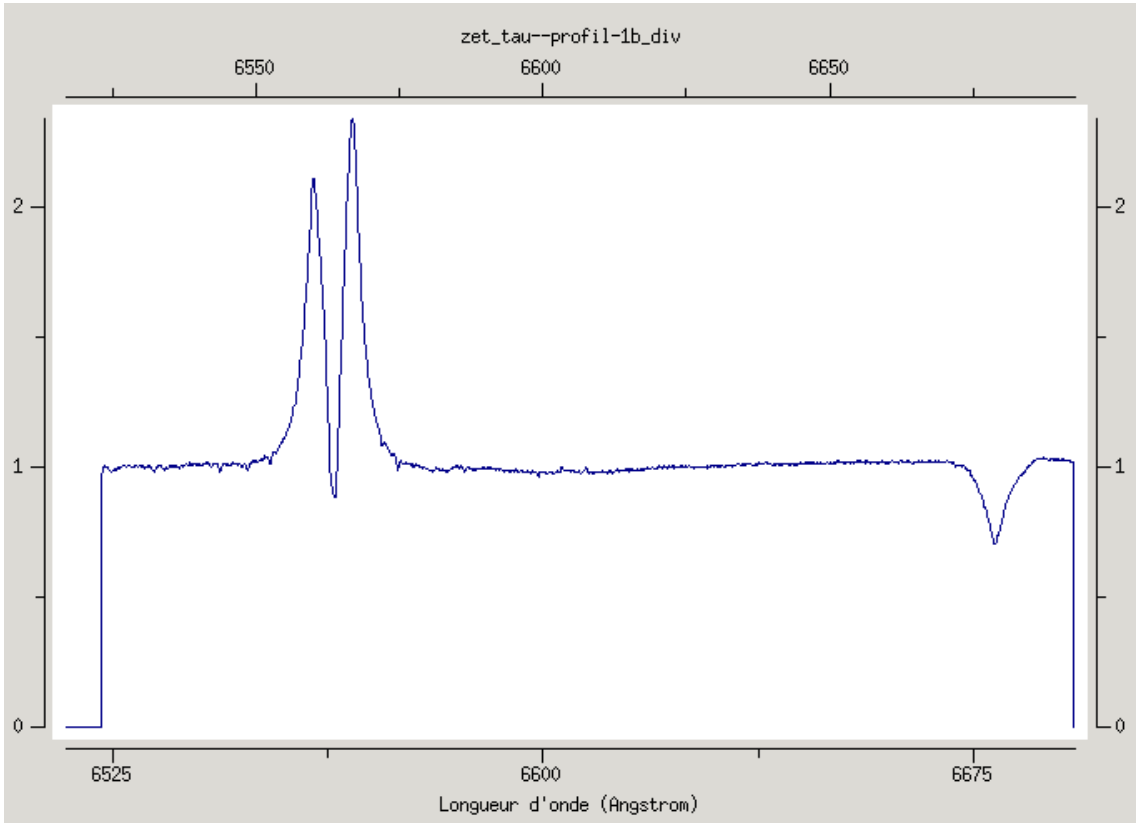
  `spc_autonorma profil.fit`



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Rectification du continuum

- Soit par mise à l'échelle du continuum à 1 pour une longueur d'onde donnée :
  `spc_rescalecont profil.fit`
- Soit par normalisation : toutes les valeurs du continuum sont mises à 1 :
  `spc_autonorma profil.fit`



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

- Mise à la norme BeSS (base de données des étoiles Be et Herbig).

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

- Mise à la norme BeSS (base de données des étoiles Be et Herbig).
  - Entête FITS correctement renseignée.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

- Mise à la norme BeSS (base de données des étoiles Be et Herbig).
  - Entête FITS correctement renseignée.
  - Format reconnu par la communauté professionnelle.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

- Mise à la norme BeSS (base de données des étoiles Be et Herbig).
  - Entête FITS correctement renseignée.
  - Format reconnu par la communauté professionnelle.
- Export d'un profil au format d'image PNG :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

- Mise à la norme BeSS (base de données des étoiles Be et Herbig).
  - Entête FITS correctement renseignée.
  - Format reconnu par la communauté professionnelle.
- Export d'un profil au format d'image PNG :
  - Pour communiquer avec ses collaborateurs un résultat immédiatement évocateur sans nécessité d'un logoiciel particulier.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

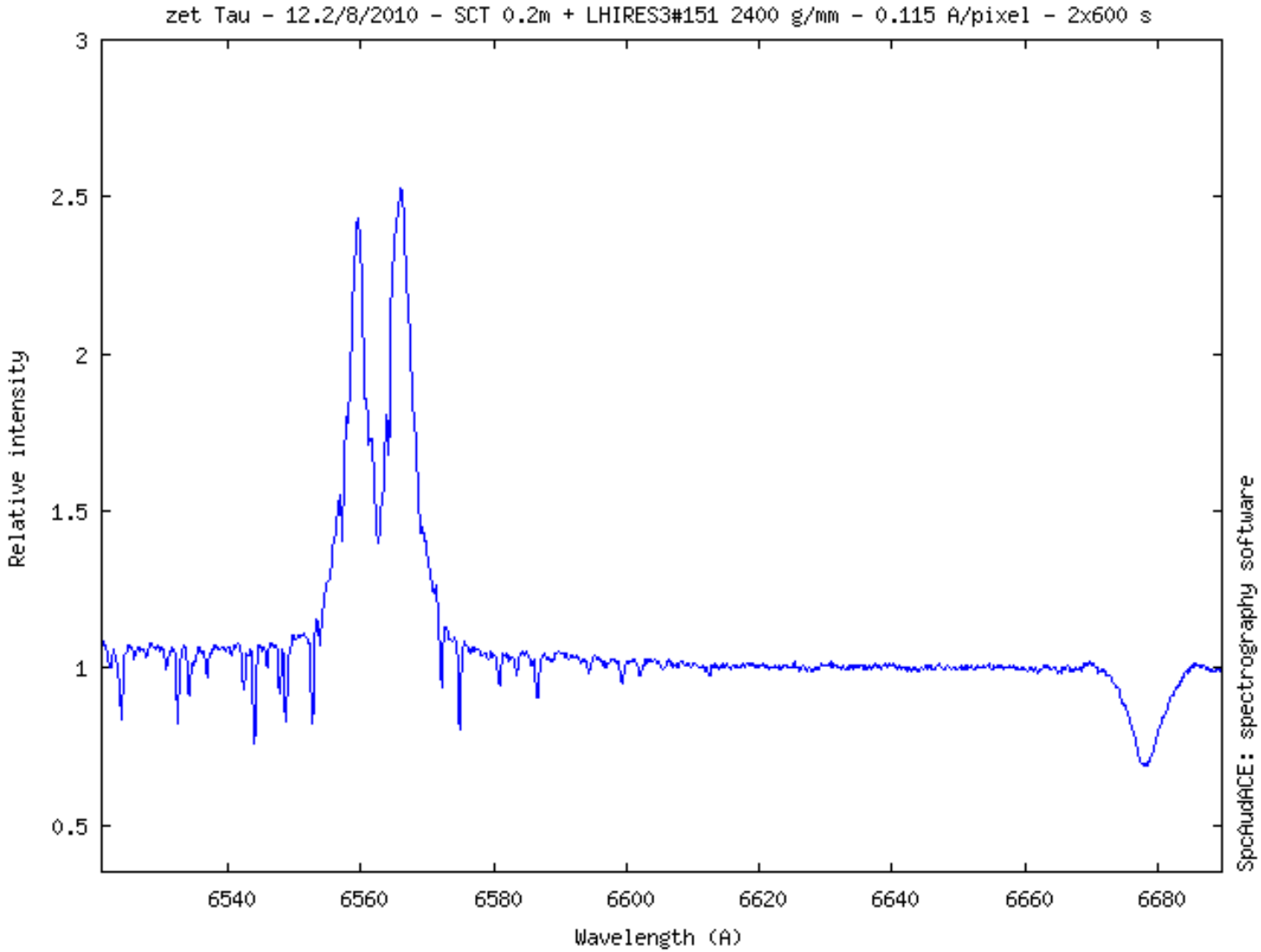
Exportation des profils de raies

- Mise à la norme BeSS (base de données des étoiles Be et Herbig).
  - Entête FITS correctement renseignée.
  - Format reconnu par la communauté professionnelle.
- Export d'un profil au format d'image PNG :
  - Pour communiquer avec ses collaborateurs un résultat immédiatement évocateur sans nécessité d'un logoiciel particulier.
  - Pour alimenter un site web colaboratif de campagne d'observation.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Exportation des profils de raies

Exemple d'image PNG :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Toutes ces opérations sont réalisées de façon enchaînée et en 3 clics.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Toutes ces opérations sont réalisées de façon enchaînée et en 3 clics.
- Exemples de logiciels amateur utilisant des pipelines :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Toutes ces opérations sont réalisées de façon enchaînée et en 3 clics.
- Exemples de logiciels amateur utilisant des pipelines :
  - ISIS : C. Buil.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Toutes ces opérations sont réalisées de façon enchaînée et en 3 clics.
- Exemples de logiciels amateur utilisant des pipelines :
  - ISIS : C. Buil.
  - SpcAudace : B. Mauclaire.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Toutes ces opérations sont réalisées de façon enchaînée et en 3 clics.
- Exemples de logiciels amateur utilisant des pipelines :
  - ISIS : C. Buil.
  - SpcAudace : B. Mauclaire.
  - eShell Audela : M. Pujol.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

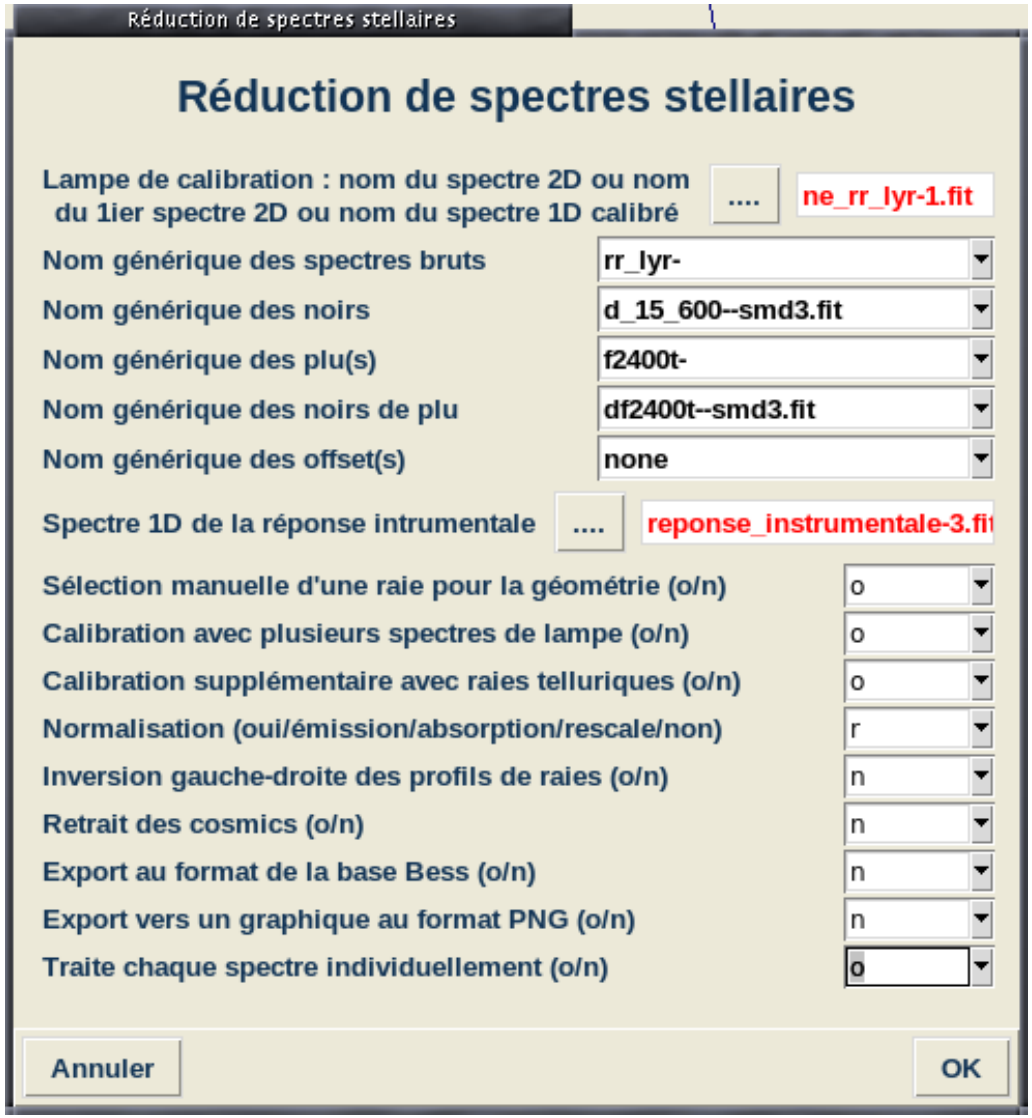
Heureusement, il y a les pipelines

- Toutes ces opérations sont réalisées de façon enchaînée et en 3 clics.
- Exemples de logiciels amateur utilisant des pipelines :
  - ISIS : C. Buil.
  - SpcAudace : B. Mauclaire.
  - eShell Audela : M. Pujol.
  - Prism : S. Charbonnel.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

Exemple du pipeline d'SpcAudace :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Les fichiers en sortie du pipeline donne les résultats intermédiaires : utile pour vérification.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Les fichiers en sortie du pipeline donne les résultats intermédiaires : utile pour vérification.

Exemple de fichiers obtenus :

```
zet_tau--spectre2D_traite.fit : Spectre 2D prétraité et corrigé
                                des déformations géométriques
zet_tau--profil-1a.fit        : Profil de raies non calibré
zet_tau--profil-1b.fit        : Calibré en longueur d'onde
zet_tau--profil-1c_nonlin.fit : Corrigé de la réponse instrumentale
zet_tau--profil-1c.fit        : Corrigé de la réponse instrumentale
                                et loi de calibration linéarisée
zet_tau--profil-2b.fit        : Avec continuum rescalé ou normalisé
zet_tau--profil-2b-calo.fit   : Calibration rectifiée avec les
                                raies telluriques
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Particularité SpcAudace : entête FITS enrichie avec tous les paramètres calculés durant les opérations.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Particularité SpcAudace : entête FITS enrichie avec tous les paramètres calculés durant les opérations.

Exemple de mots clef ajoutés :

```
SPC_HBIN= 14.9601 / [pixel] Binning thickness
SPC_TILT= 0.555853 / [degres] Tilt angle
SPC_TILX= 765 / [pixel] Tilt x center
SPC_TILY= 510 / [pixel] Tilt y center
SPC_YBIN= 731 / [pixel] Y heigh for binning
SPC_SLX1= 1471.23 / [pixel] ycenter smilex
SPC_SLX2= 2.849649E-05 / coef deg2 smilex
CRVAL1  = 6524.17445199 / [angstrom]
CDELT1  = 0.114914760647 / [Angstrom/pixel]
CRPIX1  = 1 / [pixel] Reference pixel
CUNIT1  = 'angstrom' / Wavelength unit
CTYPE1  = 'Wavelength'
SPC_RESP= 15443. / Power of resolution at wavelength SPC_RESL
SPC_RESL= 6598.95300019 / [angstrom] Wavelength
                          where power of resolution is computed
SPC_RMSO = 2.096967E-03 / [angstrom] RMS regarding telluric lines
SPC_NORM= 'Dividing by continuum polynome extracted'
                        / Technic used for normalisation
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Quelques constats sur les spectres bruts
Prétraitement des spectres
Correction des déformations géométriques
Sommation des spectres 2D
Extraction du profil de raies
Calibration en longueur d'onde
Détermination de la réponse instrumentale
Rectification du continuum
Exportation des profils de raies
Heureusement, il y a les pipelines
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Heureusement, il y a les pipelines

- Particularité SpcAudace : entête FITS enrichie avec tous les paramètres calculés durant les opérations.

Exemple de mots clef ajoutés :

```
SPC_HBIN= 14.9601 / [pixel] Binning thickness
SPC_TILT= 0.555853 / [degres] Tilt angle
SPC_TILX= 765 / [pixel] Tilt x center
SPC_TILY= 510 / [pixel] Tilt y center
SPC_YBIN= 731 / [pixel] Y heigh for binning
SPC_SLX1= 1471.23 / [pixel] ycenter smilex
SPC_SLX2= 2.849649E-05 / coef deg2 smilex
CRVAL1  = 6524.17445199 / [angstrom]
CDELT1  = 0.114914760647 / [Angstrom/pixel]
CRPIX1  = 1 / [pixel] Reference pixel
CUNIT1  = 'angstrom' / Wavelength unit
CTYPE1  = 'Wavelength'
SPC_RESP= 15443. / Power of resolution at wavelength SPC_RESL
SPC_RESL= 6598.95300019 / [angstrom] Wavelength
                          where power of resolution is computed
SPC_RMSO = 2.096967E-03 / [angstrom] RMS regarding telluric lines
SPC_NORM= 'Dividing by continuum polynome extracted'
                        / Technic used for normalisation
```

- Une petite démo pour mieux se faire une idée !

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

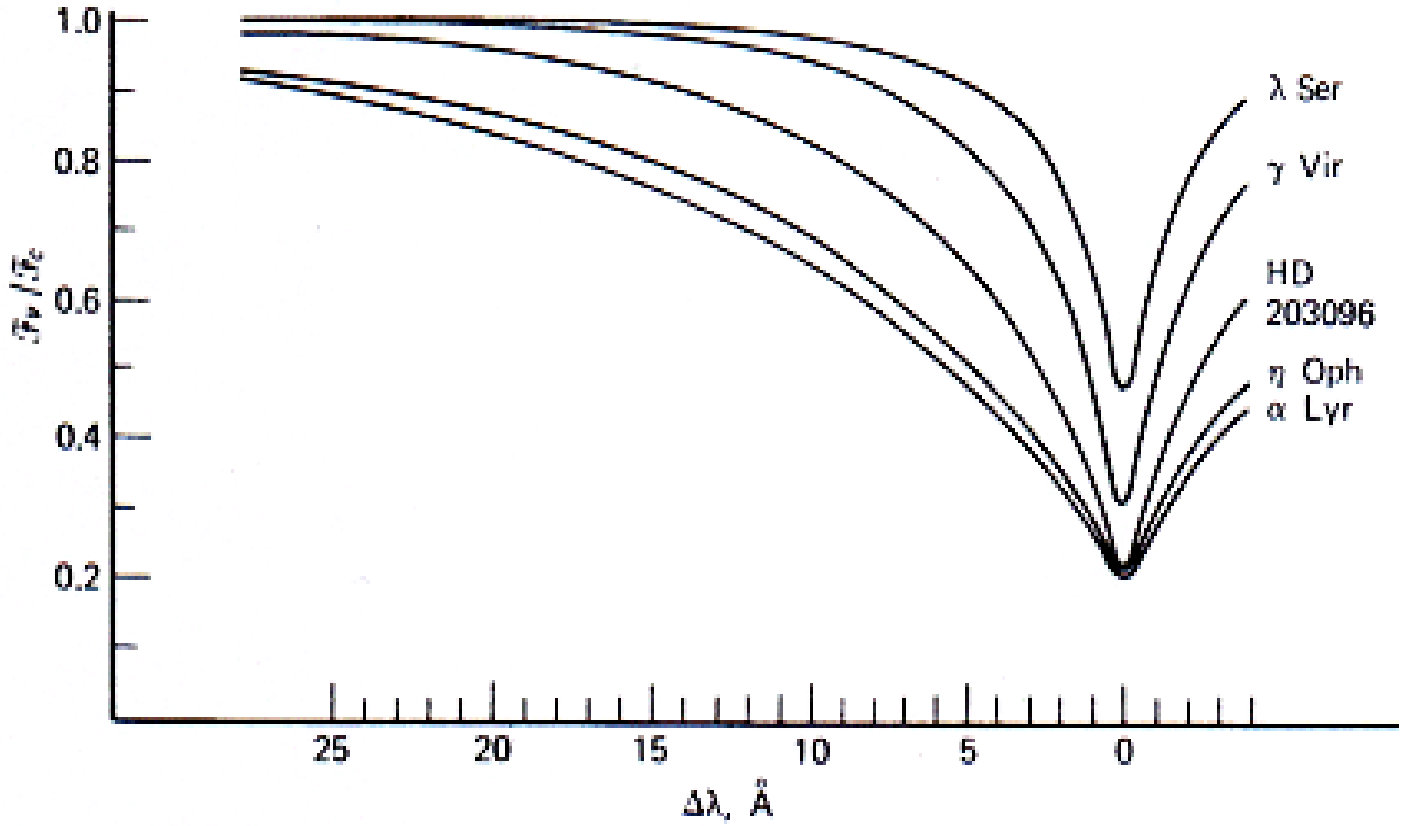
Exploitation astrophysique de vos spectres

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Ce que l'on peut mesurer dans les spectres

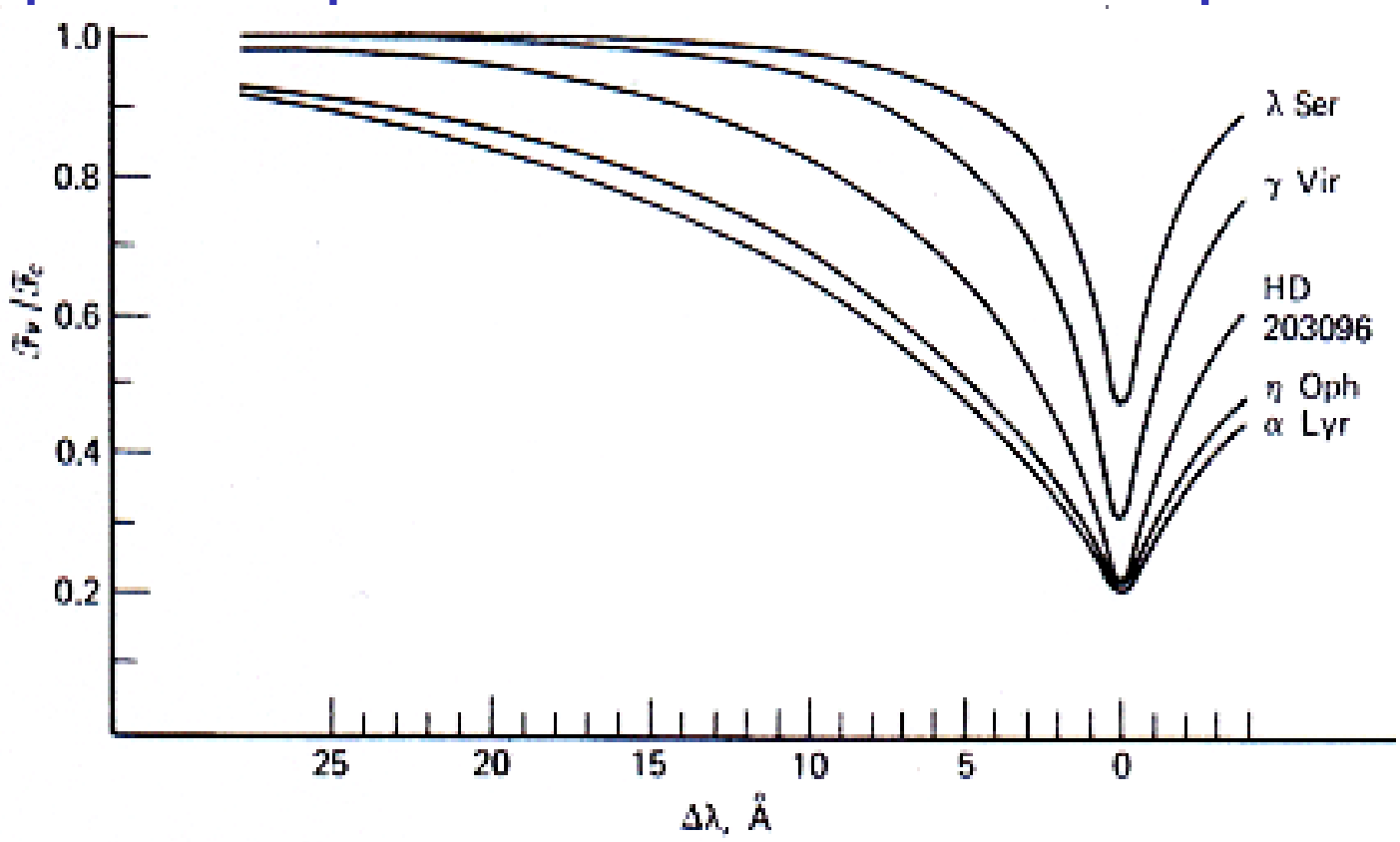
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

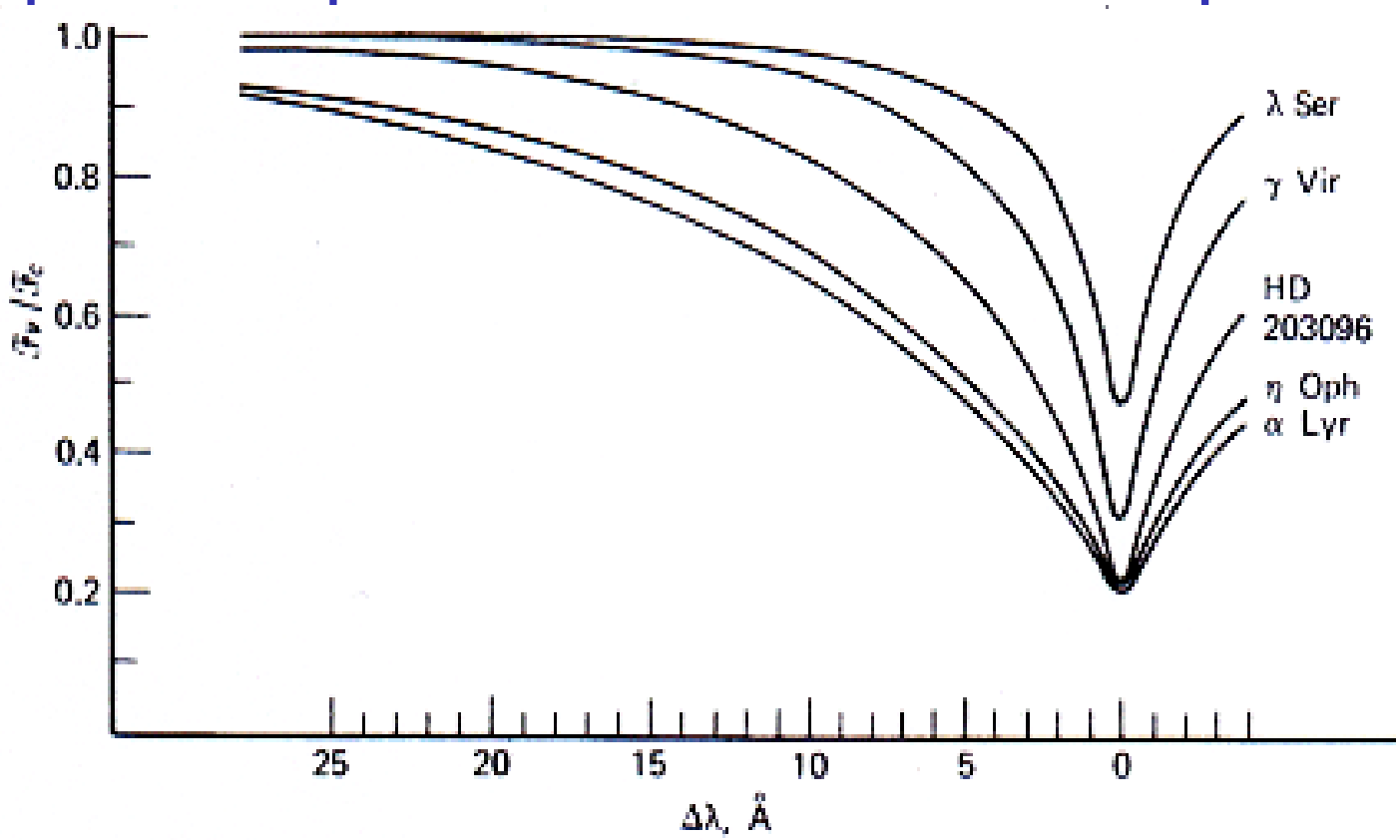
Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



- Profondeur : température effective.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

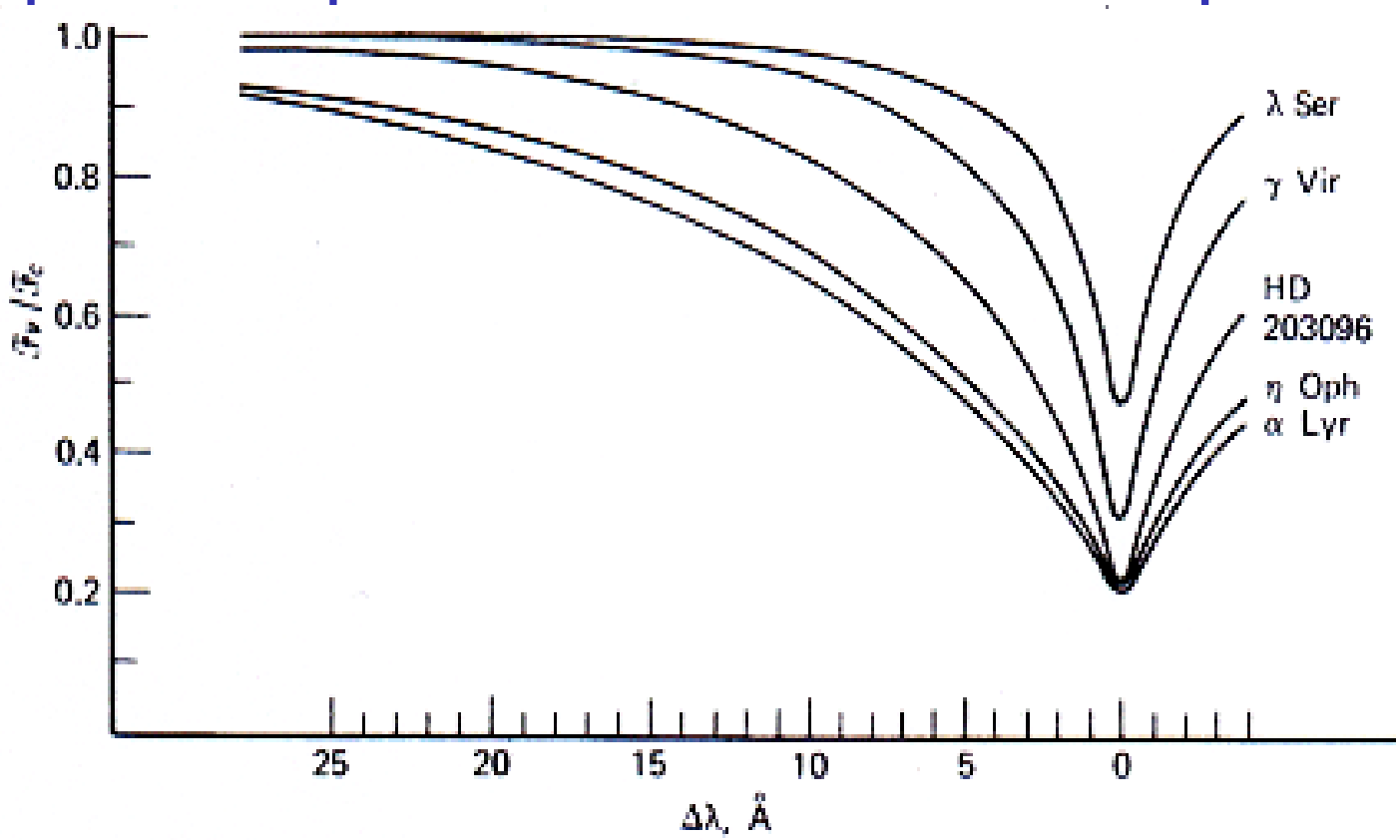
Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



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

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

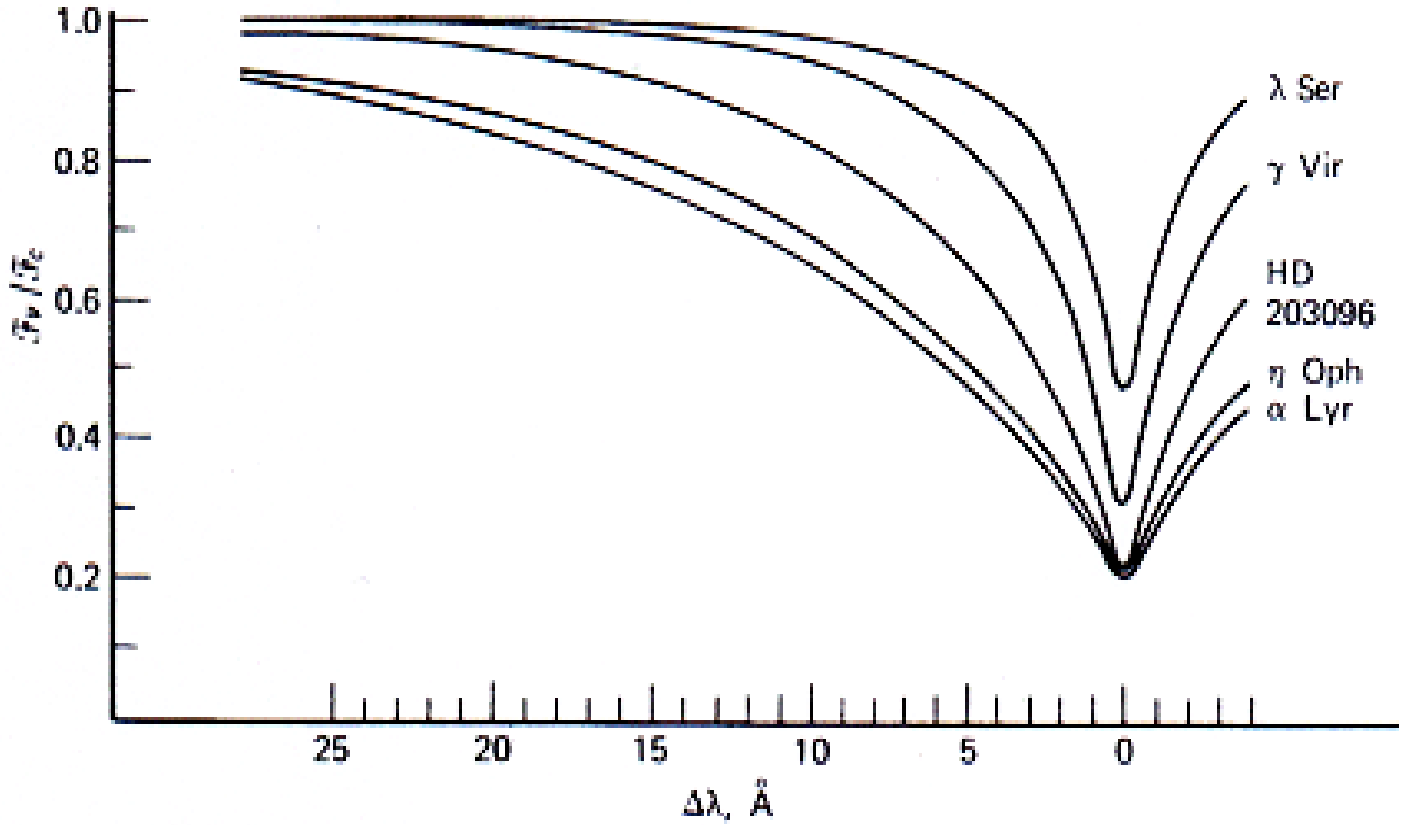
Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



- Profondeur : température effective.
- Largeur : densité, rotation, expansion.
- Translation : effet Doppler, vous savez l'ambulance.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

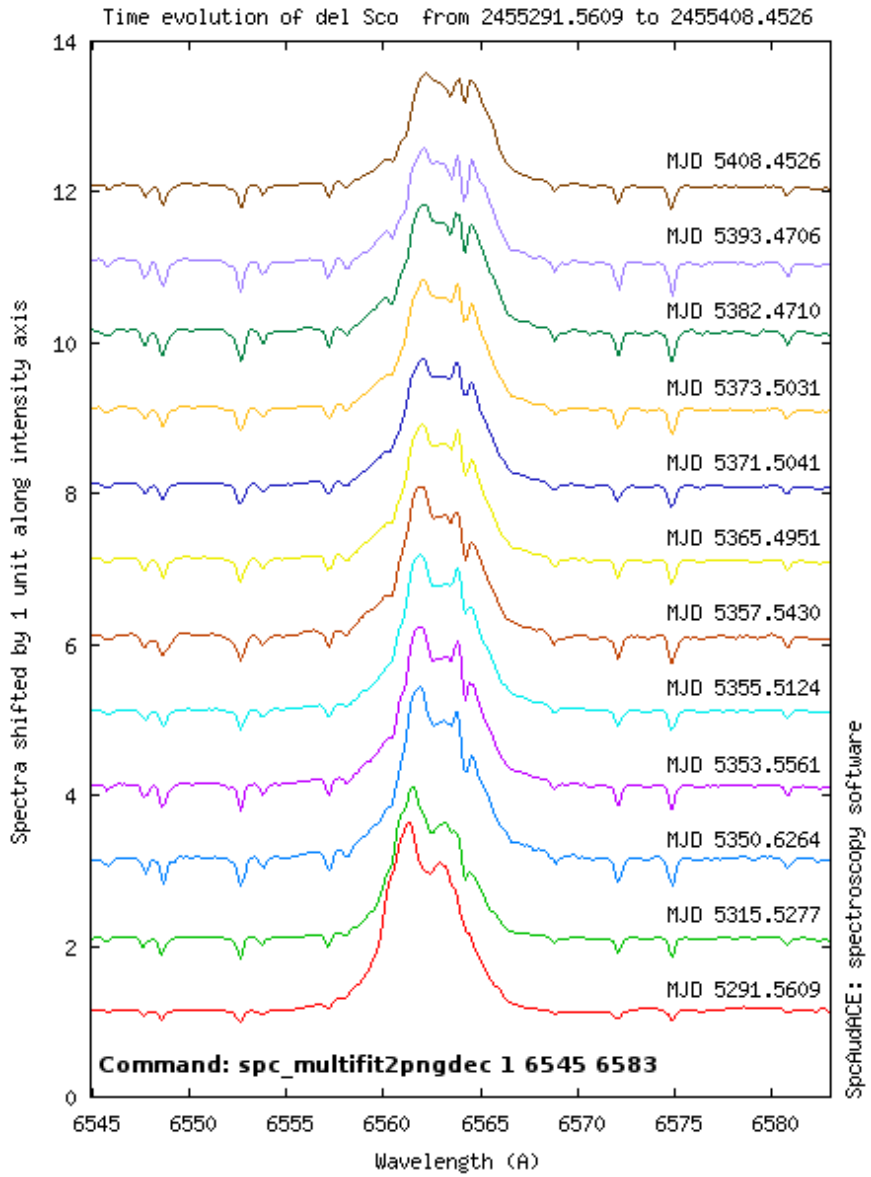
Ce que l'on peut mesurer dans les spectres



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

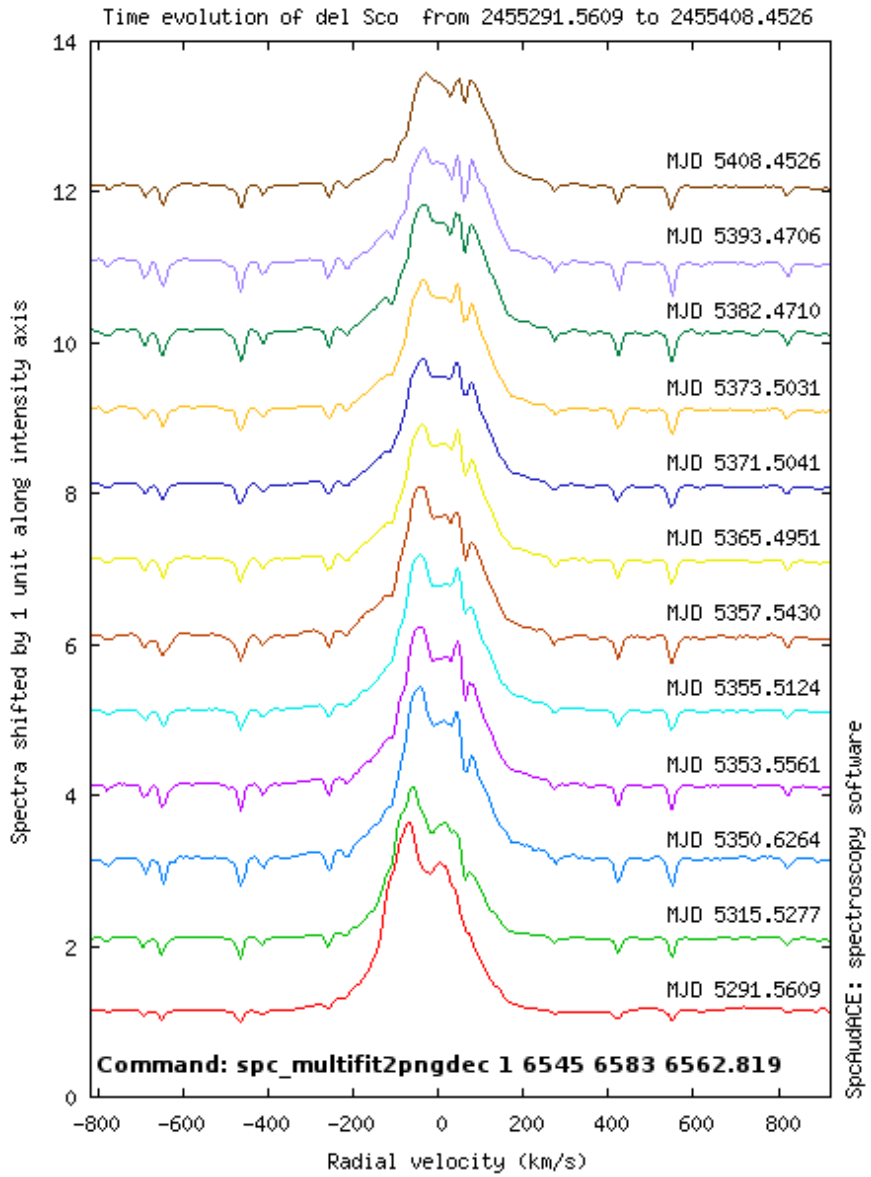
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

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



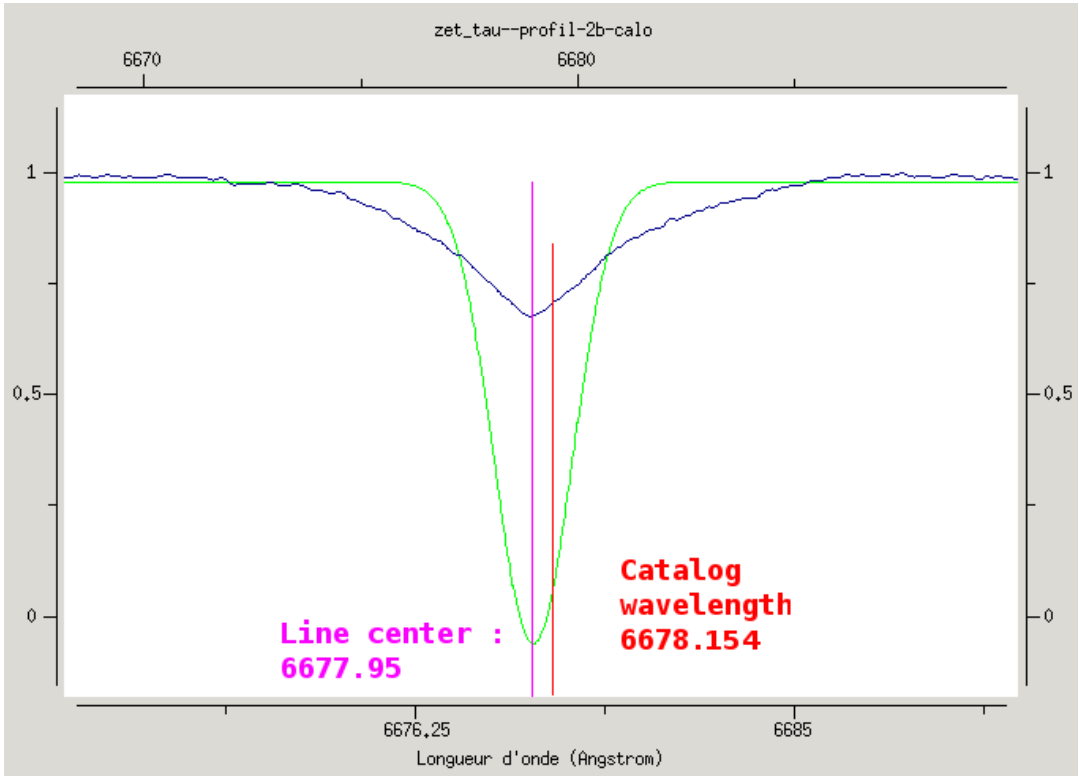
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

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



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la vitesse radiale



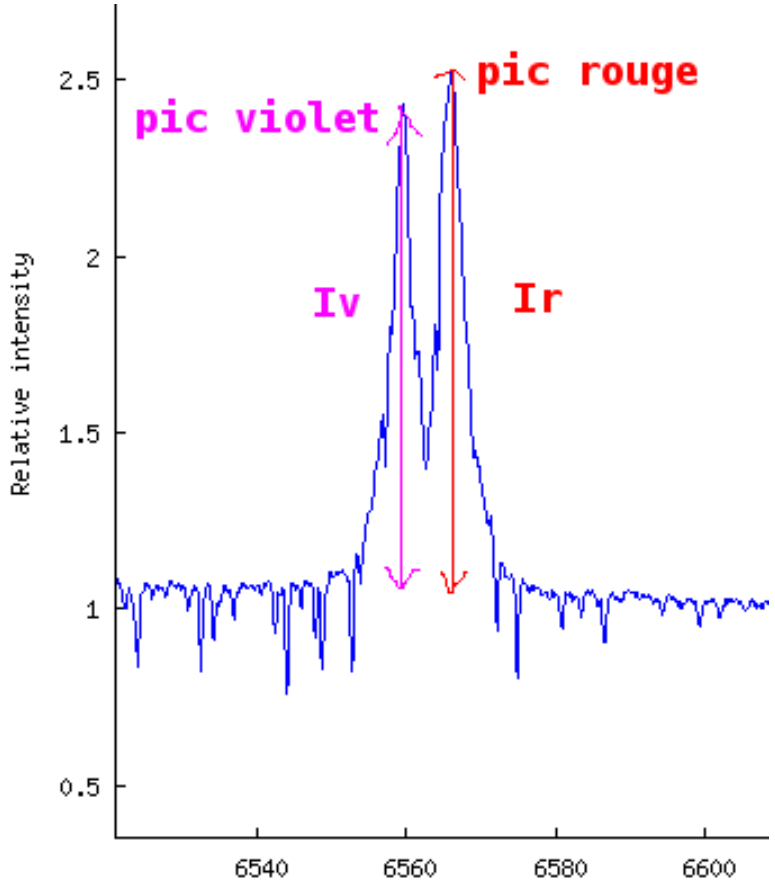
$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$$

Commande :

```
spc_vradiale profil_raies_étalonné
type_raie (e/a) lambda_raie_approchée
lambda_réf
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure du rapport V/R d'une raie



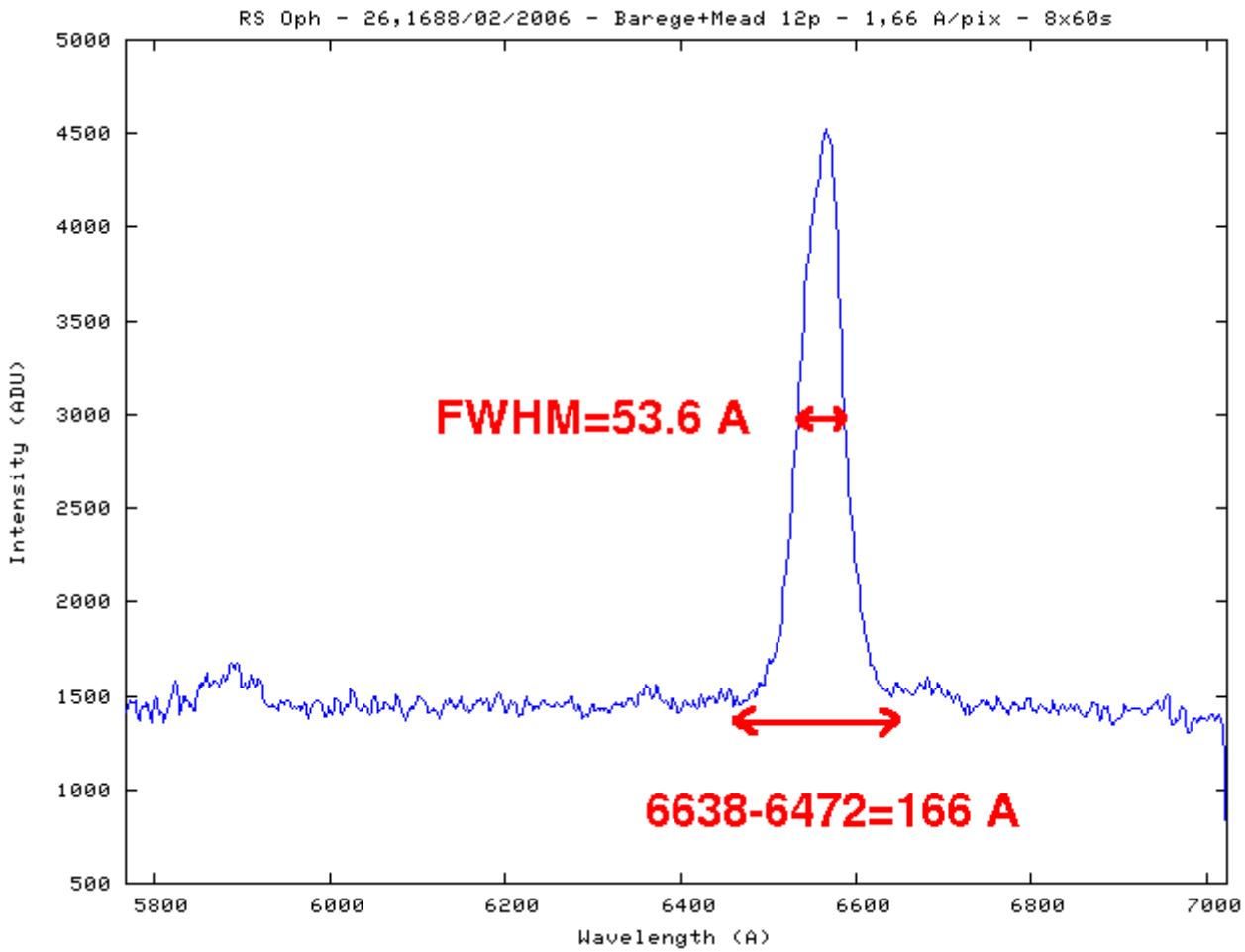
$$V/R = \frac{I_{pic_violet}}{I_{pic_rouge}}$$

Commande :

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

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la FWHM d'une raie



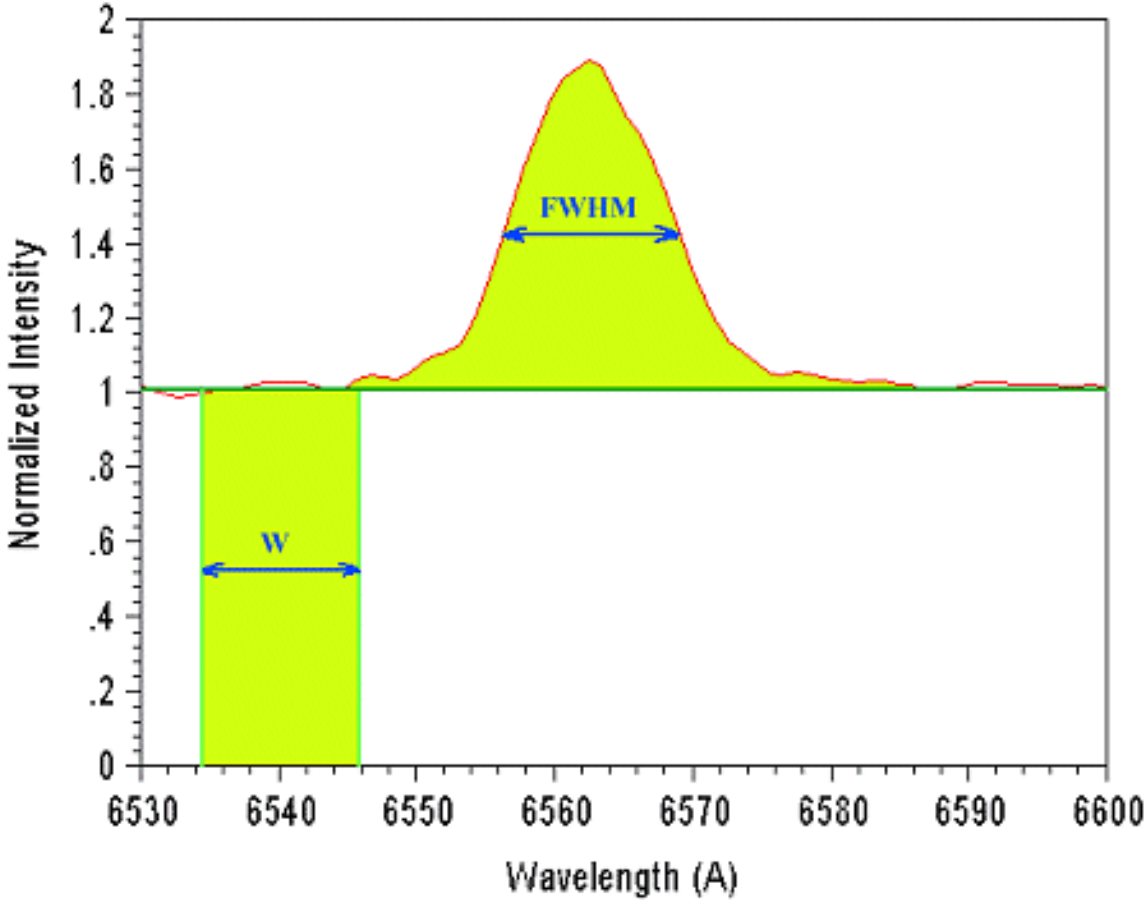
Modélisation par une gaussienne.

```
spc_fwhm profil_de_raies_lineaire
lambda_debut lambda_fin a/e
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Définition de la largeur équivalente (EW) :



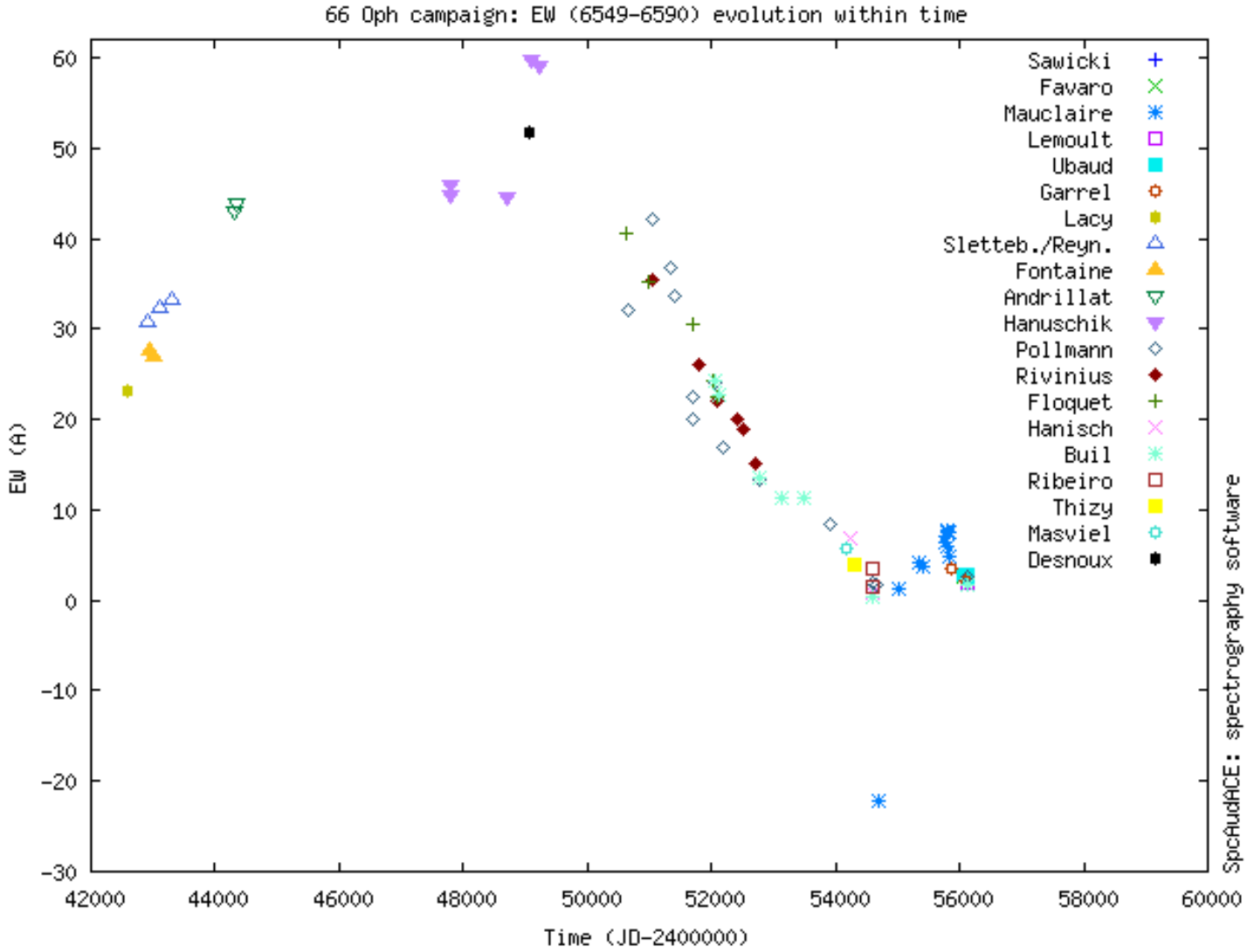
$$\mathbf{EW} = \sum_{\lambda_{deb}}^{\lambda_{fin}} \frac{\mathbf{I_C} - \mathbf{I}_\lambda}{\mathbf{I_C}}$$

Aire calculée par intégation numérique.
Suivi de l'activité stellaire et du disque.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Utilité de la largeur équivalente :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :
  - Étape critique (cf. OHP 2010 Workshop).

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :
  - Étape critique (cf. OHP 2010 Workshop).
  - Choisir pour toutes les mesures une méthode unique d'extraction du continuum.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :
  - Étape critique (cf. OHP 2010 Workshop).
  - Choisir pour toutes les mesures une méthode unique d'extraction du continuum.
- Choisir les mêmes longueurs d'onde limites : choix selon l'étoile et les spécifier dans les diagrammes.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :
  - Étape critique (cf. OHP 2010 Workshop).
  - Choisir pour toutes les mesures une méthode unique d'extraction du continuum.
- Choisir les mêmes longueurs d'onde limites : choix selon l'étoile et les spécifier dans les diagrammes.
- Toujours faire un calcul d'estimation de l'erreur.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :
  - Étape critique (cf. OHP 2010 Workshop).
  - Choisir pour toutes les mesures une méthode unique d'extraction du continuum.
- Choisir les mêmes longueurs d'onde limites : choix selon l'étoile et les spécifier dans les diagrammes.
- Toujours faire un calcul d'estimation de l'erreur.
- Éviter l'influence de l'opérateur : une fonction logicielle sans usage de la souris !

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

Précautions à prendre :

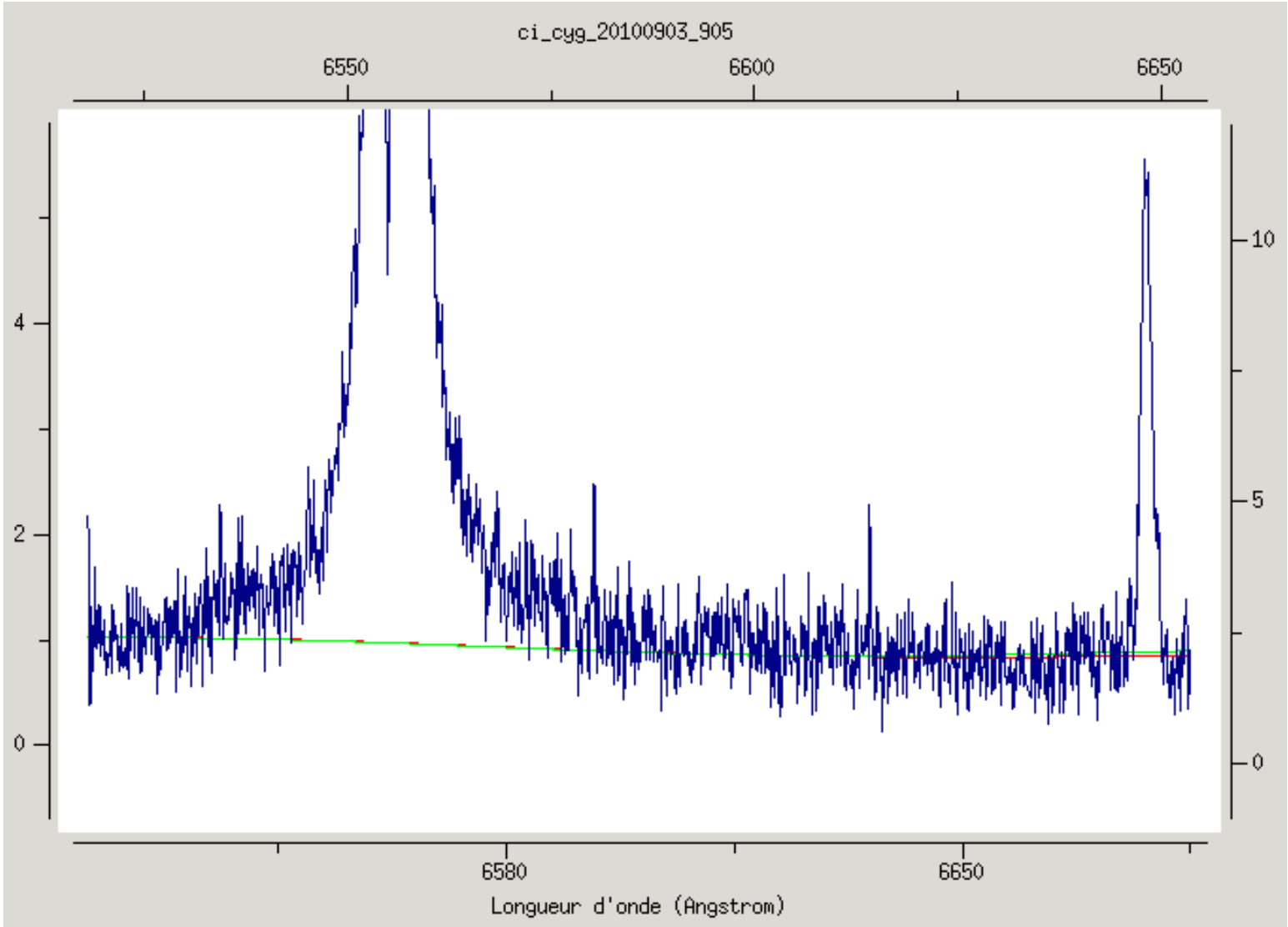
- Nécessité de modéliser le continuum pour connaître I_C dans la raie :
  - Étape critique (cf. OHP 2010 Workshop).
  - Choisir pour toutes les mesures une méthode unique d'extraction du continuum.
- Choisir les mêmes longueurs d'onde limites : choix selon l'étoile et les spécifier dans les diagrammes.
- Toujours faire un calcul d'estimation de l'erreur.
- Éviter l'influence de l'opérateur : une fonction logicielle sans usage de la souris !
- Exemple :

```
spc_ew nom_profil_raies lamba_début lambda_fin
?taux_doucissage_continuum (0-[6]-15)?
?efface_continuum(o)?
?degré_polynomes_continuum_methode_pbas(2)?
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Mesure de la largeur équivalente

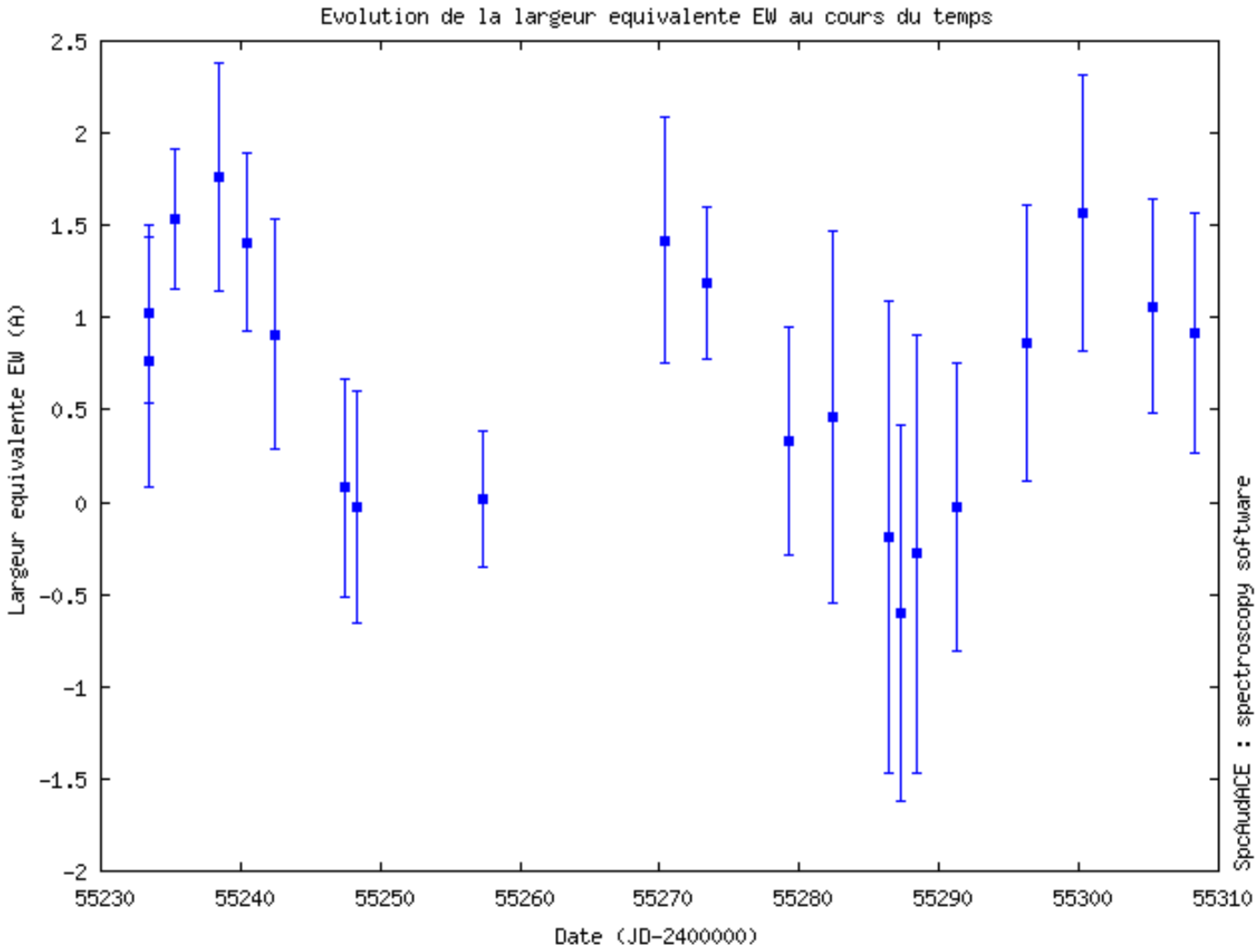
Détermination du continuum :



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Création et exploitation de séries de mesures

Mesure de EW sur une série de spectres :



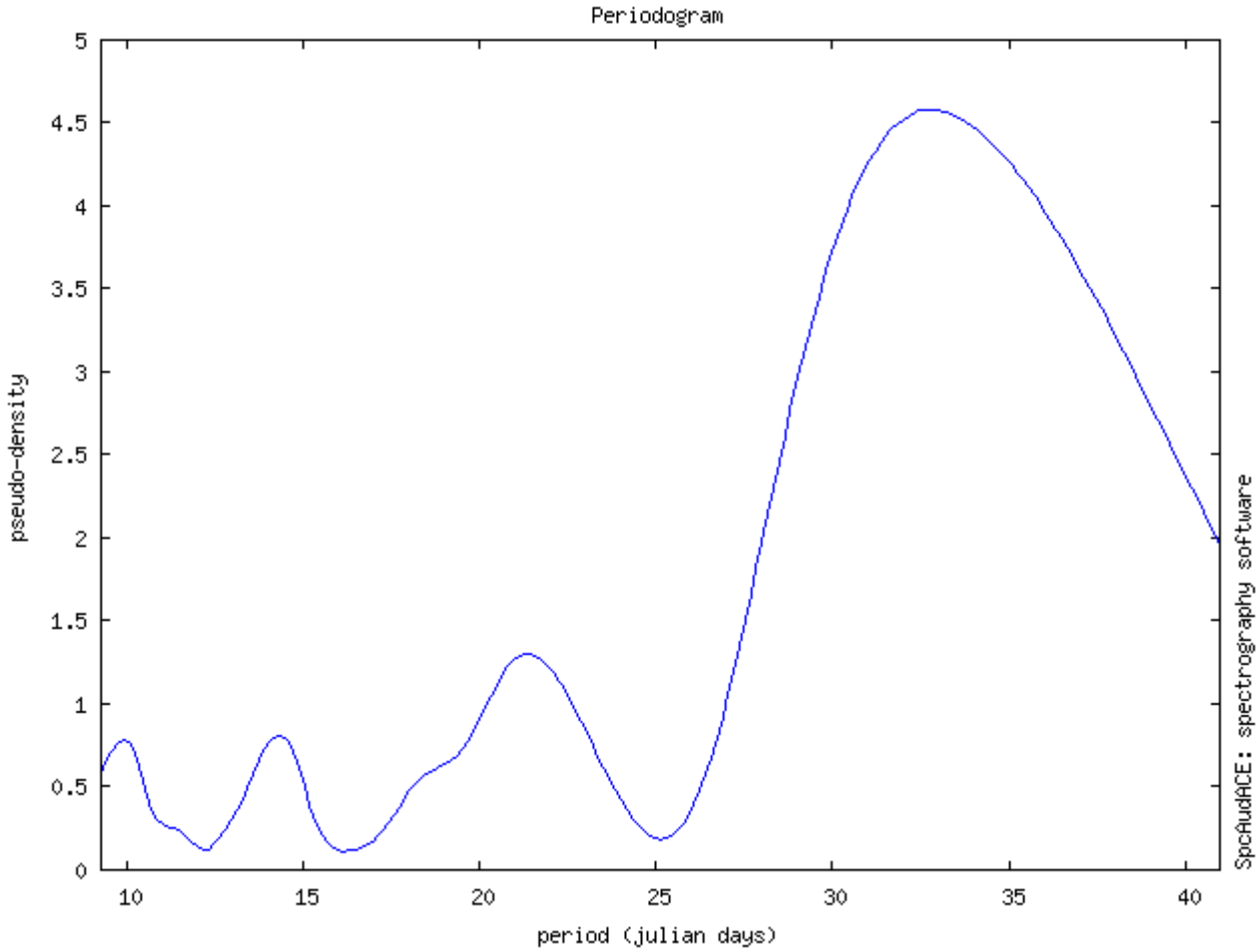
`spc_ewcourbe lambda_deb lambda_fin`

→ traite les fichiers du répertoire.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Création et exploitation de séries de mesures

Périodogramme de Scargle-Lomb :

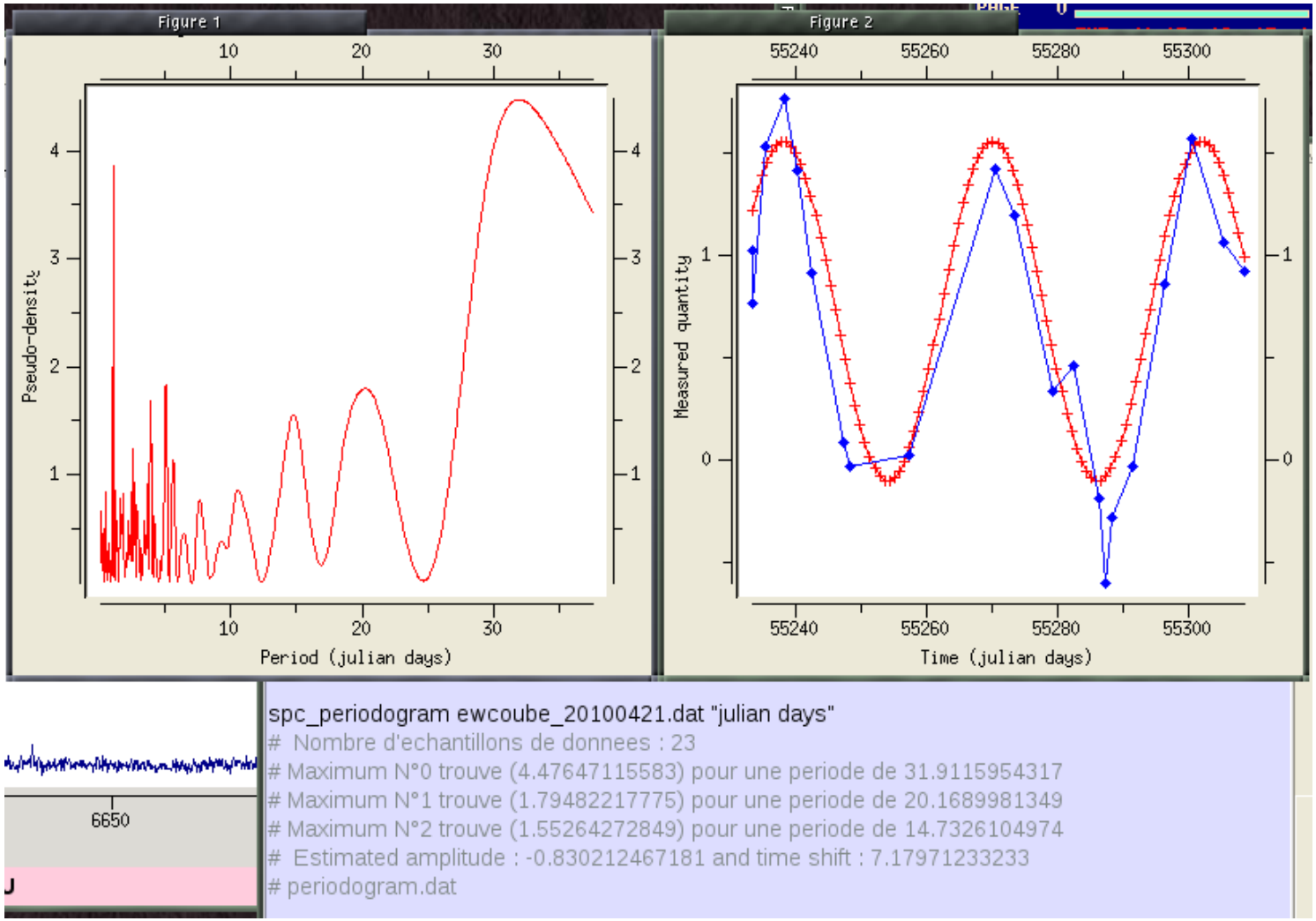



```
spc_periodogram data_filename.dat time_unit measured_quantity
?nb_periodes_plausibles (10)? ?period_min (0.)?
?period_max (=duree enregistrement des mesures)?
?valeur minimum autorisee pour le pas d'echantillonage du periodogram
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Création et exploitation de séries de mesures

Détermination d'une période de variation :

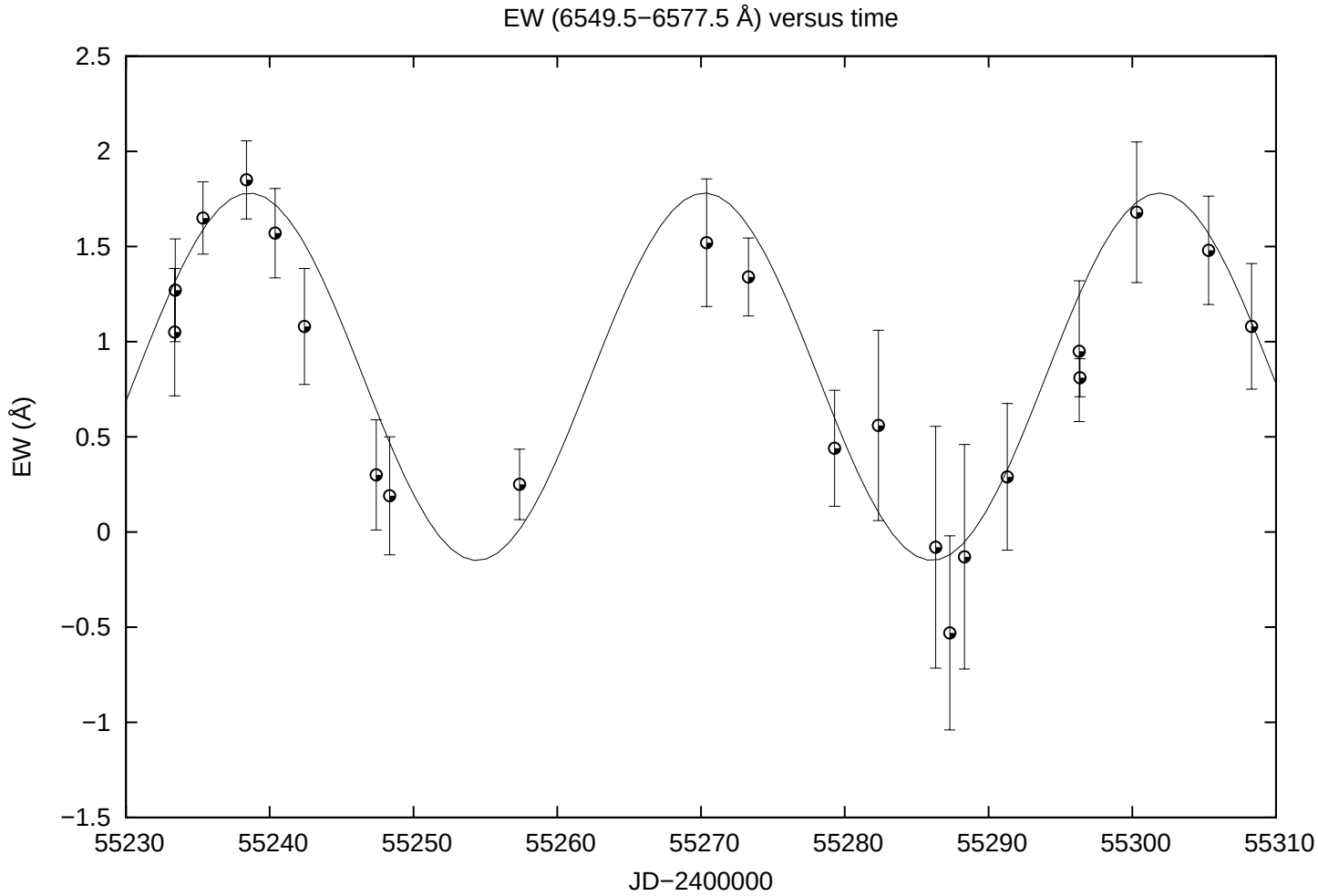


→ Ajustement d'une sinusoïde et calcul de la phase.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Création et exploitation de séries de mesures

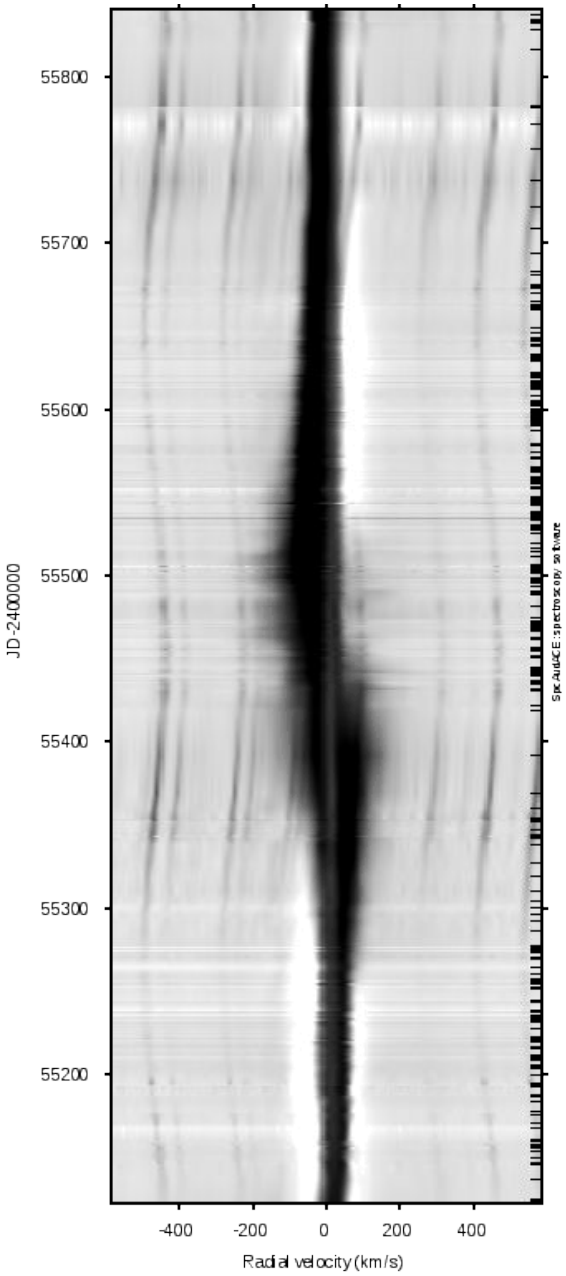
Détermination d'une période de variation :



Ajustement d'une sinusoïde avec la période principale issue du périodogramme.

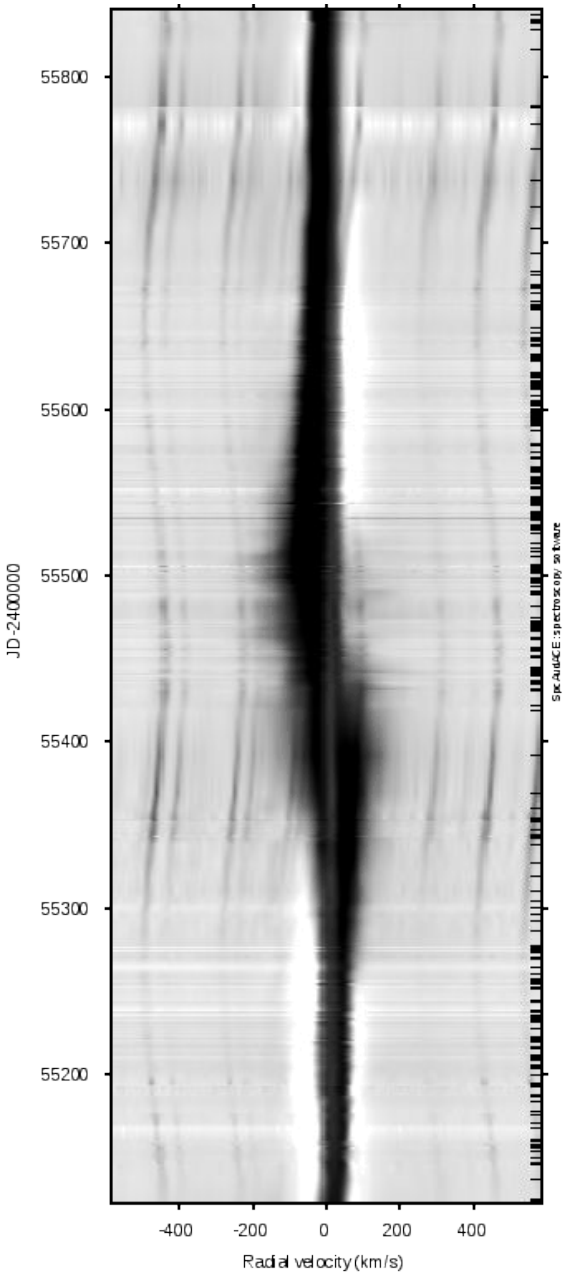
Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spectre dynamique d'une série



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

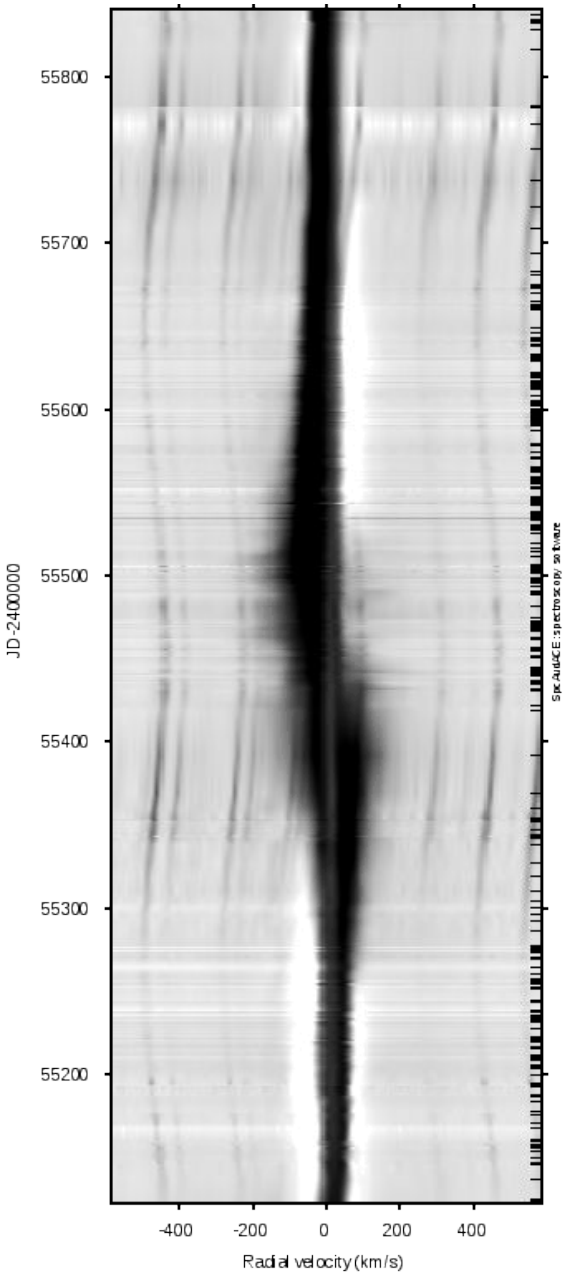
Spectre dynamique d'une série



- Idéal pour les phénomènes de pulsation et de binarité.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

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 DEC
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Fonction SpcAudace :

```
spc_rmcosmics _rr_lyrae-b--20130919_936 2
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Fonction SpcAudace :

```
spc_rmcosmics _rr_lyrae-b--20130919_936 2
```

- $\rightarrow$ vérifier la liste des raies trouvées avec celles observées.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Fonction SpcAudace :

```
spc_rmcosmics _rr_lyrae-b--20130919_936 2
```

- $\rightarrow$ vérifier la liste des raies trouvées avec celles observées.
- Lissage doux des spectres de la série :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Fonction SpcAudace :

```
spc_rmcosmics _rr_lyrae-b--20130919_936 2
```

- $\rightarrow$ vérifier la liste des raies trouvées avec celles observées.
- Lissage doux des spectres de la série :

Fonction SpcAudace :

```
bm_cmd "spc_smooth %s"
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Fonction SpcAudace :

```
spc_rmcosmics _rr_lyrae-b--20130919_936 2
```

- $\rightarrow$ vérifier la liste des raies trouvées avec celles observées.
- Lissage doux des spectres de la série :

Fonction SpcAudace :

```
bm_cmd "spc_smooth %s"
```

- Vue d'ensemble es spectres de la nuit :

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes

- Retrait des cosmics dans le profil de raies :

Fonction SpcAudace :

```
spc_rmcosmics _rr_lyrae-b--20130919_936 2
```

- $\rightarrow$ vérifier la liste des raies trouvées avec celles observées.
- Lissage doux des spectres de la série :

Fonction SpcAudace :

```
bm_cmd "spc_smooth %s"
```

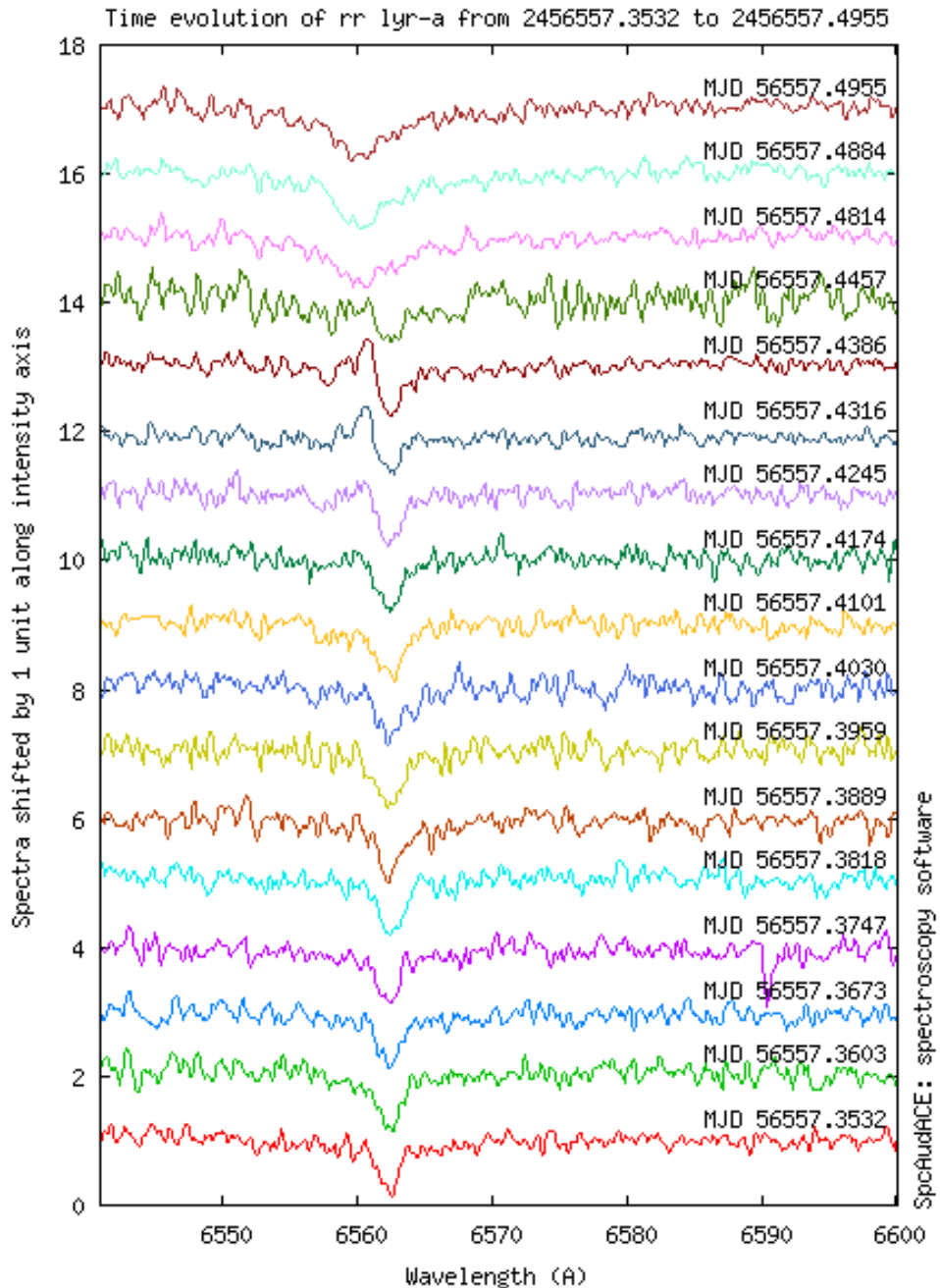
- Vue d'ensemble es spectres de la nuit :

Fonction SpcAudace :

```
spc_multifit2pngdec 1
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Post-traitement des pulsantes



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spcripts personnalisés

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spcripts personnalisés

- Appliquer une commande à tous les fichiers d'un répertoire :

```
bm_cmd "spc_ew %s 6530 6600 6 o"
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spcripts personnalisés

- Appliquer une commande à tous les fichiers d'un répertoire :
  `bm_cmd "spc_ew %s 6530 6600 6 o"`
- Script de post-production : enchaîner mise en forme et mesures.

Exemple de succession de tâches :

```
# Complétion du header FITS
# Correction de la vitesse héliocentrique
# Normalisation
# Formatage du nom de fichier
# Export PNG et Postscript
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spcripts personnalisés

- Appliquer une commande à tous les fichiers d'un répertoire :
  `bm_cmd "spc_ew %s 6530 6600 6 o"`
- Script de post-production : enchaîner mise en forme et mesures.

Exemple de succession de tâches :

```
# Complétion du header FITS
# Correction de la vitesse héliocentrique
# Normalisation
# Formatage du nom de fichier
# Export PNG et Postscript
```

- Exploitation des spectres d'une campagne d'observation : ϵ Aur, HD57682, RR Lyr bien sûr !

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spcripts personnalisés : possibilités quasi-infinies

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

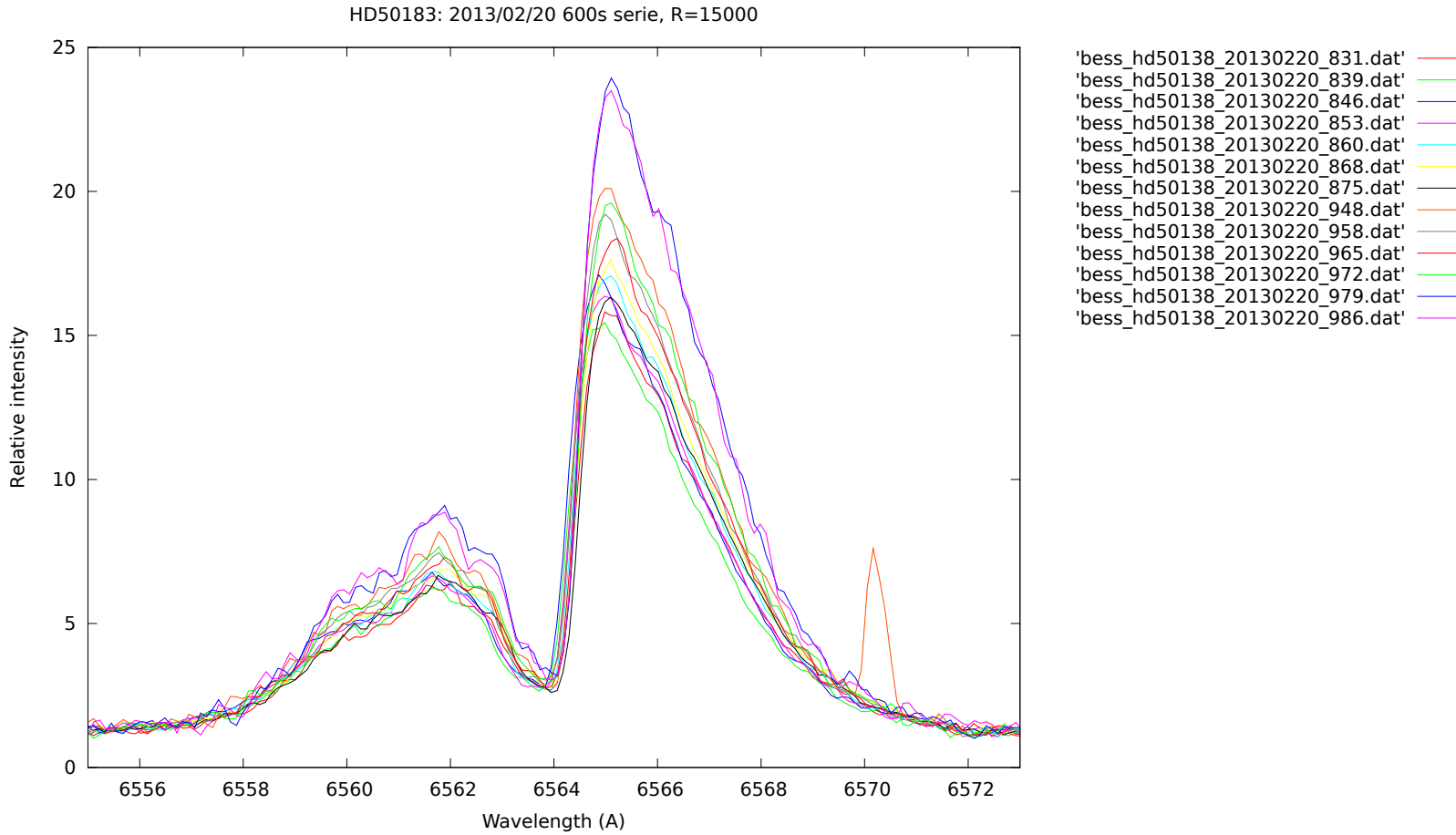
Spcripts personnalisés : possibilités quasi-infinies

Exemple :

```
proc bm_hd50138 { args } {
   global audace conf tcl_platform
   set nbargs [ llength $args ]
   if { $nbargs==0 } {
      set resolution $res_dflt
      set conti_wave $wconti_dflt
   } elseif { $nbargs==1 } {
   ...
   #--- Rescaling des profils par rapport au continuum et calcul du SNR :
   set listefiles [ lsort -dictionary [ glob -dir $audace(rep_images) -tail *$conf(extension
   set nbfiles [ llength $listefiles ]
   foreach fichier $listefiles {
      set fichier [ file rootname $fichier ]
      set filenorma [ spc_autonorma $fichier ]
      set snr [ spc_snr $filenorma ]
      set msnr [ expr $msnr+$snr ]
   ...
   set msnr [ expr round($msnr/$nbfiles) ]
   #--- Renomme chaque fichier pour etre de la forme hd50138_yyyymmdd_fff :
   ...
   #--- Converti en dat et construit la liste des fichiers .dat pour Gnuplot :
   foreach fichier $listefiles_named {
      spc_fits2dat "$fichier"
      ...
   #--- Construit le script gnuplot :
   ::console::affiche_prompt "\nConstruit le script gnuplot et tracé du graphique de synthès
   set titre "HD50138: ${annee}/${mois}/$jour ${exptime}s serie, R=$resolution, mean SNR=$ms
   set fileout "hd50138_serie_${dateobs}.pdf"
   return $fileout
}
```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Ce qui est mesurables
Voir l'évolution d'une raie au cours du temps
Mesure de la vitesse radiale
Mesure du rapport V/R d'une raie
Mesure de la FWHM d'une raie
Mesure de la largeur équivalente
Création et exploitation de séries de mesures
Spectre dynamique d'une série
Post-traitement des pulsantes
Spcripts personnalisés
Conclusion
Compléments

Spcripts personnalisés : résultat



Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Conclusion

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Conclusion

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

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Conclusion

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

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline : évite l'influence de l'opérateur et gain de temps.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots cléf ou log.
- Chaque mesure doit être accompagnée de l'estimation de son erreur.

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Conclusion

- Toutes les tâches de réduction spectrale doivent être réalisées par un pipeline : évite l'influence de l'opérateur et gain de temps.
- Le contrôle de la qualité : résultats intermédiaires et mots cléf ou log.
- Chaque mesure doit être accompagnée de l'estimation de son erreur.
- À vous de jouer !

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments

Quand se montrera notre étoile. . .

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments
Température et densité électronique

Détermination de la température électronique

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments
Température et densité électronique

Détermination de la température électronique

- Commande : `spc_te profil_de_raies_etalonne largeur_raie`

Détermination de la température électronique

- Commande : `spc_te profil_de_raies_etalonne largeur_raie`
- ```
  # spc_te m42_061209 16
  # Le température électronique de la nébuleuse est :
  12158.3809392 Kelvin ; R(OIII)=124.239096676
  ```
  ```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments
Température et densité électronique

Détermination de la température électronique

- Commande : `spc_te profil_de_raies_etalonne largeur_raie`
- ```
  # spc_te m42_061209 16
  # Le température électronique de la nébuleuse est :
  12158.3809392 Kelvin ; R(OIII)=124.239096676
  ```
- Les valeurs usuelles de T_e pour les régions HII vont de 7000 à 11000 K. Notre mesure légèrement supérieure.
  ```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments
Température et densité électronique

Détermination de la densité électronique

Détermination de la densité électronique

- Commande : `spc_ne profil_de_raies_etalonne Te largeur_raie`

Détermination de la densité électronique

- Commande : `spc_ne profil_de_raies_etalonne Te largeur_raie`
- ```
  # spc_ne m42_061209 12158 12
  # La densité électronique de la nébuleuse est :  4622.2806091 e-/cm^3 ; R(SII)=0.60396
  # spc_ne m42_061209 12158 13
  # La densité électronique de la nébuleuse est :  3785.84178667 e-/cm^3 ; R(SII)=0.63368
  ```
  ```

Introduction
ABC de la réduction des spectres
Exploitation astrophysique de vos spectres
Conclusion
Compléments
Température et densité électronique

Détermination de la densité électronique

- Commande : `spc_ne profil_de_raies_etalonne Te largeur_raie`
- ```
  # spc_ne m42_061209 12158 12
  # La densité électronique de la nébuleuse est :  4622.2806091 e-/cm^3 ; R(SII)=0.60396
  # spc_ne m42_061209 12158 13
  # La densité électronique de la nébuleuse est :  3785.84178667 e-/cm^3 ; R(SII)=0.63368
  ```
- Les valeurs usuelles de N_e pour les régions HII vont de 80 à 5000 e^-/cm^3. Notre mesure semble donc cohérente.
  ```