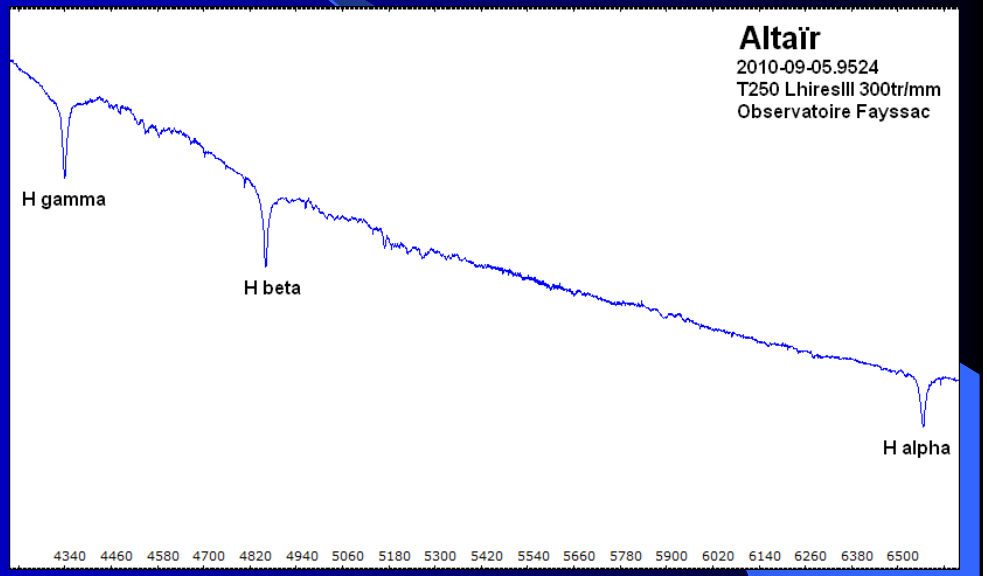
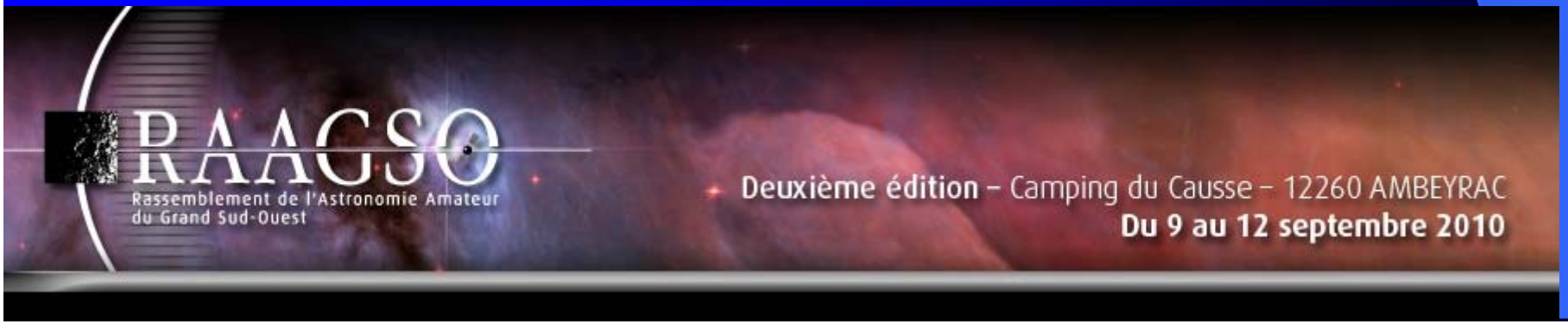
11 septembre 2010

la spectrographie amateur



Par David ANTAO



I – Rappel sur la spectroscopie

II – Mes débuts au Star Analyser

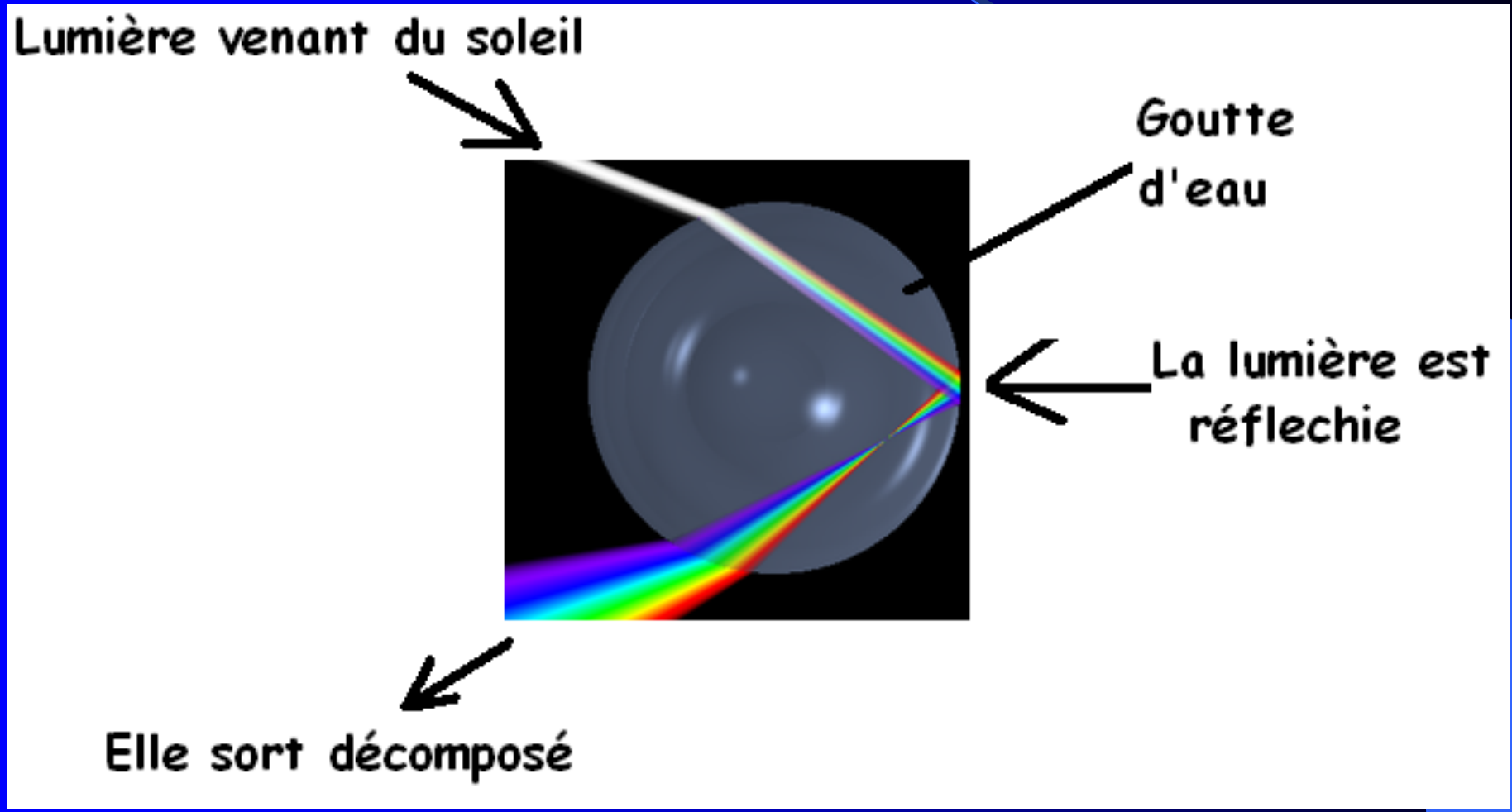
III – Le LhiresIII - haute et basse résolution

IV – Projets futurs…

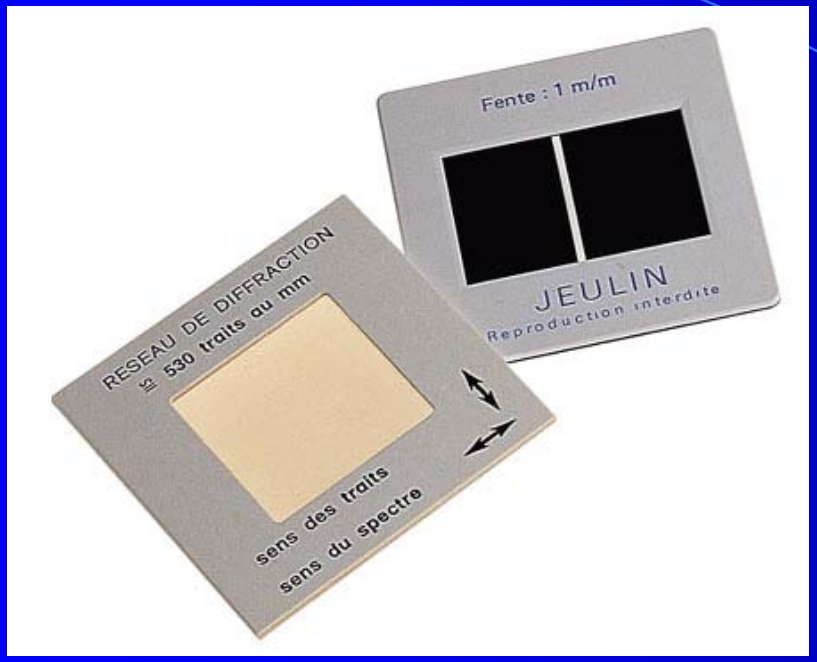
Rappel sur la spectroscopie

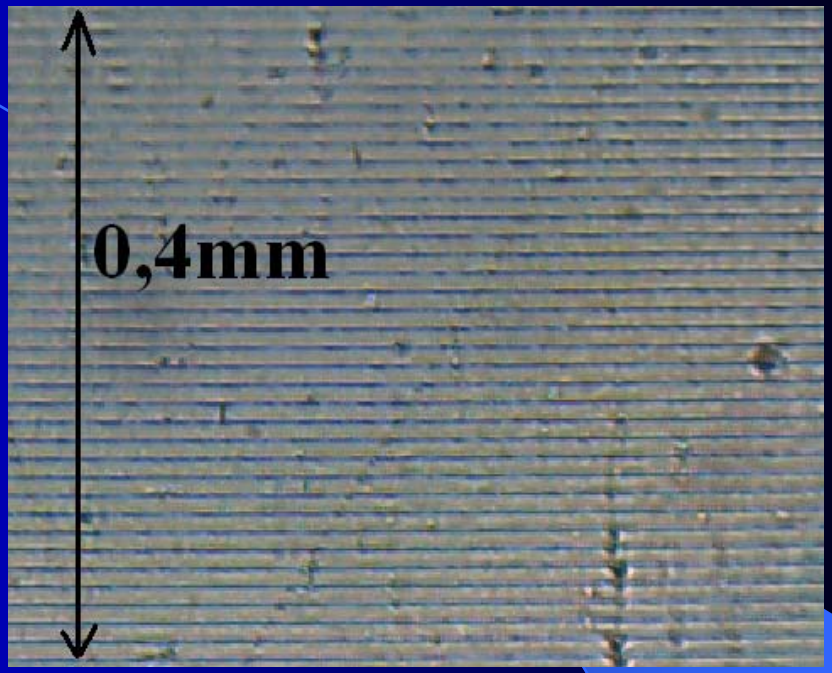
C’est la décomposition de la lumière en « arc-en-ciel », en spectre et l’étude de celui-ci.

La lumière est composée d’une multitude de photons de différentes longueurs d’ondes ou couleurs. Dans un arc-en-ciel se sont les gouttes d’eau qui décompose la lumière.

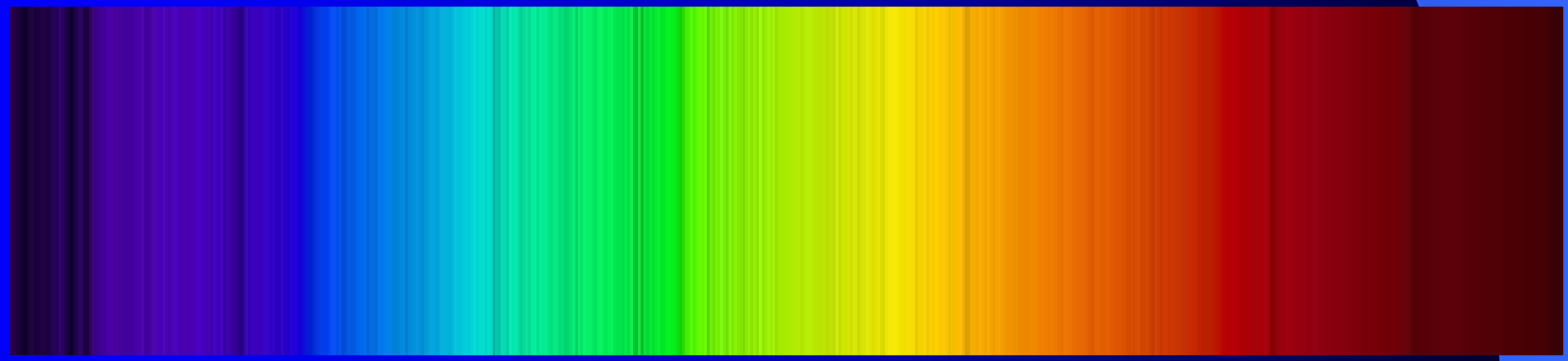


Pour plus de simplicité on utilise un réseau.

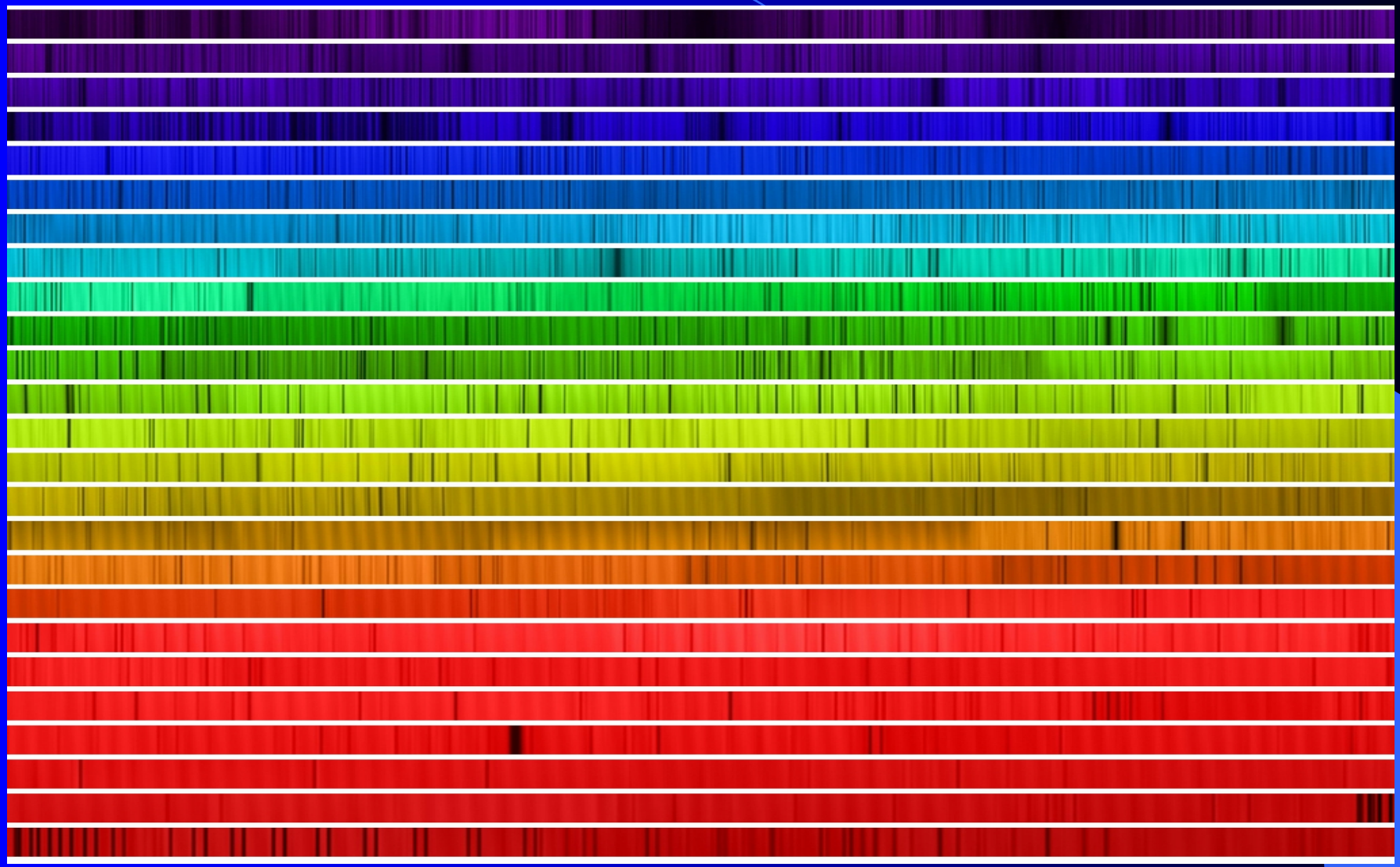




Et on obtient:

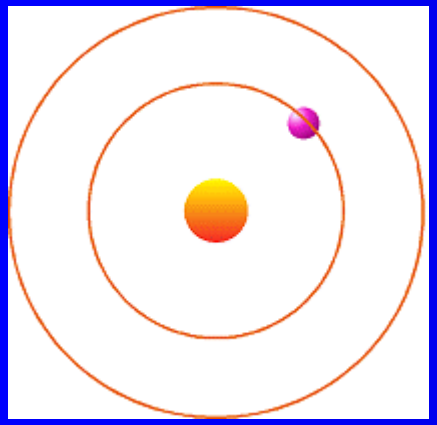


Quand on y regarde de plus près on remarque qu'il y a des raies sombres, d'autres brillantes, des raies larges, d'autres plus fines, et d'intensité différente.

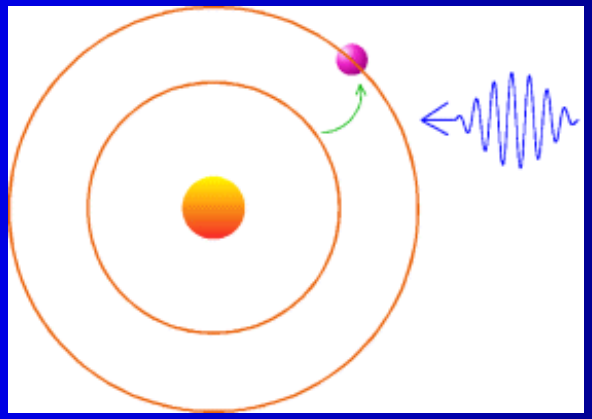


Le soleil au Lhires III 2400tr/mm - Shelyak

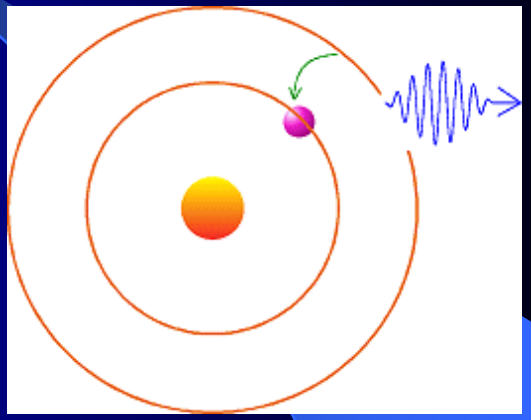
D’où viennent ces raies?



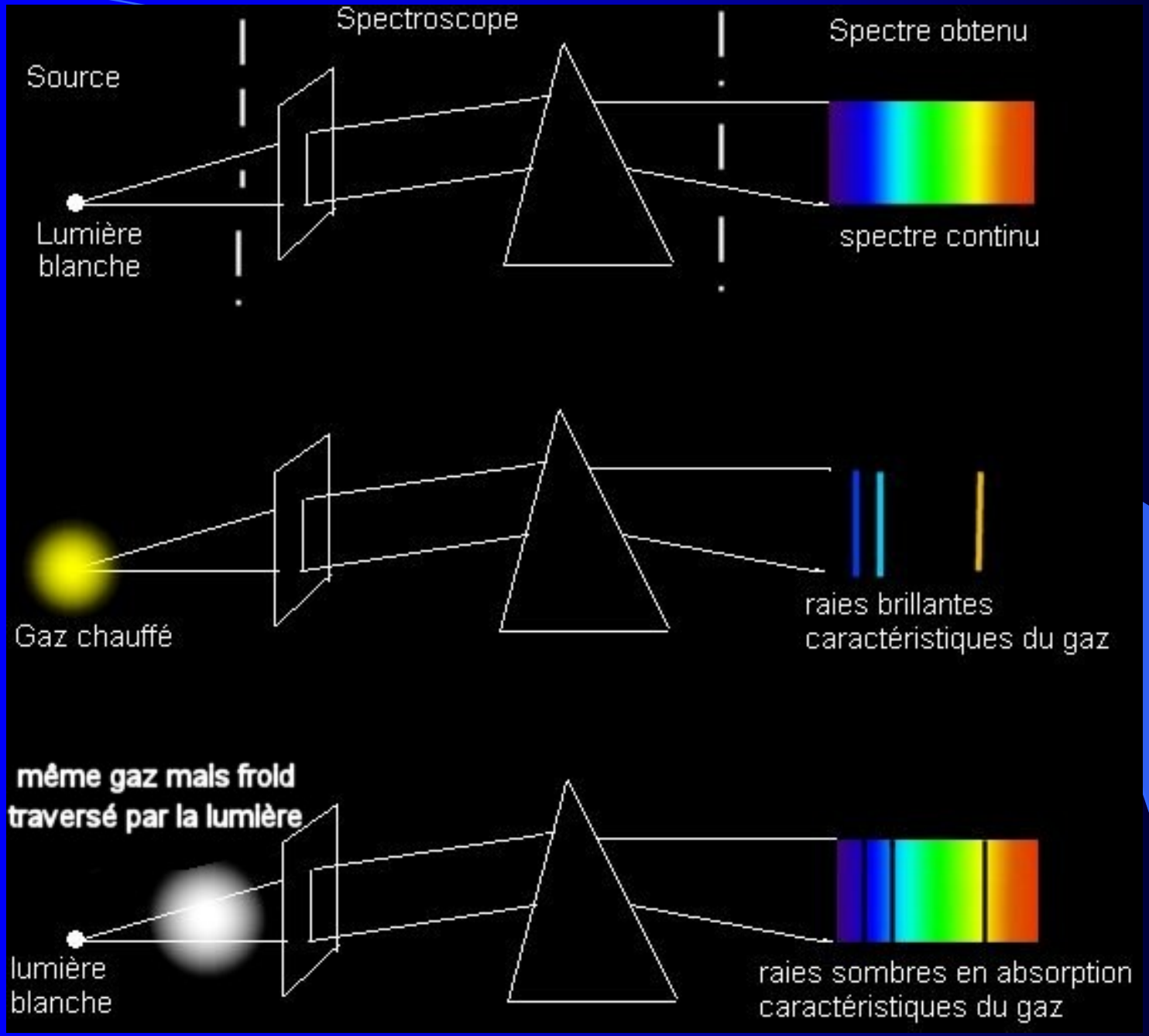
Atome au repos



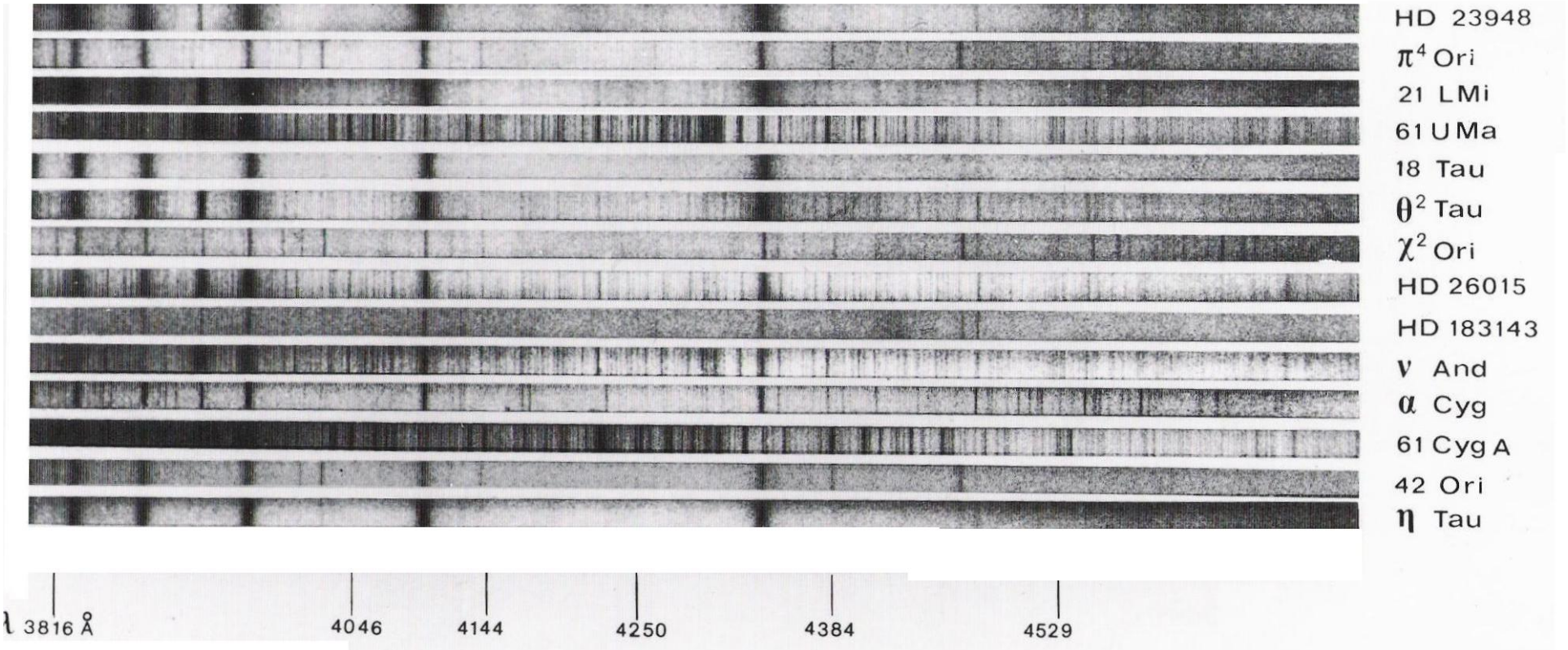
Excitation par un photon



Retour à l’état de repos


Spectroscope
Source
Spectre obtenu
Lumière blanche
spectre continu
Gaz chauffé
raies brillantes caractéristiques du gaz
même gaz mais froid traversé par la lumière
lumière blanche
raies sombres en absorption caractéristiques du gaz

Quand on regarde d’autres étoiles on s’aperçoit qu’elles ont toutes des spectres différents.



D’où viennent ces différences?
Quelles informations peut-on retirer de ces différences?

Ces raies nous donnent quatre informations principales sur les conditions physiques des étoiles, des nébuleuses ou des galaxies:

1 – La température

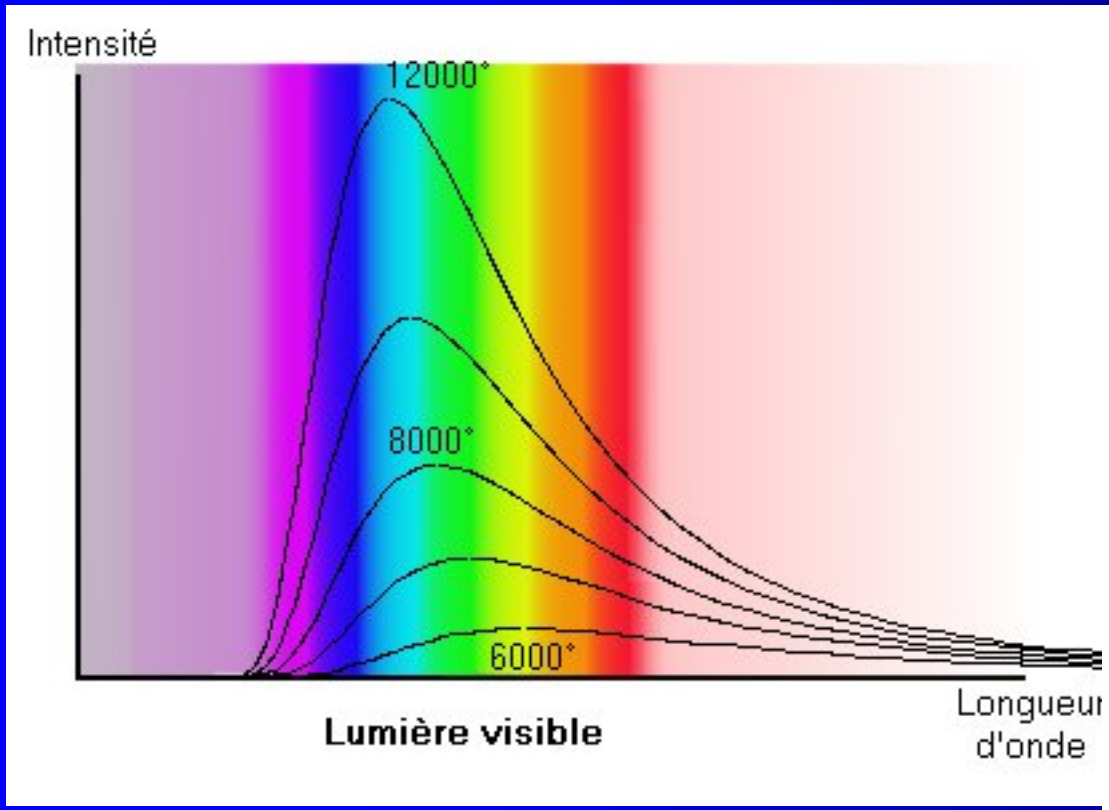
2 – La densité de l’étoile

3 – L’abondance des éléments présents.

4 – La vitesse radiale

1ére information: La température du milieu.

Elle est donnée grâce au spectre continu en comparaison avec un spectre de rayonnement d'un corps noir !

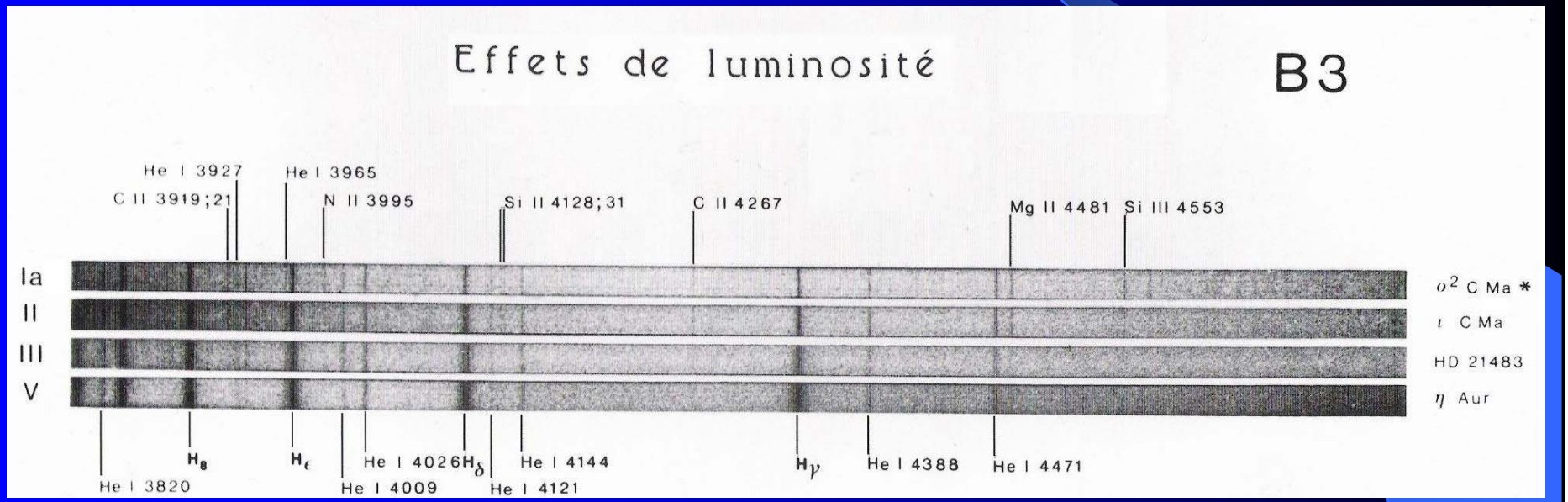


Type spectral	Température
O5	35 000°K
B0	30 850°K
B5	15 400°K
A0	9 500°K
A5	8 100°K
F0	7 200°K
F5	6 500°K
G0	6 000°K
G5	5 400°K
KO	5 250°K
K5	4 000°K
M0	3 850°K
M5	2 600°K

Le soleil est une étoile de type G2V

2ième information:

La densité de l'atmosphère de l'étoile ou sa classe de luminosité.



I - Supergéantes:
- a - les plus lumineuses
- b - les moins lumineuses

II - Géantes brillantes

III - Géantes

IV – Sous-géantes

V - Naines

Diagramme HR

Hertzsprung-Russell

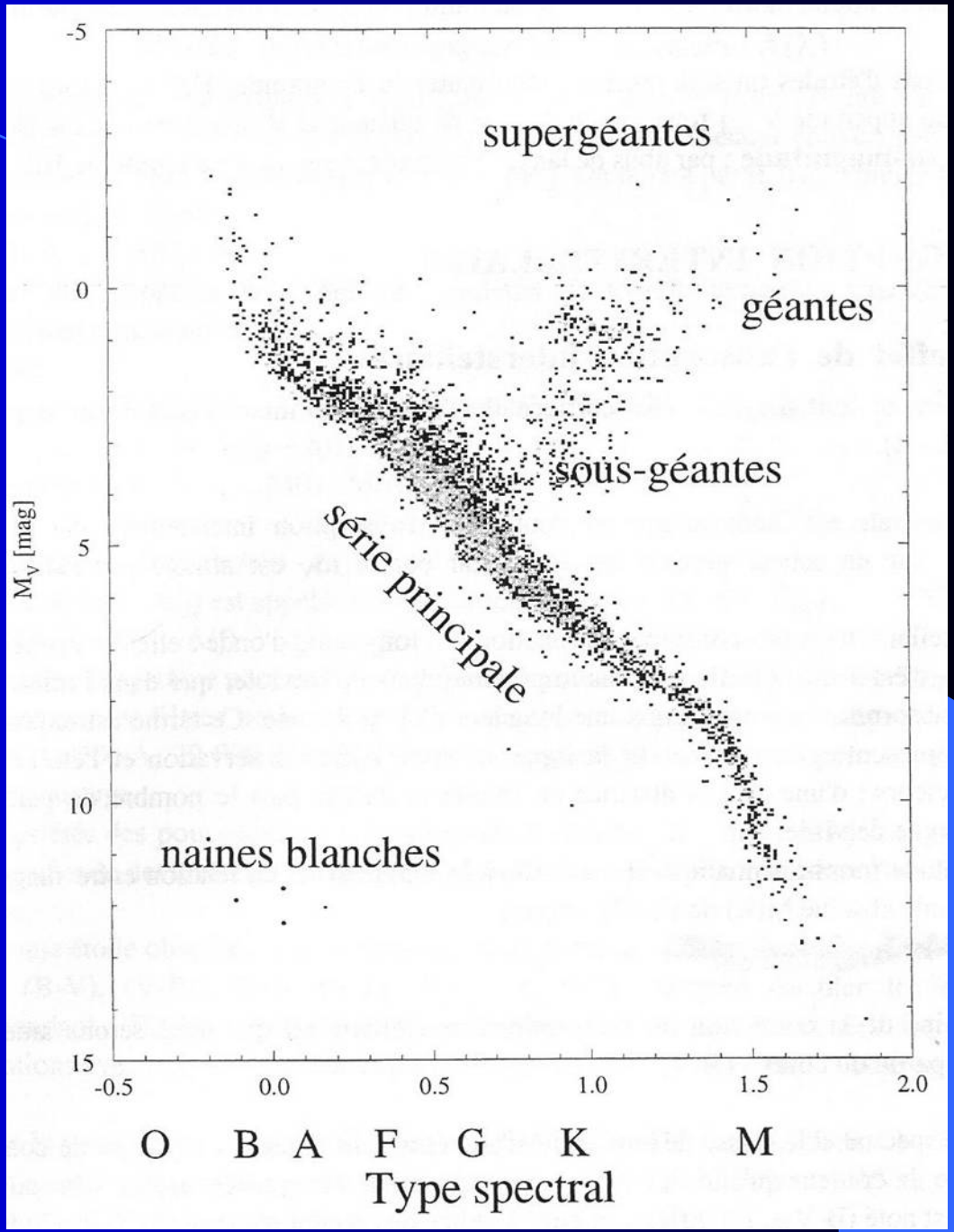
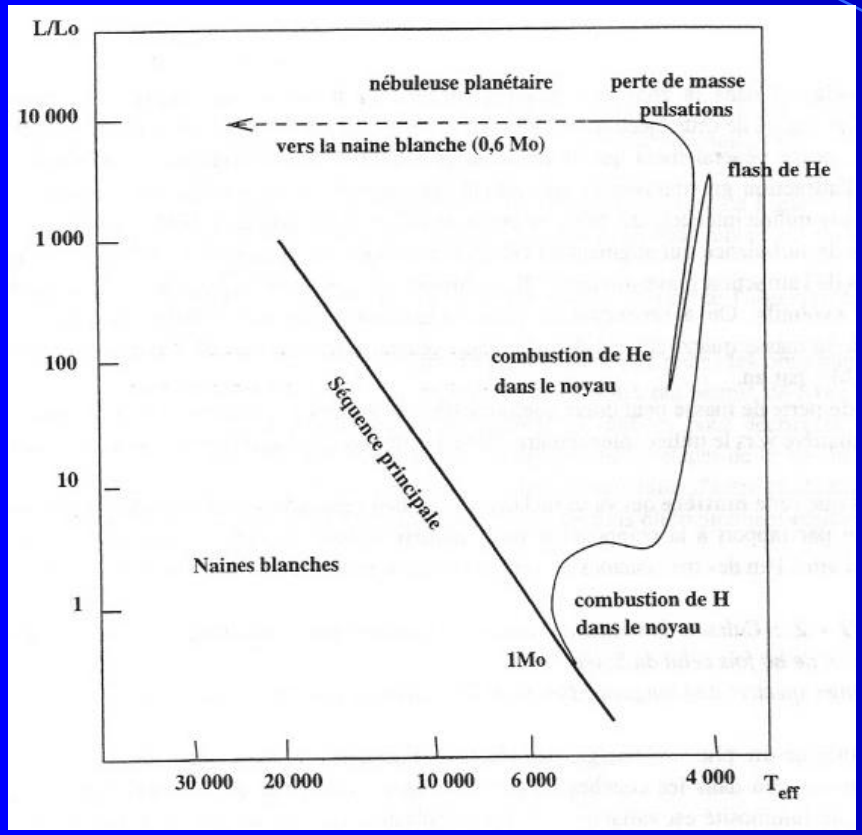
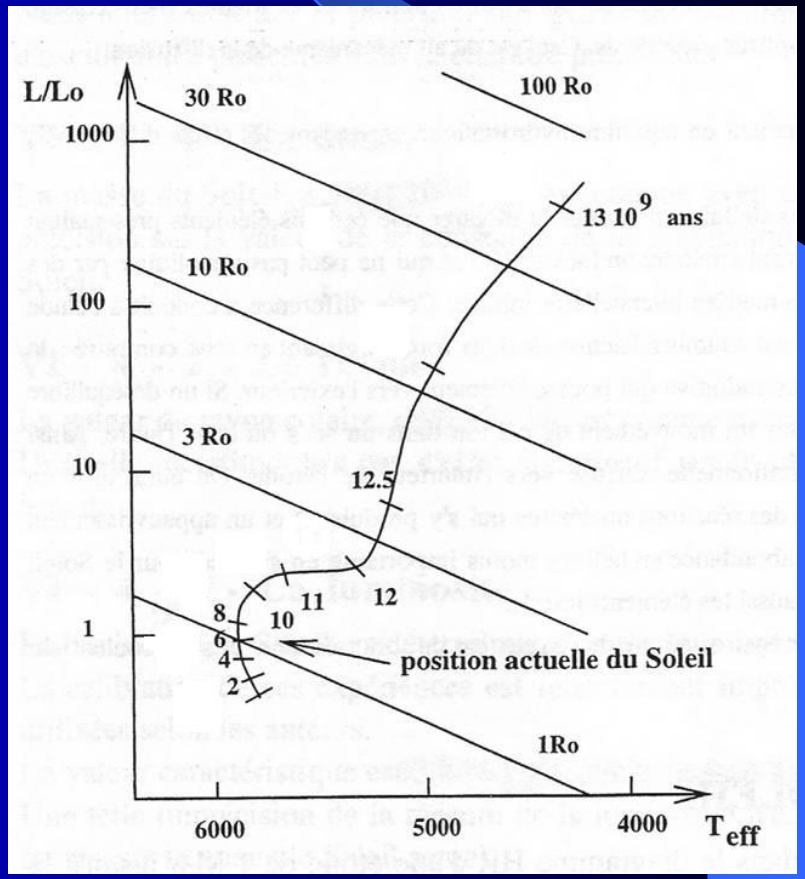
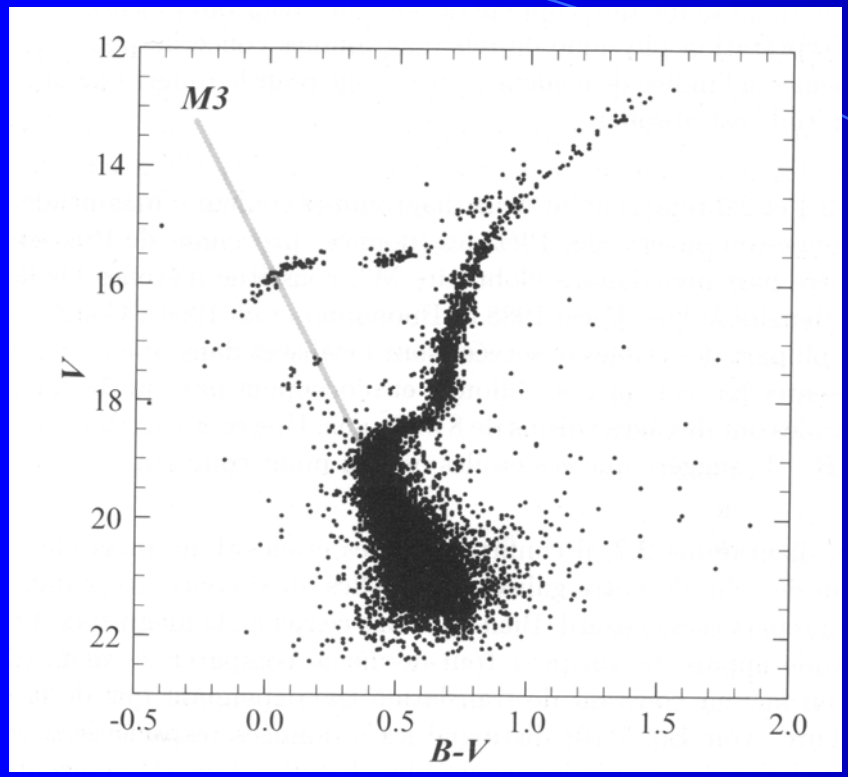
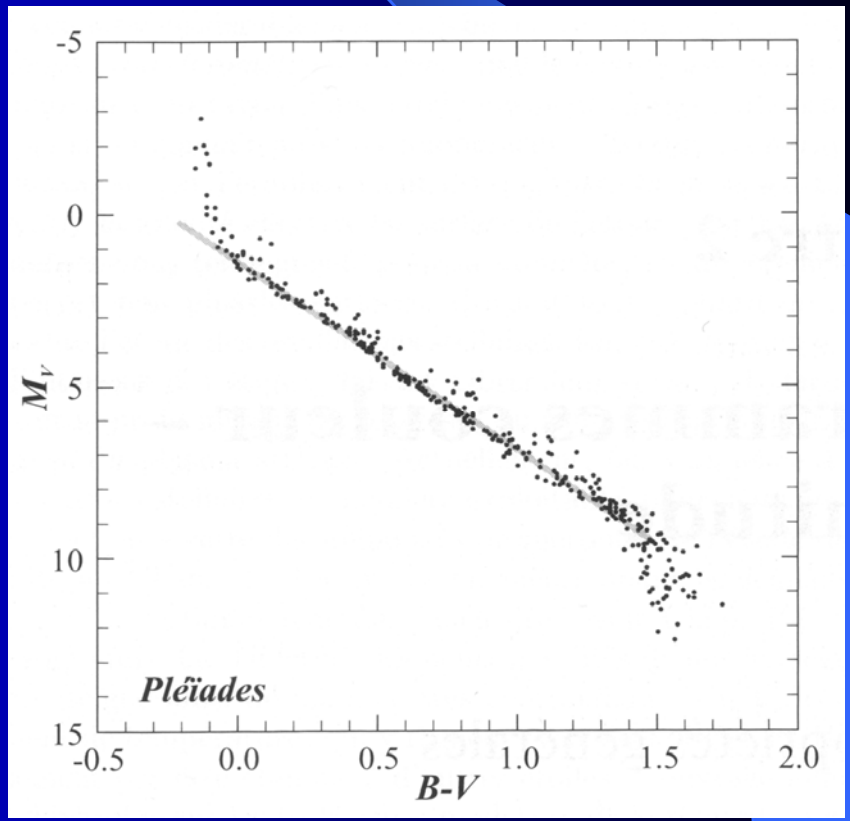


Diagramme HR pour le soleil






M3
12
14
16
18
20
22
V
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
B-V

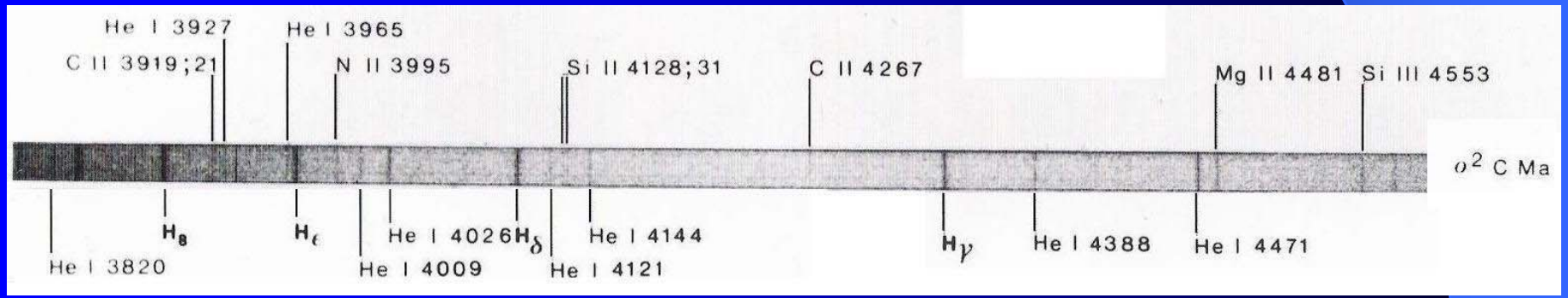

-5
0
5
10
15
M_V
Plëiades
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
B-V

3ième information:

L'abondance des éléments présents.

Plus un élément est présent plus sa raie est intense.

Moins un élément est présent moins sa raie est intense.



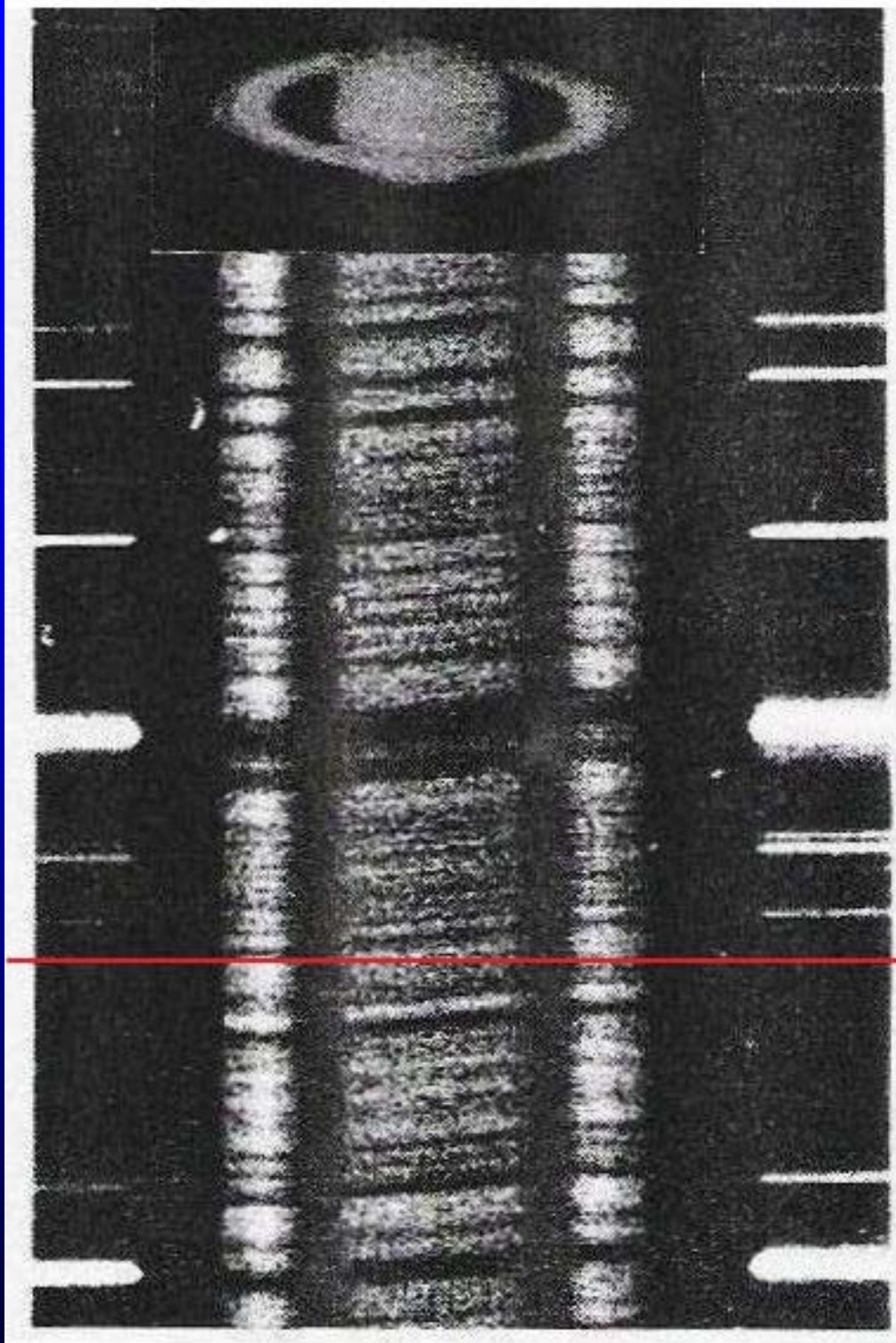
4ième information: La vitesse radiale.

L’effet Doppler - Fizeau:

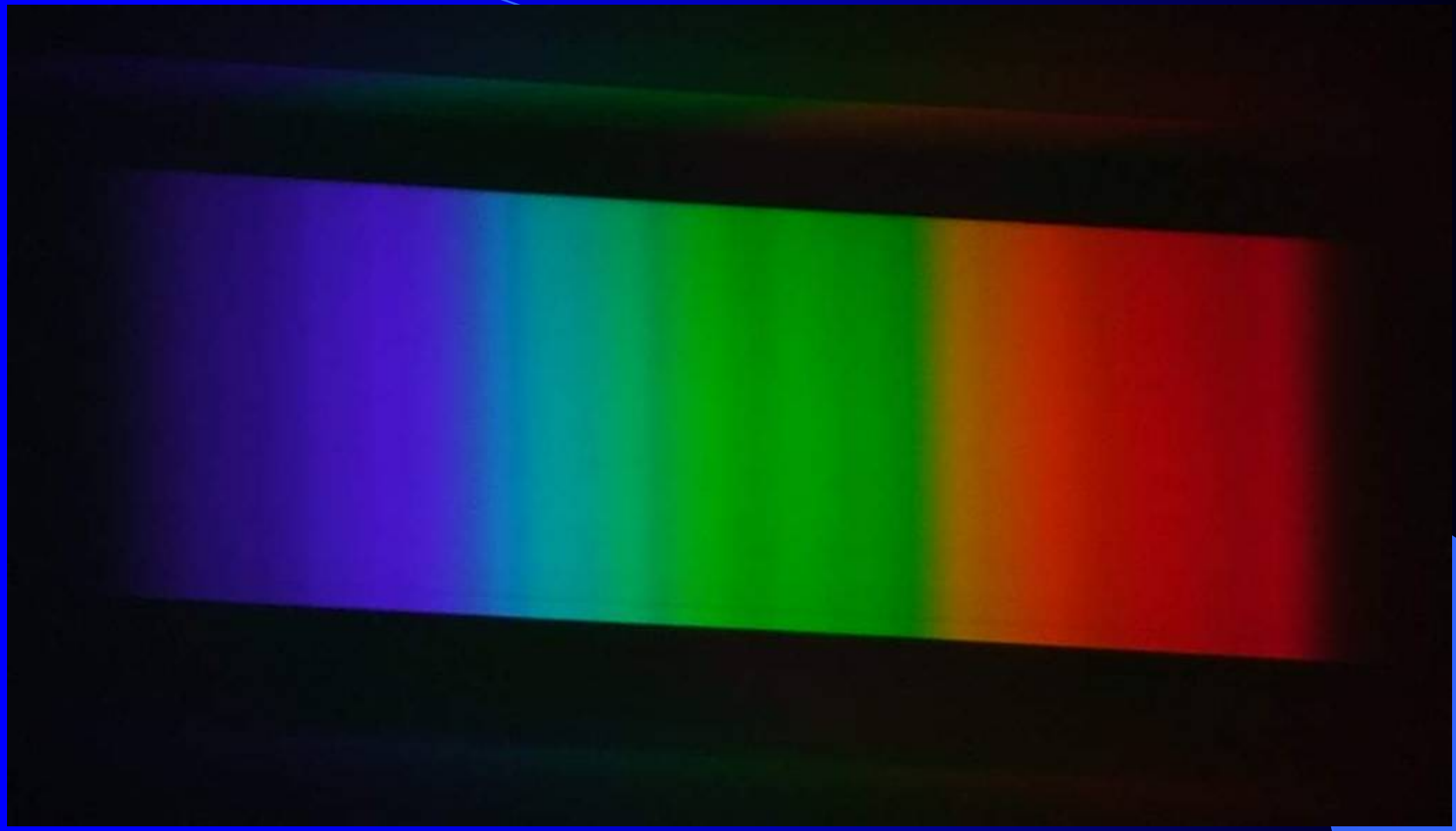
Si un observateur ou une source est en mouvement la longueur d’onde est:

- soit étirée si on s’éloigne donc décalage des raies vers le rouge,
- soit comprimée si on se rapproche, donc décalage vers le bleu.

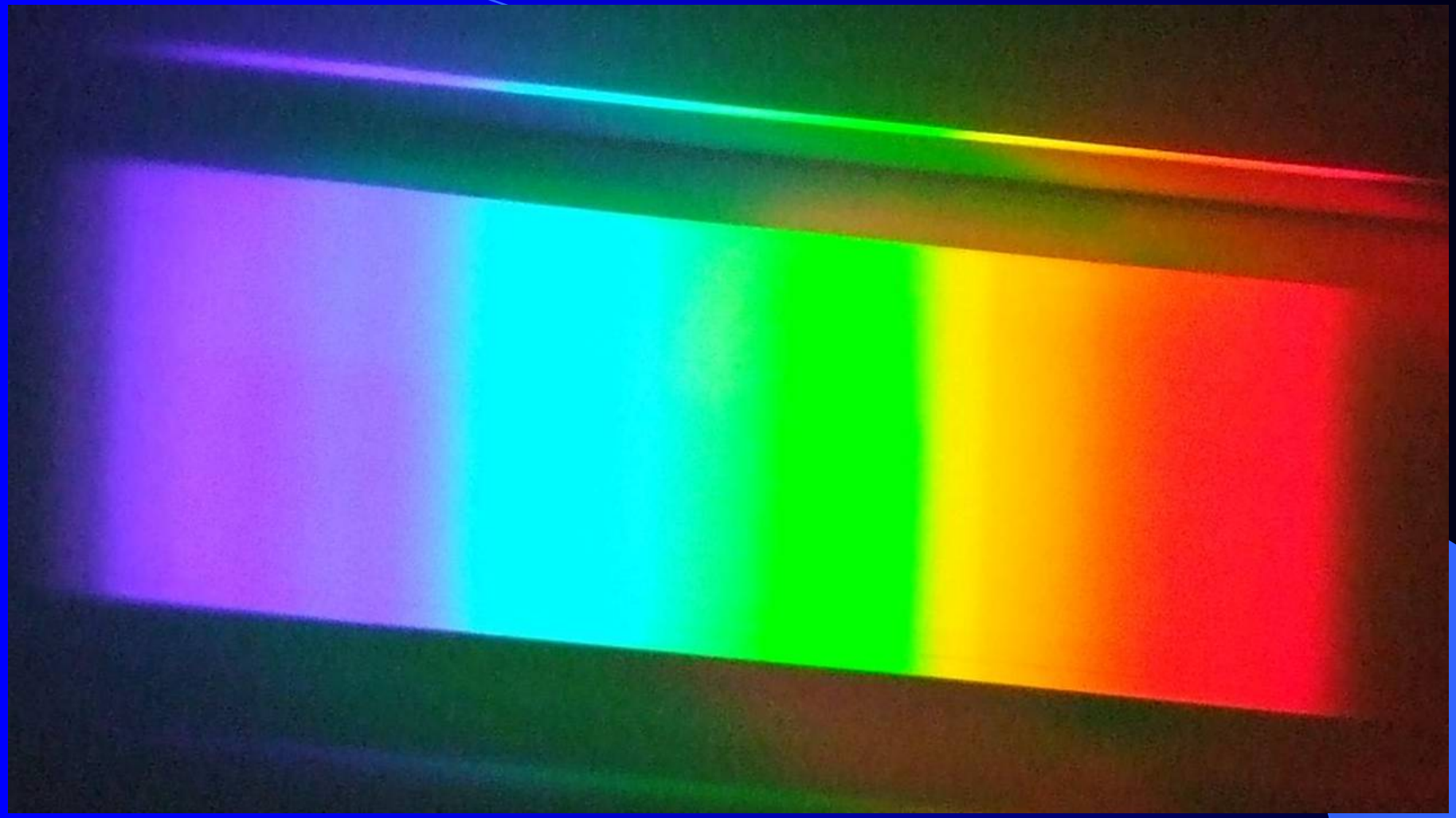
Cela nous permet de calculer uniquement la composante de la vitesse sur la ligne de visée.


438,355
440,475

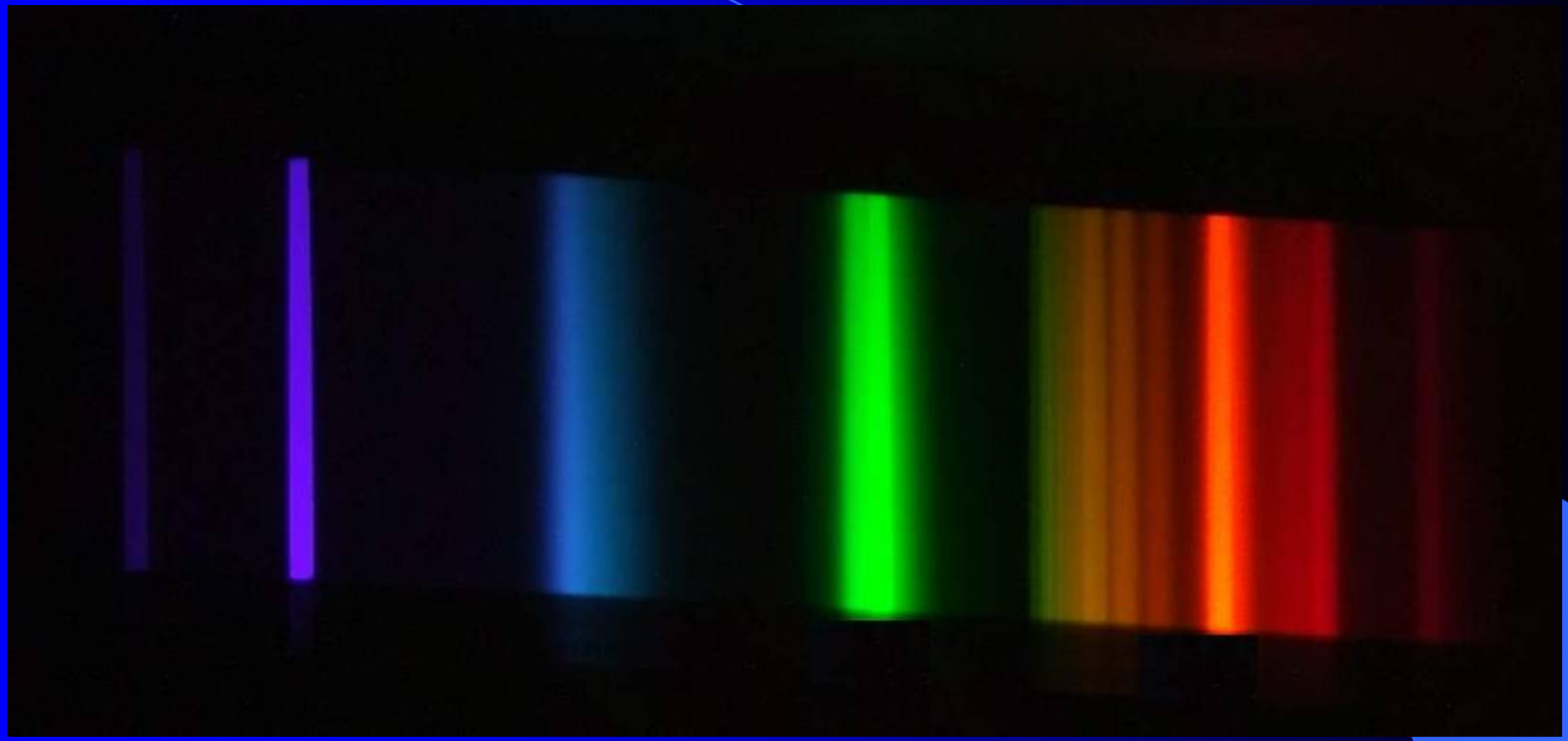
Mes Débuts …



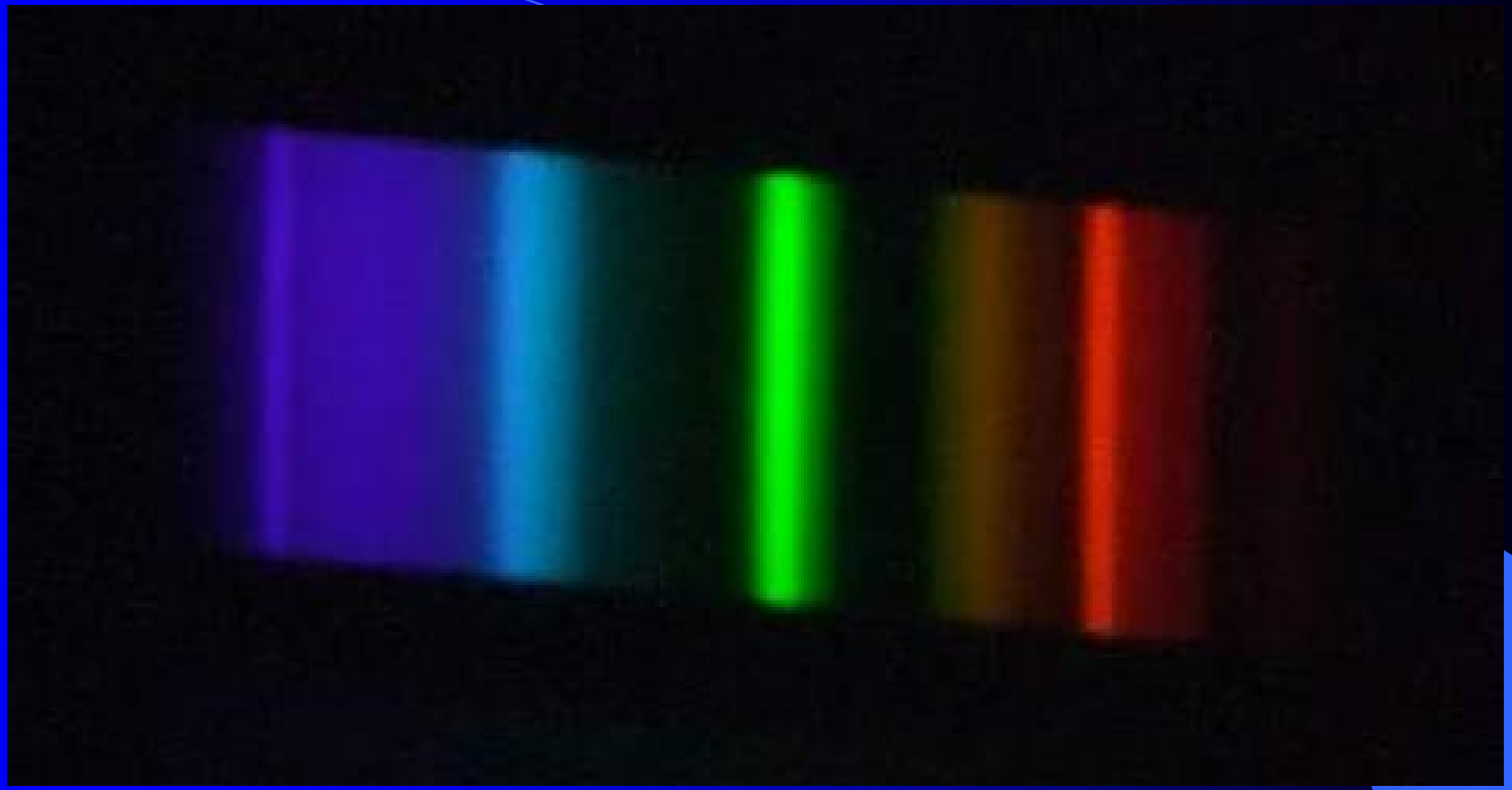
Le soleil



Lampe à filament



Lampe à économie d’énergie



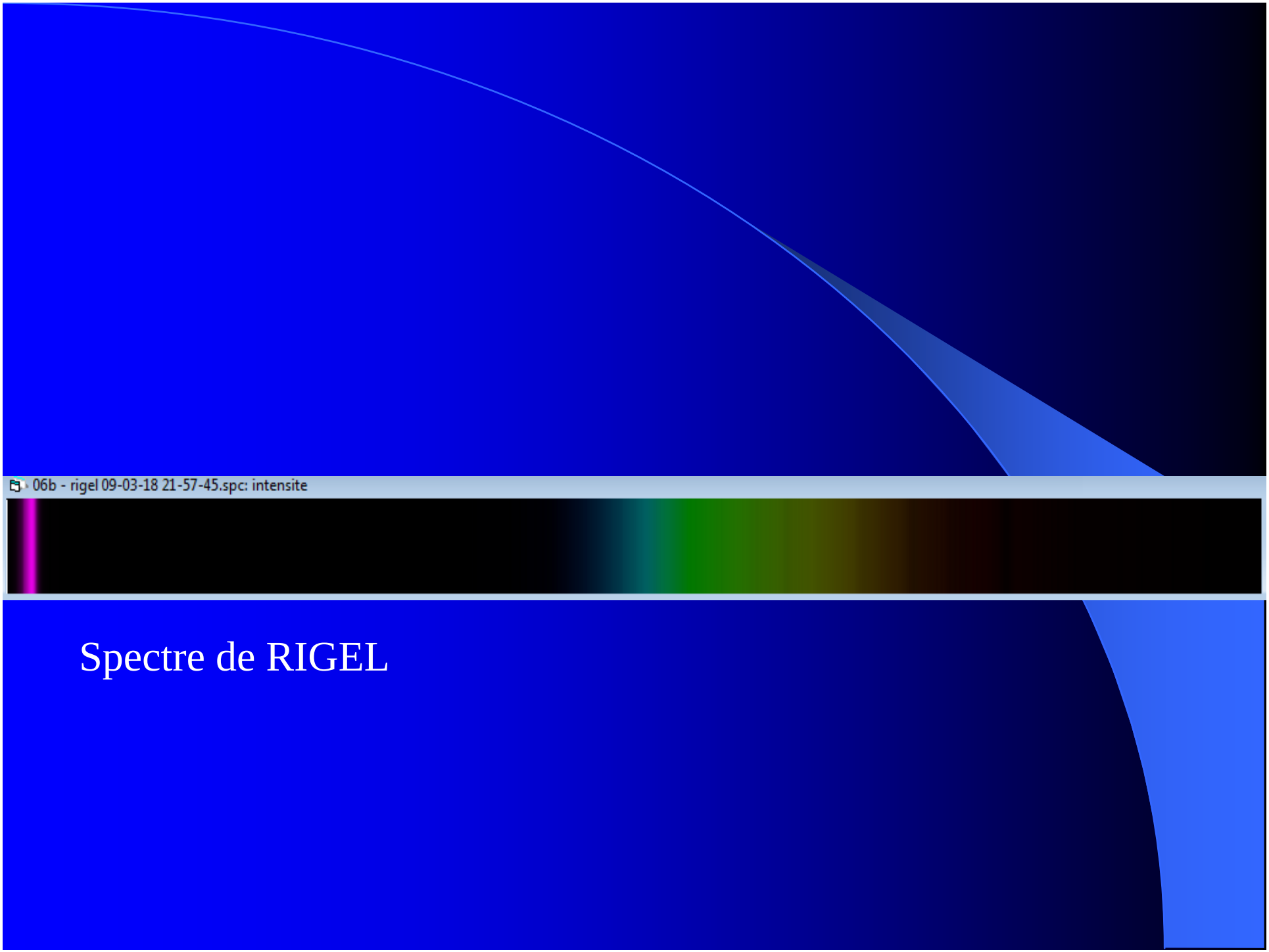
Écran d’ordinateur

Star Analyser 100

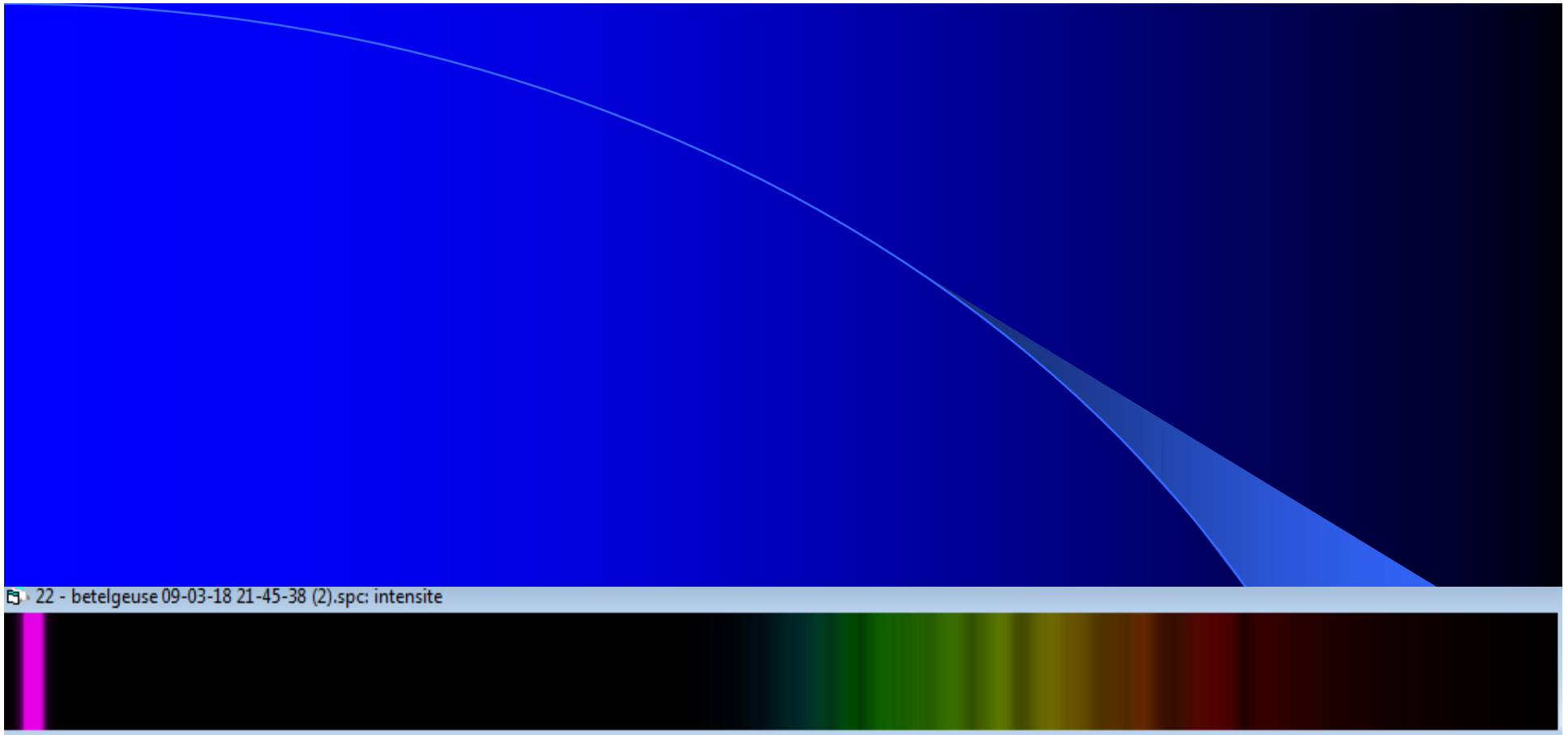
En 2008

Ma première image à la Toucam: Saturne

Constellation d’Orion

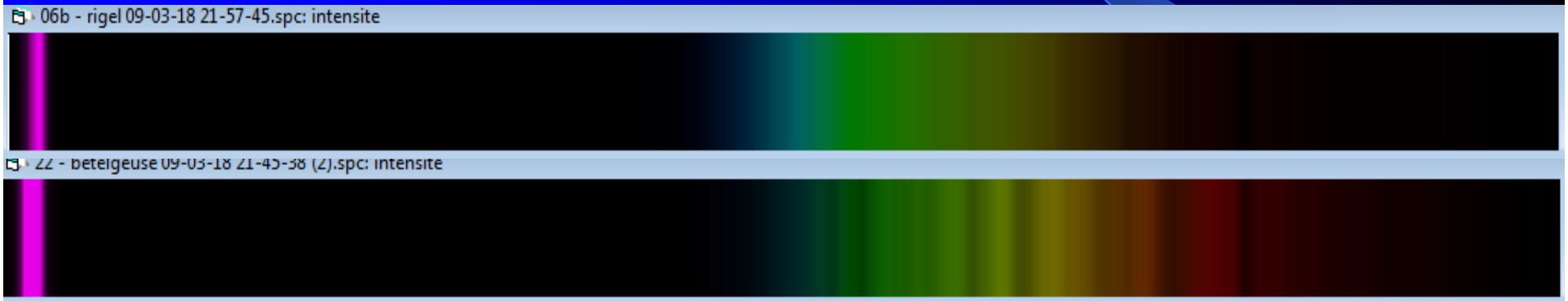


Spectre de RIGEL



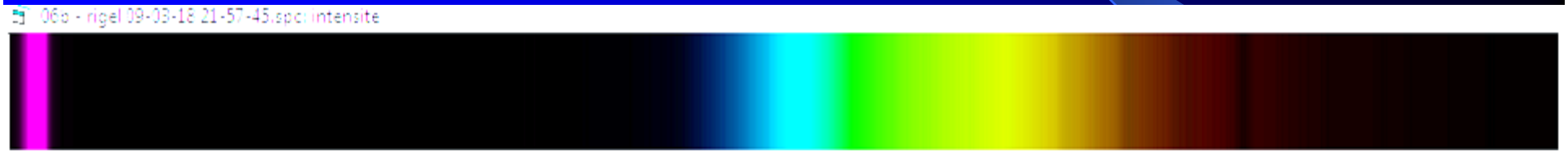
Spectre de BETELGEUSE

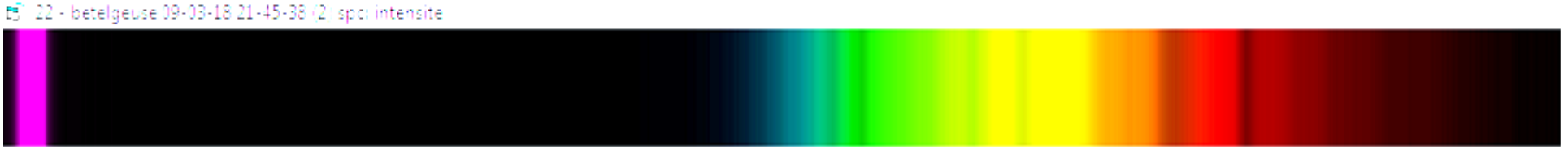
Spectre de RIGEL



Spectre de BETELGEUSE

Spectre de RIGEL





Spectre de BETELGEUSE

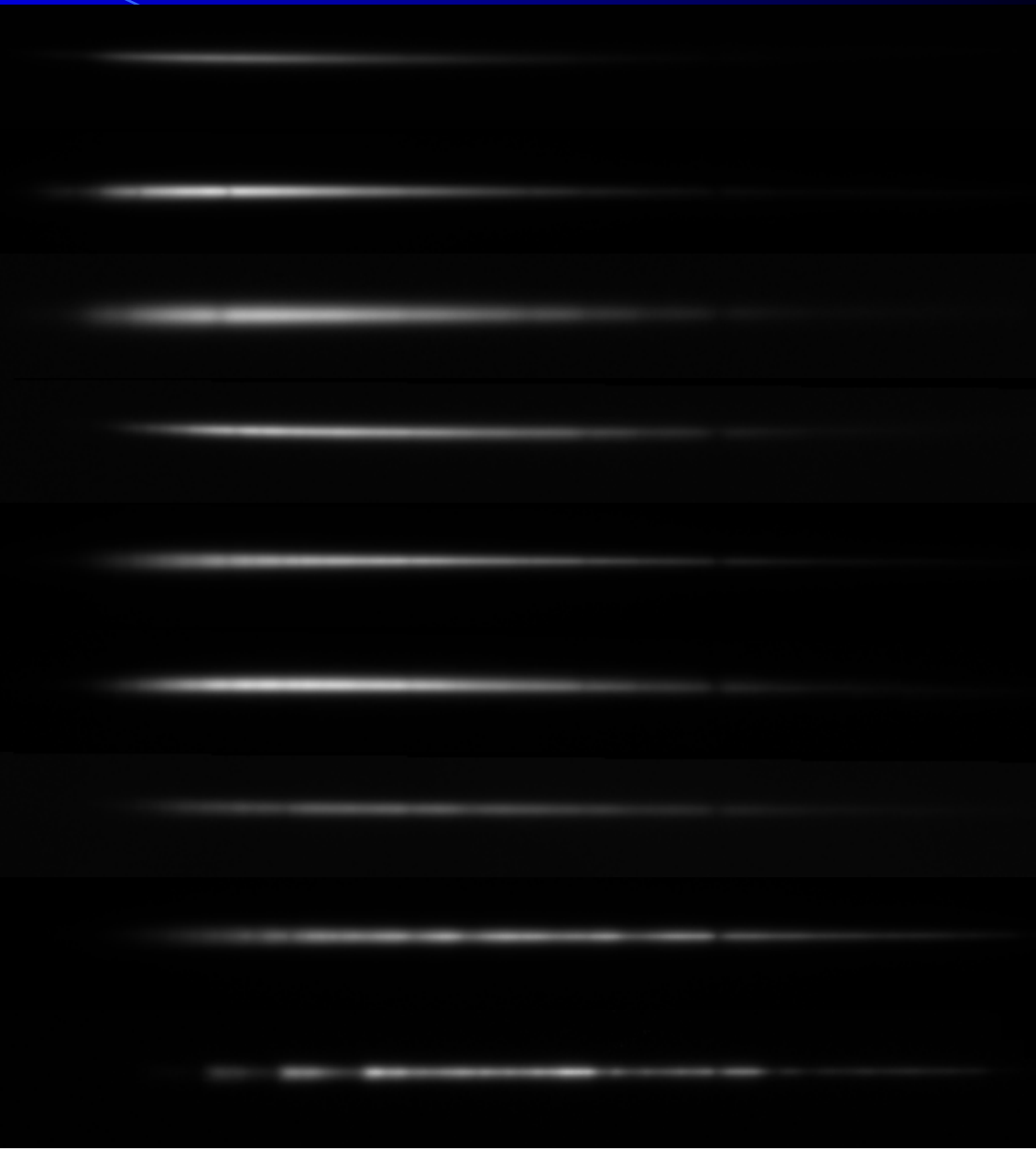
Contraste et luminosité augmenté pour le vidéoprojecteur

Sélection de plusieurs étoiles pour comparer les spectres.

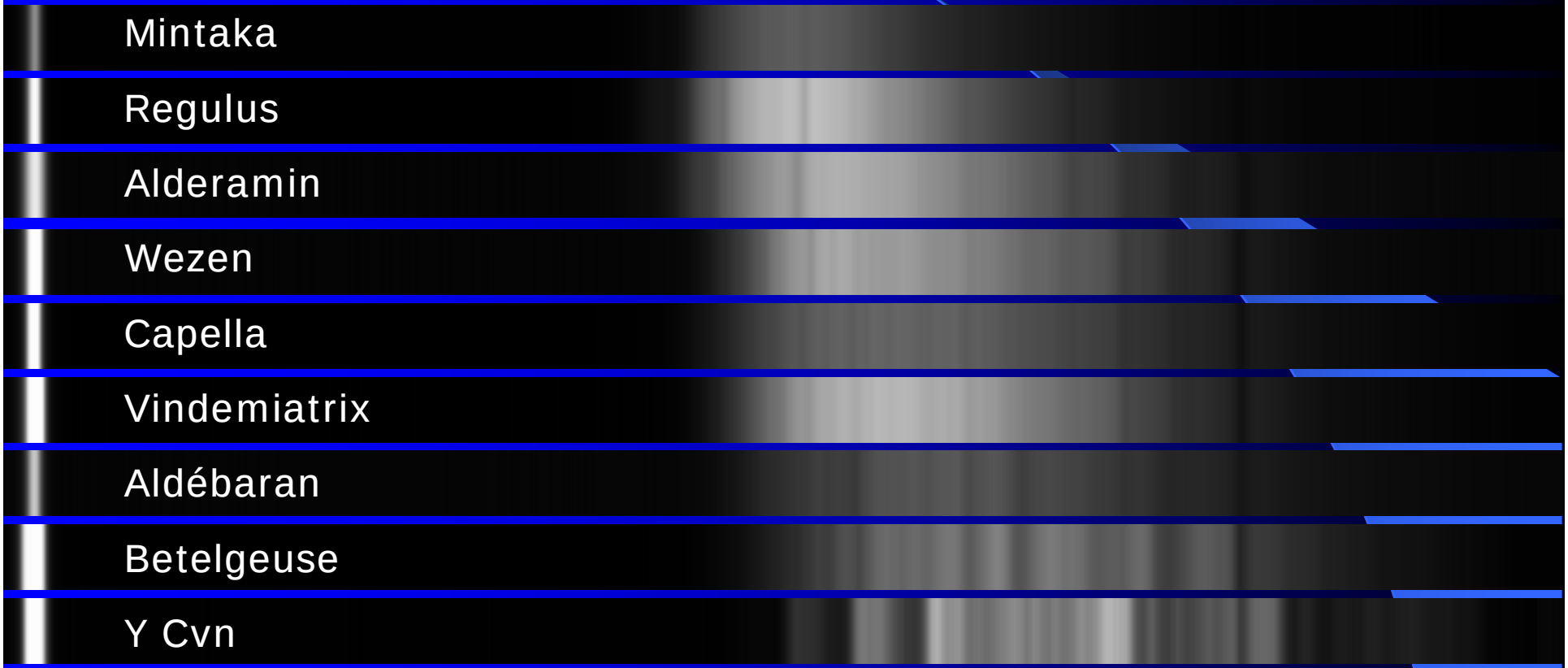
Etoile	Type	Température	Mag	IC	Constellation	SAO
Mintaka	O9 5II+B2V	30 000 K	2.23	-0.22	Orion	132 220
Regulus	B7 V	10-15000 K	1.35	-0.11	Lion	98 967
Alderamin	A7 IV-V	7 600 K	2.44	0.22	Céphée	19 302
Wezen - Delta Cma	F8 Iab	6 200 K	1.84	0.68	Grand Chien	173 047
Capella	G5 IIIe+ G0III	5 270/5 900 K	0.08	0.8	Cocher	40 186
Vindemiatrix	G8 IIIva	4 990K	2.83	0.94	Vierge	100 384
Aldébaran	K5 III	3 400 K Ou 4 000 K	0.85	1.54	Taureau	94 027
Betelgeuse	M1 2Ia Iab	3 600 K	0.5	1.85	Orion	113 271
Y Cvn - La Superba	C7 Iab	2 200 K	5.42	2.99	Chien de Chasse	44 317

Les spectres bruts.

- Mintaka
- Regulus
- Alderamin
- Wezen
- Capella
- Vindemiatrix
- Aldébaran
- Betelgeuse
- Y Cvn

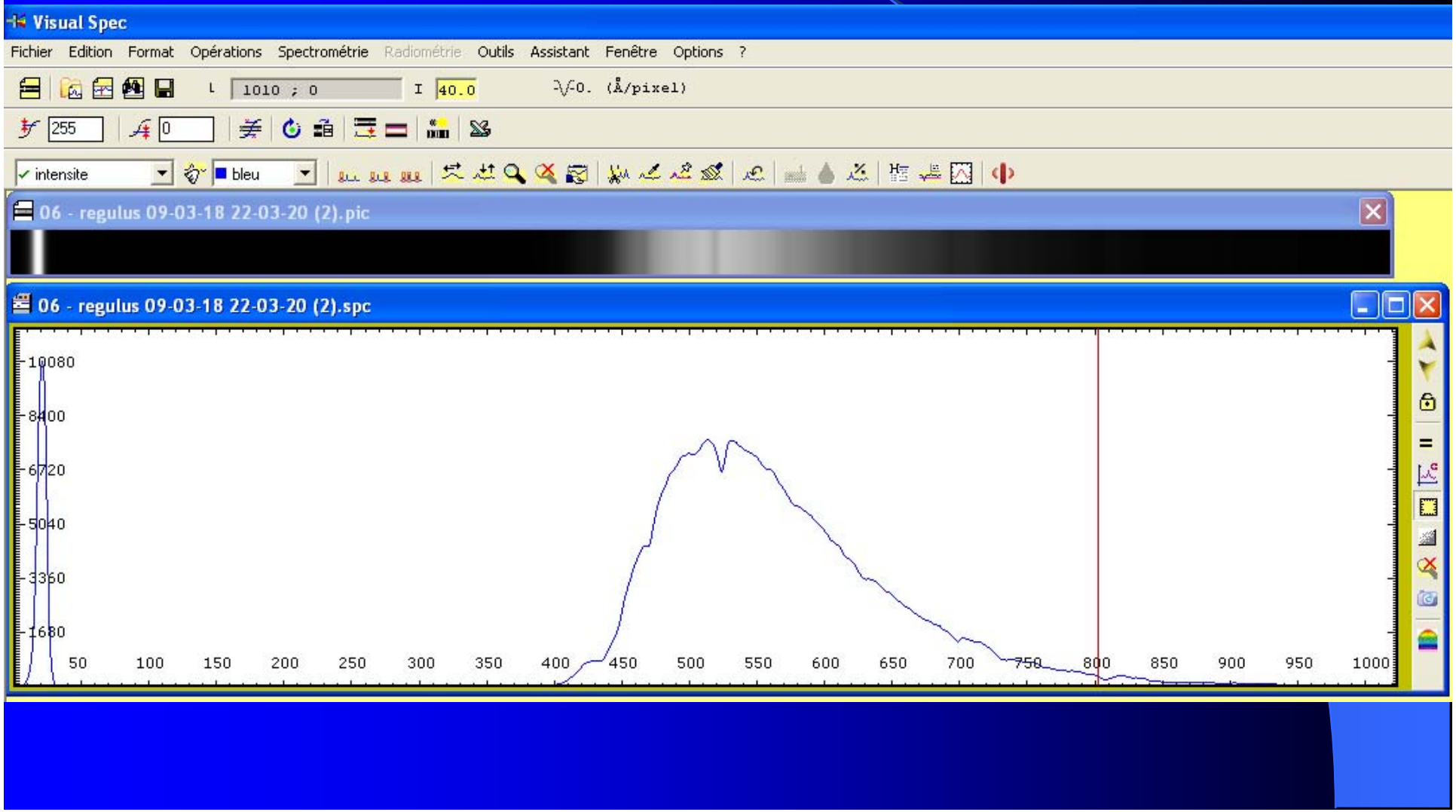


Les spectres binnés.



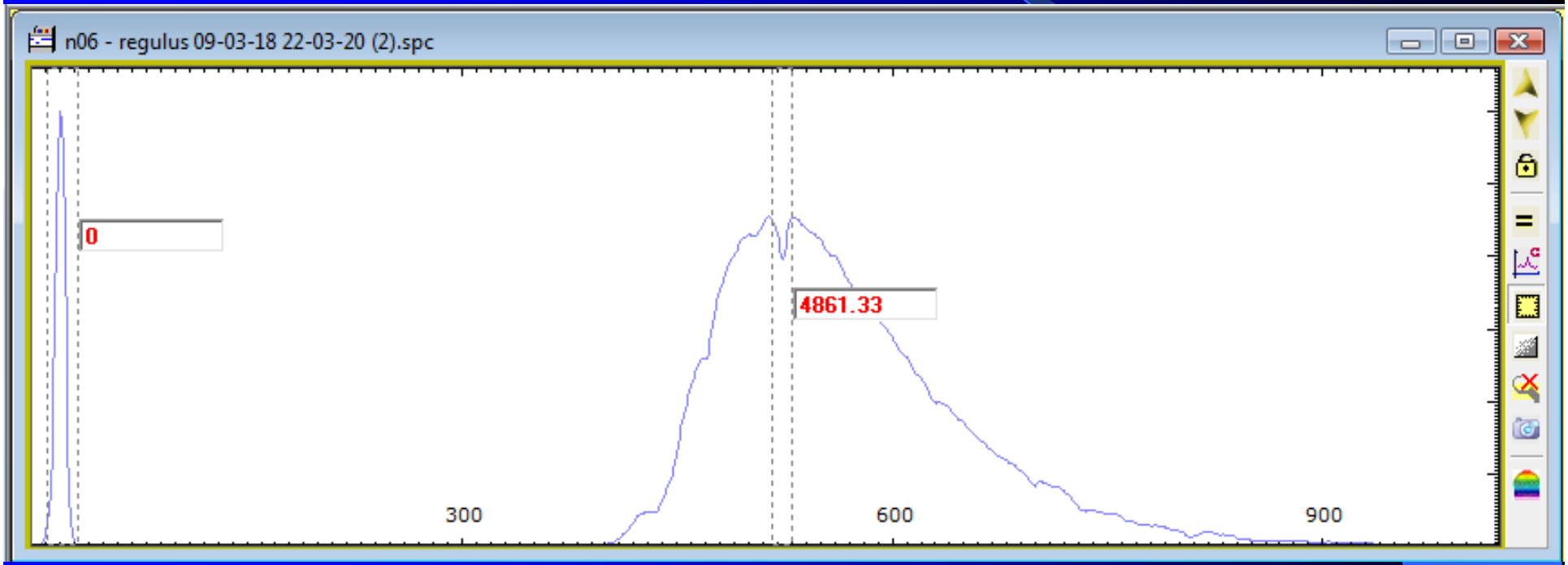
1 - Transformation en spectres 1D.

Regulus



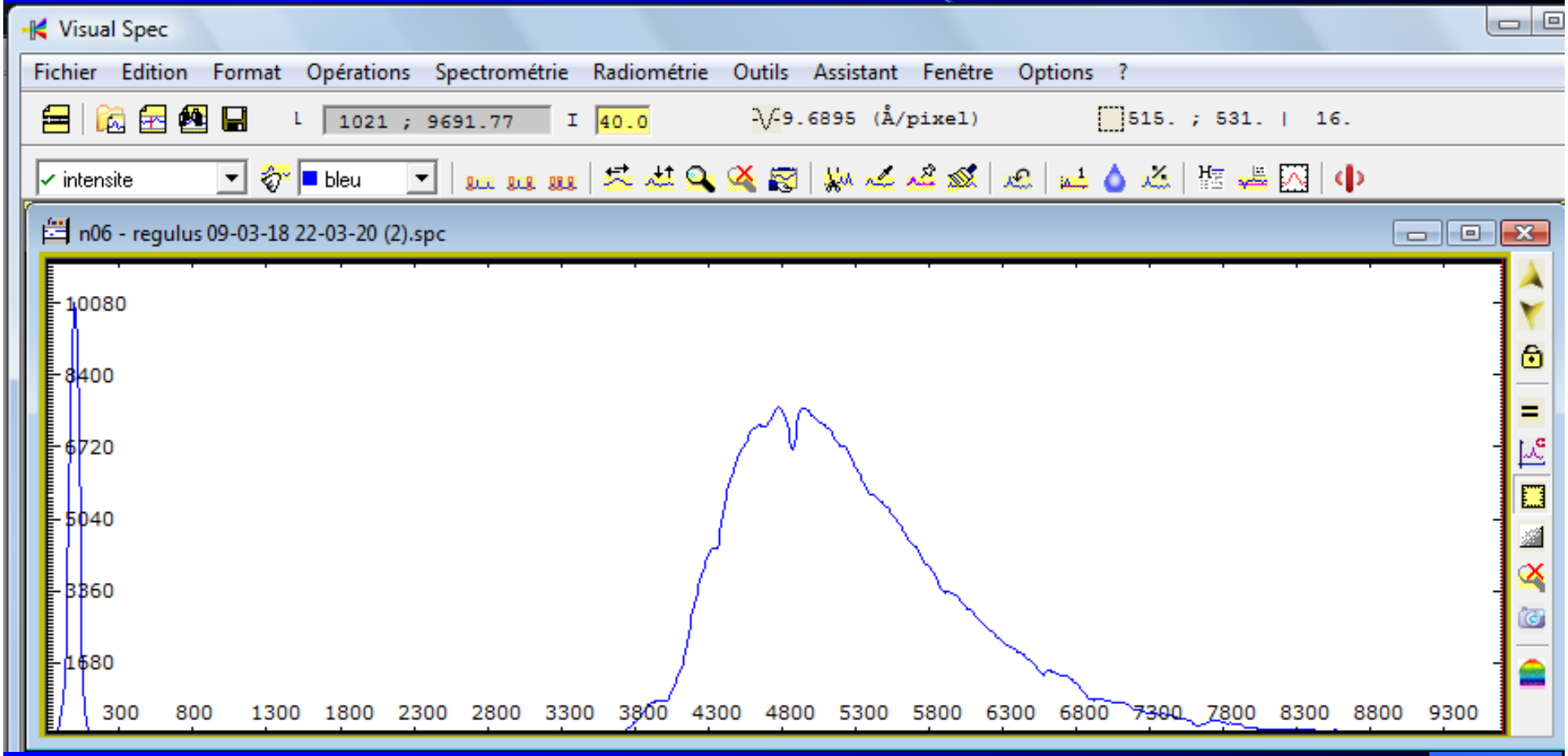
2 - Calibration des spectres 1D.

Regulus



Spectre calibré

Regulus

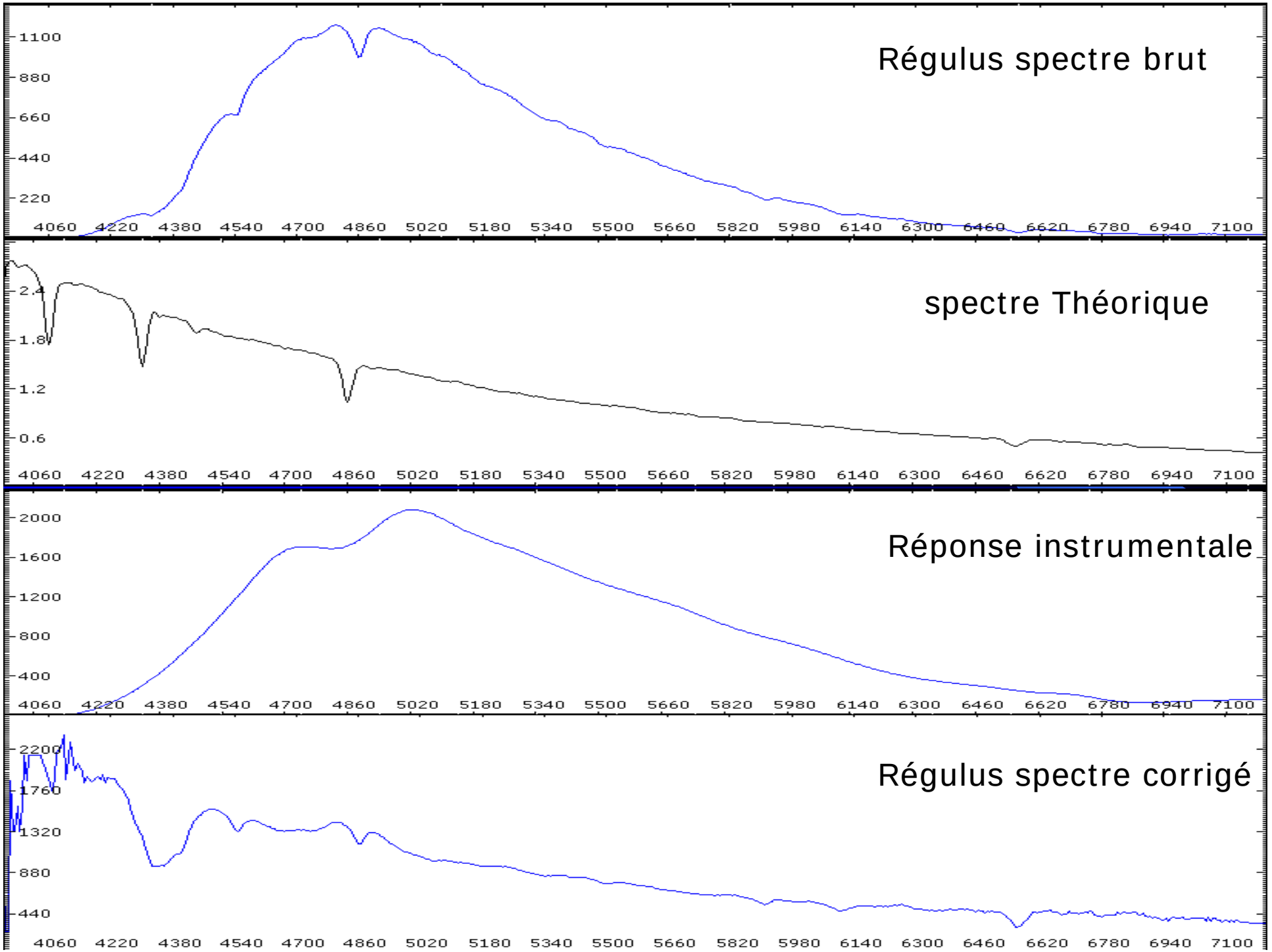


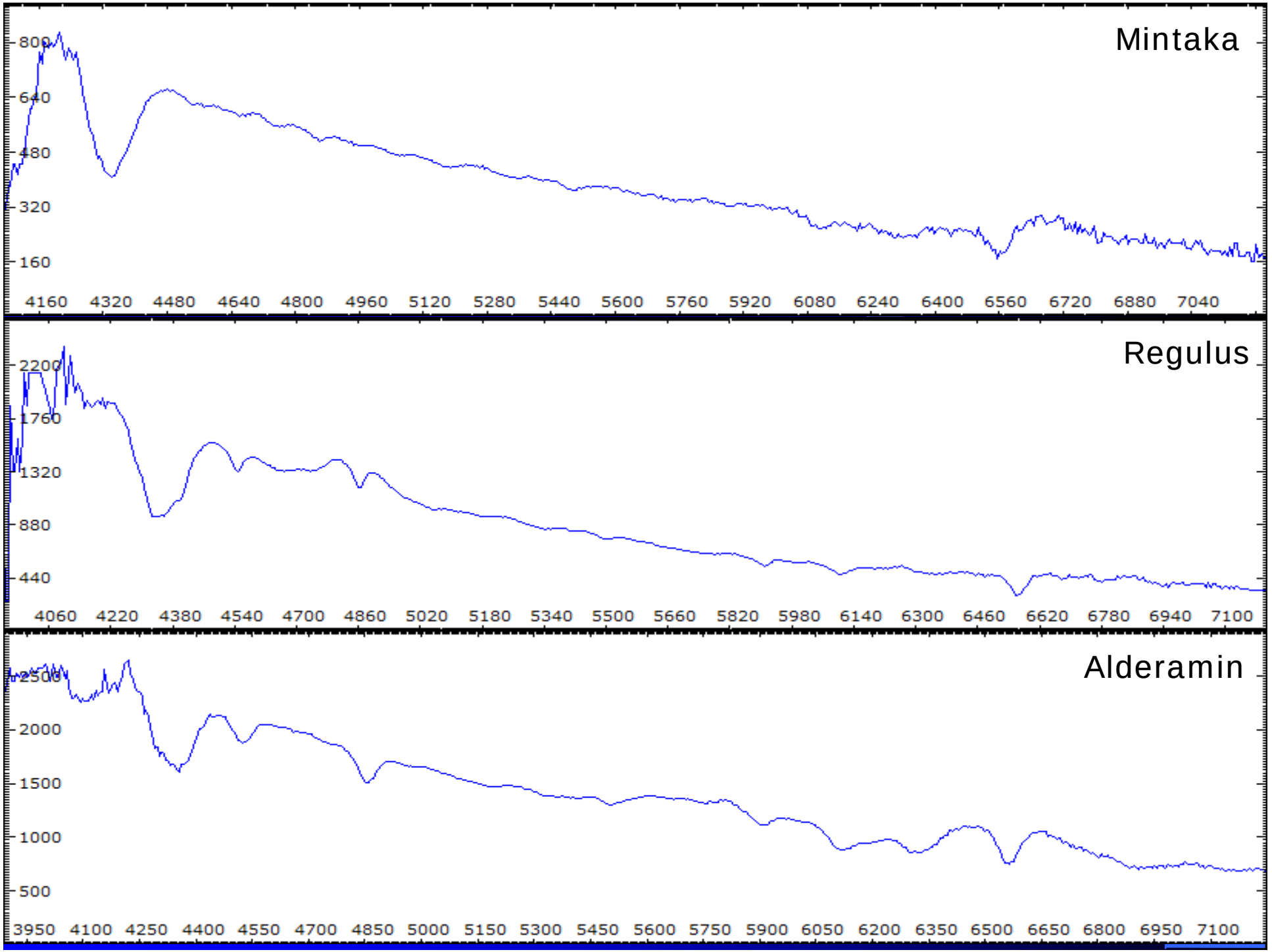
3 - Calcul de la réponse instrumentale.

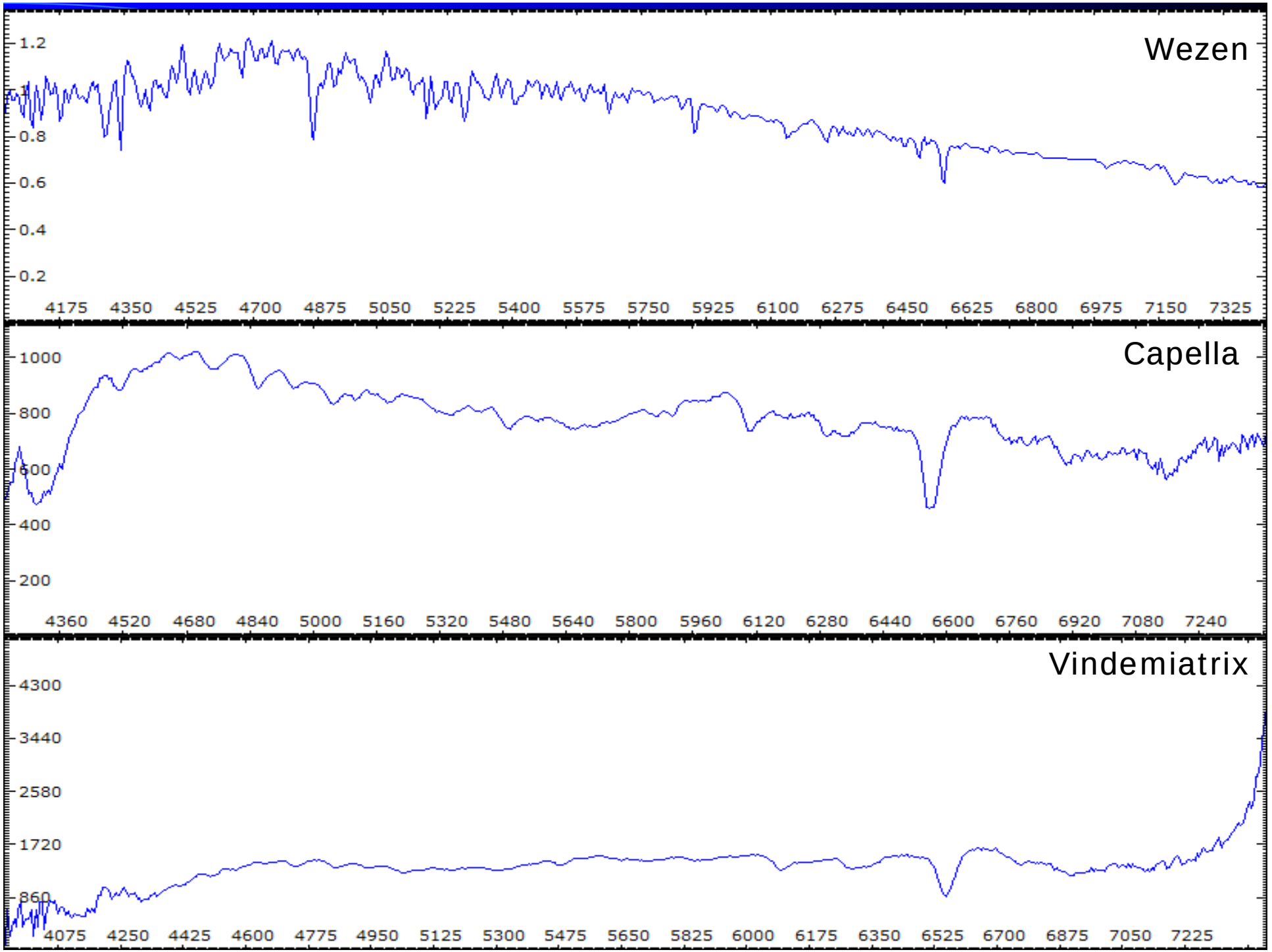
Chaque caméra d’acquisition est plus ou moins sensible à une longueur d’onde donnée. Pour obtenir un spectre correct il faut corriger ce problème.

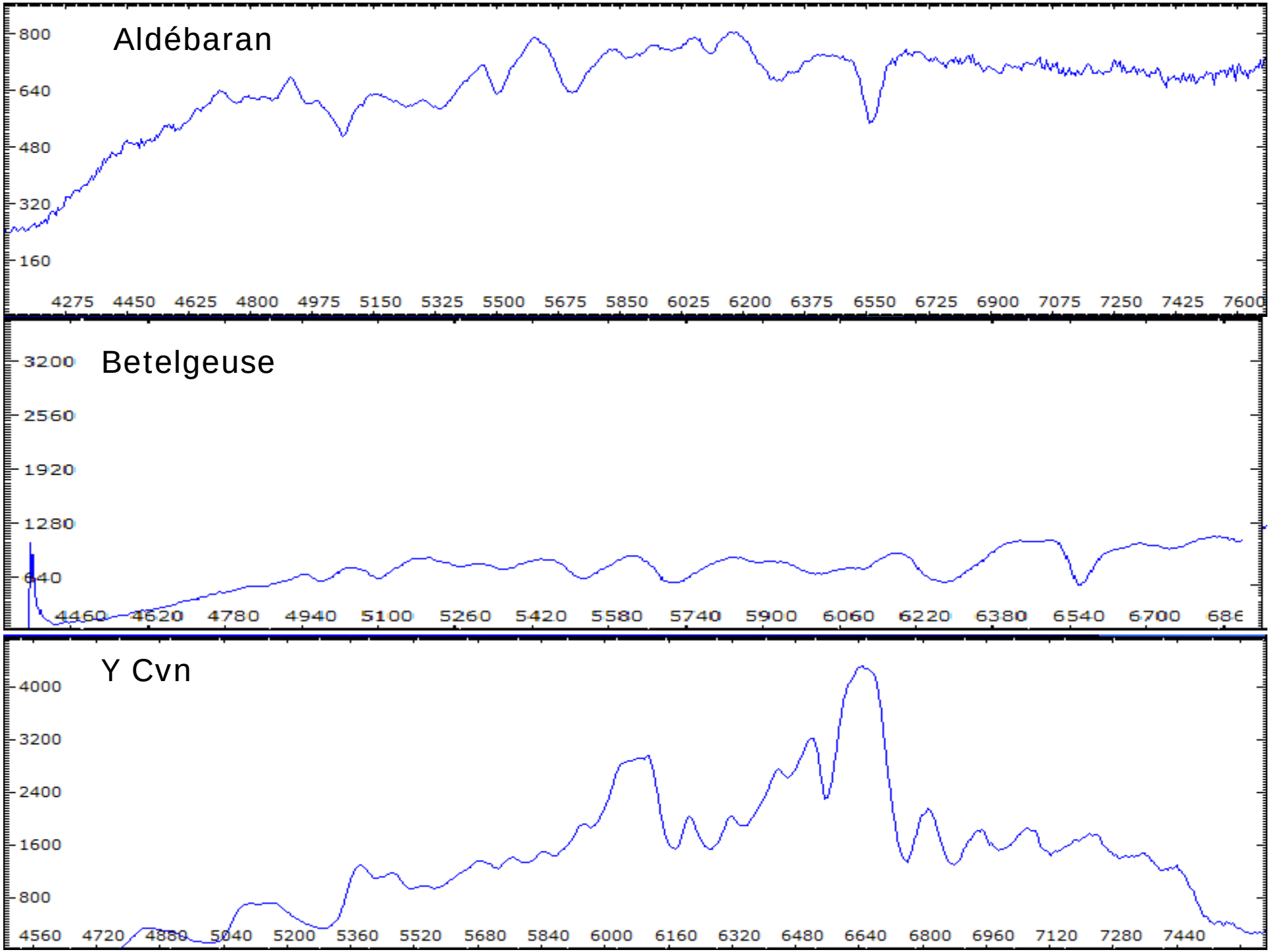
On divise le spectre brut par un spectre de référence dans la bibliothèque de Vspect. On obtient la réponse instrumentale propre à la caméra utilisée.

Et pour avoir le spectre réel de l’étoile, on divise le spectre brut par la réponse instrumentale.


Régulus spectre brut
1100
880
660
440
220
4060 4220 4380 4540 4700 4860 5020 5180 5340 5500 5660 5820 5980 6140 6300 6460 6620 6780 6940 7100
spectre Théorique
2.4
1.8
1.2
0.6
4060 4220 4380 4540 4700 4860 5020 5180 5340 5500 5660 5820 5980 6140 6300 6460 6620 6780 6940 7100
Réponse instrumentale
2000
1600
1200
800
400
4060 4220 4380 4540 4700 4860 5020 5180 5340 5500 5660 5820 5980 6140 6300 6460 6620 6780 6940 7100
Régulus spectre corrigé
2200
1760
1320
880
440
4060 4220 4380 4540 4700 4860 5020 5180 5340 5500 5660 5820 5980 6140 6300 6460 6620 6780 6940 7100

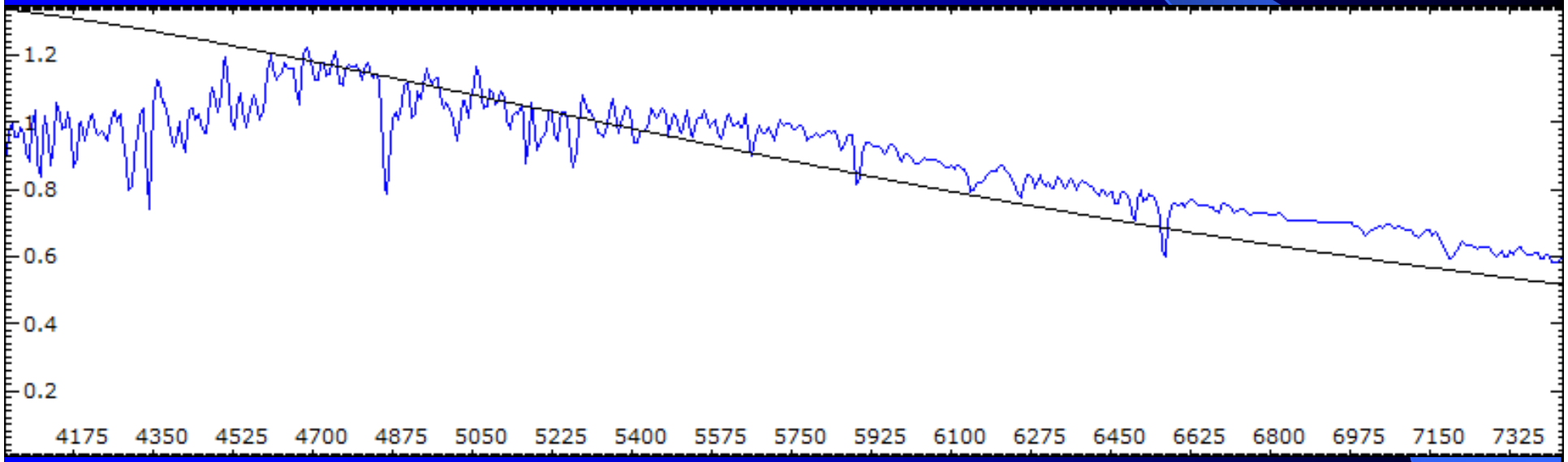

Mintaka
800
640
480
320
160
4160 4320 4480 4640 4800 4960 5120 5280 5440 5600 5760 5920 6080 6240 6400 6560 6720 6880 7040
Regulus
2200
1760
1320
880
440
4060 4220 4380 4540 4700 4860 5020 5180 5340 5500 5660 5820 5980 6140 6300 6460 6620 6780 6940 7100
Alderamin
2500
2000
1500
1000
500
3950 4100 4250 4400 4550 4700 4850 5000 5150 5300 5450 5600 5750 5900 6050 6200 6350 6500 6650 6800 6950 7100


Wezen
1.2
0.8
0.6
0.4
0.2
4175 4350 4525 4700 4875 5050 5225 5400 5575 5750 5925 6100 6275 6450 6625 6800 6975 7150 7325
Capella
1000
800
600
400
200
4360 4520 4680 4840 5000 5160 5320 5480 5640 5800 5960 6120 6280 6440 6600 6760 6920 7080 7240
Vindemiatrix
4300
3440
2580
1720
860
4075 4250 4425 4600 4775 4950 5125 5300 5475 5650 5825 6000 6175 6350 6525 6700 6875 7050 7225


Aldébaran
800
640
480
320
160
4275 4450 4625 4800 4975 5150 5325 5500 5675 5850 6025 6200 6375 6550 6725 6900 7075 7250 7425 7600
Betelgeuse
3200
2560
1920
1280
640
4460 4620 4780 4940 5100 5260 5420 5580 5740 5900 6060 6220 6380 6540 6700
Y Cvn
4000
3200
2400
1600
800
4560 4720 4880 5040 5200 5360 5520 5680 5840 6000 6160 6320 6480 6640 6800 6960 7120 7280 7440

Avec le spectre corrigé on peut maintenant évaluer la température de l'étoile. (tranquillement depuis son jardin).

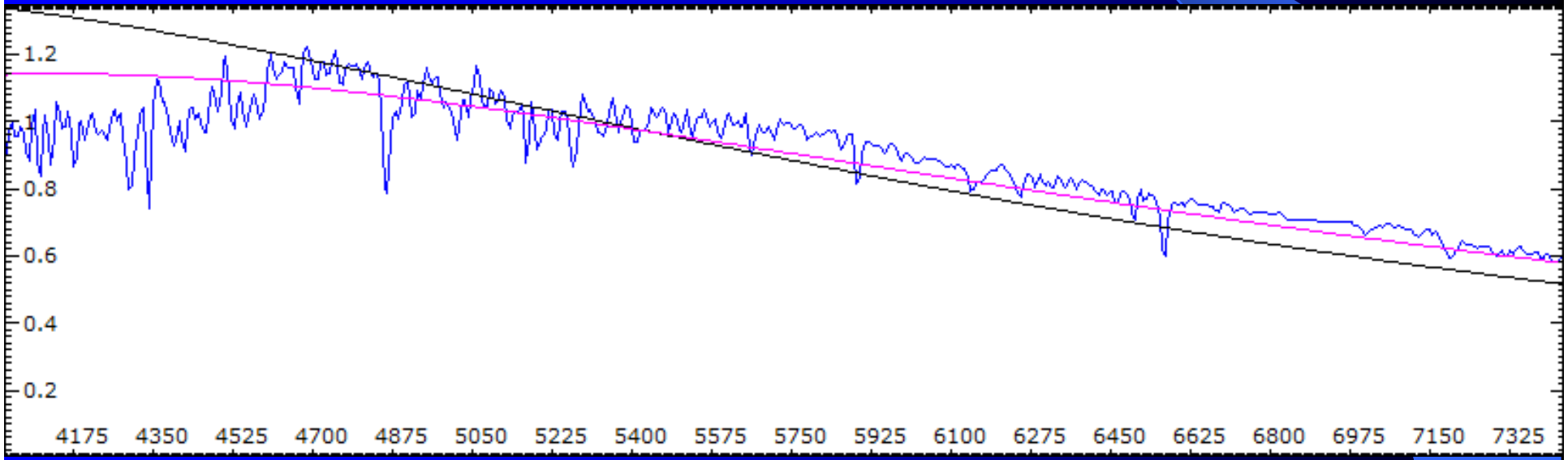
Wezen



Courbe de Planck d'un corps noir de 8 000°K

Avec le spectre corrigé on peut maintenant évaluer la température de l'étoile. (tranquillement depuis son jardin).

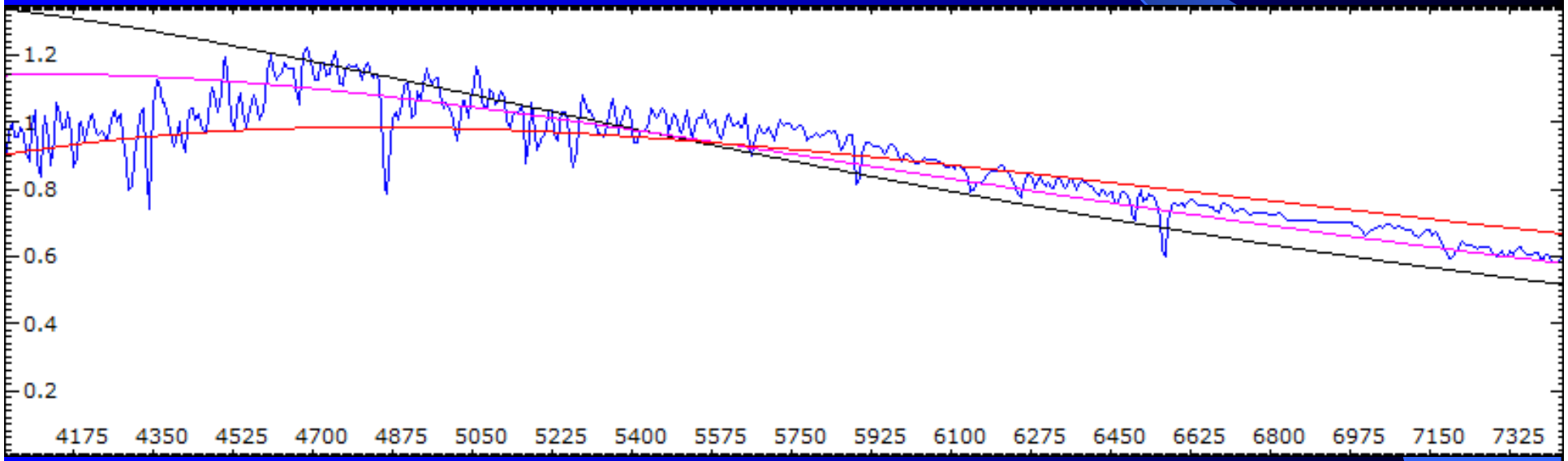
Wezen



Courbe de Planck d'un corps noir de 8 000°k + 7 000°K

Avec le spectre corrigé on peut maintenant évaluer la température de l'étoile. (tranquillement depuis son jardin).

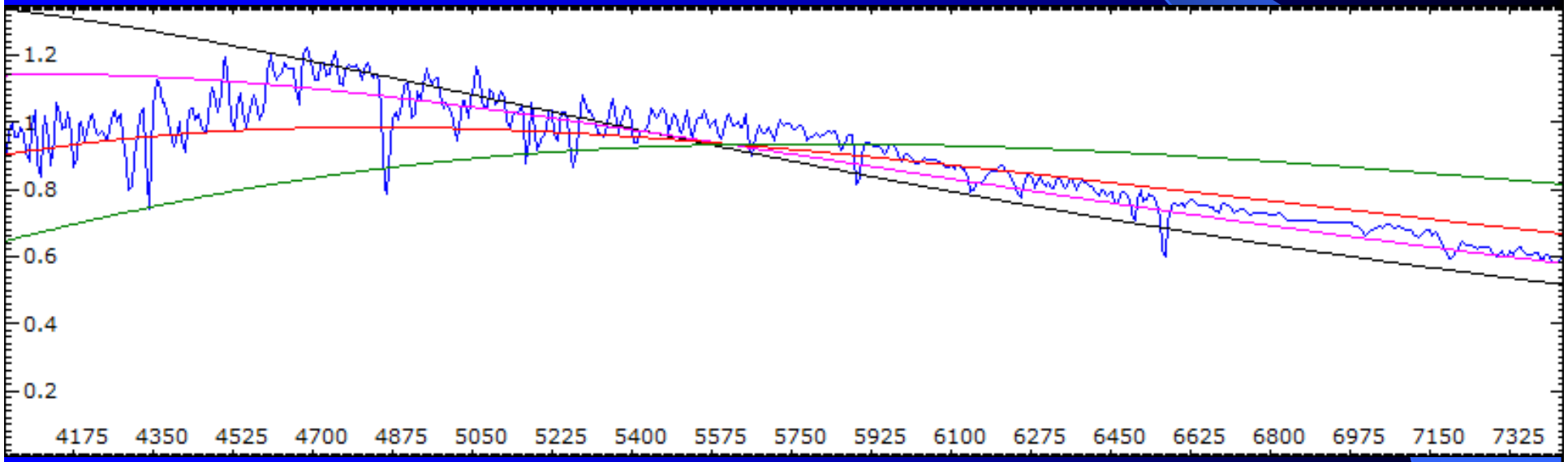
Wezen



Courbe de Planck d'un corps noir de 8 000°K + 7 000°K + 6 000°K

Avec le spectre corrigé on peut maintenant évaluer la température de l'étoile. (tranquillement depuis son jardin).

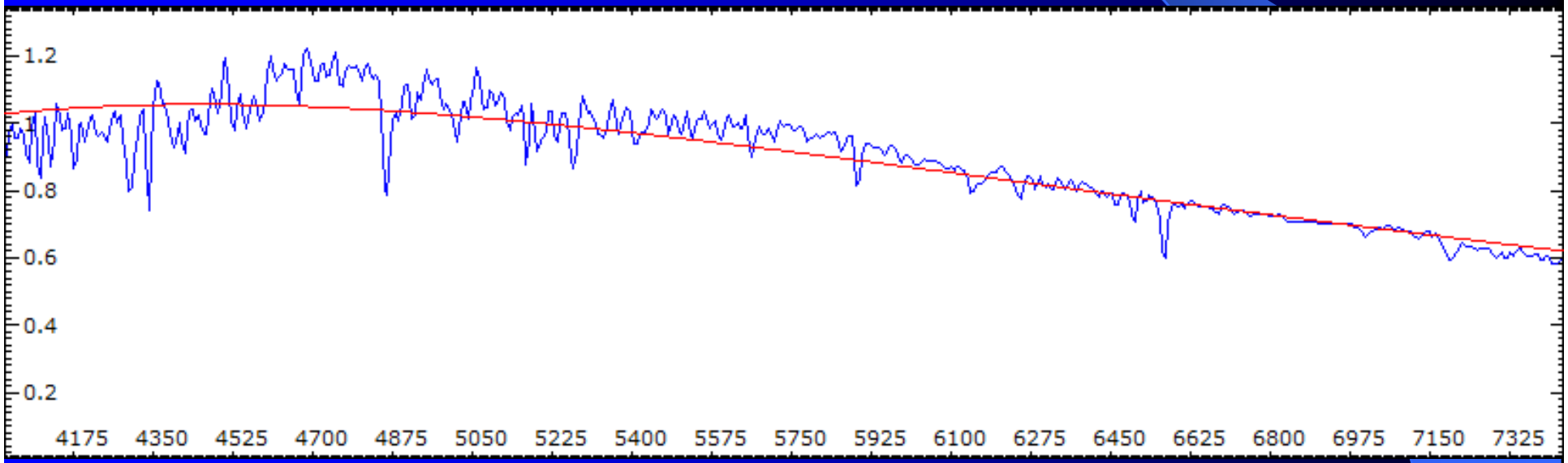
Wezen



Courbe de Planck d'un corps noir de 8 000°K + 7 000°K + 6 000°K + 5 000°k

Avec le spectre corrigé on peut maintenant évaluer la température de l'étoile. (tranquillement depuis son jardin).

Wezen

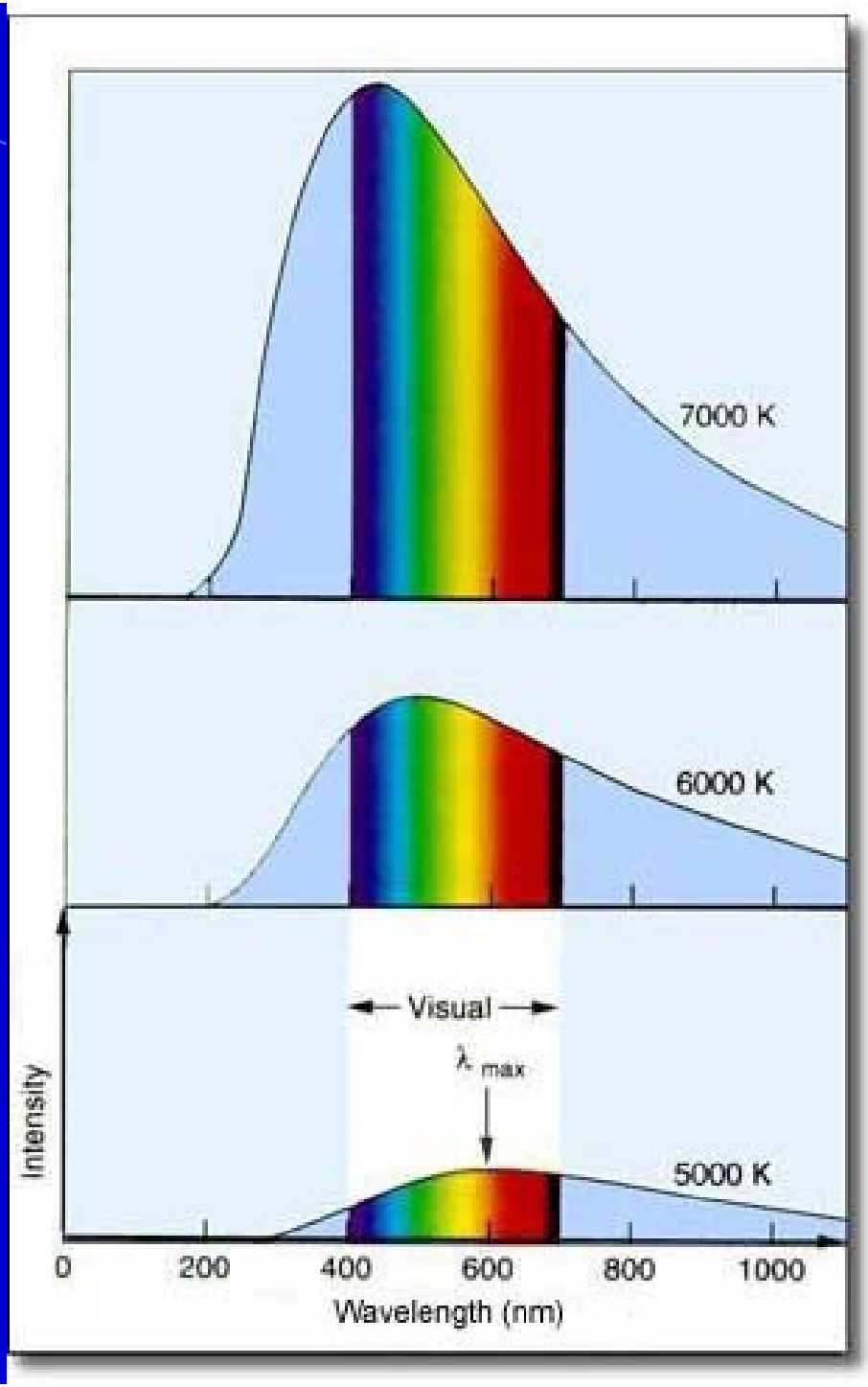


Courbe de Planck d'un corps noir de 6 500°K

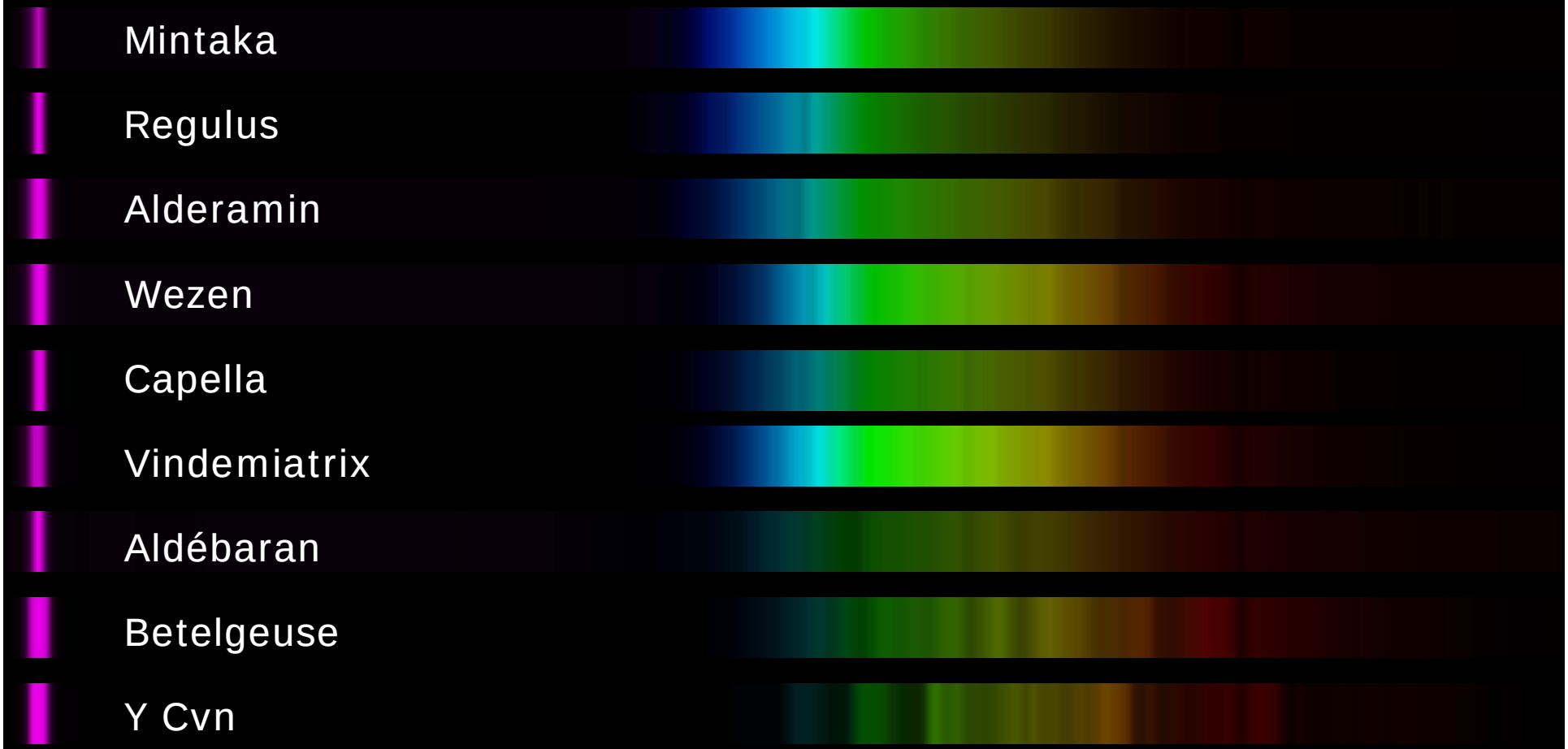
Comparatif des températures mesurées et admises.

Etoile	Type	Température mesurée	Température admise
Mintaka	O9 5II+B2V	15 000 K	30 000 K
Regulus	B7 V	15 000 K	10-15000 K
Alderamin	A7 IV-V	10 000 K	7 600 K
Wezen - Delta Cma	F8 Iab	6 500 K	6 200 K
Capella	G5 IIIe+ G0III	6 000 K	5 270/5 900 K
Vindemiatrix	G8 IIIvar	5 500 K	4 990K
Aldébaran	K5 III	4 400 K	3 400 K Ou 4 000 K
Betelgeuse	M1 2Ia Iab		3 600 K
Y Cvn - La Superba	C7 Iab	2 500 K	2 200 K

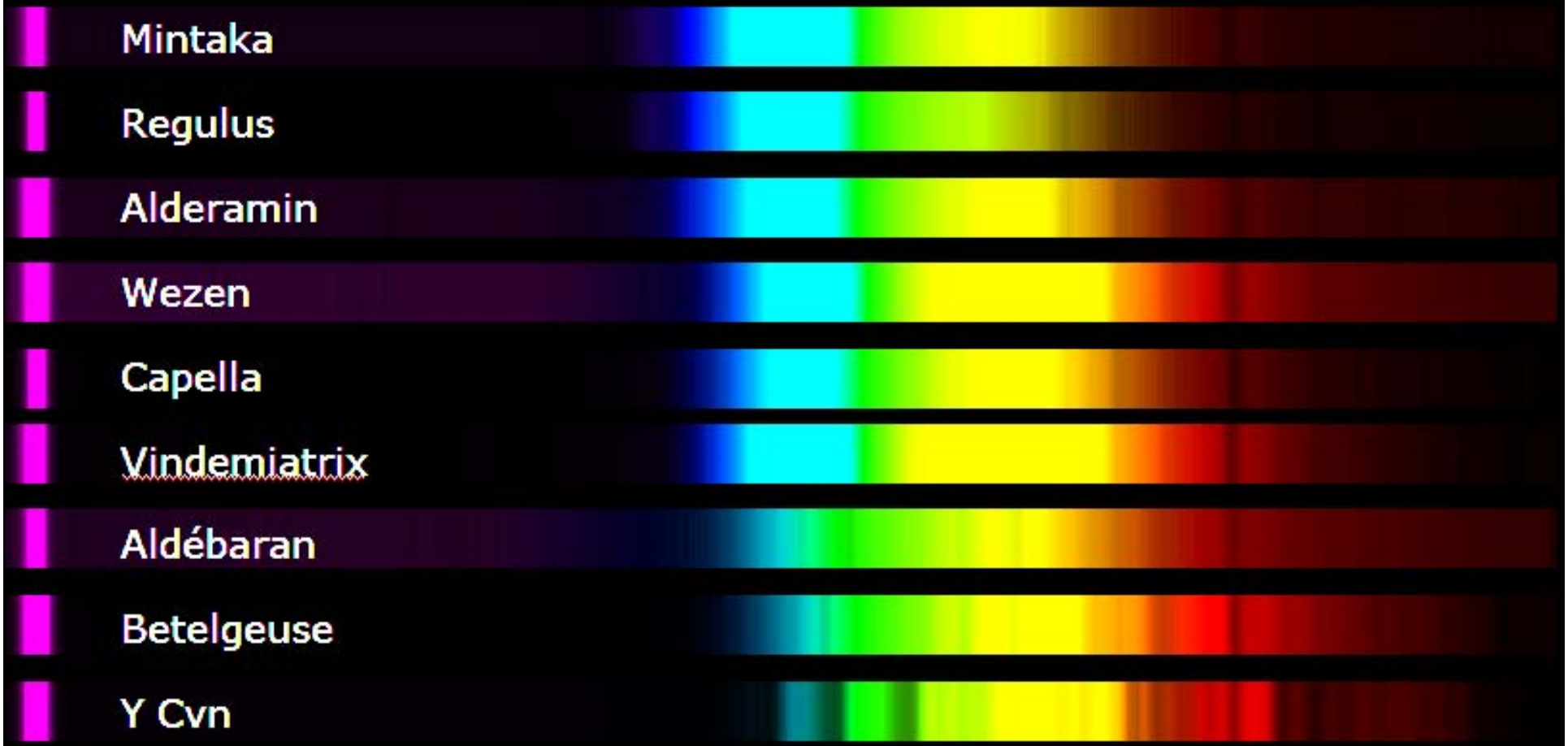
Difficulté pour mesurer la température des étoiles chaudes



Pour la beauté des spectres on peut s'amuser à les colorer.



Pour la beauté des spectres on peut s’amuser à les colorer.



Contraste et luminosité augmenté pour le vidéoprojecteur

Passage au LhiresIII

Depuis juin 2009

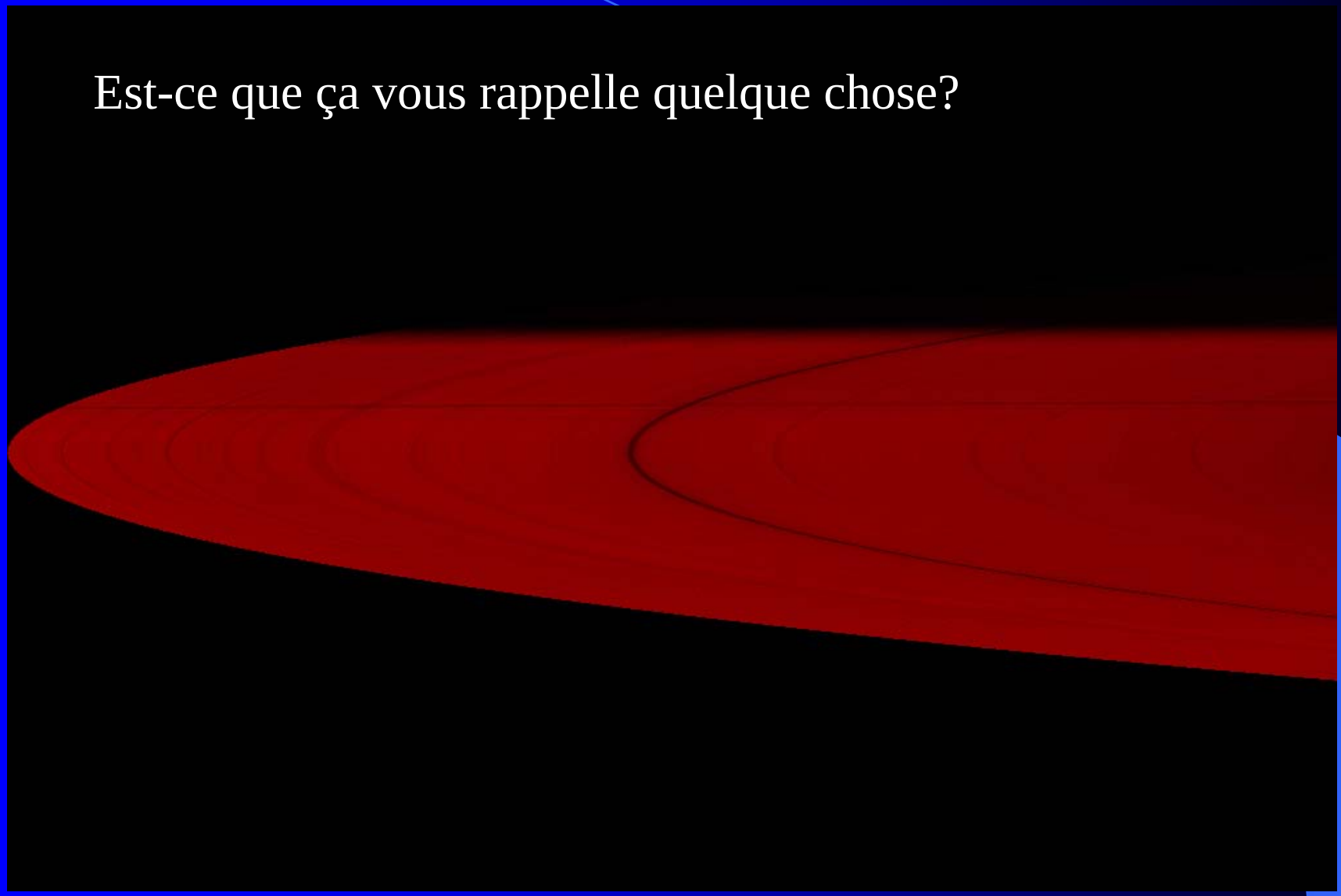
Spectre du soleil sur la raie Halpha

Image Brute
Réseau 2400 traits par mm

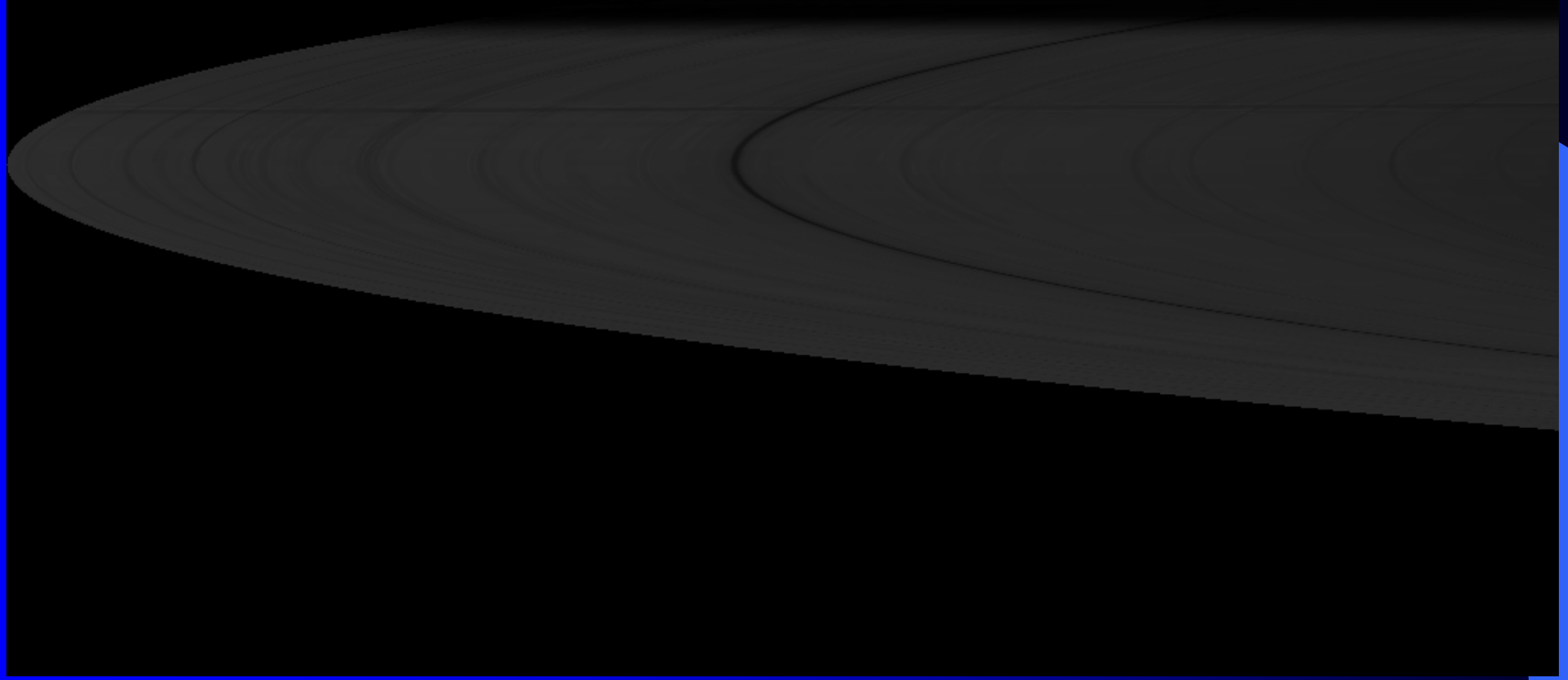
Il faut maintenant redresser les raies, les rendre plates et certains paramètres sont à trouver à tâtons….

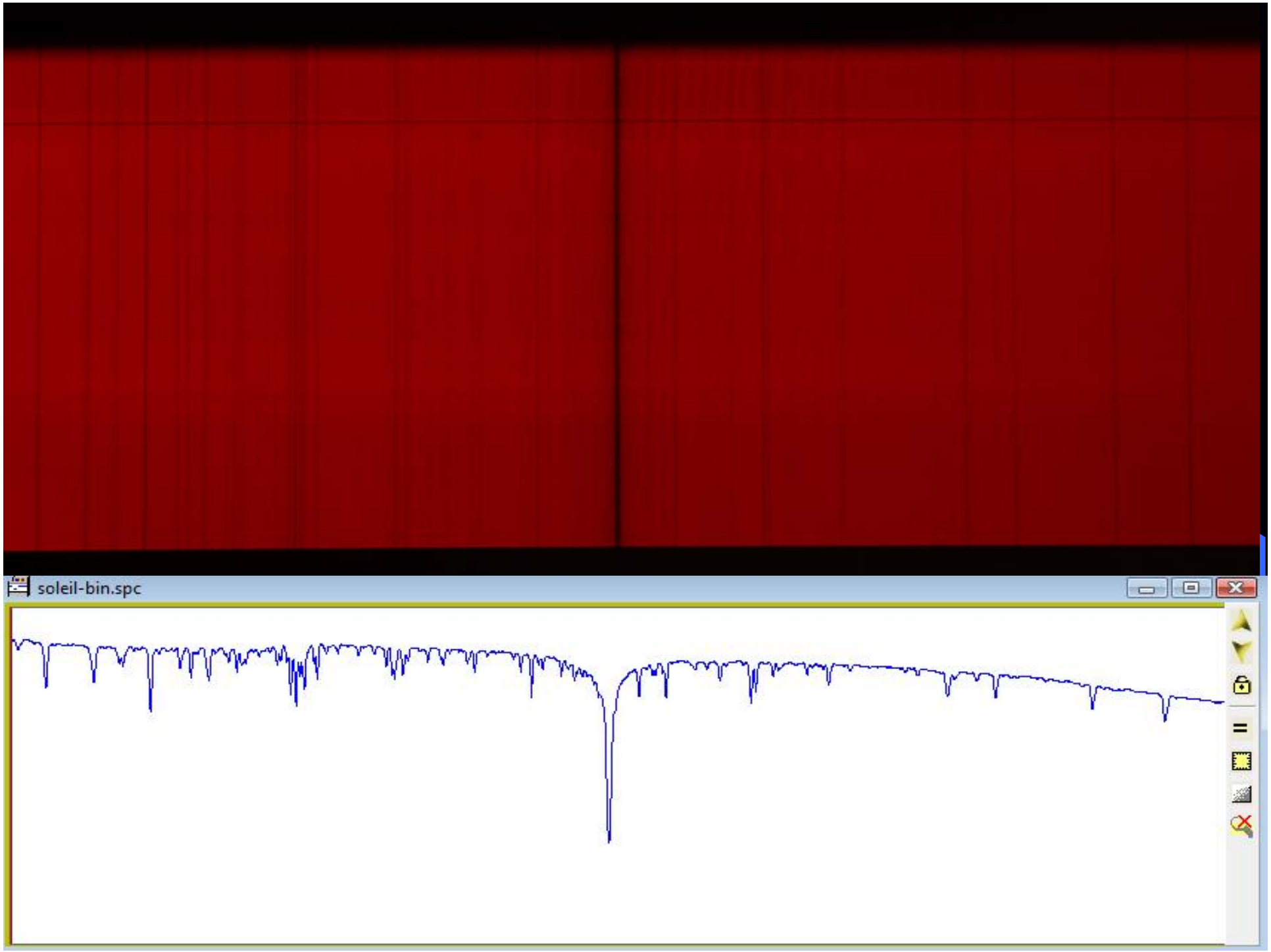
Ce qui peut donner des choses étranges…

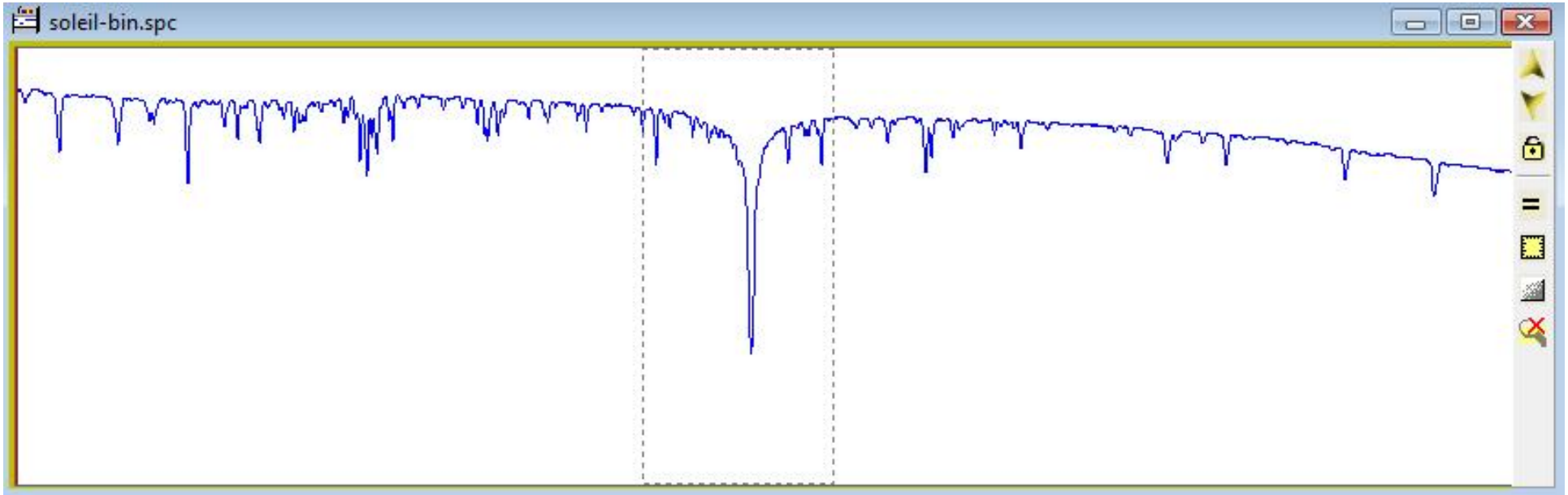
Est-ce que ça vous rappelle quelque chose?

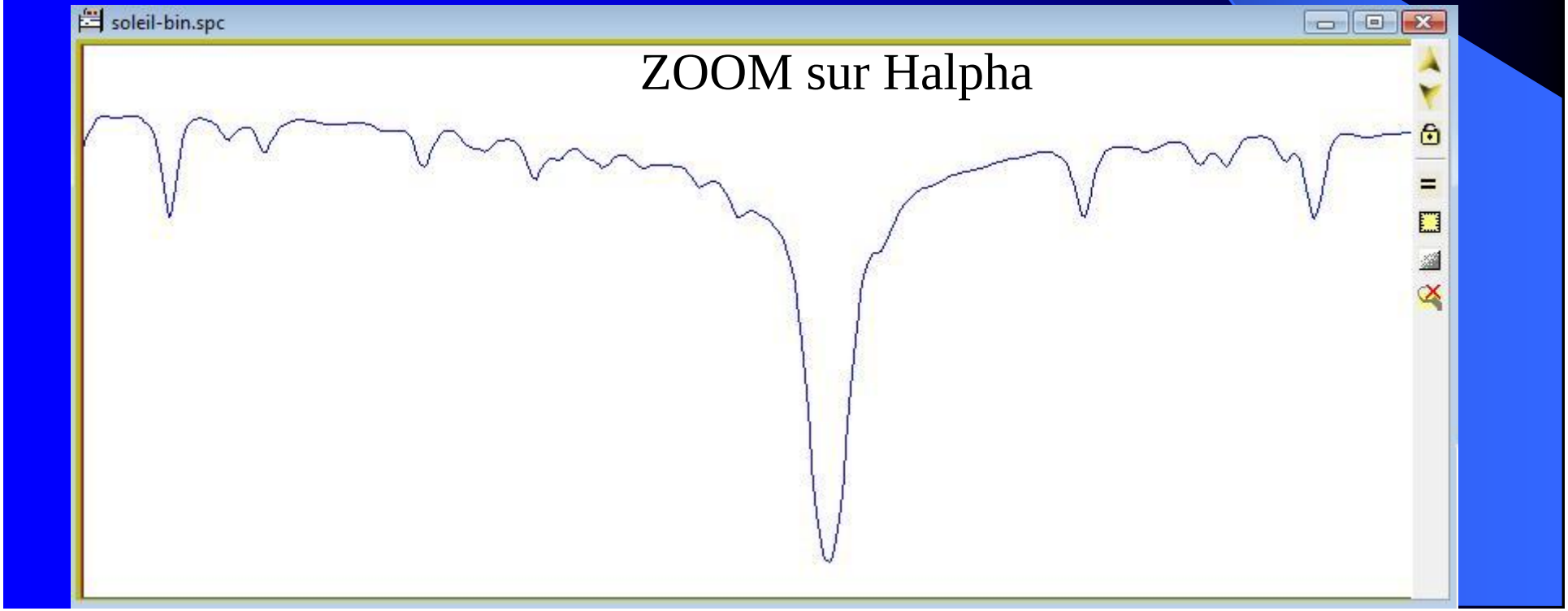


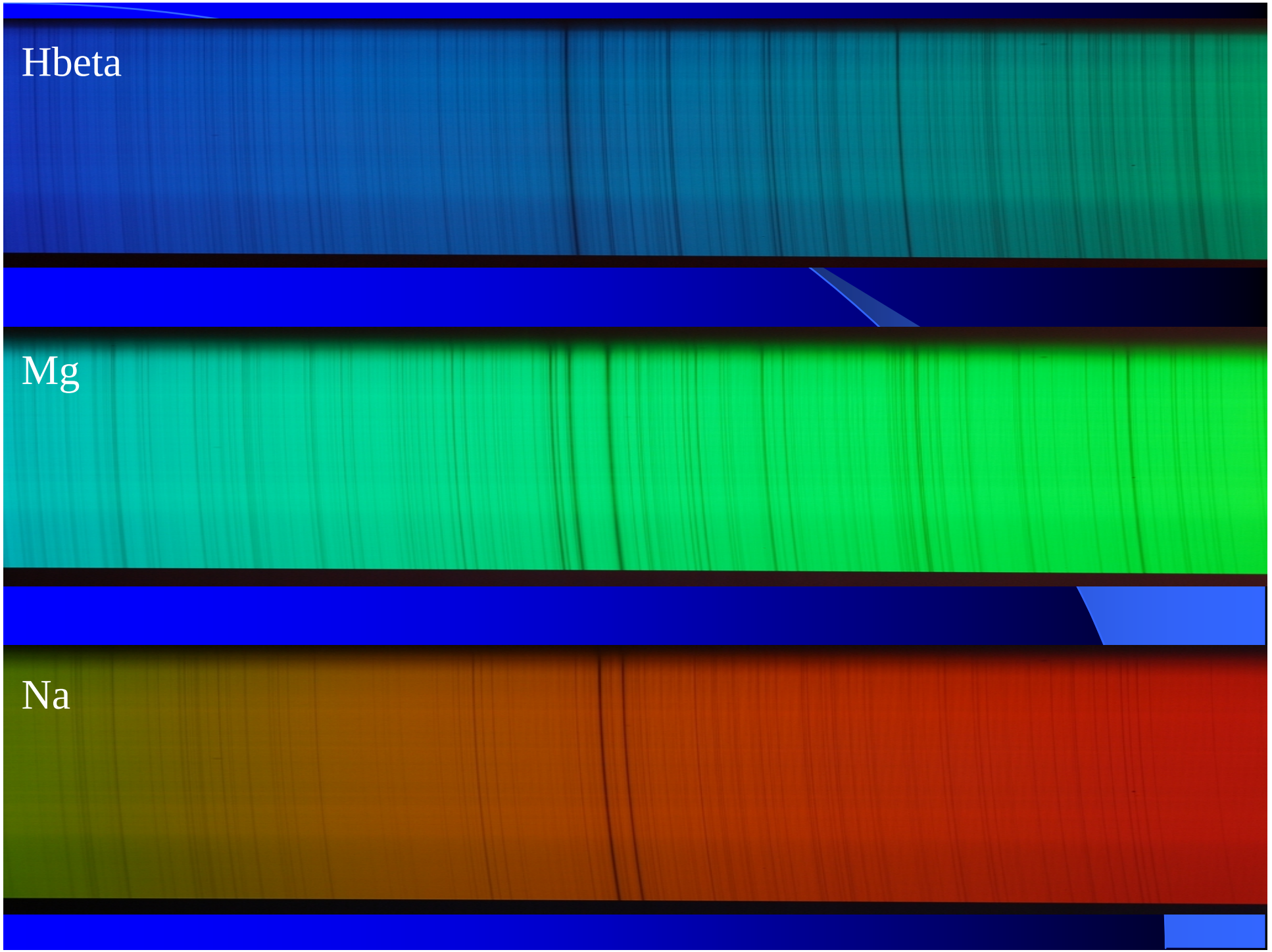
Est-ce que ça vous rappelle quelque chose?

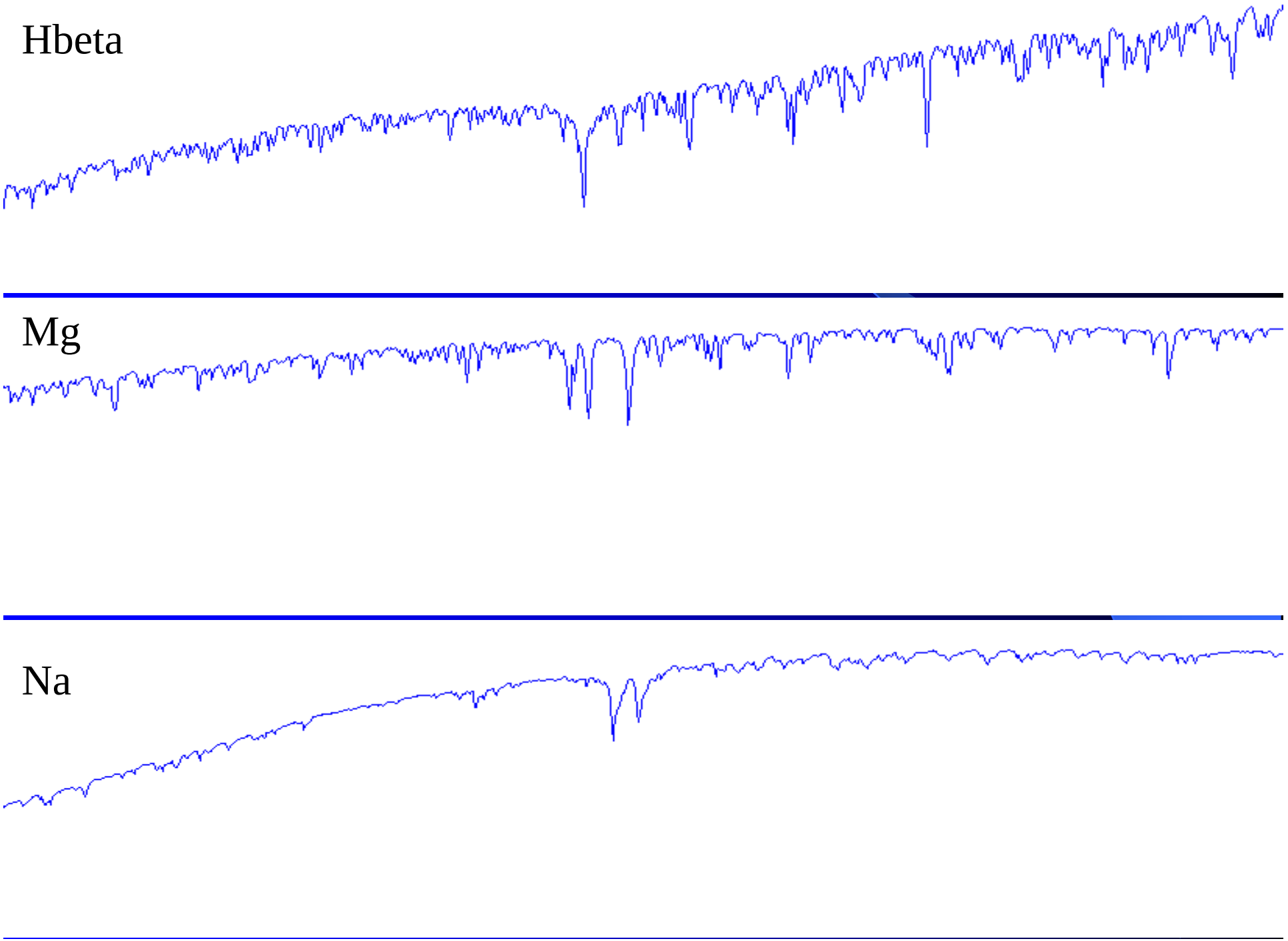



soleil-bin.spc

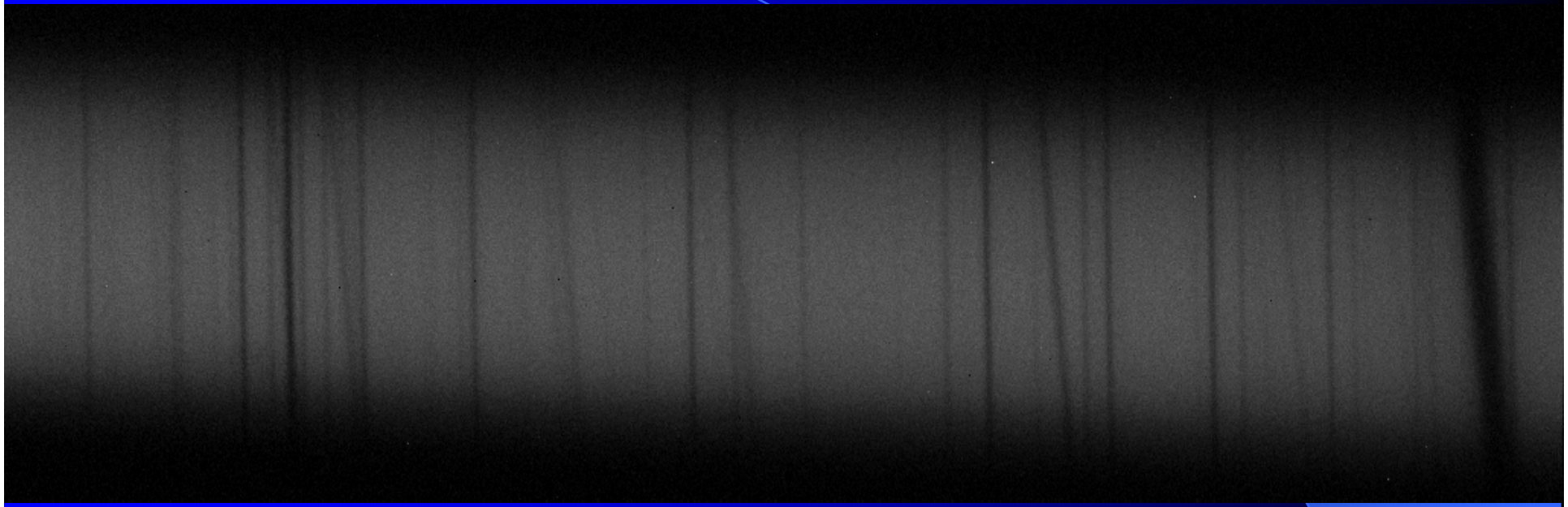

soleil-bin.spc


soleil-bin.spc
ZOOM sur Halpha

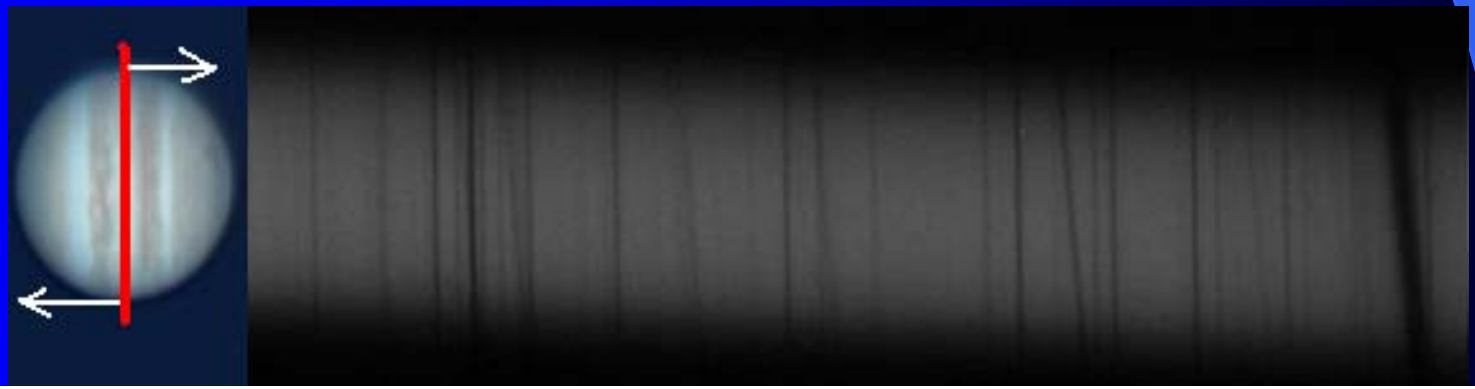

Hbeta
Mg
Na


Hbeta
Mg
Na

1ère cible: Jupiter



Les raies inclinées nous renseignent sur la vitesse de rotation de Jupiter.
Les raies droites sont des raies atmosphériques.



Calcul de la vitesse de rotation de Jupiter

La formule est simple: $$Vr = \frac{\triangle\lambda_{obs}}{\lambda_{émis}} . c$$

$$\triangle\lambda_{obs} = 19 \text{ pixels x } 0{,}0596 \text{ Å/P} = 1{,}1324 \text{ Å}$$

$$\lambda_{émis} = 6535{,}40 \text{ Å}$$

$$Vr = \frac{1{,}1324}{6535{,}40} . \frac{300\,000}{4} = 12.99 \text{Km/s}$$

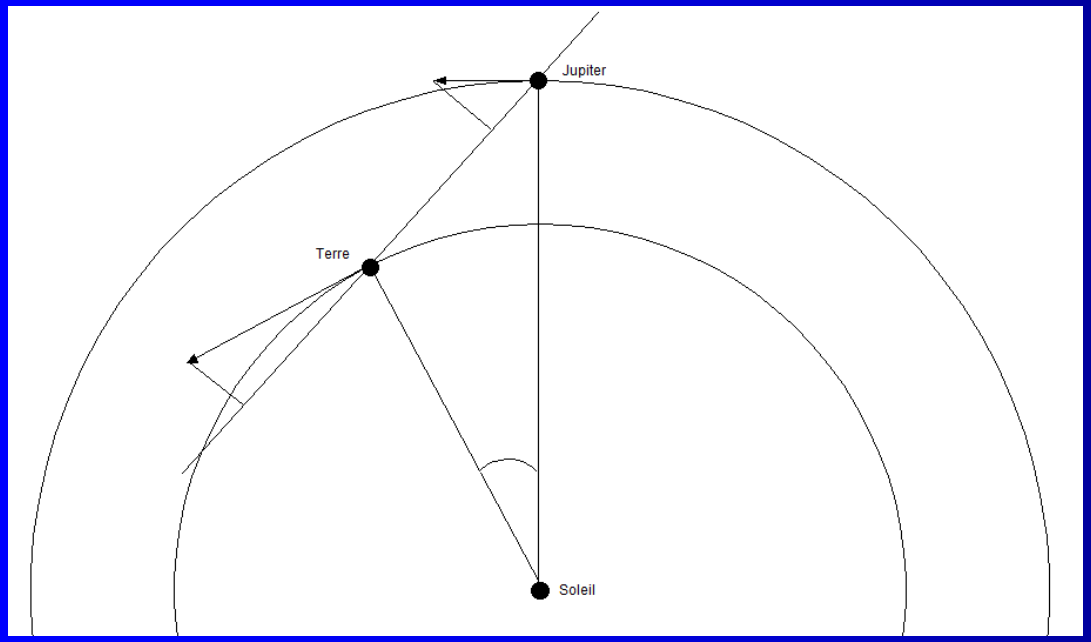
Vitesse admise 13.07Km/s

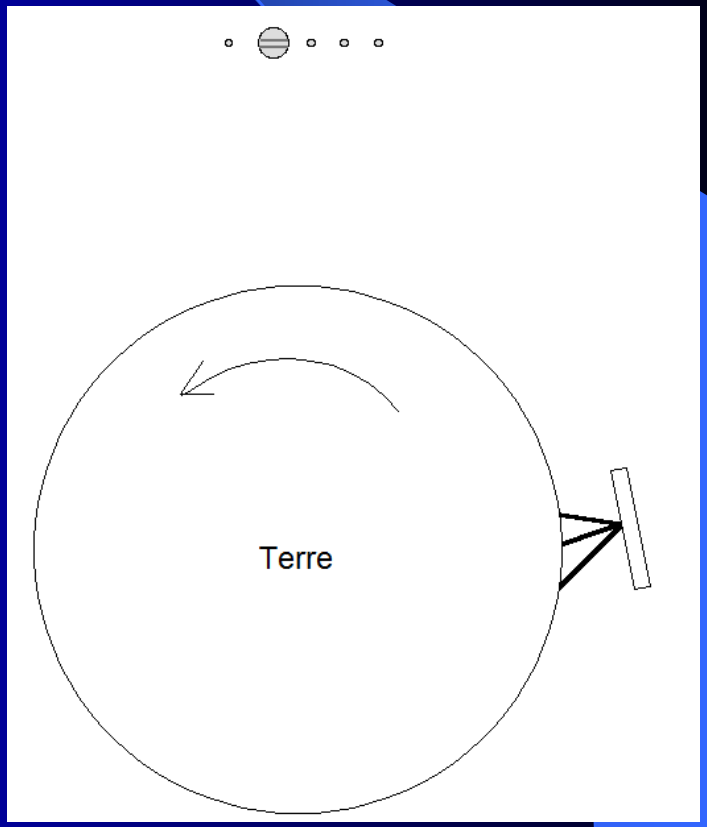
Le facteur /4 est rajouter, car Jupiter ne fait que réfléchir la lumière (donc /2) et on mesure deux fois l'écart, le bord qui se rapproche et celui qui l'éloigne (donc on re /2)

Cette mesure doit être corrigée :

- de la différence de Vitesse de révolution de la Terre par rapport à la vitesse de révolution de Jupiter.

- de la vitesse de rotation de la Terre.





Différentes étoiles

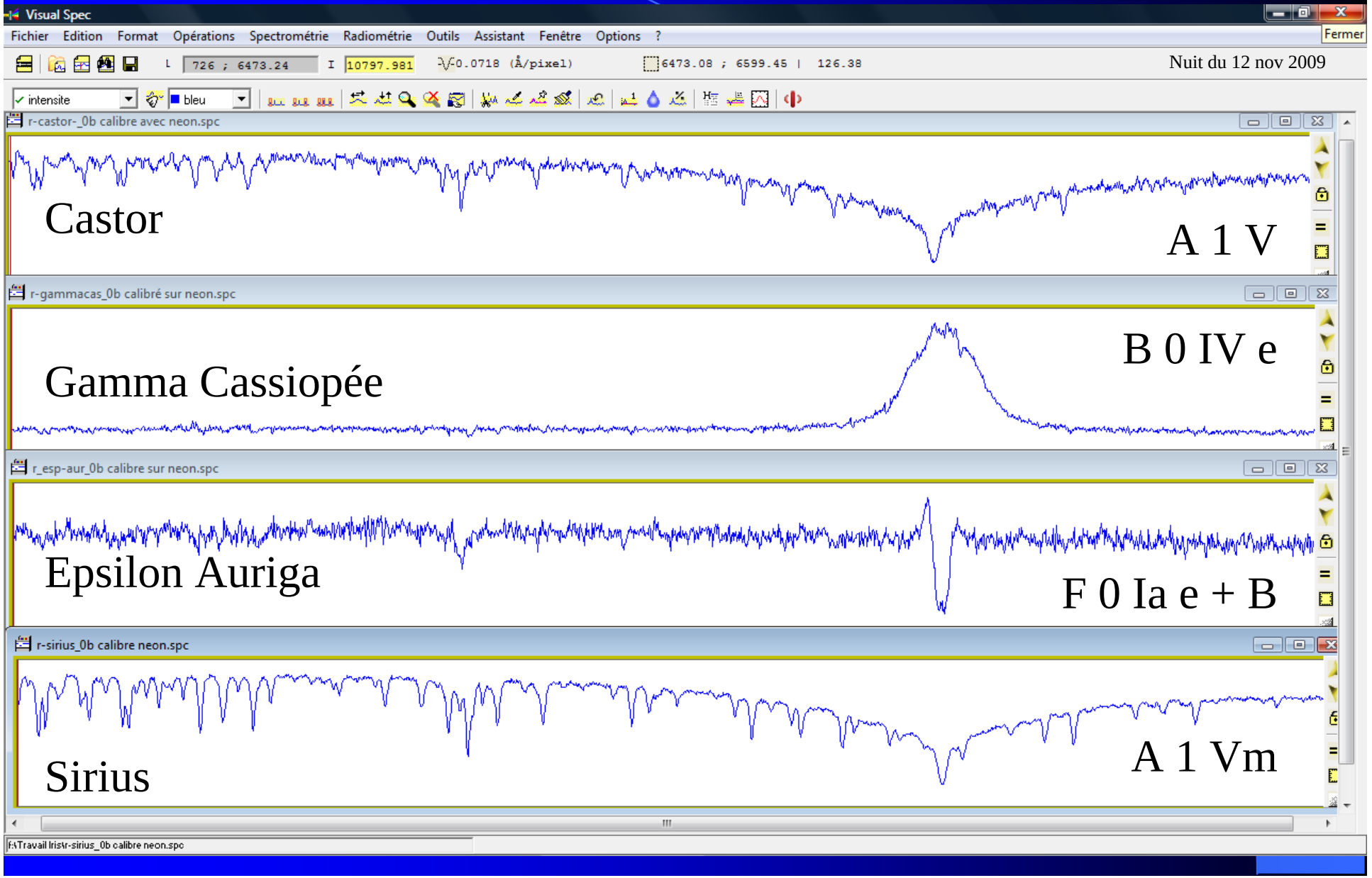
Castor : étoile de type A 1 V

Gamma Cassiopée : étoile de type B 0 IV e

Epsilon Auriga : étoile de type F 0 Ia e + B

Sirius : étoile de type A 1 Vm

Mes premières étoiles au Lhires III



Traitement des images

Nouveau logiciel de réduction des spectres:

RIhires

développé par C.Buil

RIhires

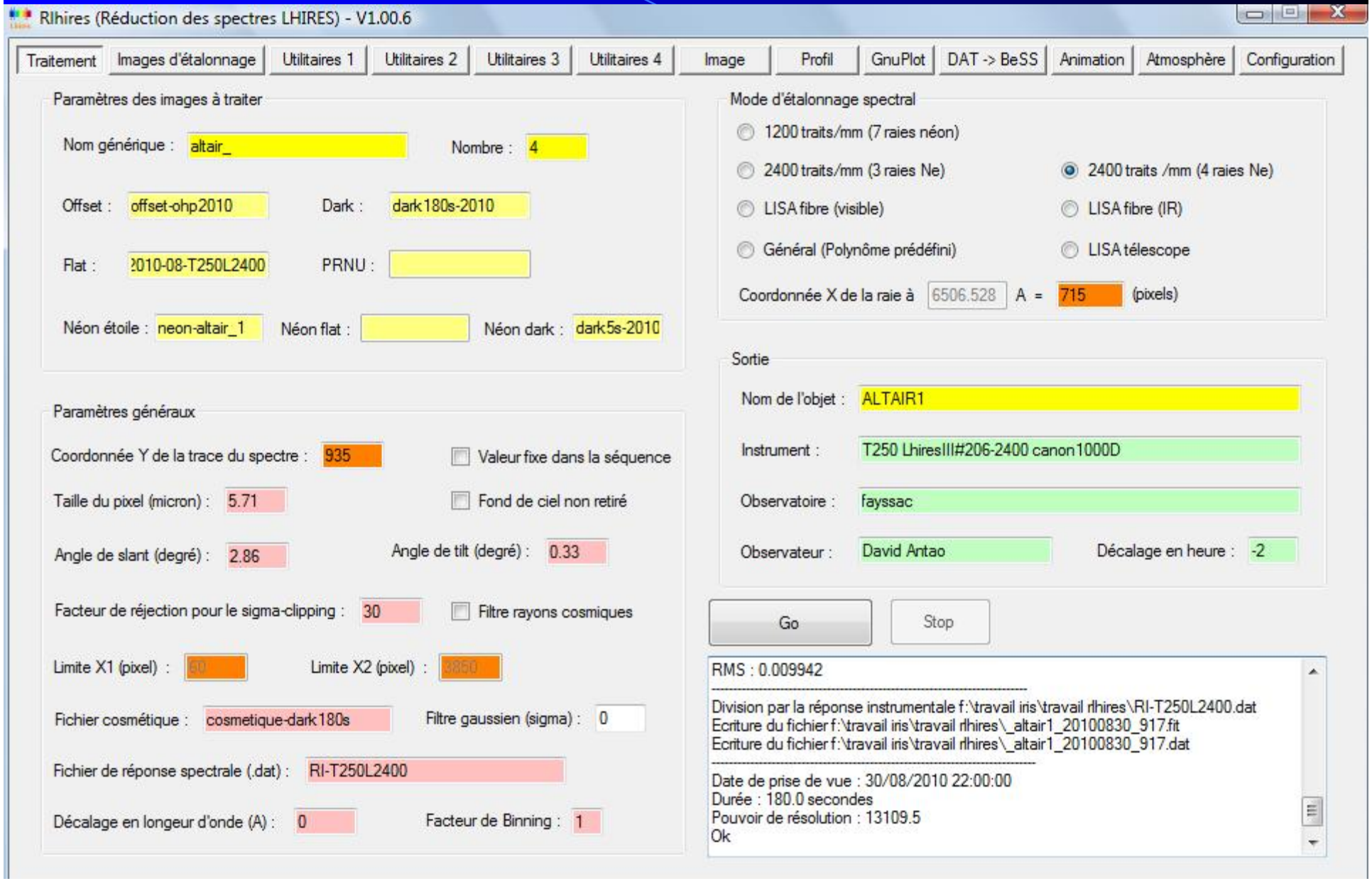

RIhires (Réduction des spectres LHIRES) - V1.00.6
Traitement
Images d'étalonnage
Utilitaires 1
Utilitaires 2
Utilitaires 3
Utilitaires 4
Image
Profil
GnuPlot
DAT -> BeSS
Animation
Atmosphère
Configuration
Paramètres des images à traiter
Nom générique : altair_
Nombre : 4
Offset : offset-ohp2010
Dark : dark180s-2010
Flat : 2010-08-T250L2400
PRNU :
Néon étoile : neon-altair_1
Néon flat :
Néon dark : dark5s-2010
Paramètres généraux
Coordonnée Y de la trace du spectre : 935
Valeur fixe dans la séquence
Taille du pixel (micron) : 5.71
Fond de ciel non retiré
Angle de slant (degré) : 2.86
Angle de tilt (degré) : 0.33
Facteur de réjection pour le sigma-clipping : 30
Filtre rayons cosmiques
Limite X1 (pixel) : 60
Limite X2 (pixel) : 3850
Fichier cosmétique : cosmetique-dark180s
Filtre gaussien (sigma) : 0
Fichier de réponse spectrale (.dat) : RI-T250L2400
Décalage en longeur d'onde (A) : 0
Facteur de Binning : 1
Mode d'étalonnage spectral
1200 traits/mm (7 raies néon)
2400 traits/mm (3 raies Ne)
2400 traits /mm (4 raies Ne)
LISA fibre (visible)
LISA fibre (IR)
Général (Polynôme prédéfini)
LISA télescope
Coordonnée X de la raie à 6506.528 A = 715 (pixels)
Sortie
Nom de l'objet : ALTAIR1
Instrument : T250 LhiresIII#206-2400 canon1000D
Observatoire : fayssac
Observateur : David Antao
Décalage en heure : -2
Go
Stop
RMS : 0.009942
Division par la réponse instrumentale f:\travail iris\travail rlhires\RI-T250L2400.dat
Ecriture du fichier f:\travail iris\travail rlhires_altair1_20100830_917.fit
Ecriture du fichier f:\travail iris\travail rlhires_altair1_20100830_917.dat
Date de prise de vue : 30/08/2010 22:00:00
Durée : 180.0 secondes
Pouvoir de résolution : 13109.5
Ok

Image CR2 de l'APN canon 1000D défiltré

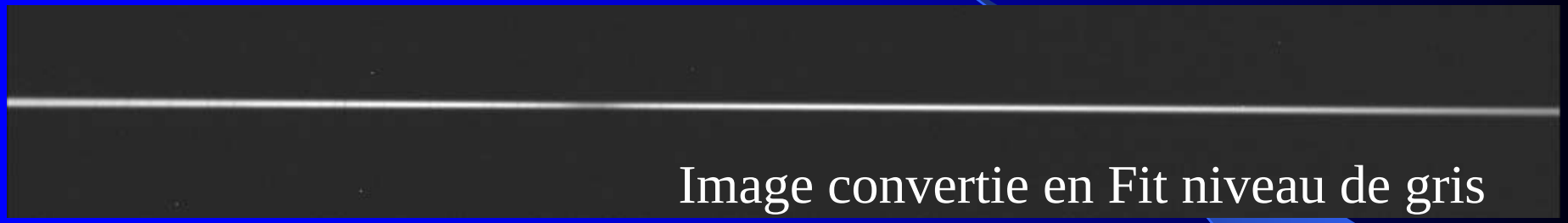


Image convertie en Fit niveau de gris

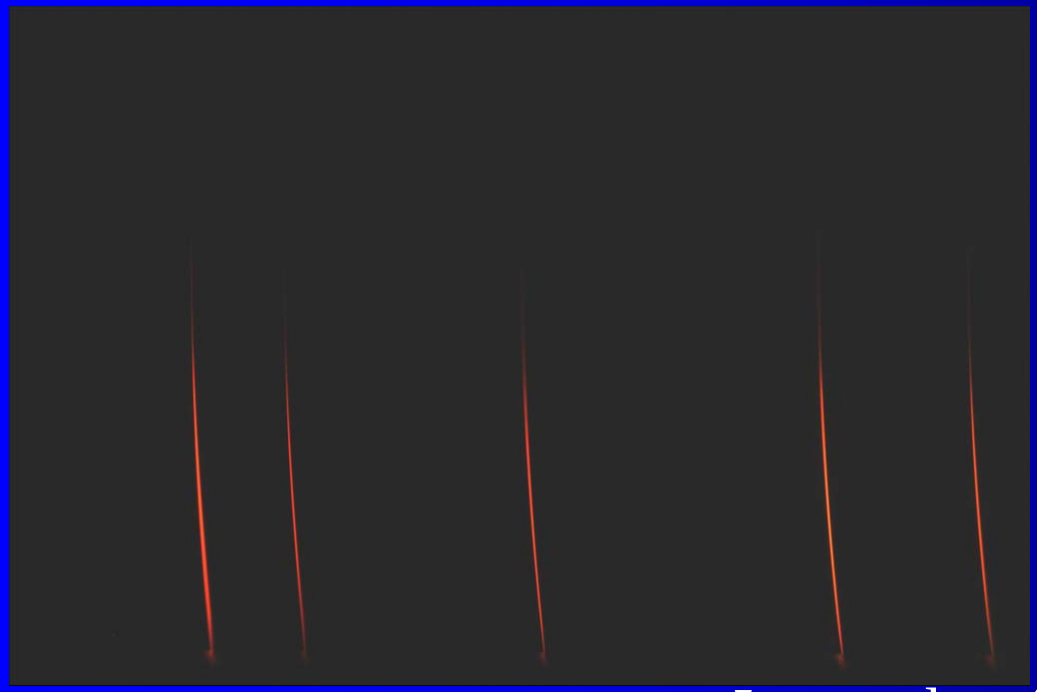
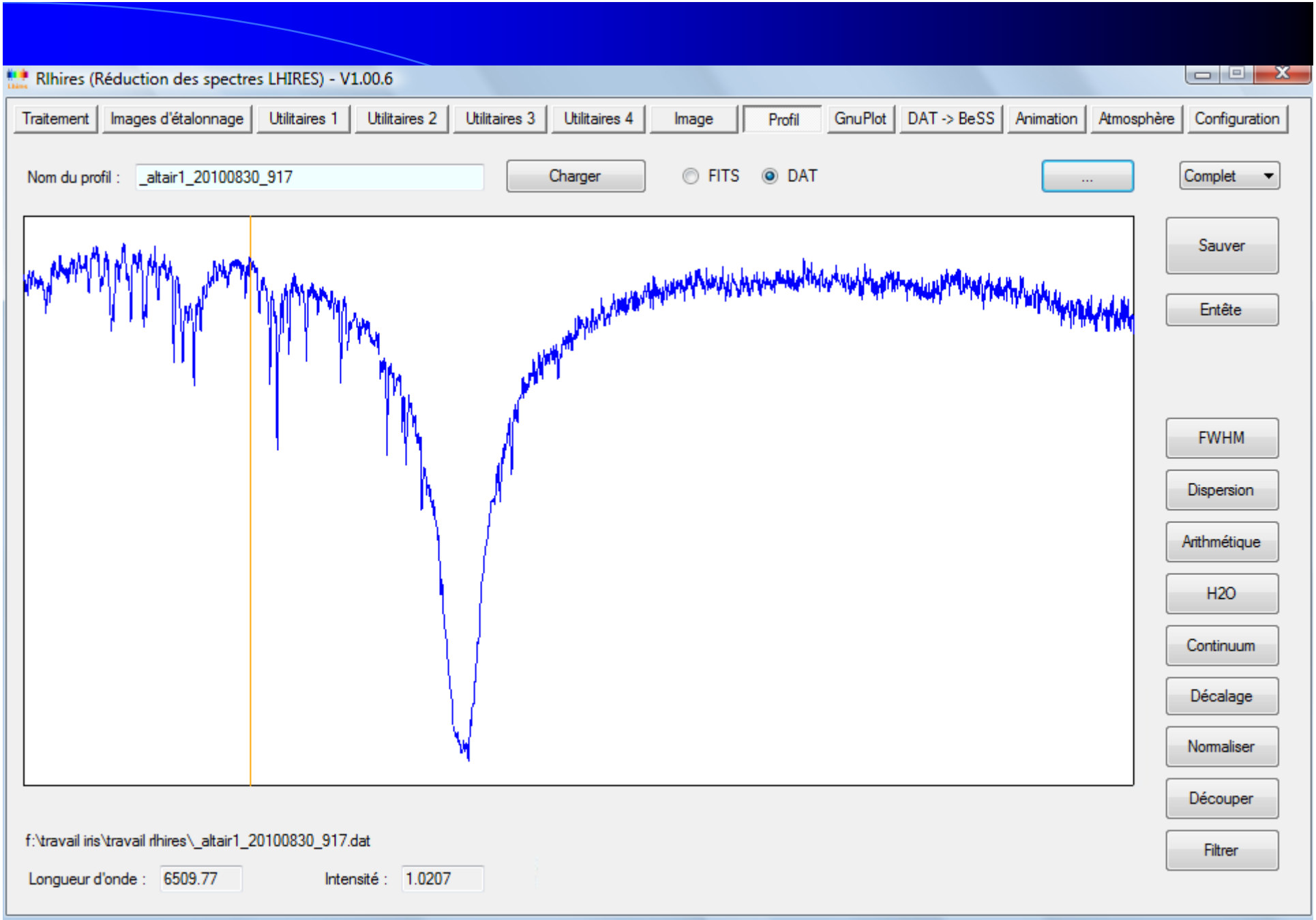
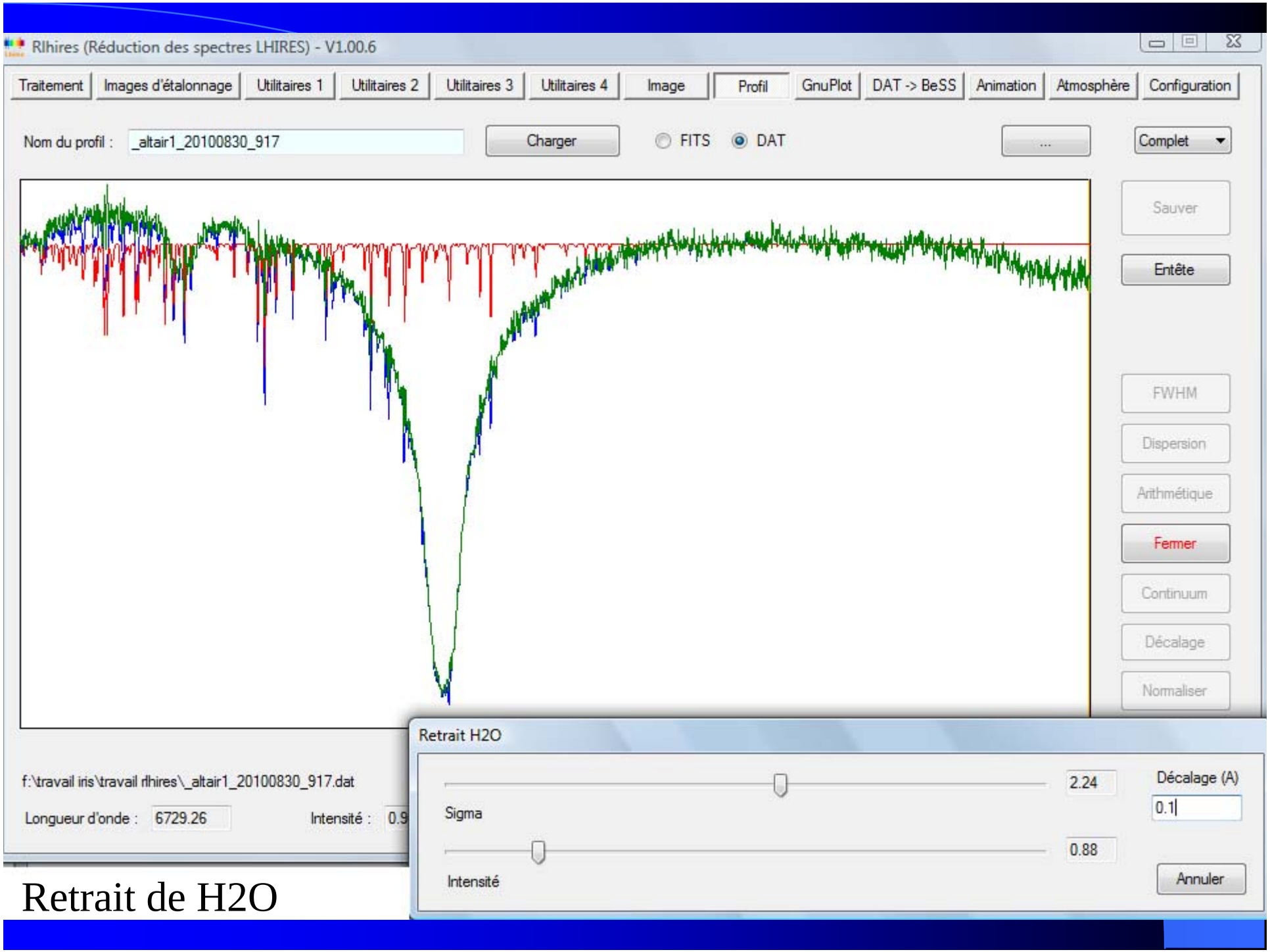


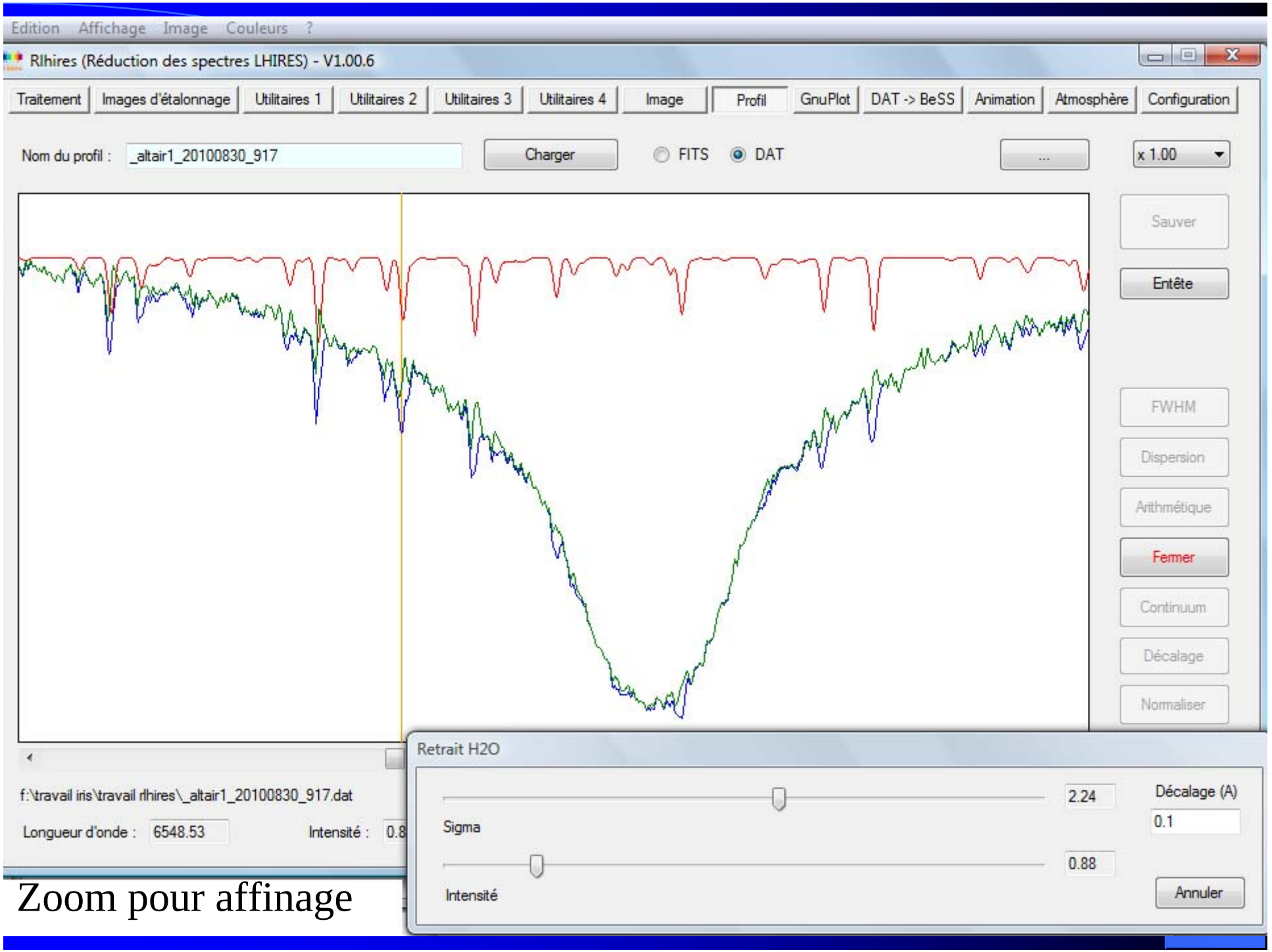
Image du néon pour le calibrage



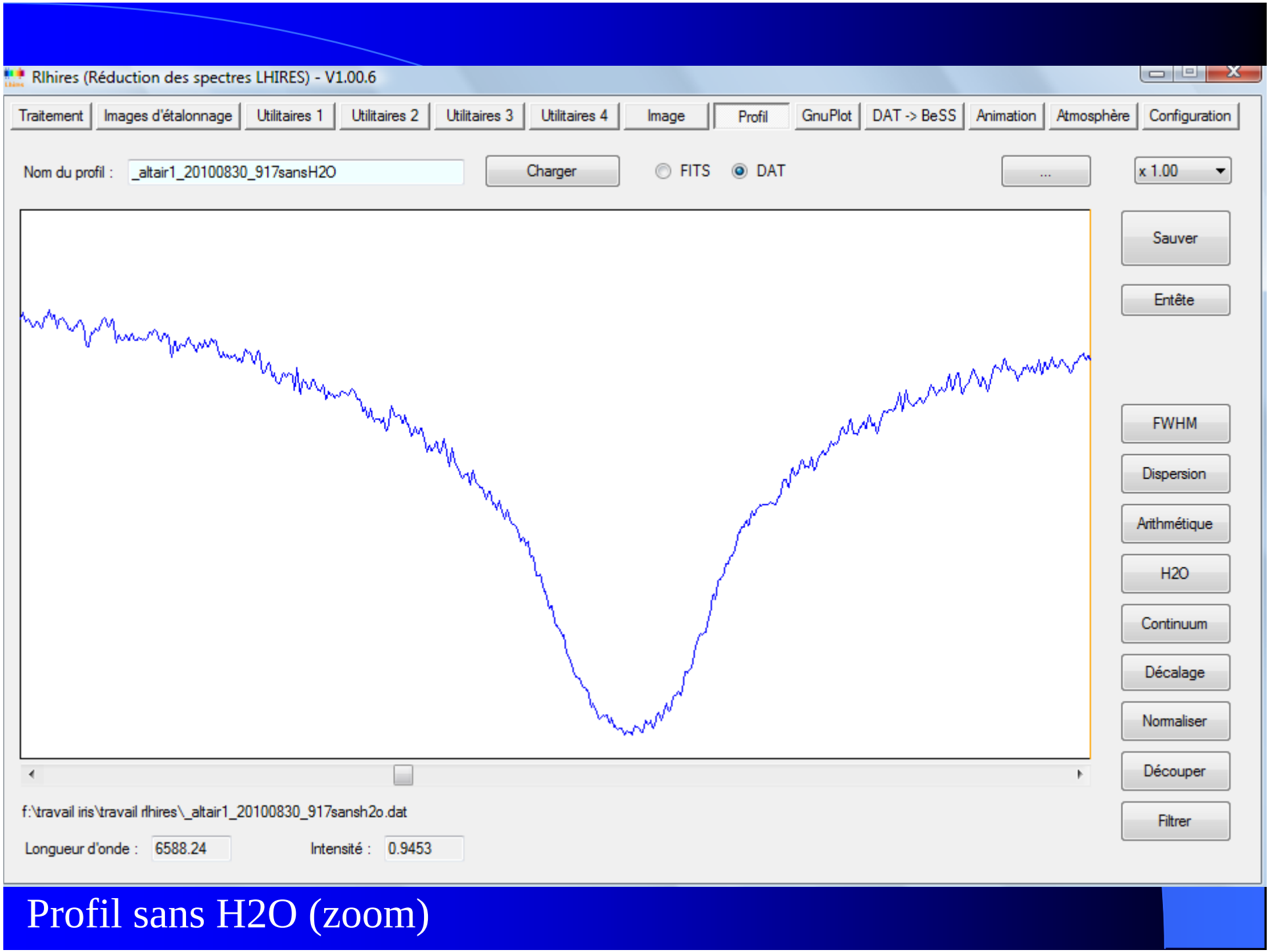
Profil calculé par Rlhires



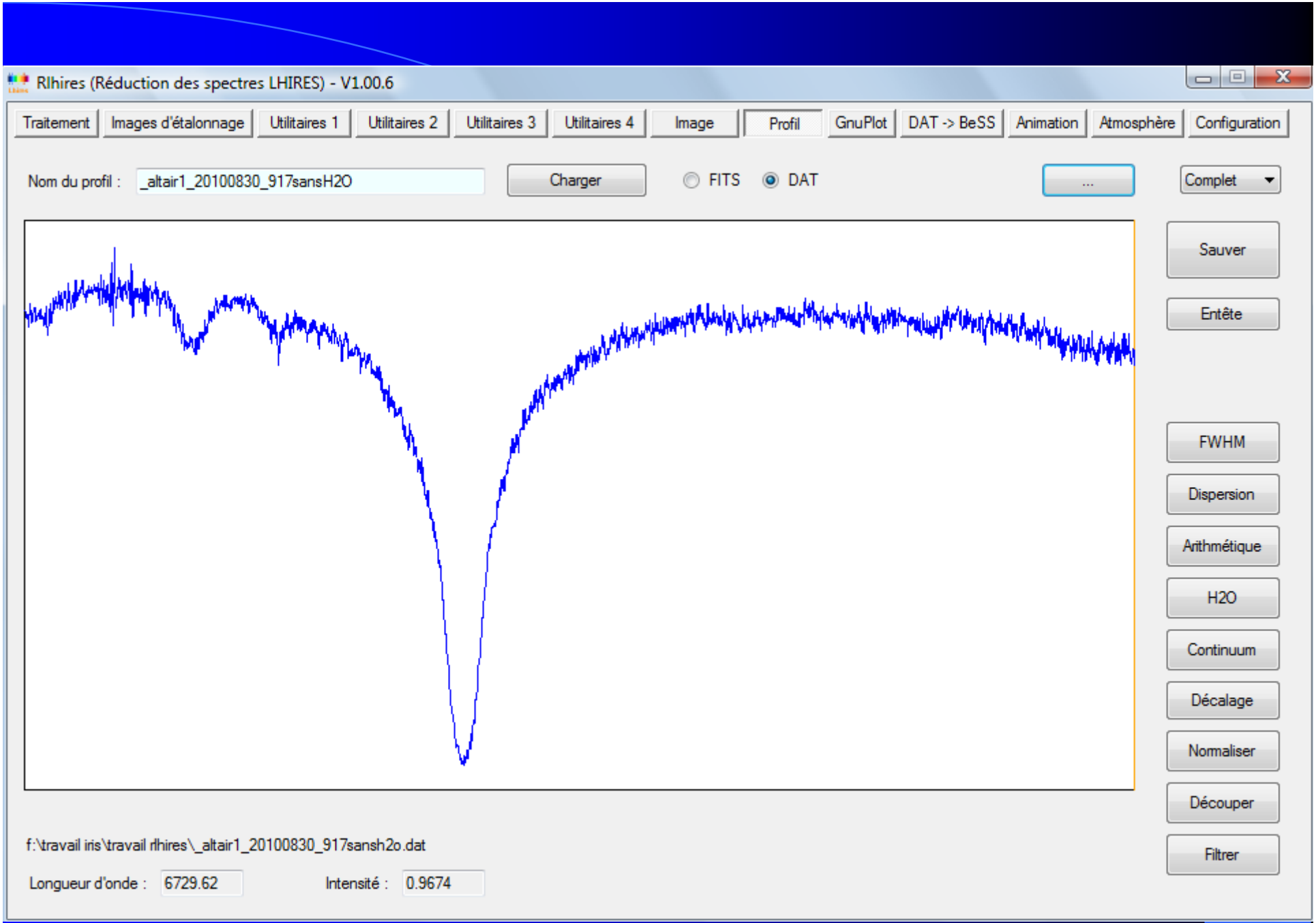
Retrait de H2O



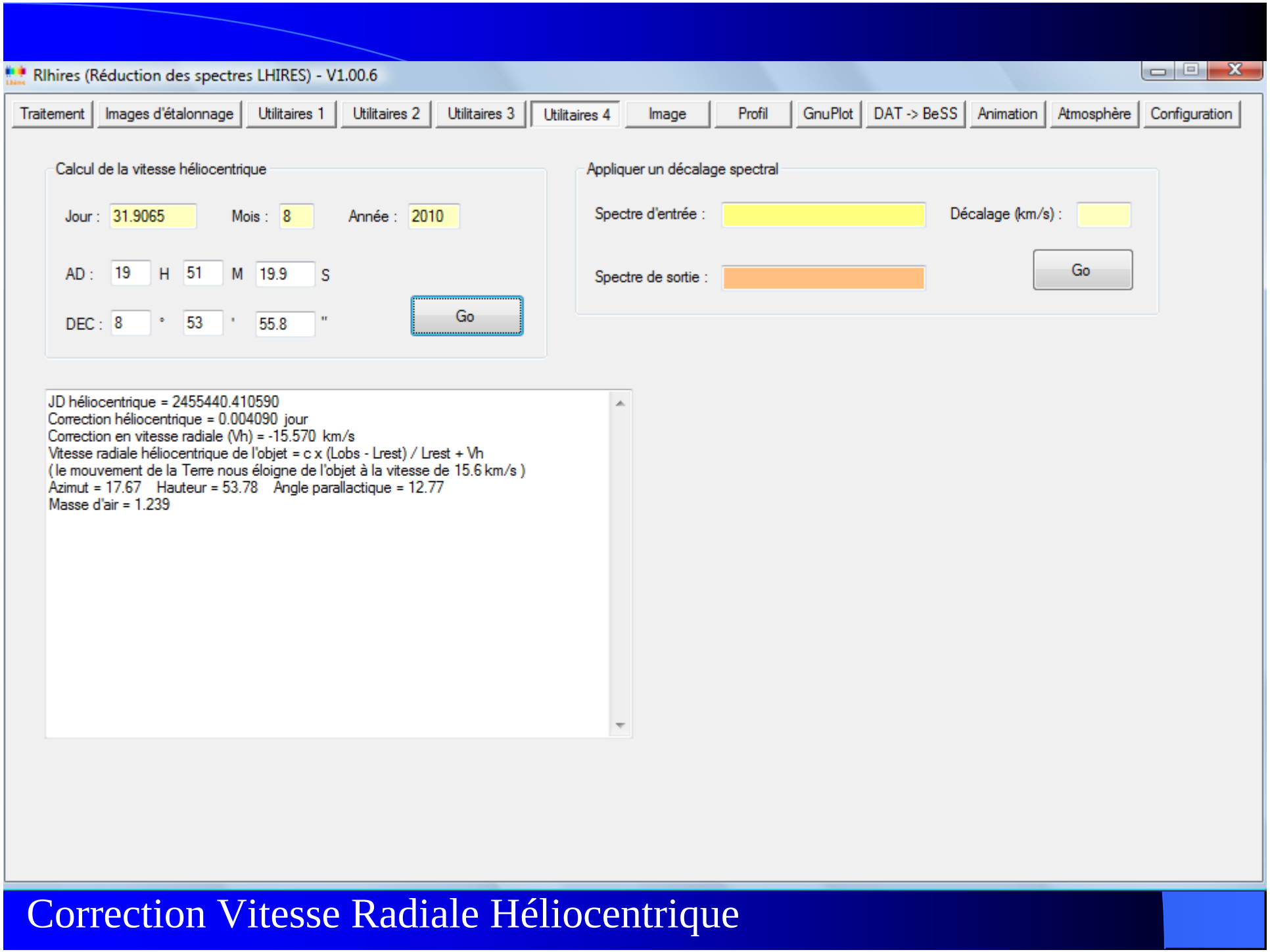
Zoom pour affinage



Profil sans H2O (zoom)

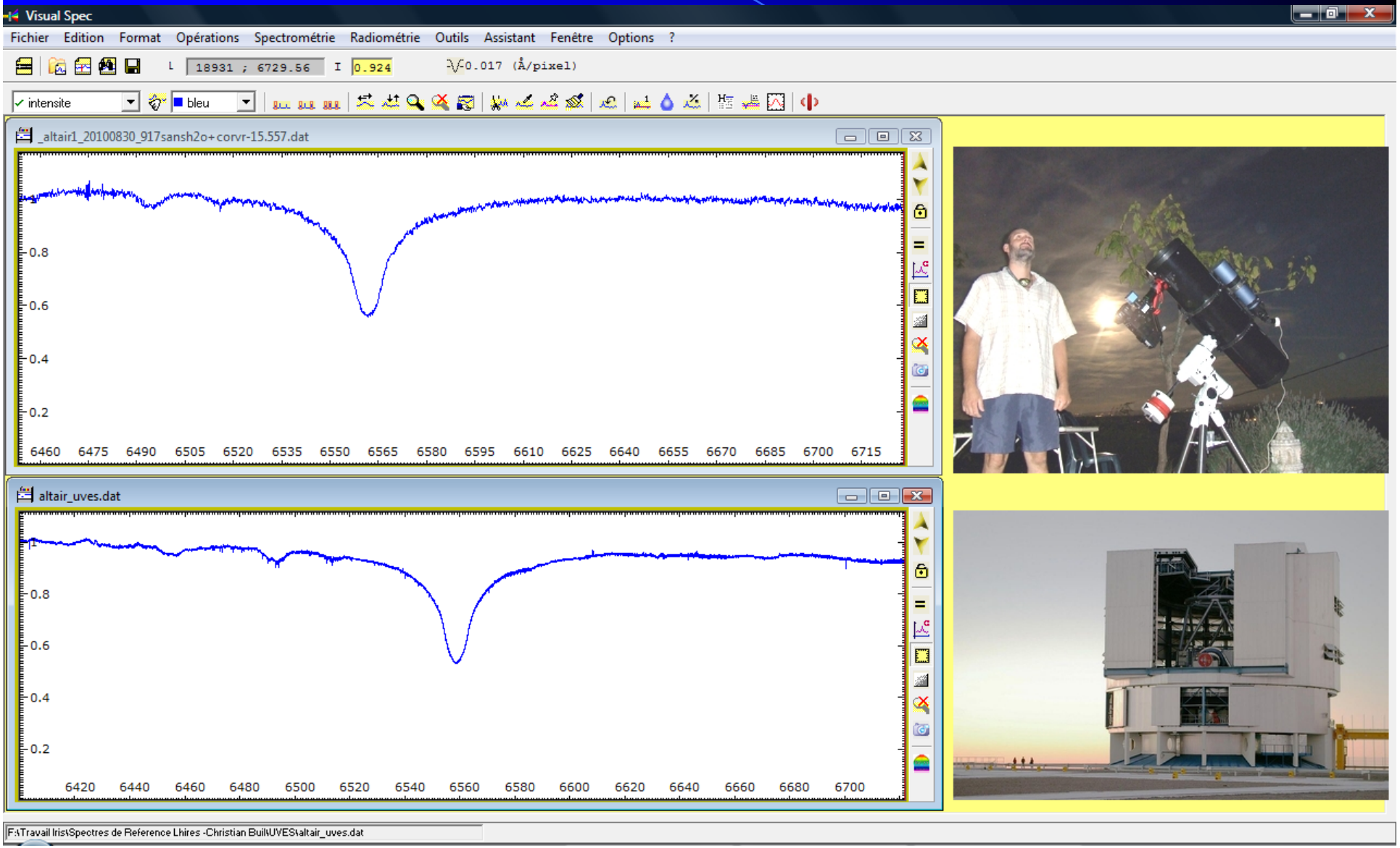


Profil sans H2O

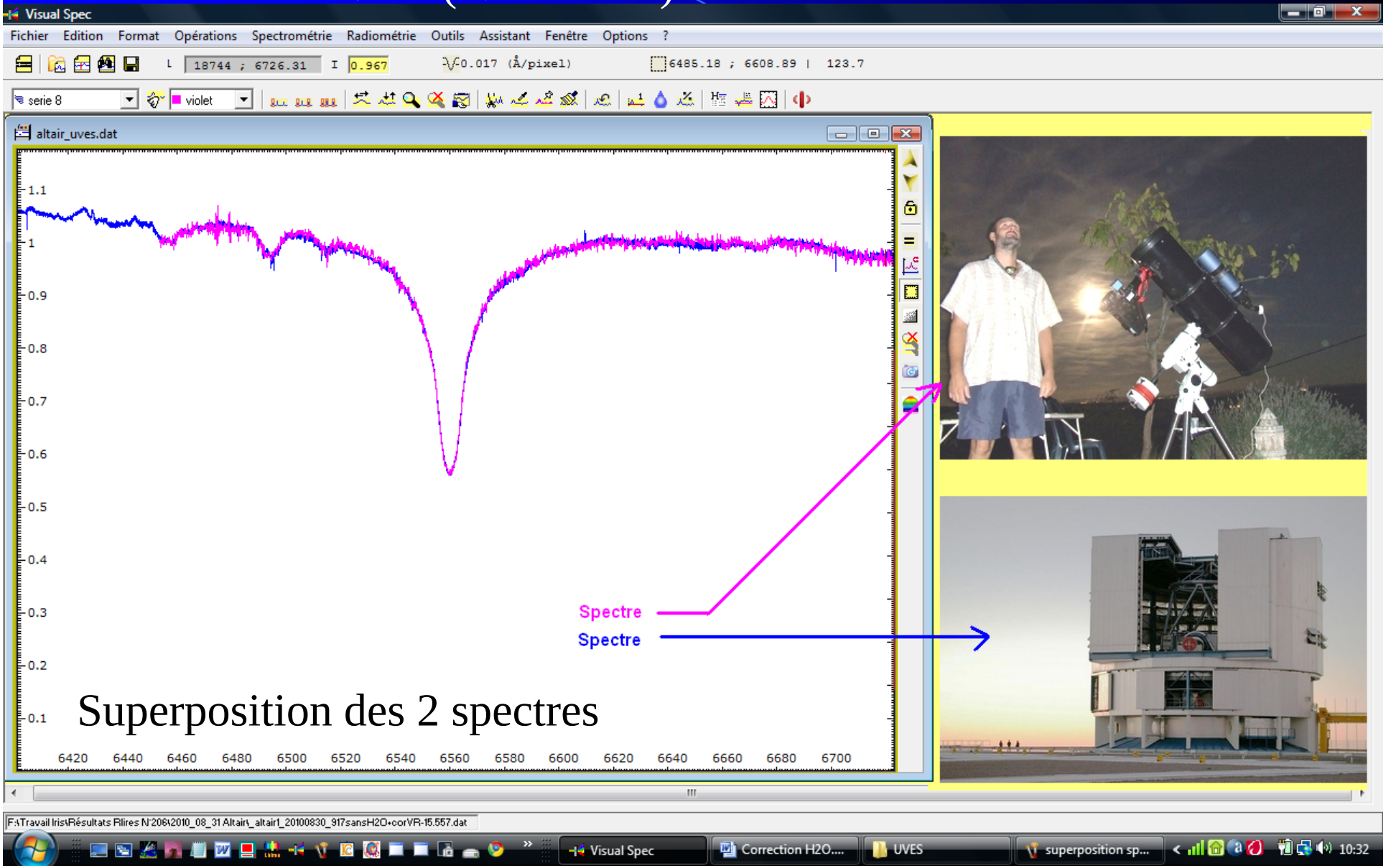


Correction Vitesse Radiale Héliocentrique

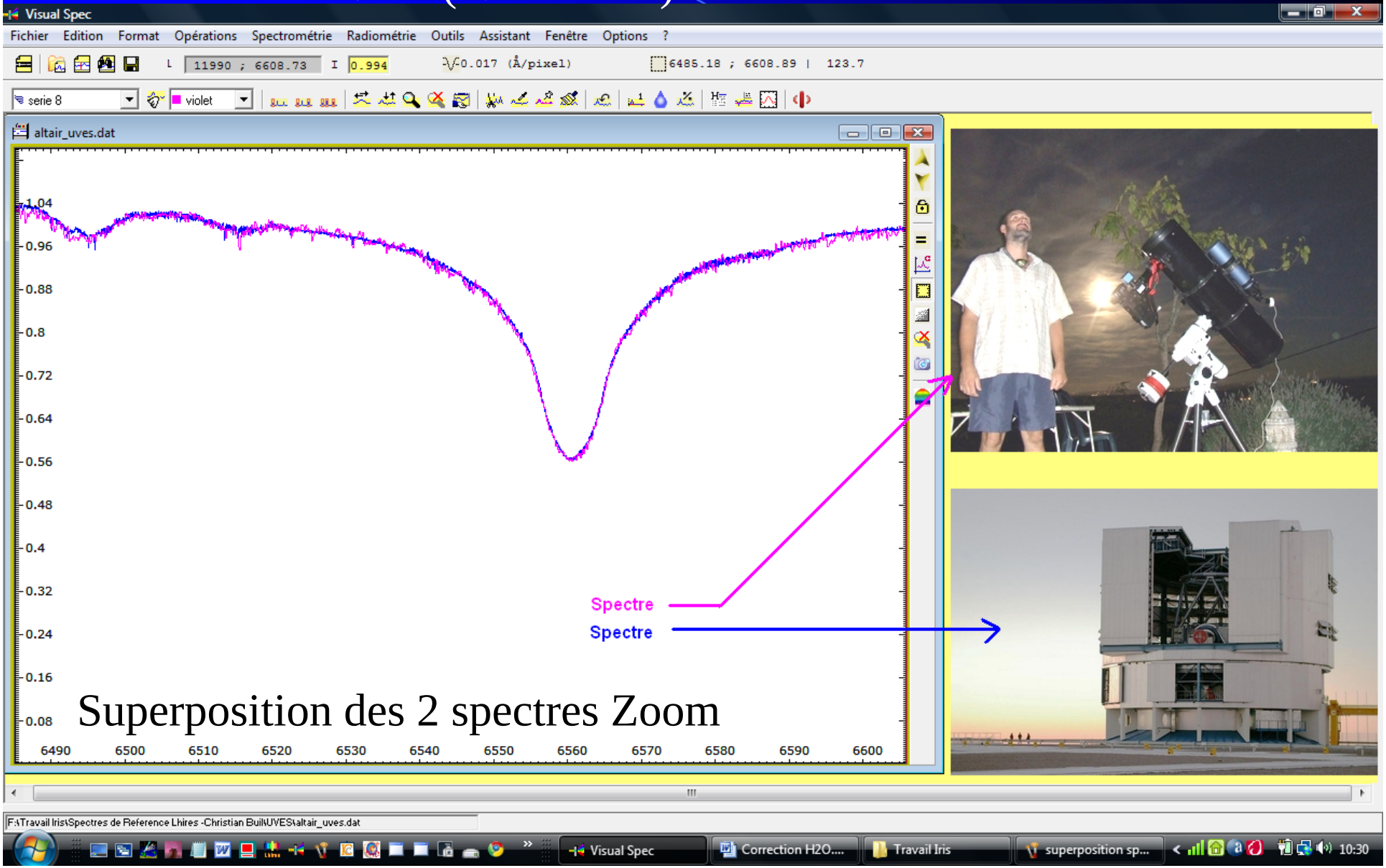
Comparaison de mon spectre fait avec un APN et un T250 (0.25mètres) (compositage de 4 images de 180 secondes) avec celui fait au VLT (8.20mètres)



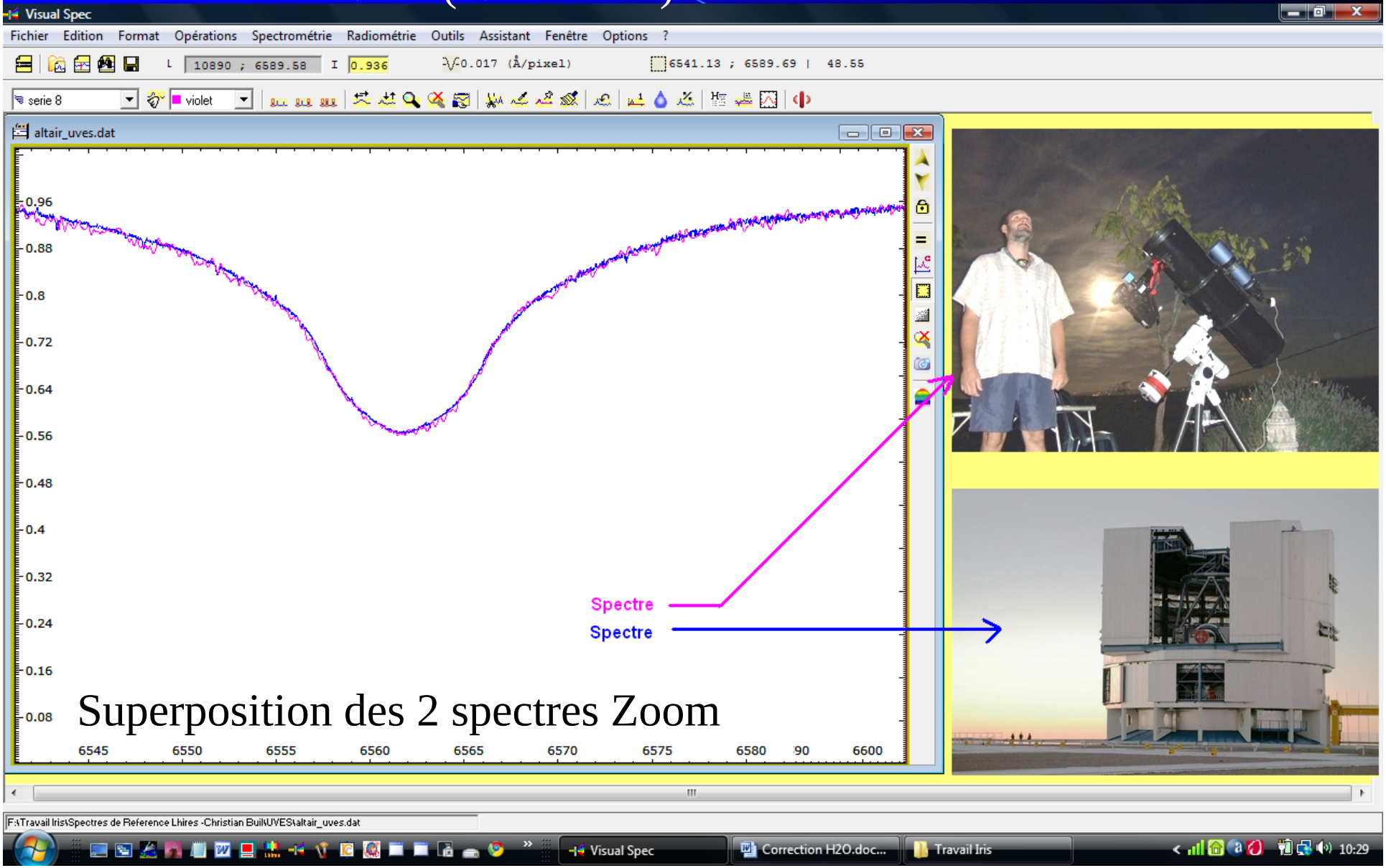
Comparaison de mon spectre fait avec un APN et un T250 (0.25mètres) (compositage de 4 images de 180 secondes) avec celui fait au VLT (8.20mètres)

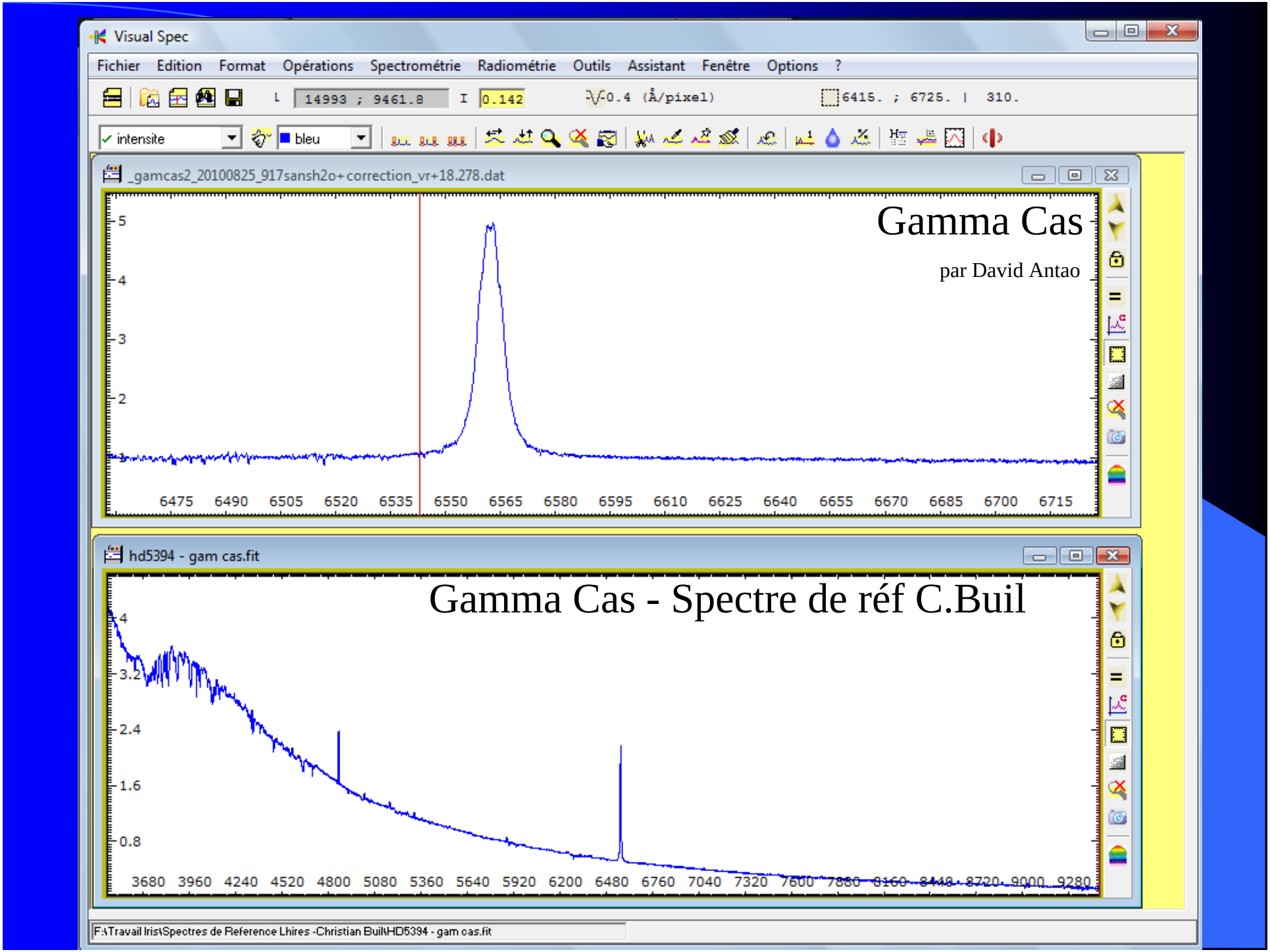


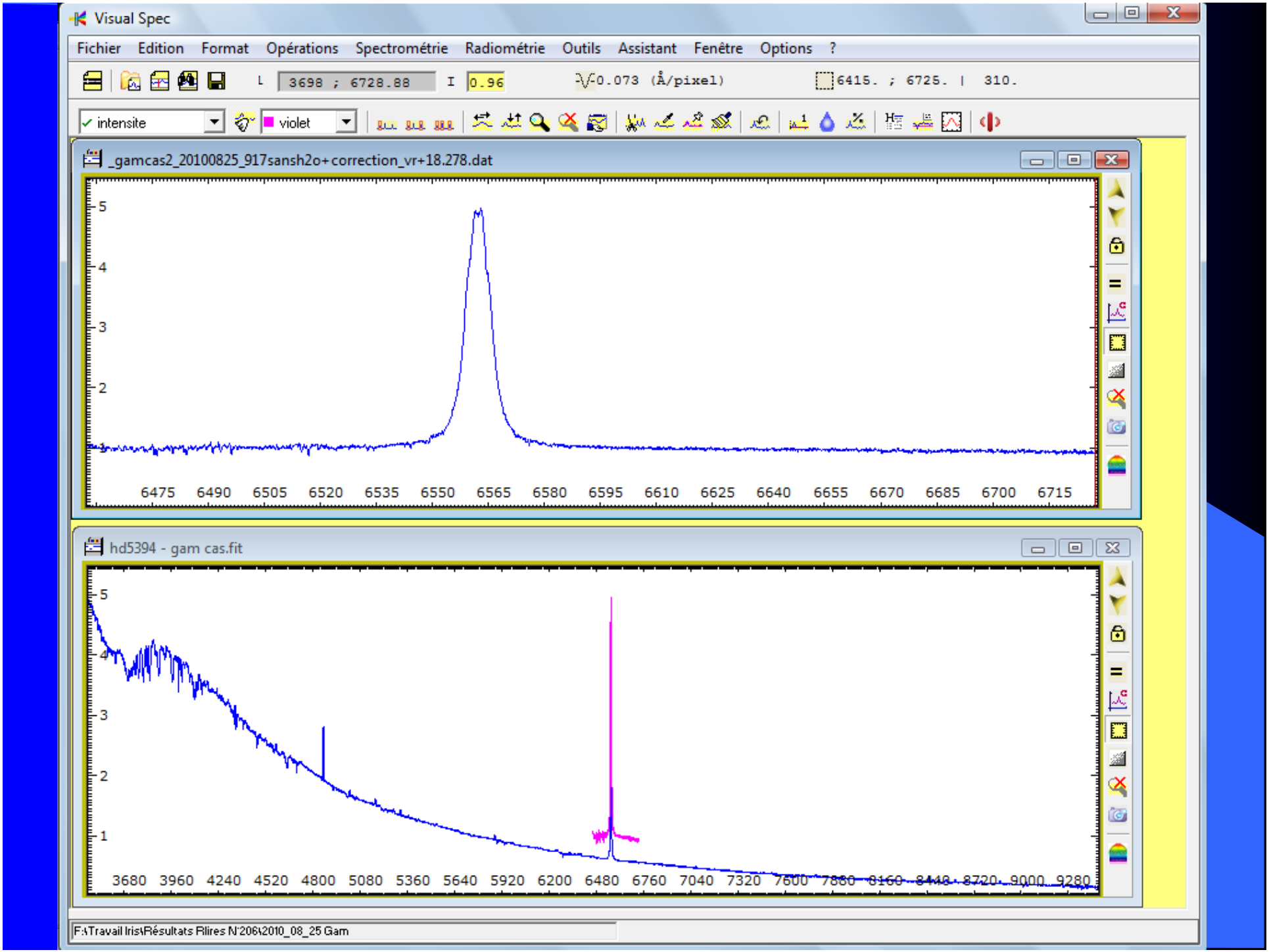
Comparaison de mon spectre fait avec un APN et un T250 (0.25mètres) (compositage de 4 images de 180 secondes) avec celui fait au VLT (8.20mètres)

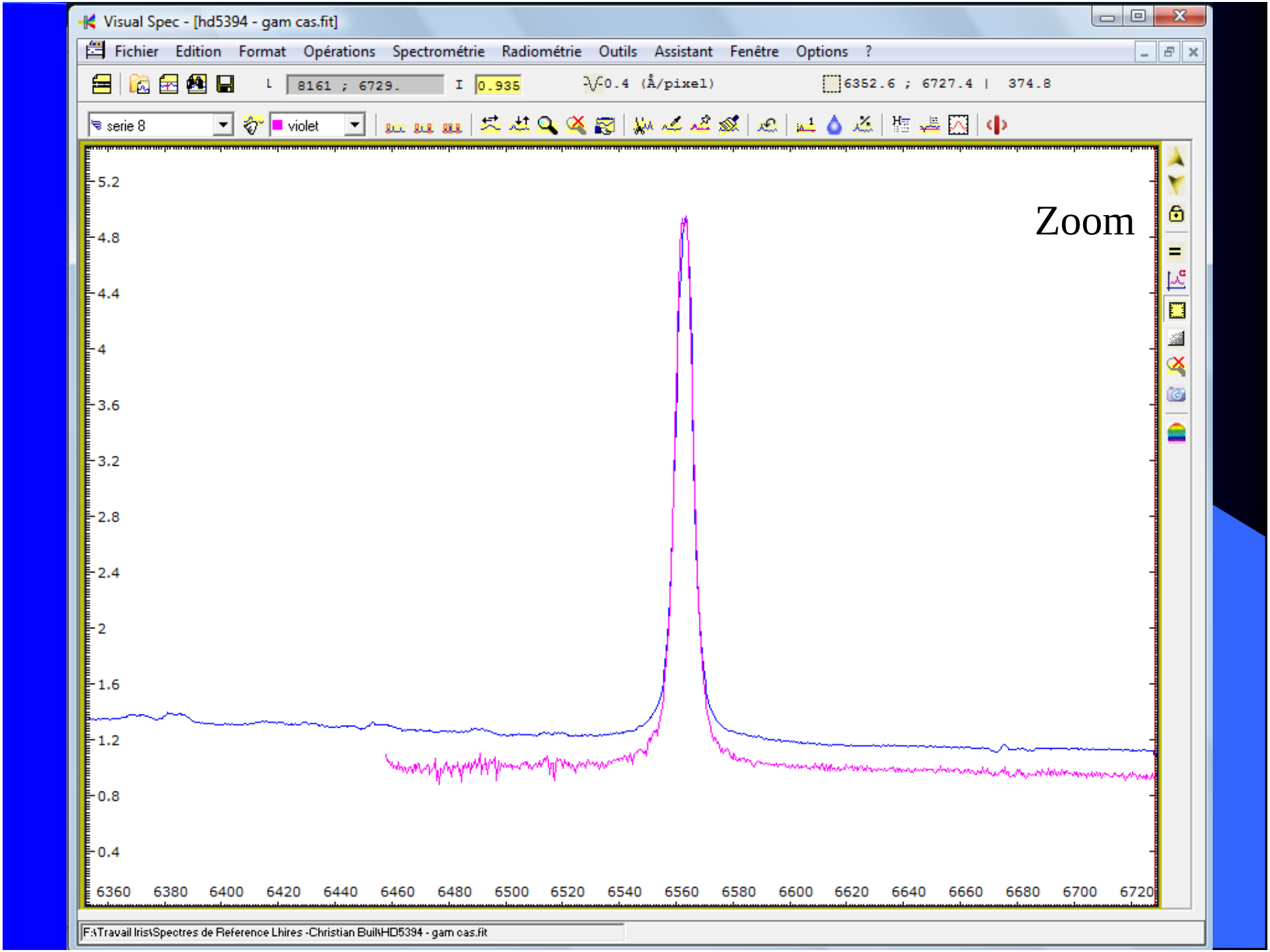


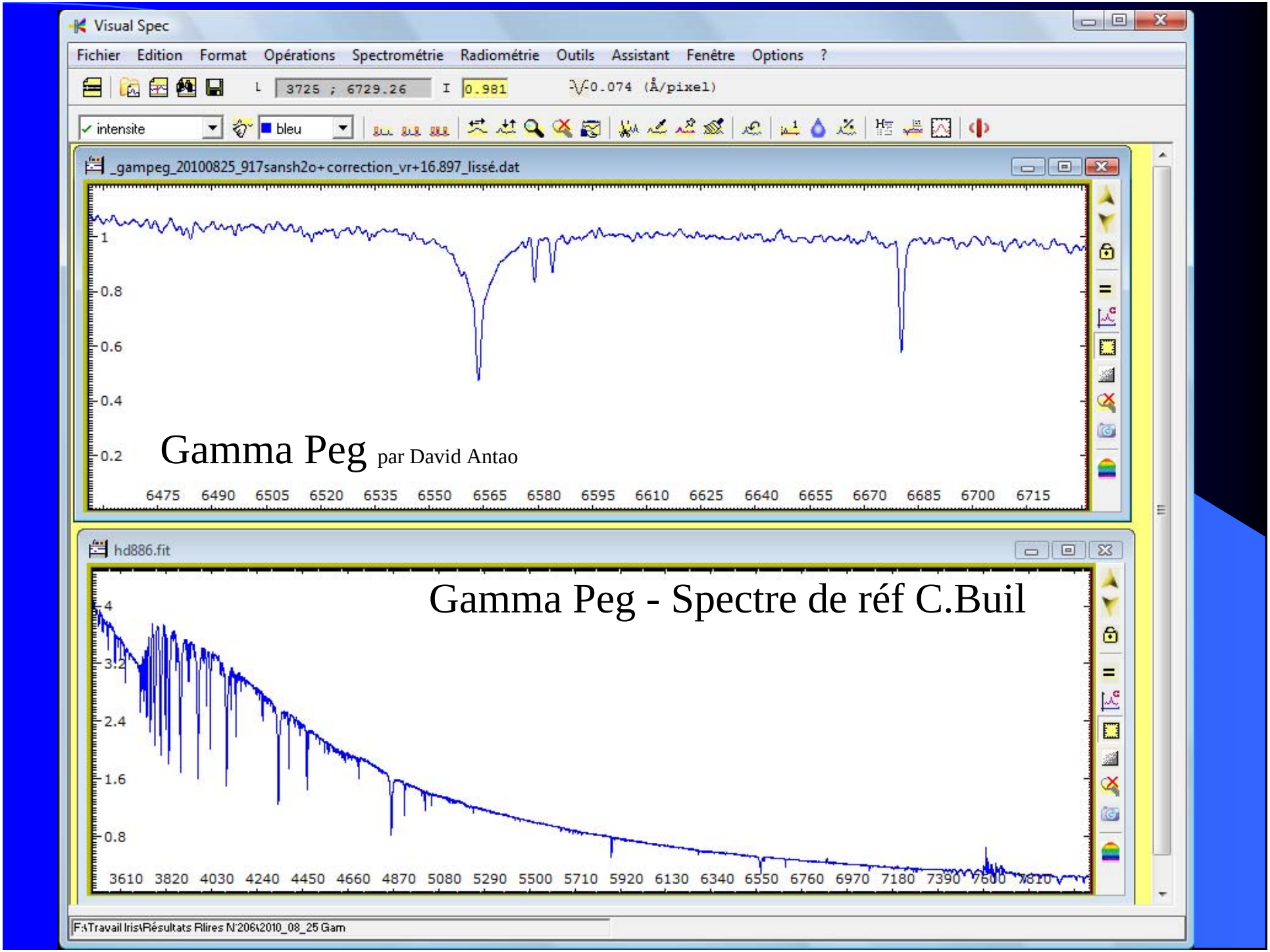
Comparaison de mon spectre fait avec un APN et un T250 (0.25mètres) (compositage de 4 images de 180 secondes) avec celui fait au VLT (8.20mètres)

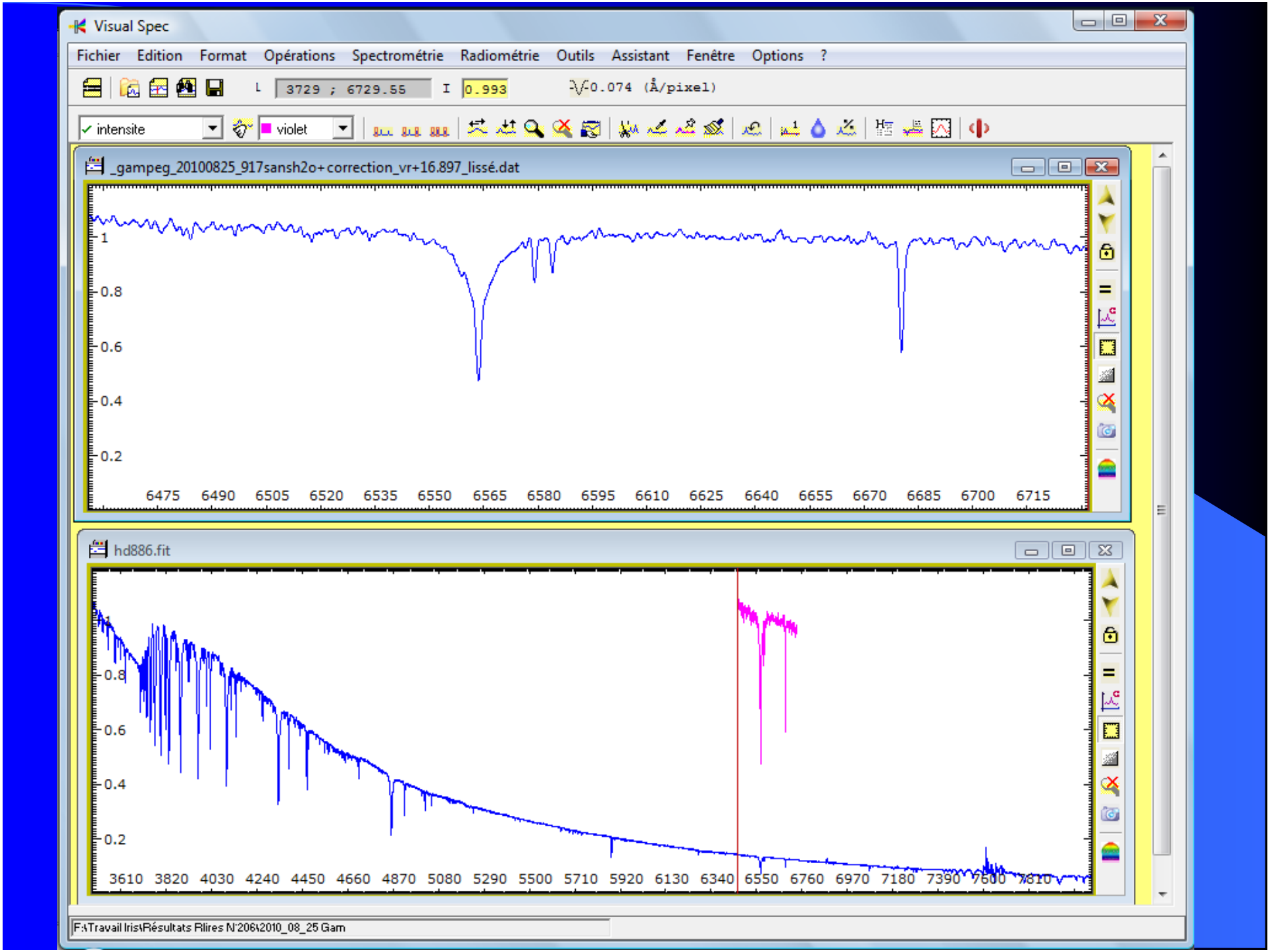


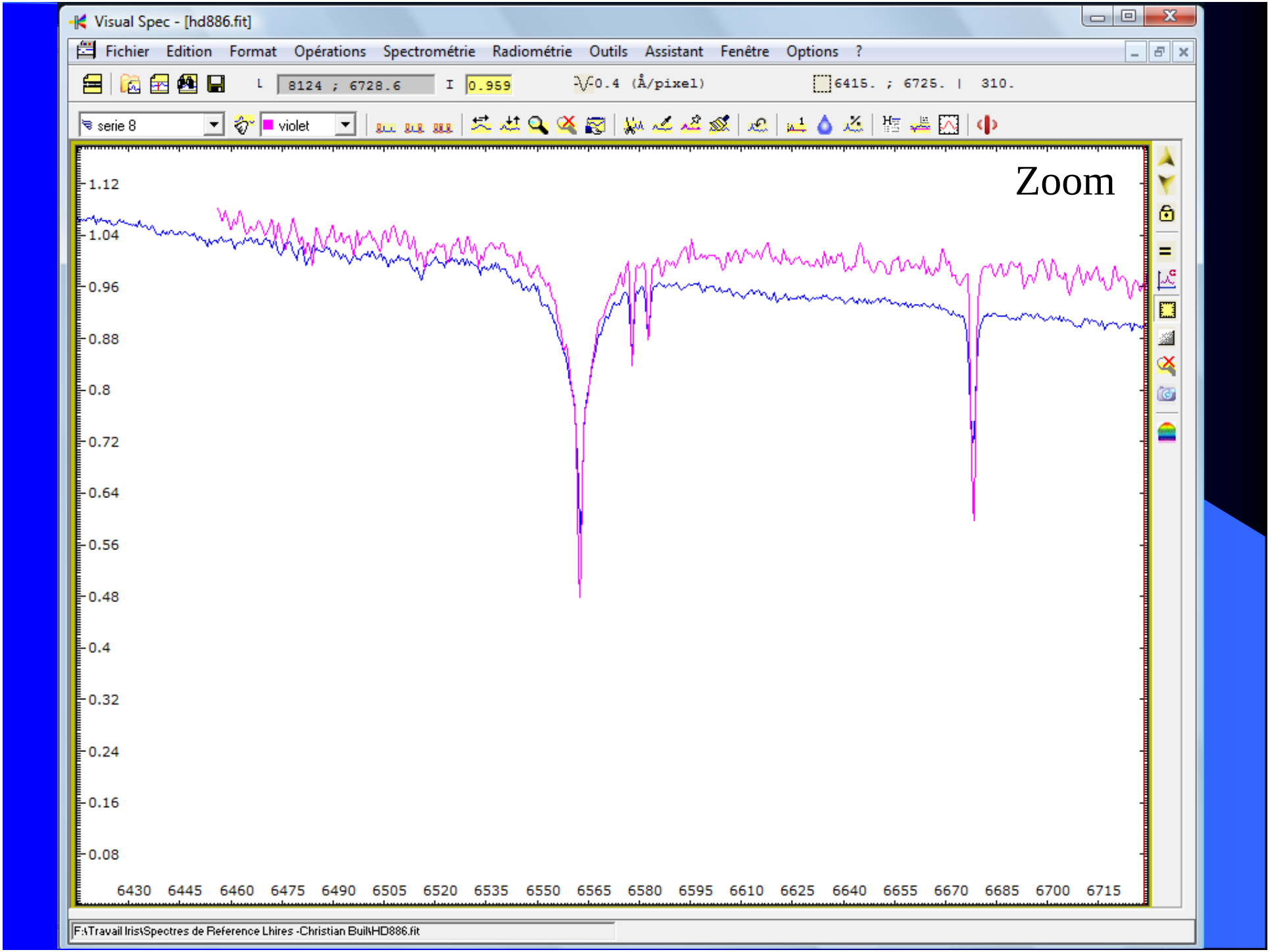

Visual Spec
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
14993 ; 9461.8
0.142
0.4 (Å/pixel)
6415. ; 6725. | 310.
intensite
bleu
_gamcas2_20100825_917sansh2o+correction_vr+18.278.dat
Gamma Cas
par David Antao
6475 6490 6505 6520 6535 6550 6565 6580 6595 6610 6625 6640 6655 6670 6685 6700 6715
hd5394 - gam cas.fit
Gamma Cas - Spectre de réf C.Buil
3680 3960 4240 4520 4800 5080 5360 5640 5920 6200 6480 6760 7040 7320 7600 7880 8160 8440 8720 9000 9280
F:\Travail Iris\Spectres de Reference Lhires -Christian Buil\HD5394 - gam cas.fit

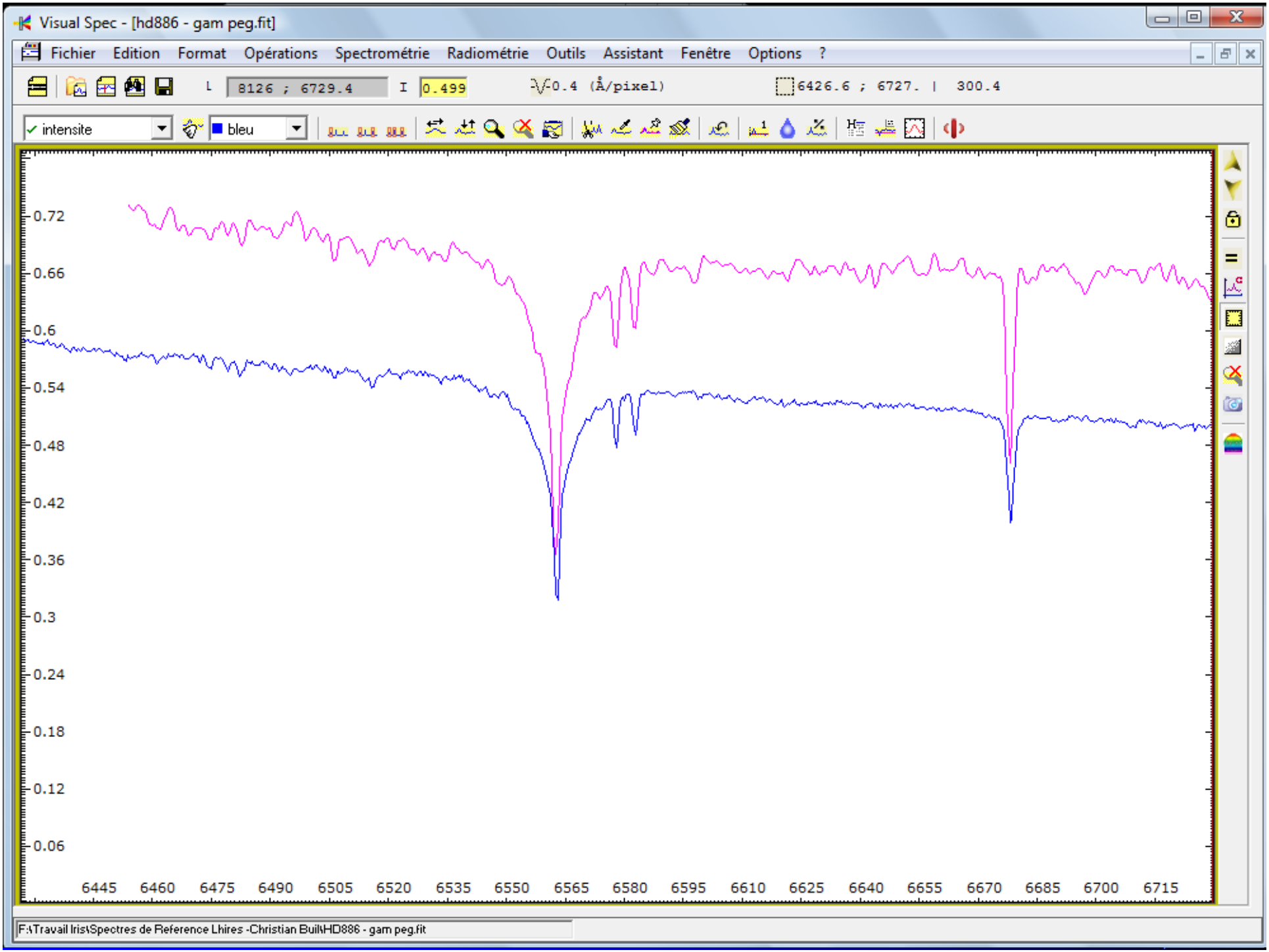

Visual Spec
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
L 3698 ; 6728.88 I 0.96 0.073 (Å/pixel) 6415. ; 6725. | 310.
intensite violet
_gamcas2_20100825_917sansh2o+correction_vr+18.278.dat
6475 6490 6505 6520 6535 6550 6565 6580 6595 6610 6625 6640 6655 6670 6685 6700 6715
hd5394 - gam cas.fit
3680 3960 4240 4520 4800 5080 5360 5640 5920 6200 6480 6760 7040 7320 7600 7880 8160 8440 8720 9000 9280
F:\Travail Iris\Résultats Rlires N°206\2010_08_25 Gam


Visual Spec - [hd5394 - gam cas.fit]
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
L 8161 ; 6729. I 0.935
0.4 (Å/pixel)
6352.6 ; 6727.4 | 374.8
serie 8
violet
Zoom
5.2
4.8
4.4
4
3.6
3.2
2.8
2.4
2
1.6
1.2
0.8
0.4
6360 6380 6400 6420 6440 6460 6480 6500 6520 6540 6560 6580 6600 6620 6640 6660 6680 6700 6720
F:\Travail Iris\Spectres de Reference Lhires -Christian Buil\HD5394 - gam cas.fit

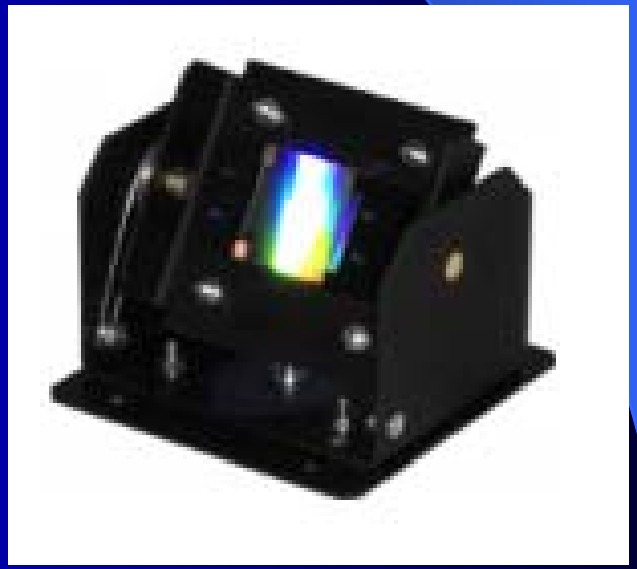

Visual Spec
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
3725 ; 6729.26
0.981
0.074 (Å/pixel)
intensite
bleu
_gampeg_20100825_917sansh2o+correction_vr+16.897_lissé.dat
Gamma Peg par David Antao
hd886.fit
Gamma Peg - Spectre de réf C.Buil
F:\Travail Iris\Résultats Rlires N°206\2010_08_25 Gam


Visual Spec
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
3729 ; 6729.55
0.993
0.074 (Å/pixel)
intensite
violet
_gampeg_20100825_917sansh2o+correction_vr+16.897_lissé.dat
1
0.8
0.6
0.4
0.2
6475 6490 6505 6520 6535 6550 6565 6580 6595 6610 6625 6640 6655 6670 6685 6700 6715
hd886.fit
0.8
0.6
0.4
0.2
3610 3820 4030 4240 4450 4660 4870 5080 5290 5500 5710 5920 6130 6340 6550 6760 6970 7180 7390 7600 7810
F:\Travail Iris\Résultats Rlires N°206\2010_08_25 Gam


Visual Spec - [hd886.fit]
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
L 8124 ; 6728.6 I 0.959 0.4 (Å/pixel) 6415. ; 6725. | 310.
serie 8
violet
Zoom
1.12
1.04
0.96
0.88
0.8
0.72
0.64
0.56
0.48
0.4
0.32
0.24
0.16
0.08
6430 6445 6460 6475 6490 6505 6520 6535 6550 6565 6580 6595 6610 6625 6640 6655 6670 6685 6700 6715
F:\Travail Iris\Spectres de Reference Lhires -Christian Buil\HD886.fit

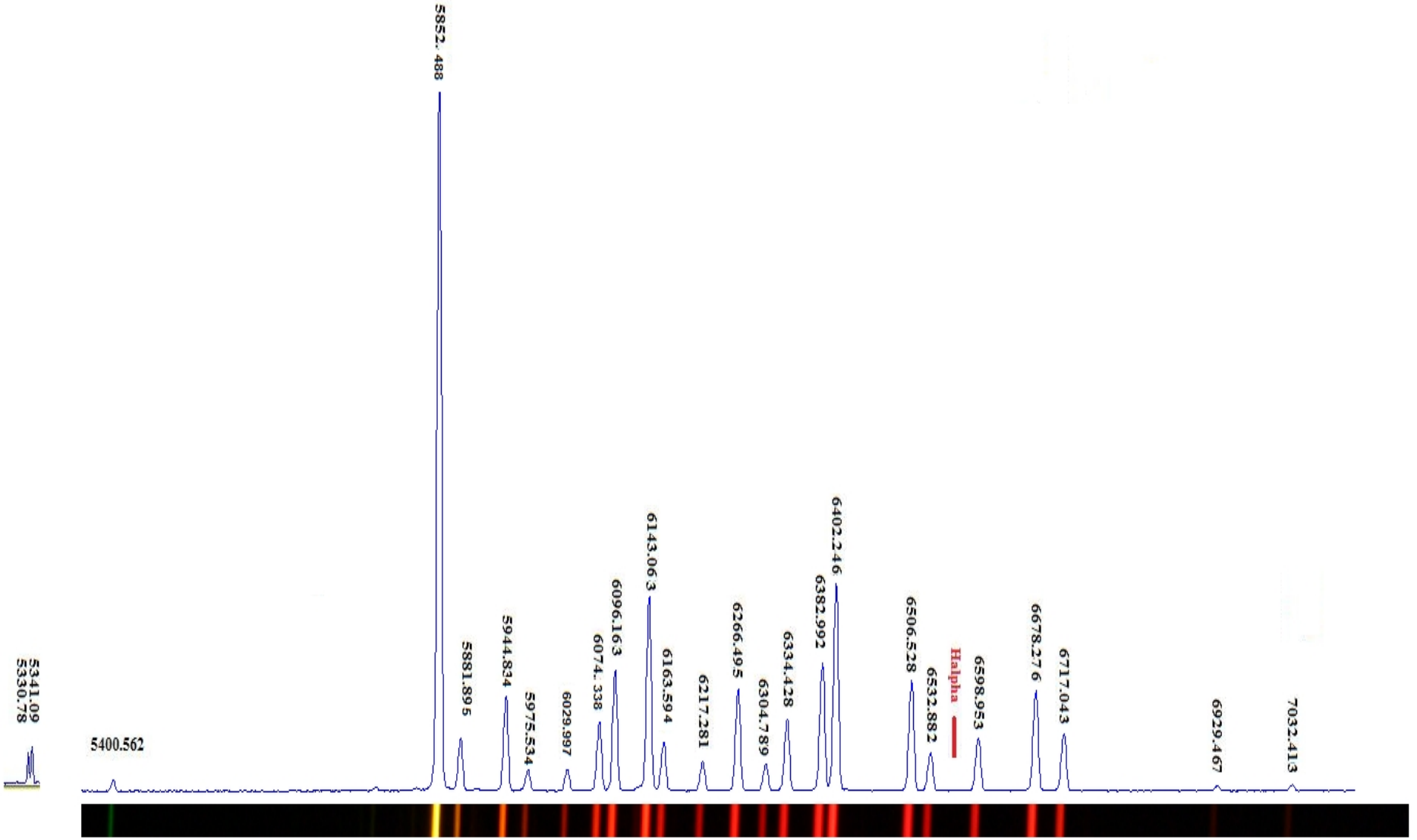

Visual Spec - [hd886 - gam peg.fit]
Fichier Edition Format Opérations Spectrométrie Radiométrie Outils Assistant Fenêtre Options ?
L 8126 ; 6729.4 I 0.499
0.4 (Å/pixel)
6426.6 ; 6727. | 300.4
intensite
bleu
0.72
0.66
0.6
0.54
0.48
0.42
0.36
0.3
0.24
0.18
0.12
0.06
6445 6460 6475 6490 6505 6520 6535 6550 6565 6580 6595 6610 6625 6640 6655 6670 6685 6700 6715
F:\Travail Iris\Spectres de Reference Lhires -Christian Buil\HD886 - gam peg.fit

Montage du réseau 300tr/mm sur le Lhires III pour travailler en basse résolution

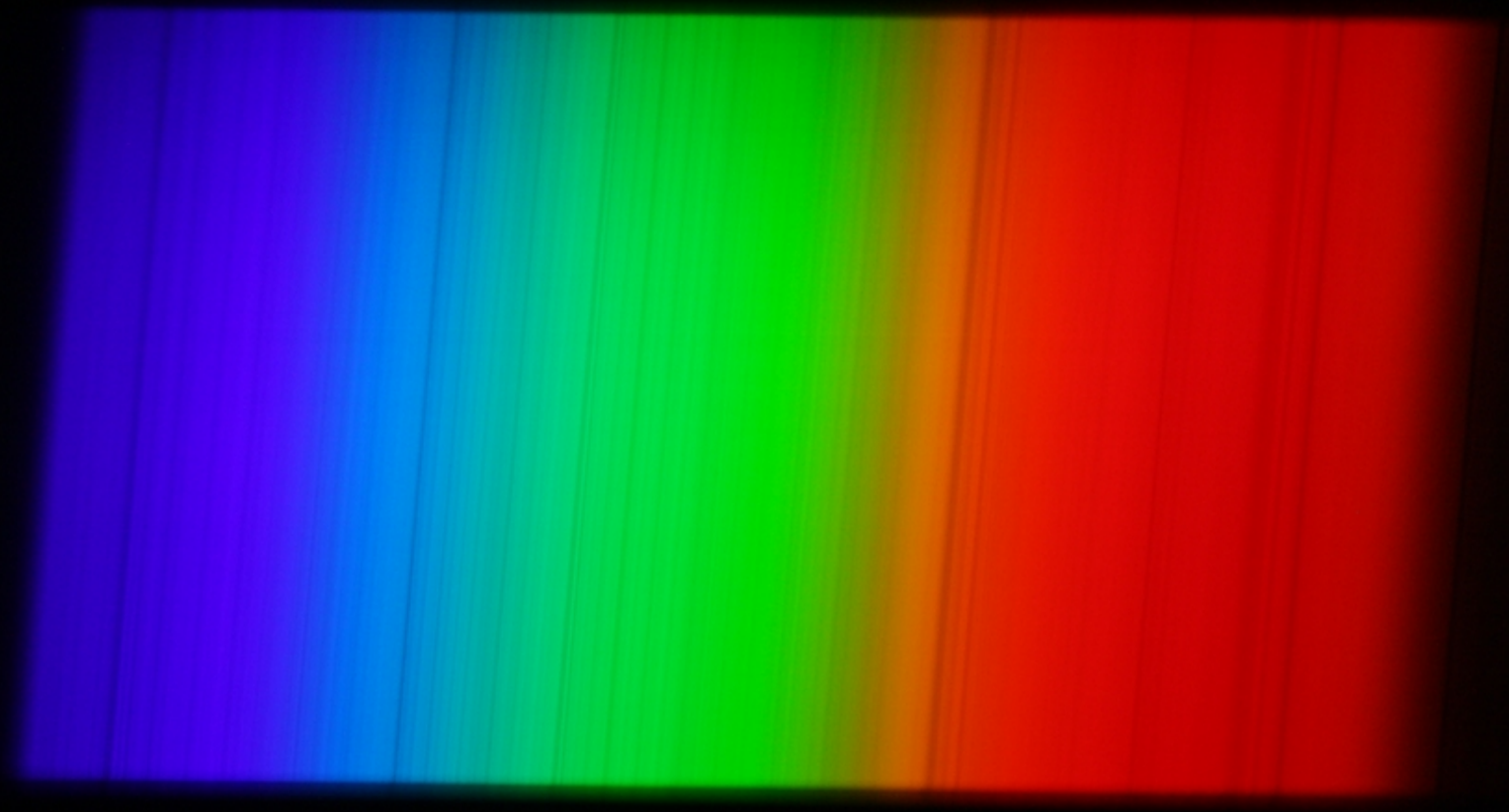


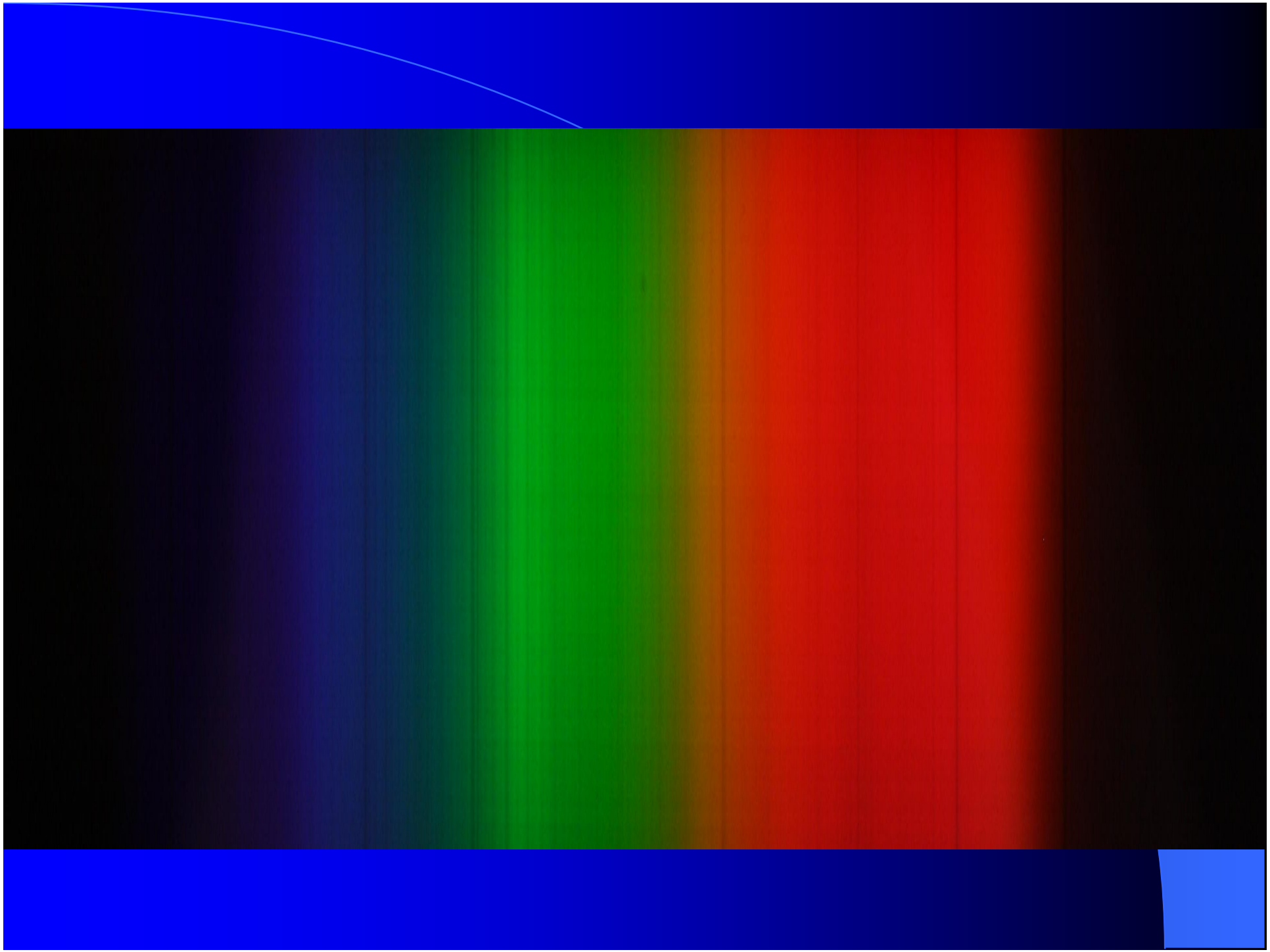
Le néon :

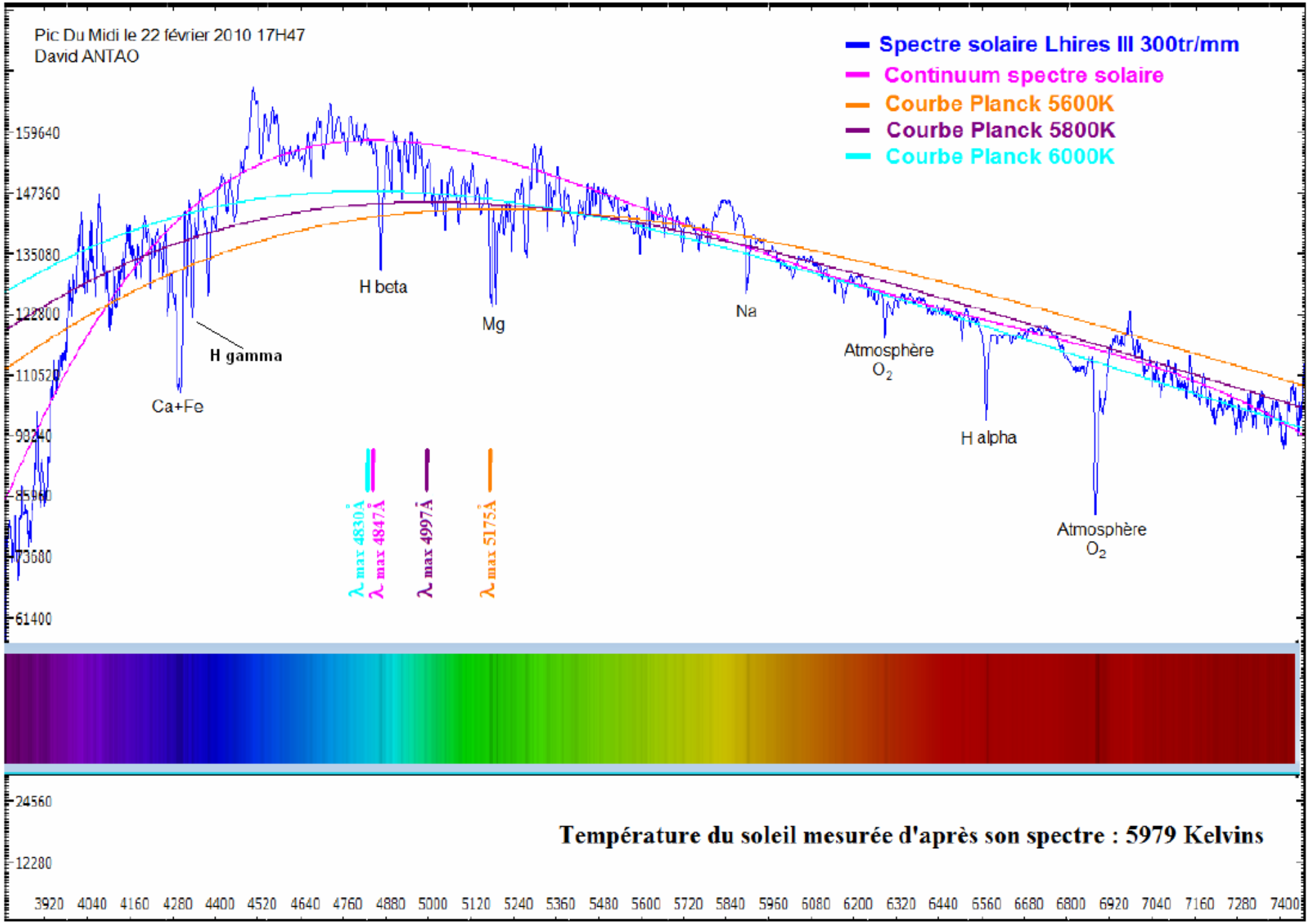
Le néon :


5852. 488
5881.895
5944.834
5975.534
6029.997
6074. 338
6096.163
6143.063
6163.594
6217.281
6266.495
6304.789
6334.428
6382.992
6402.246
6506.528
6532.882
Halpha
6598.953
6678.276
6717.043
6929.467
7032.413
5341.09
5330.78
5400.562

Le soleil :



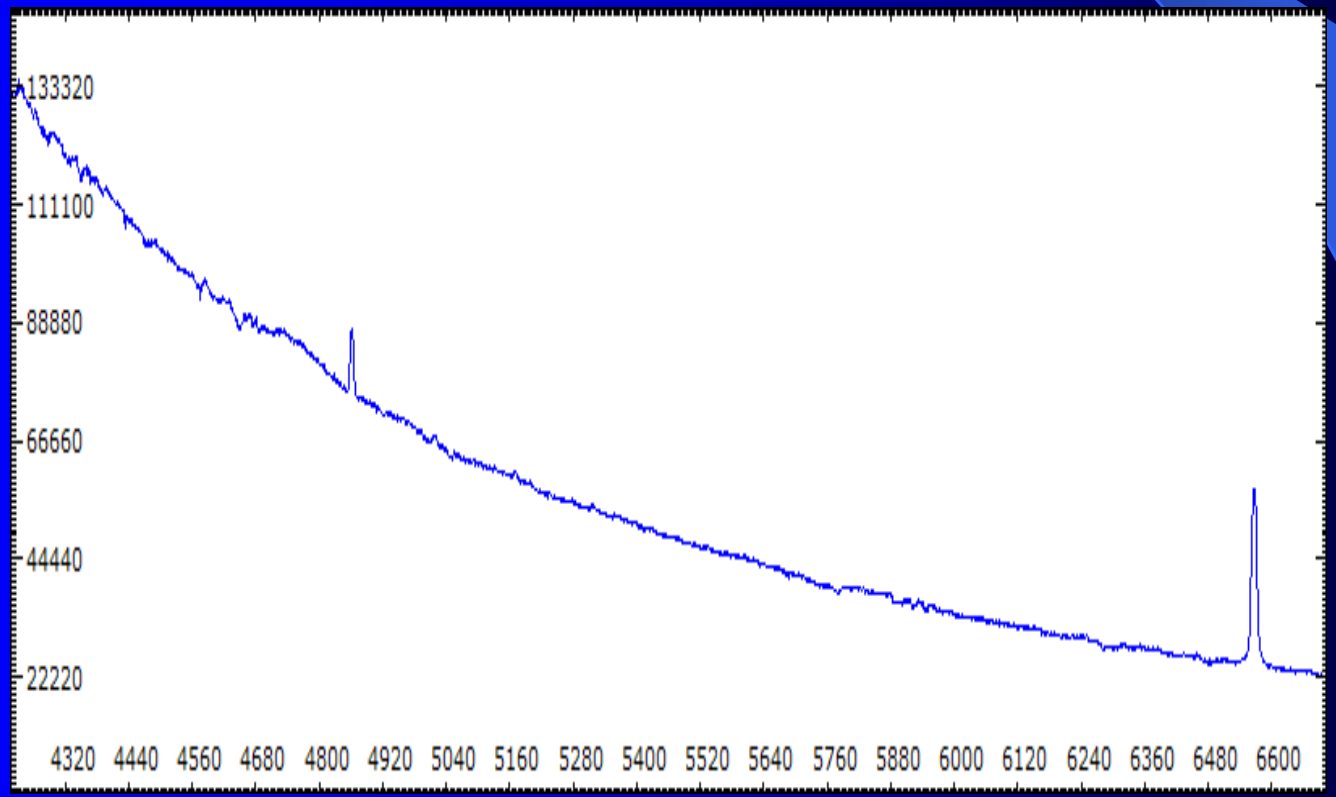



Pic Du Midi le 22 février 2010 17H47
David ANTAO
Spectre solaire Lhires III 300tr/mm
Continuum spectre solaire
Courbe Planck 5600K
Courbe Planck 5800K
Courbe Planck 6000K
159640
147360
135080
122800
110520
98240
85960
73680
61400
H beta
Mg
Na
H gamma
Ca+Fe
Atmosphère O2
H alpha
Atmosphère O2
λ max 4830Å
λ max 4847Å
λ max 4997Å
λ max 5175Å
24560
12280
Température du soleil mesurée d'après son spectre : 5979 Kelvins
3920 4040 4160 4280 4400 4520 4640 4760 4880 5000 5120 5240 5360 5480 5600 5720 5840 5960 6080 6200 6320 6440 6560 6680 6800 6920 7040 7160 7280 7400

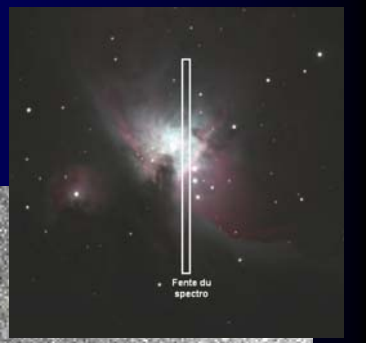
Altaïr :

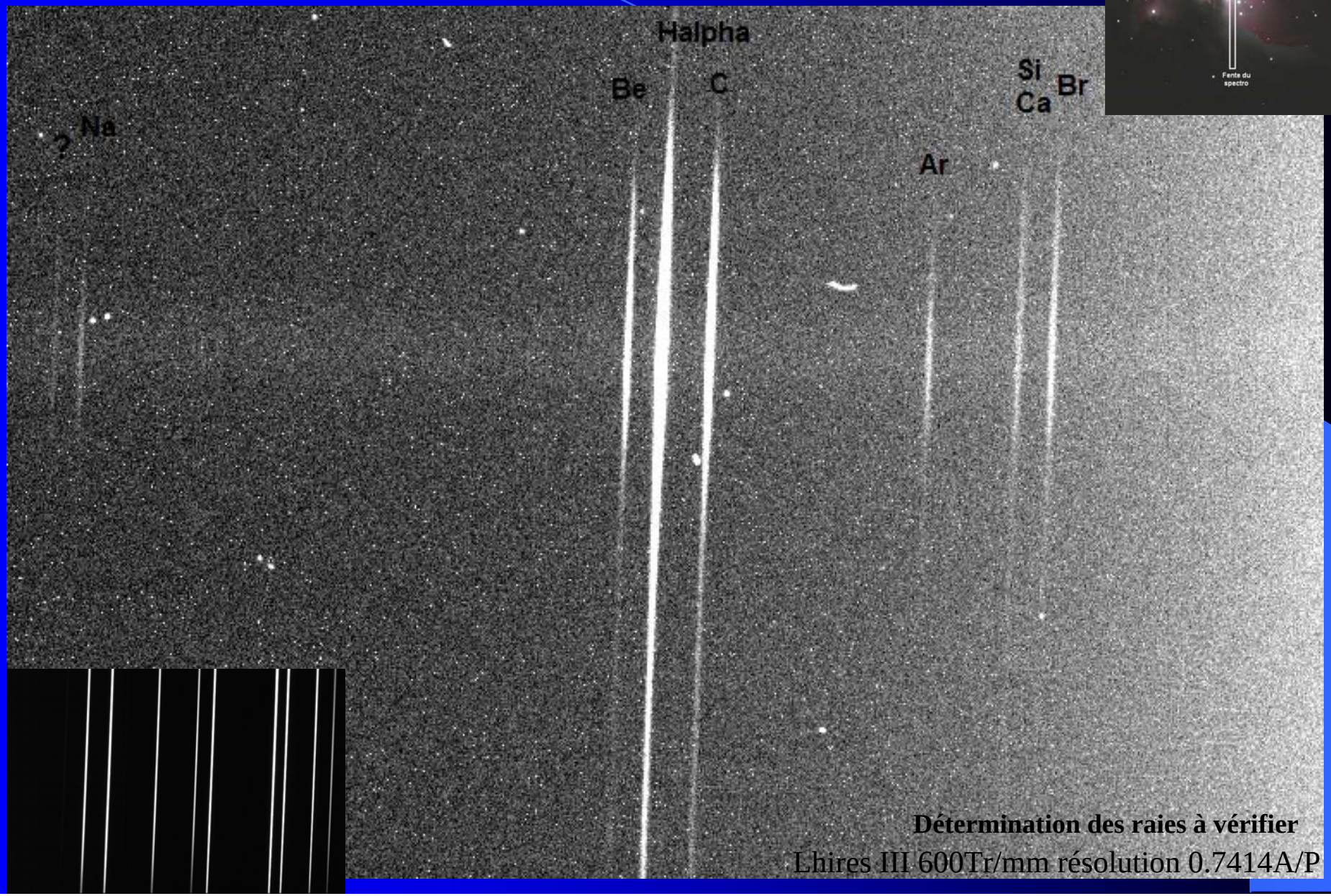
141720
118100
94480
70860
47240
23620
4340 4460 4580 4700 4820 4940 5060 5180 5300 5420 5540 5660 5780 5900 6020 6140 6260 6380 6500

Gam Cas :


133320
111100
88880
66660
44440
22220
4320 4440 4560 4680 4800 4920 5040 5160 5280 5400 5520 5640 5760 5880 6000 6120 6240 6360 6480 6600

D’autres cibles: M42 Halpha

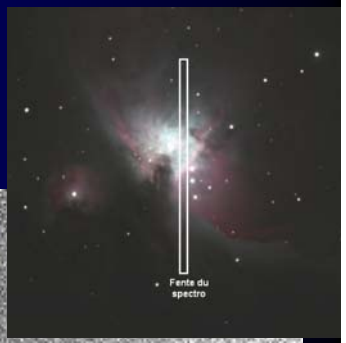


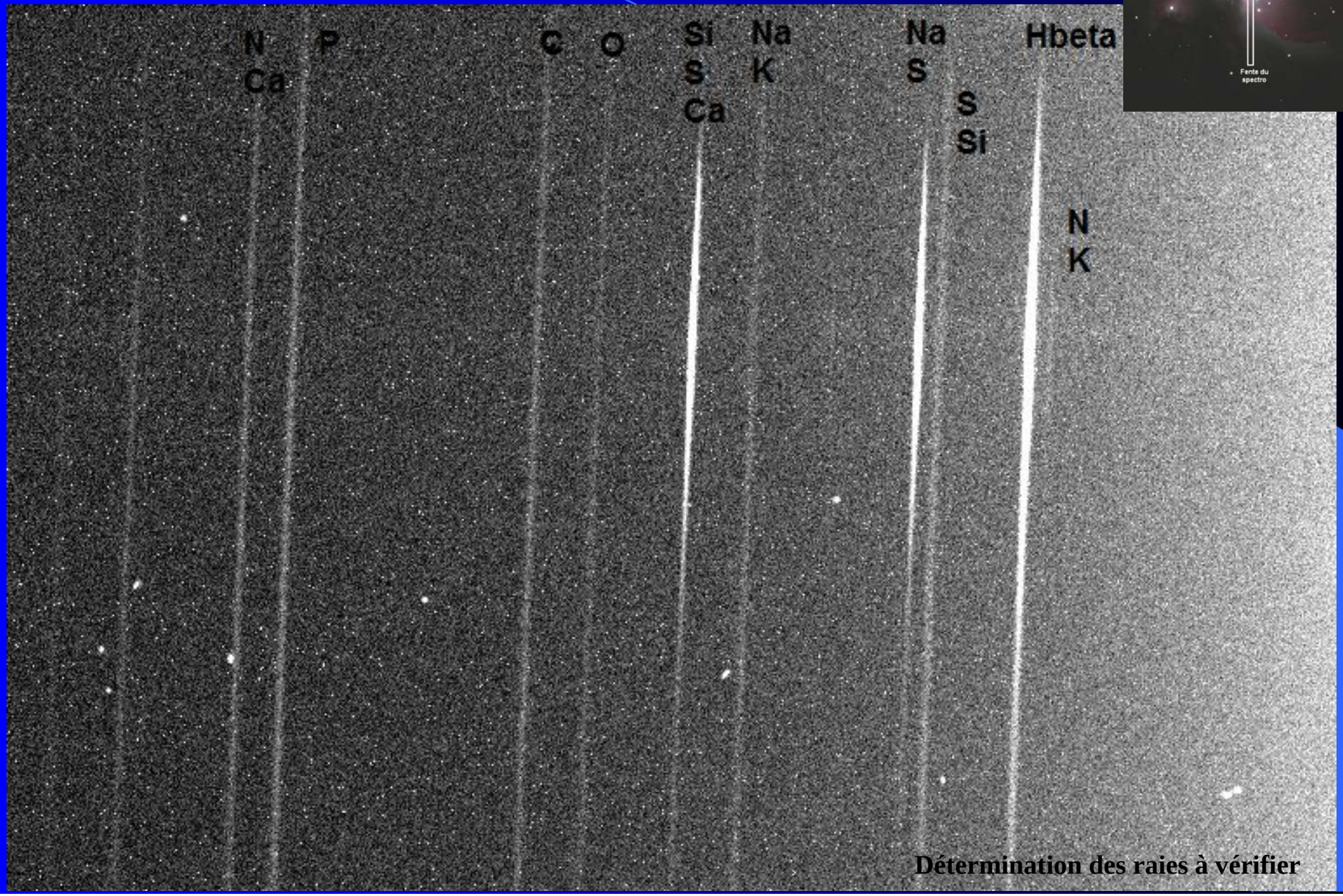


Détermination des raies à vérifier

Lhires III 600Tr/mm résolution 0.7414A/P

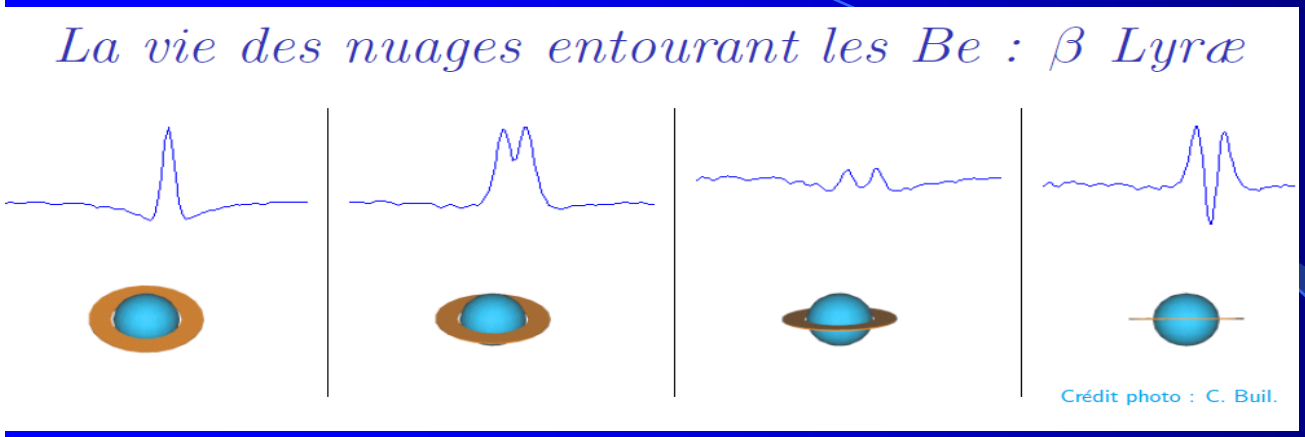
D’autres cibles: M42 Hbeta





Détermination des raies à vérifier

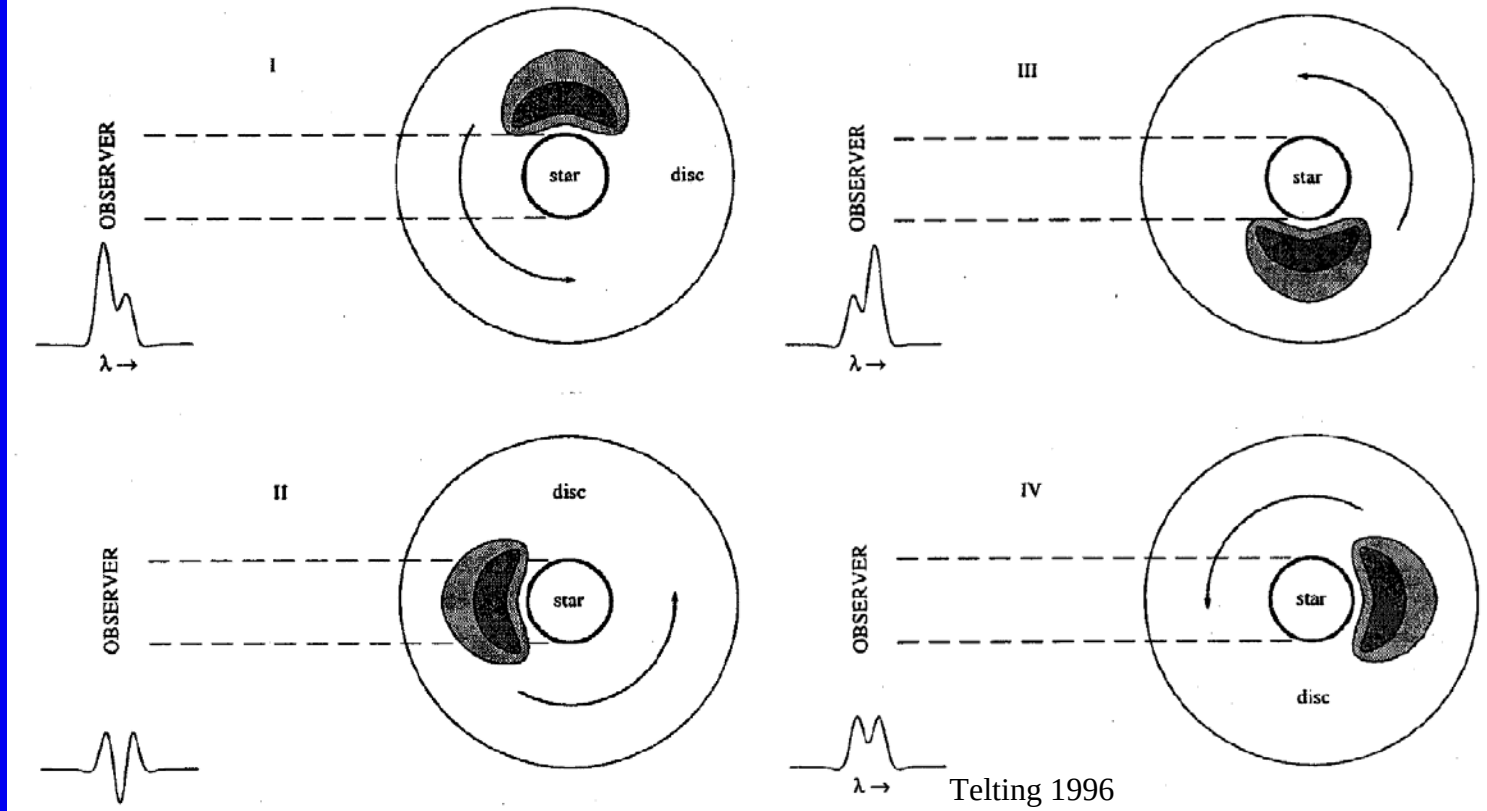
Projets futurs…



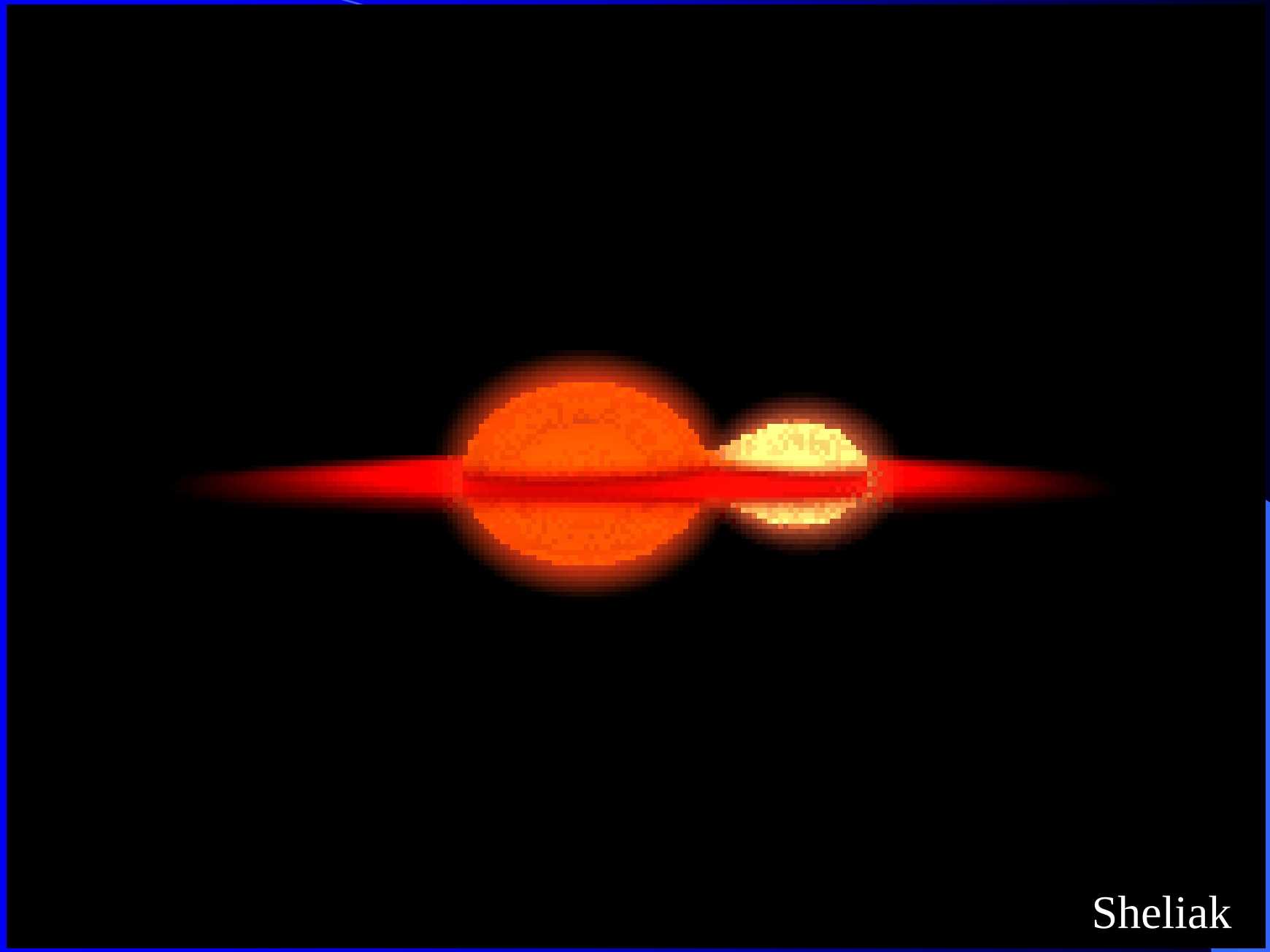
Suivi d'étoiles Be

Projet BESS

variation cyclique dans les raies spectrales



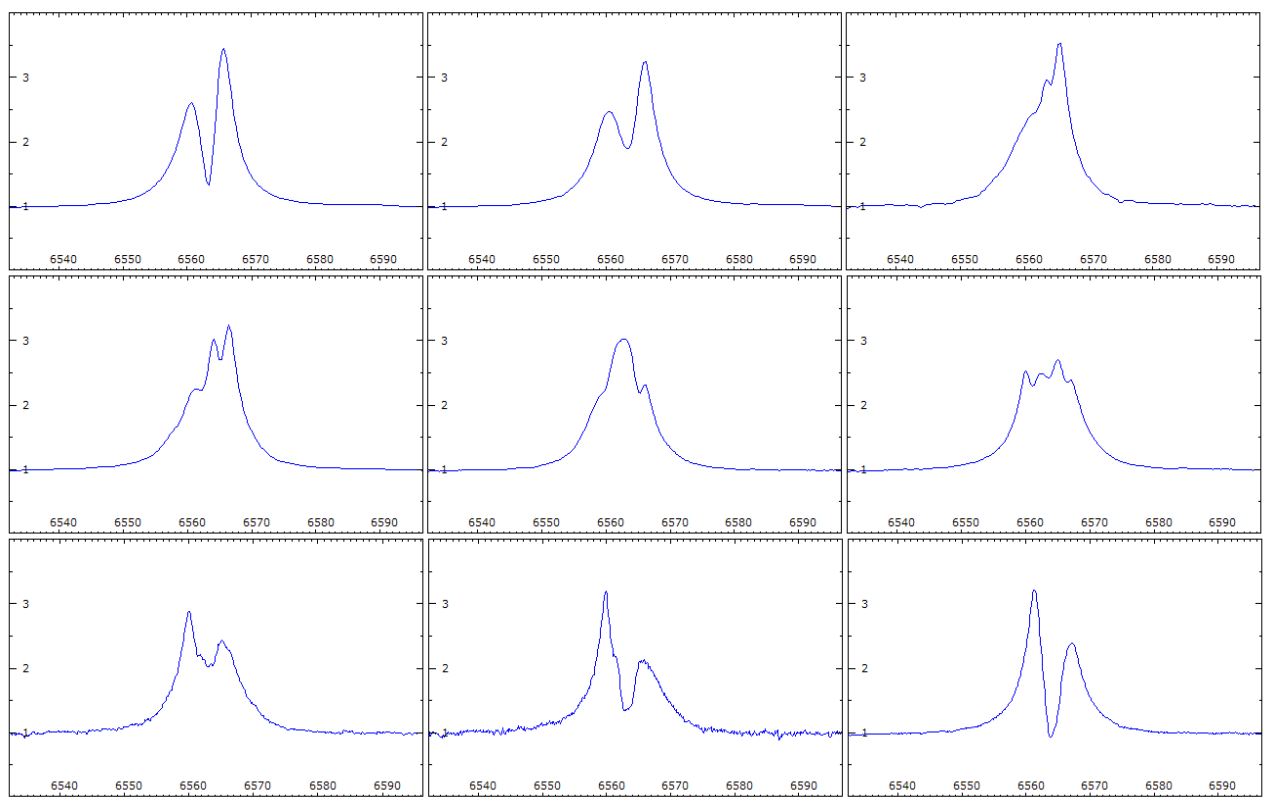
Telting 1996


Sheliak

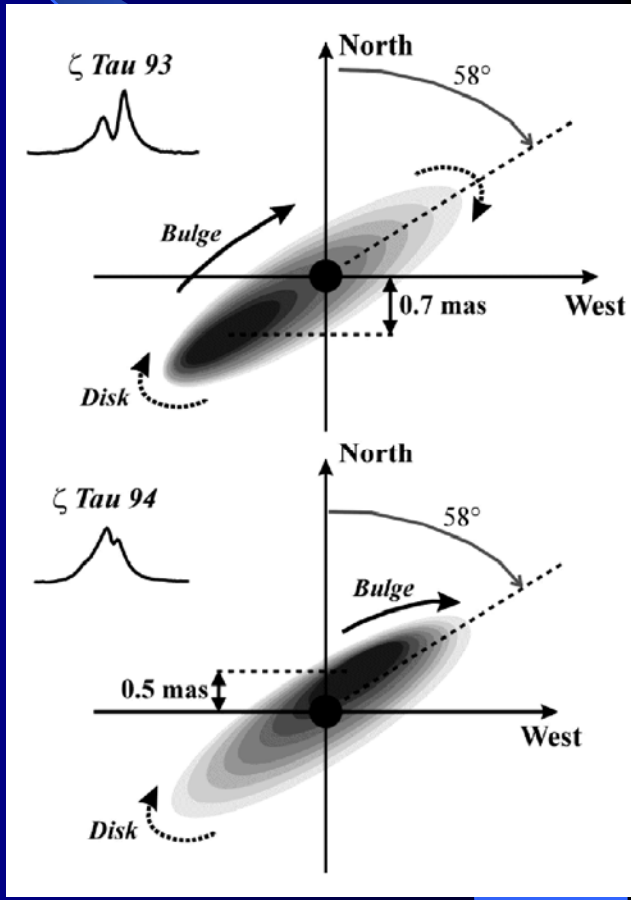
Zeta Tau

Source : V. Desnoux – PROAM09

Be étoile binaire, toujours changeante...

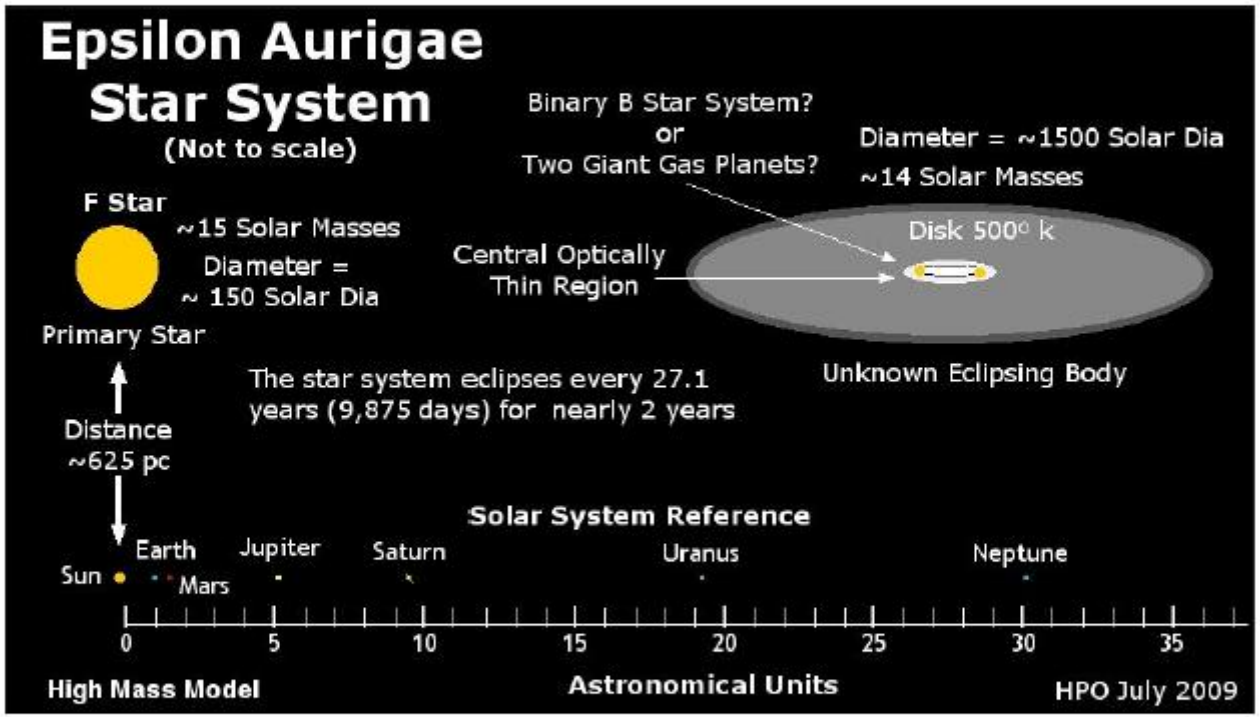


From right to left: Dec 2001, Jan 2002, Aug 2002, Feb 2003, Oct 2003, Jan 2004, Aug 2004, Oct 2004, Mar 2005



2009/2011
Epsilon Aurigae Eclipse

International Campaign Newsletter #18
Summer 2010 - Totality



Jeffrey L. Hopkins, Editor
Hopkins Phoenix Observatory

Dr. Robert E. Stencel, Co-editor
University of Denver

Robin Leadbeater, Co-editor
Three Hills Observatory

In This Newsletter

EDITOR'S REMARKS
- New Observing Season
- End of Mid-Eclipse Brightening Predictions

IMPORTANT NOTICES
- Data Copyright
- Standard Deviation versus Standard Error
- Yahoo Epsilon Aurigae Chat List Forum

PHOTOMETRY REPORT:
- Jeffrey L. Hopkins, Hopkins Phoenix Observatory
  - Composite Plots
    - V Data Composite Plots
    - UB Data Composite Plots
    - RI Data Composite Plots
  - Photometric Observers
    - Robert Stencel, **Dr. Mukund Kurtadikar,** Laurent Corp, Snaevarr Gudmundsson, Richard Miles, Iakovos Marios Strikis, Hans-Goran Lindberg, Dr. Tiziano Colombo, Tom Pearson, Des Loughney, Thomas Karlsson, Jeff Hopkins, Frank J. Melillo, Don Collins, Charles Hofferber, Wasatonic and Guinan

SPECTROSCOPY REPORT:
- Robin Leadbeater, Three Hills Observatory
  - Spectroscopic Observers
    - Francois Theysier, Christian Buil, Benji Mauclaire, Lothar Schanne, Olivier Thizy, Thierry Garrel, Stanley Gorodenski, Jose Ribeiro, Brian McCandless, Torsen Hansen, Valerie Desnoux

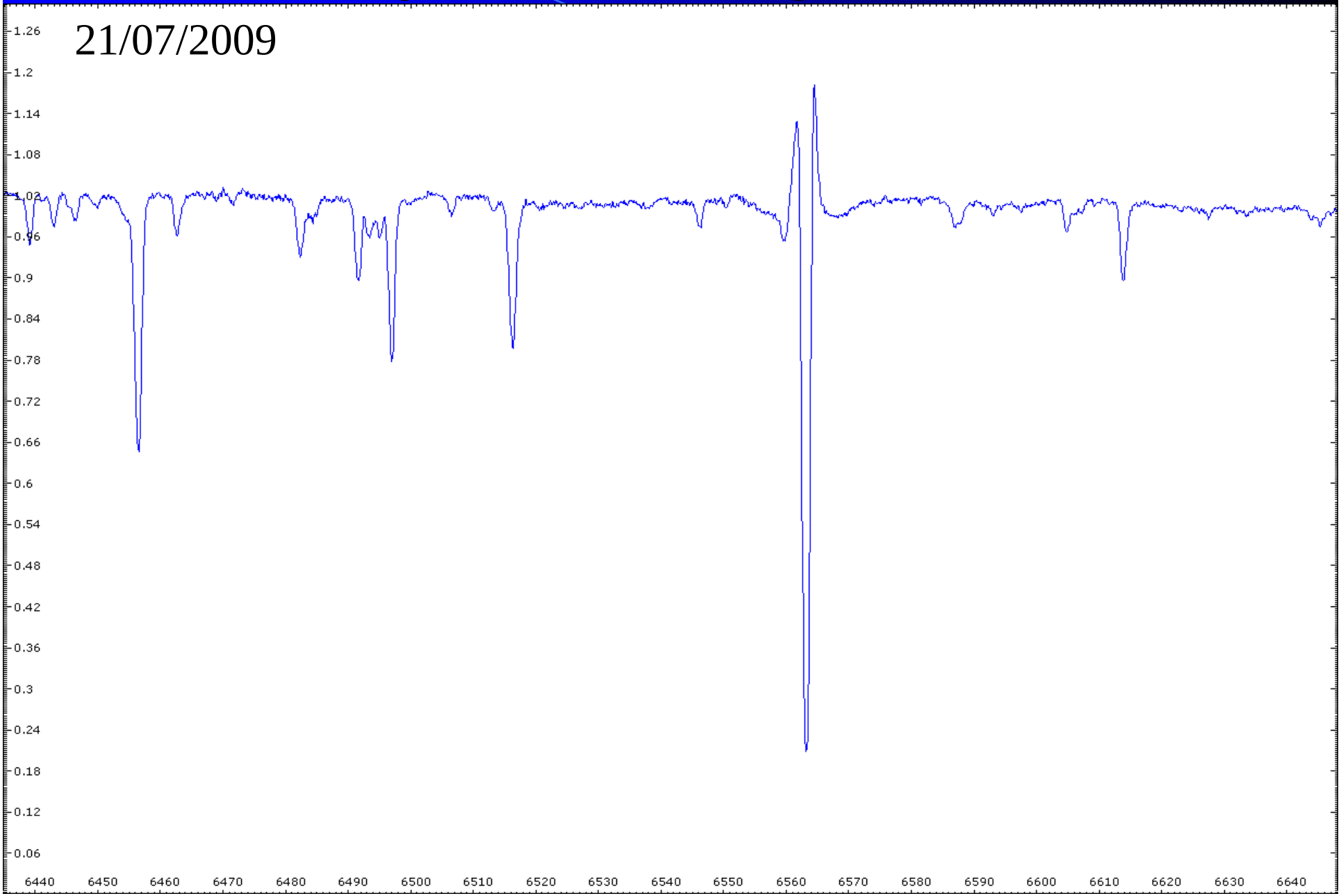
INTERFEROMETRY REPORT:
- Dr. Robert Stencel, University of Denver
  - Round 2 of interferometric imaging at CHARA

POLARIMETRY REPORT:
- Dr. Robert Stencel, University of Denver
  - Gary Cole, Gary Henson, Nadine Manset

FROM DR. BOB:
- Dr. Robert Stencel, University of Denver

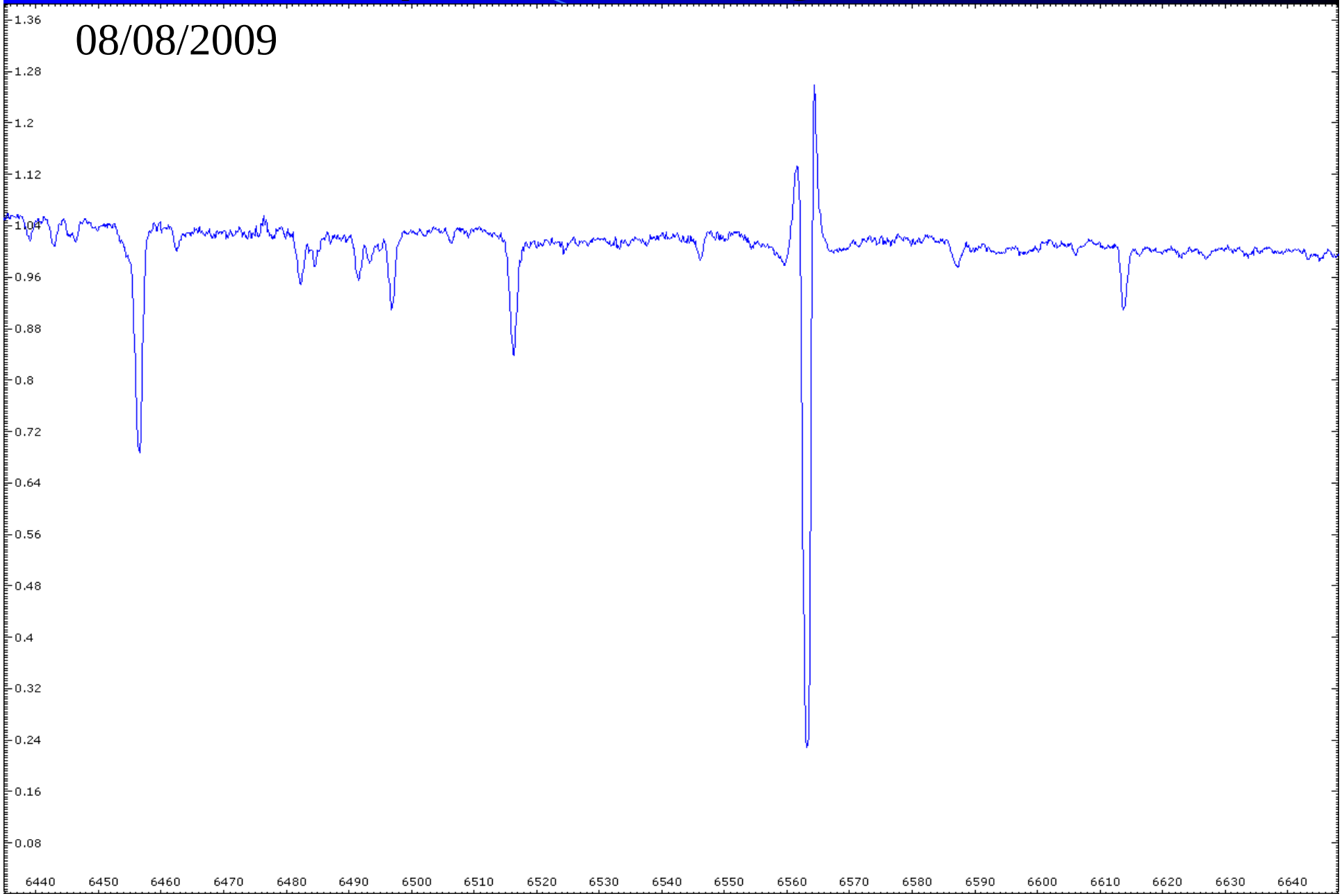
Epsilon Auriga

données de C.Buil



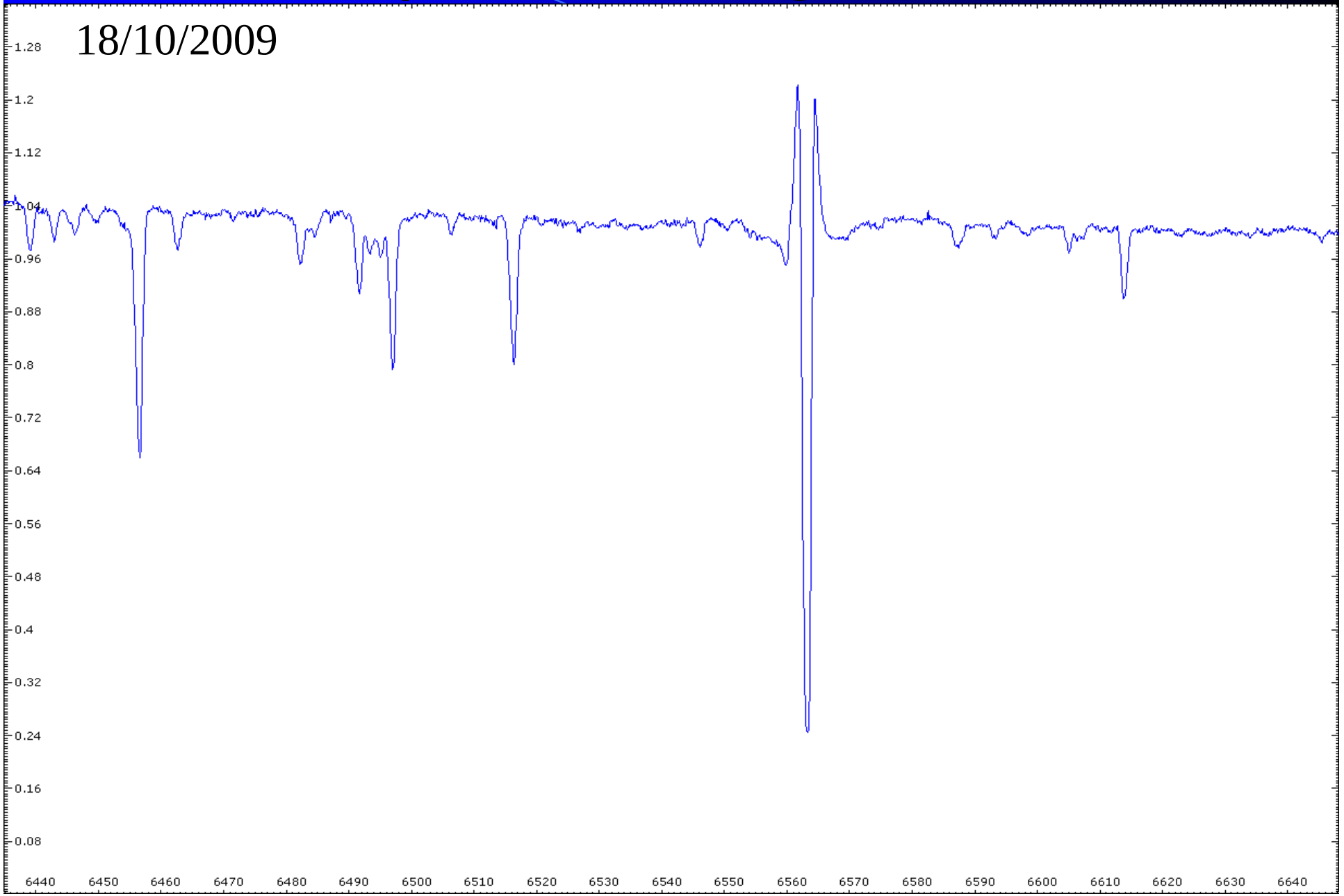
Epsilon Auriga

données de C.Buil



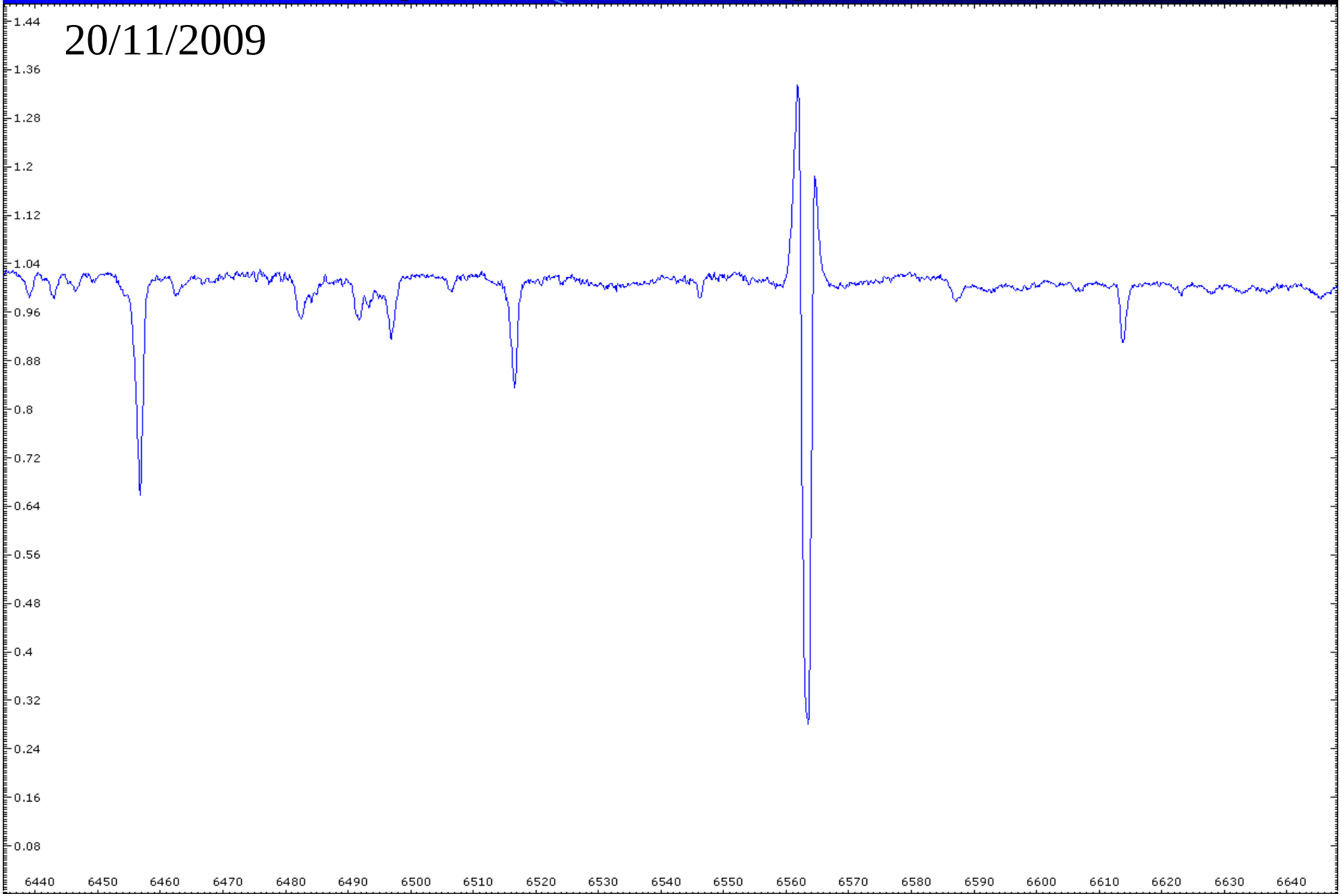
Epsilon Auriga

données de C.Buil



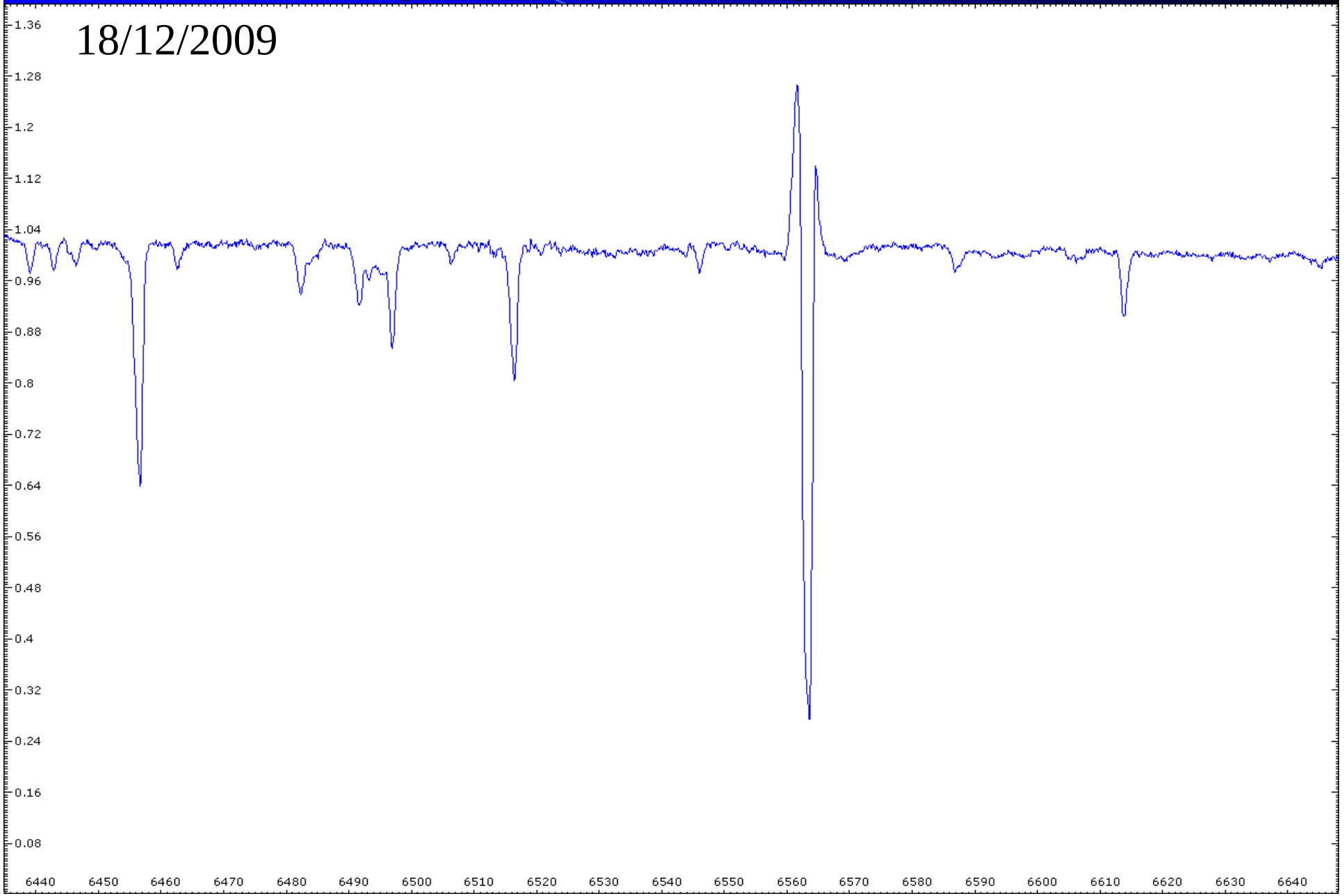
Epsilon Auriga

données de C.Buil



Epsilon Auriga

données de C.Buil

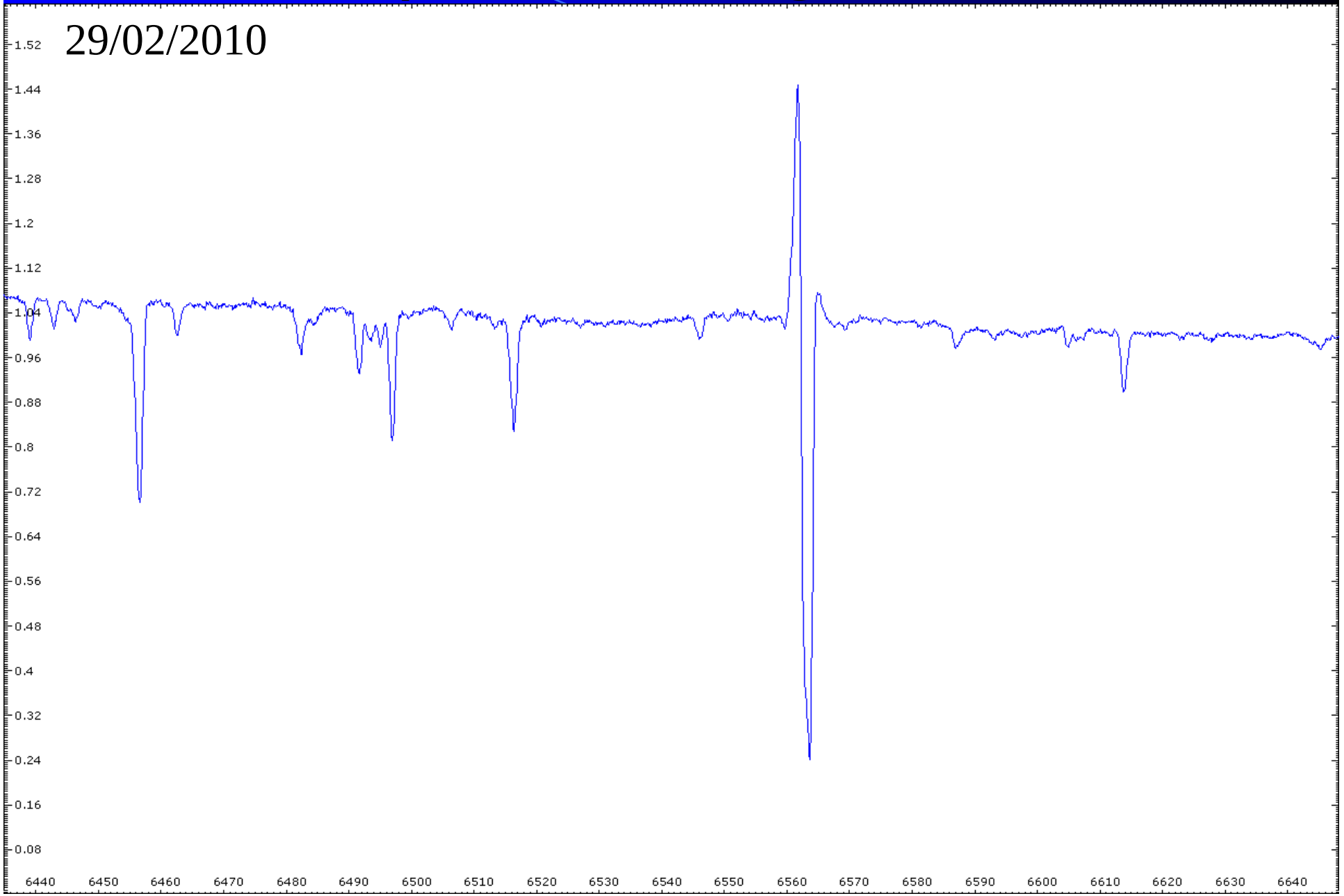


Epsilon Auriga

données de C.Buil

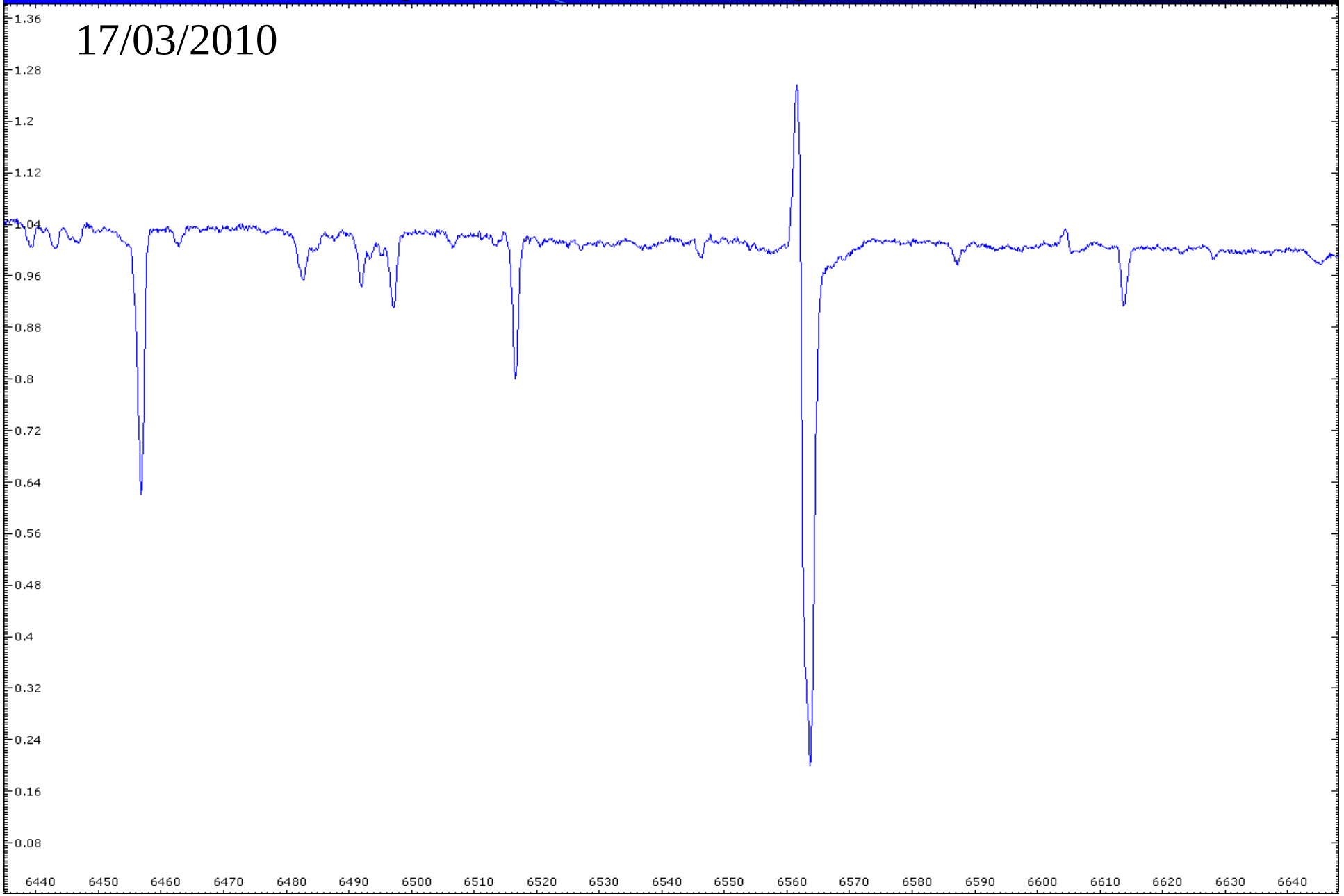
Epsilon Auriga

données de C.Buil



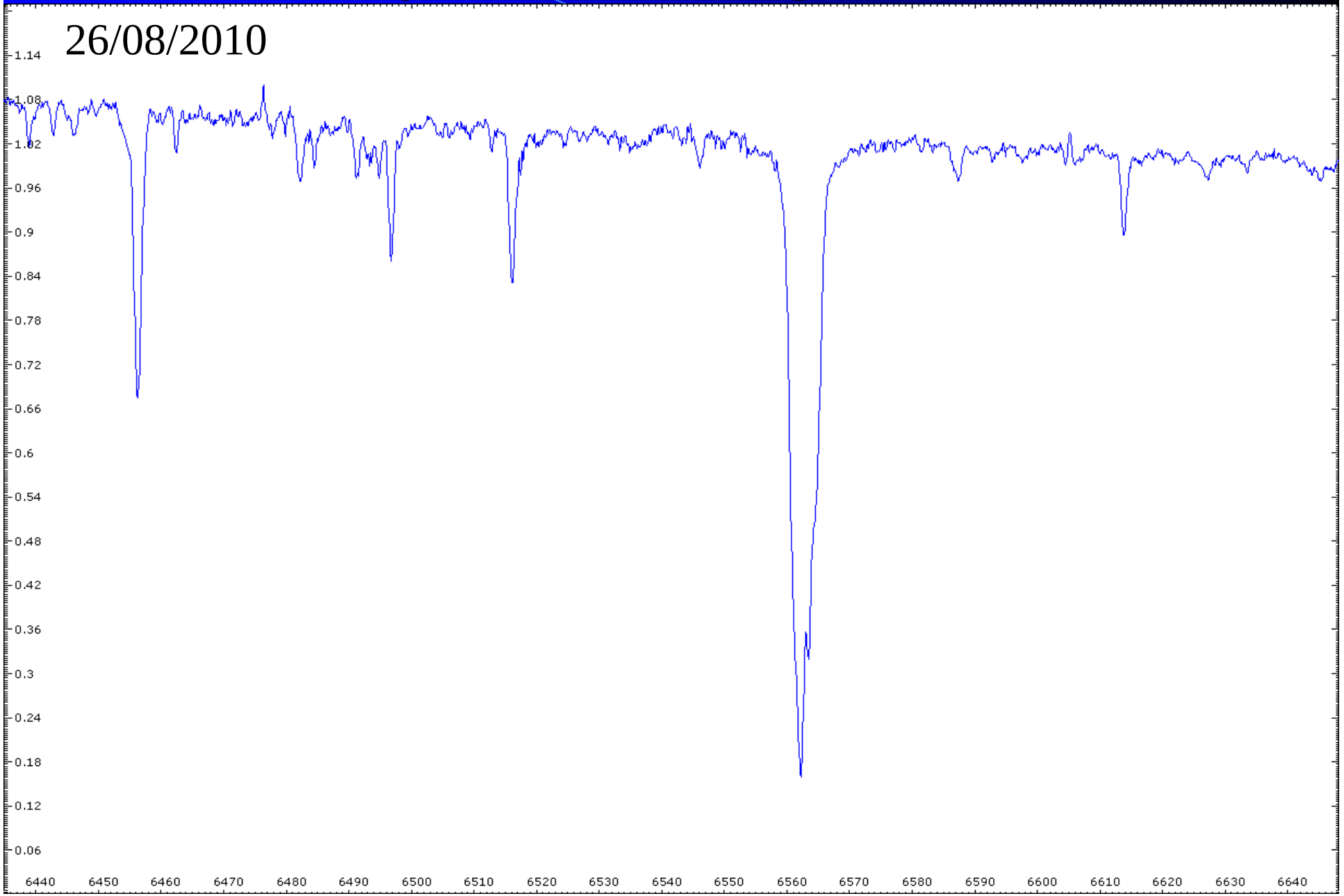
Epsilon Auriga

données de C.Buil



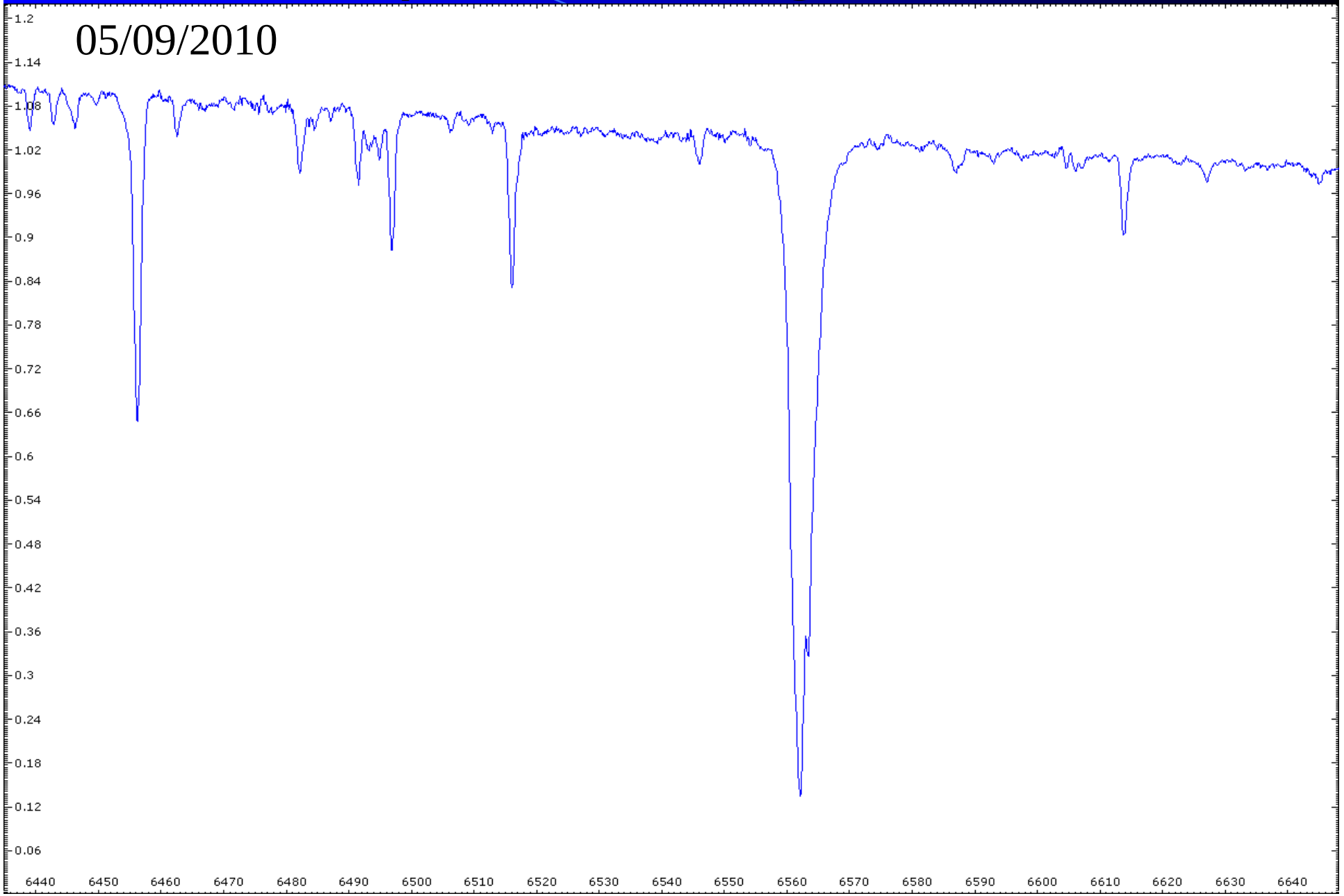
Epsilon Auriga

données de C.Buil



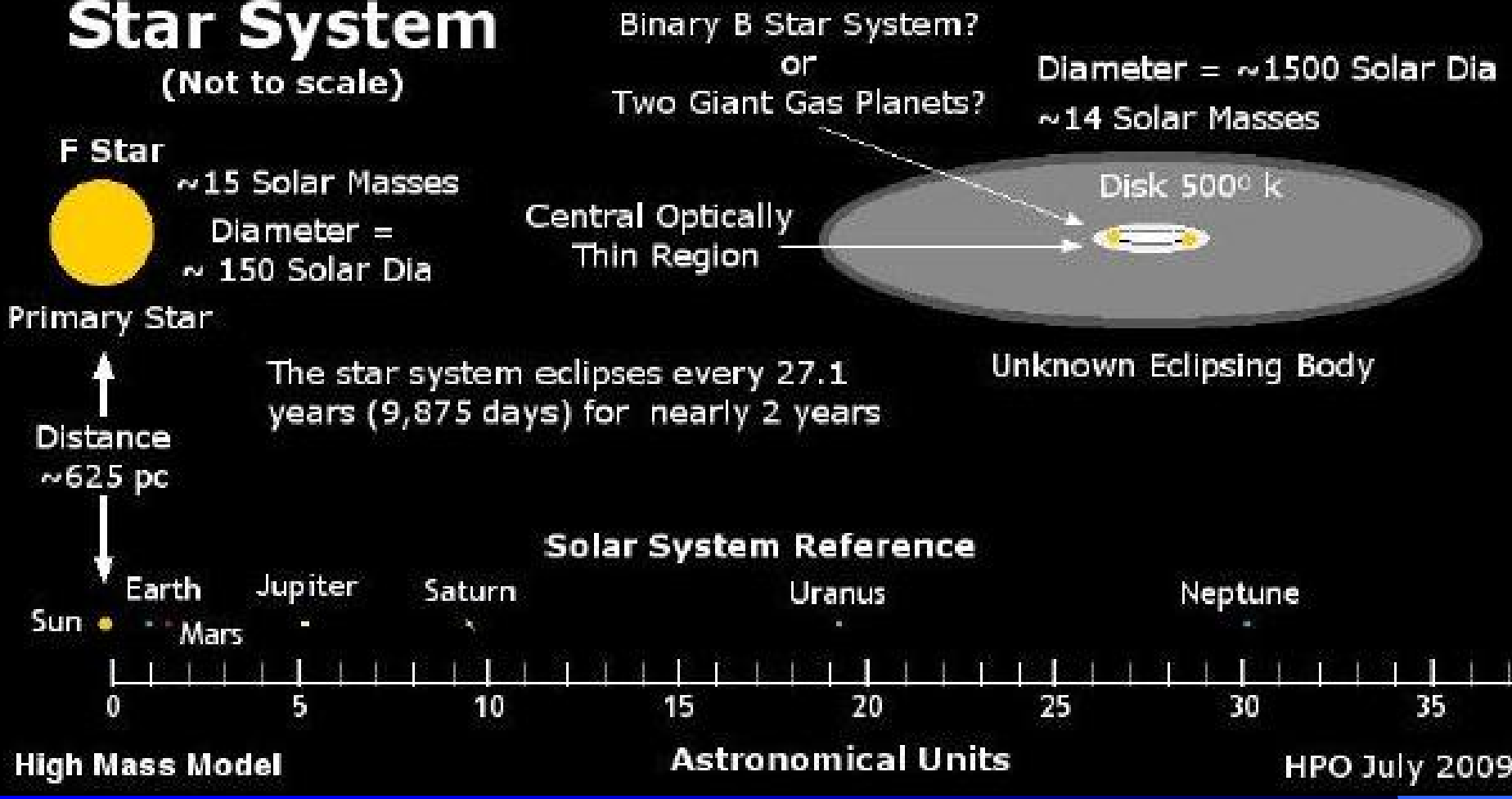
Epsilon Auriga

données de C.Buil

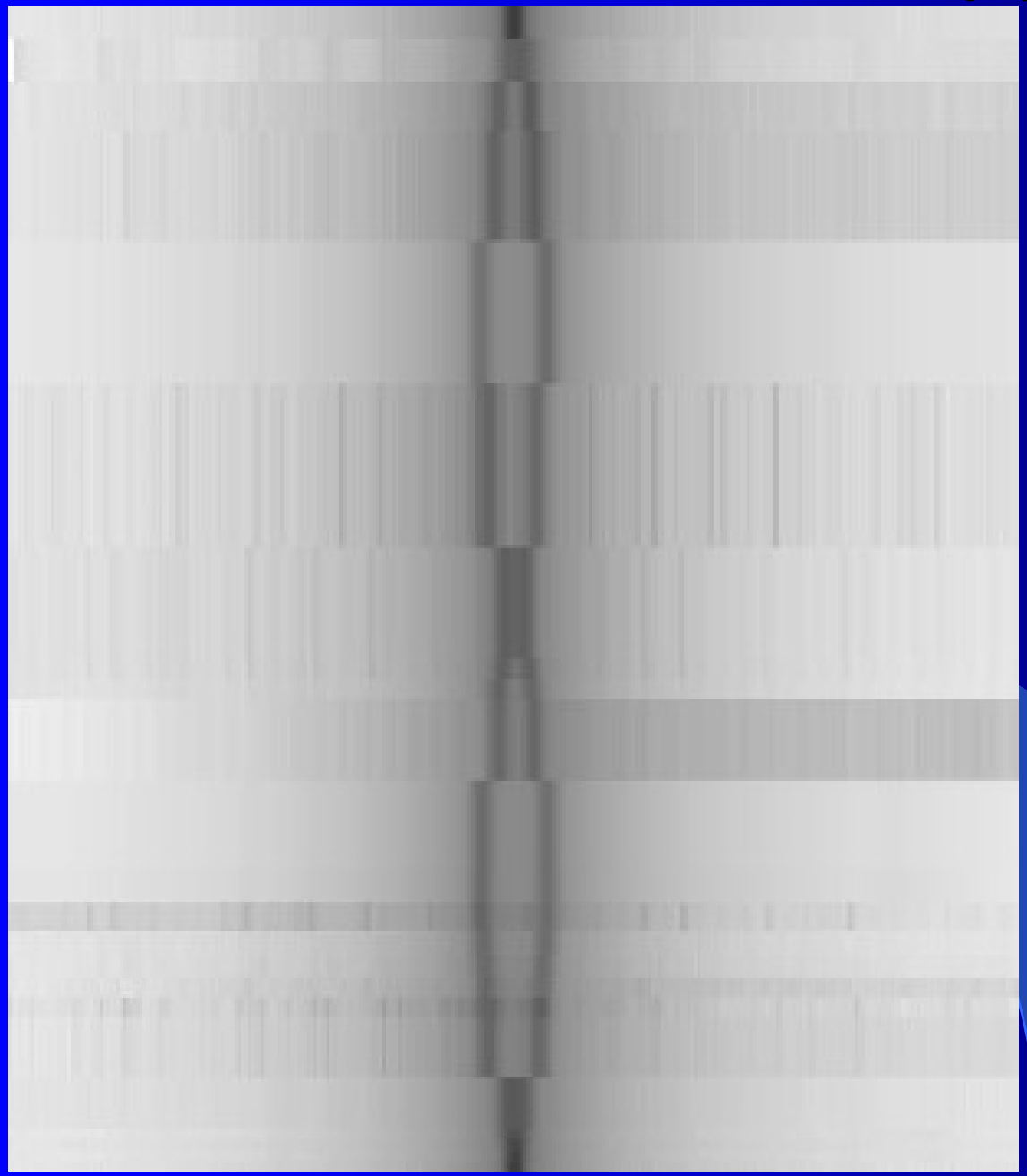


Epsilon Aurigae Star System

(Not to scale)



Projets futurs…



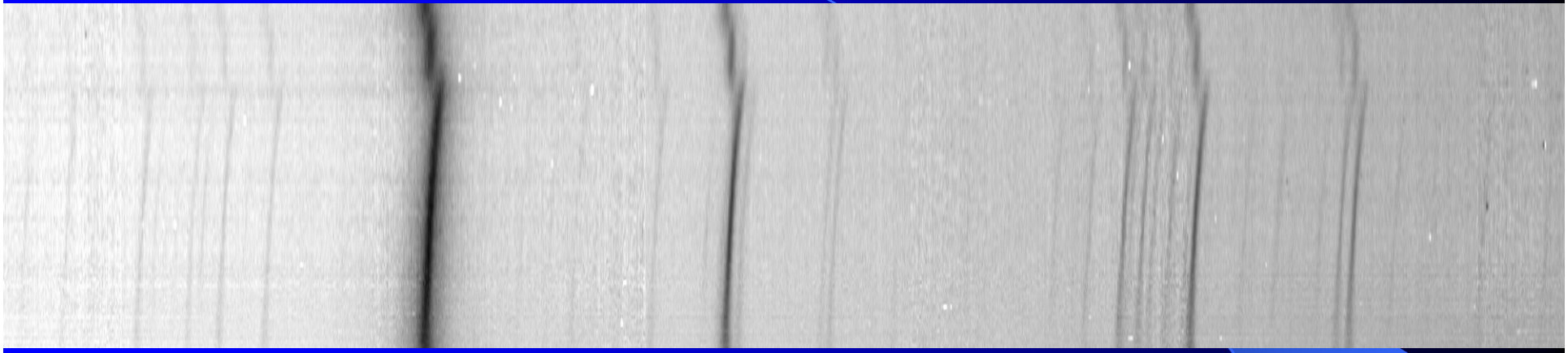
Suivi d’étoiles binaires

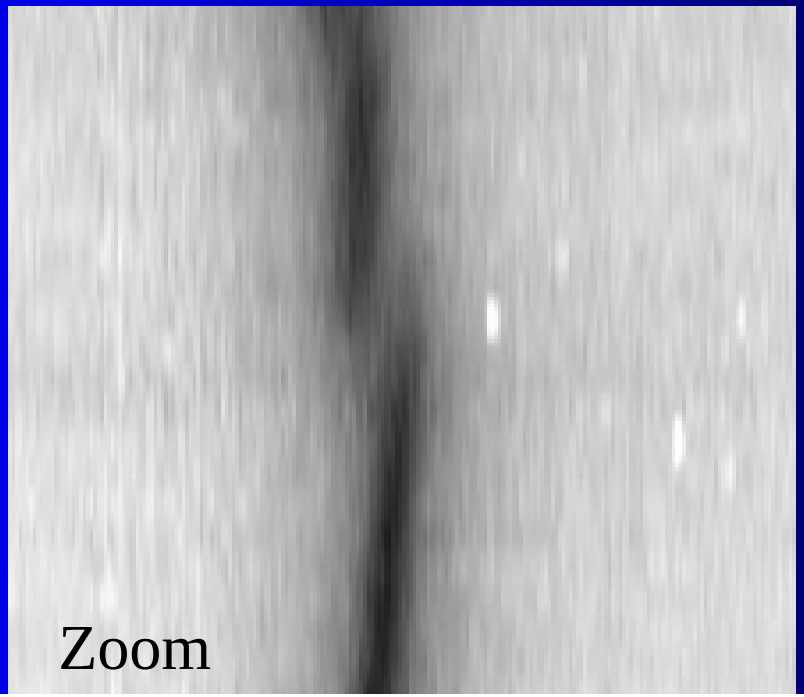
Ici: *Spectrogrammes de Beta Auriga (30 spectres sur 2006/2007) / O. Thizy et al.*

Projets futurs…

Evolutions rapides d’étoiles

Ici: *Spectrogrammes de* BW Vul / *O. Thizy et al.*





Zoom

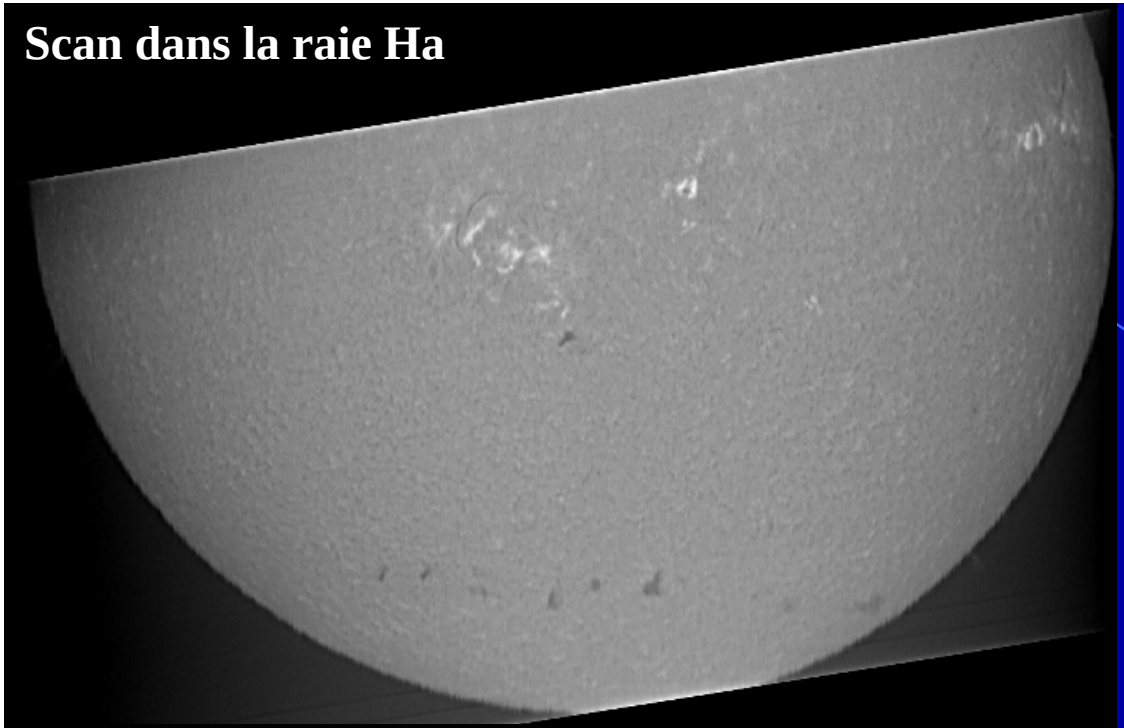
Pic du midi T60

75 poses de 5min

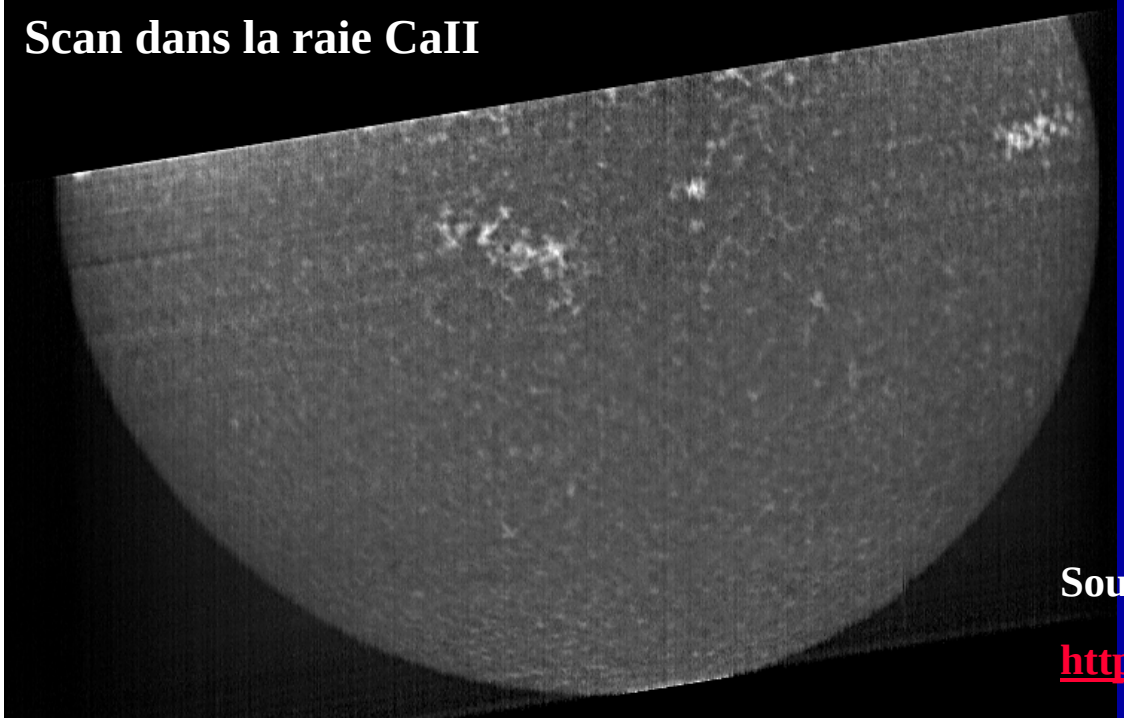
Projets futurs…

Spectrohéliographie

Scan dans la raie Ha



Scan dans la raie CaII

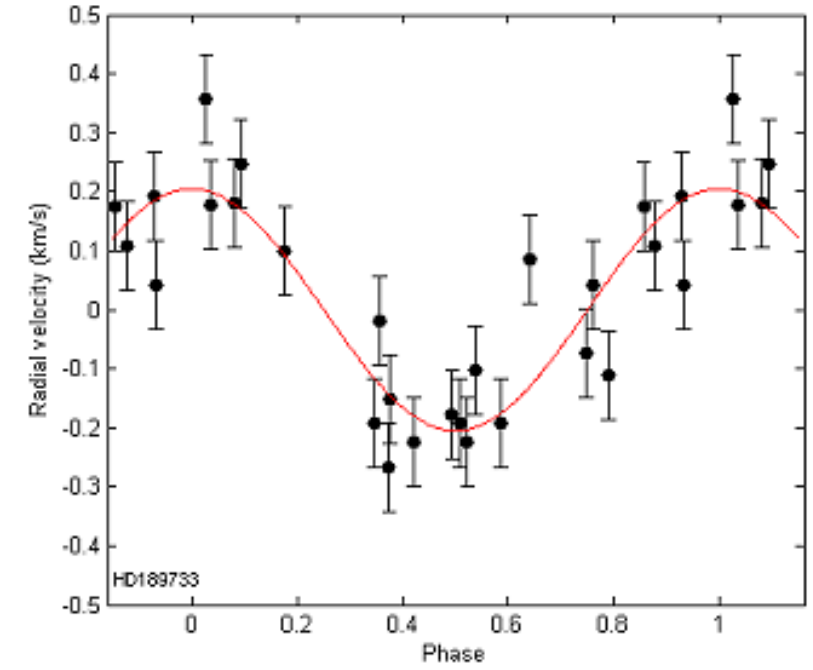


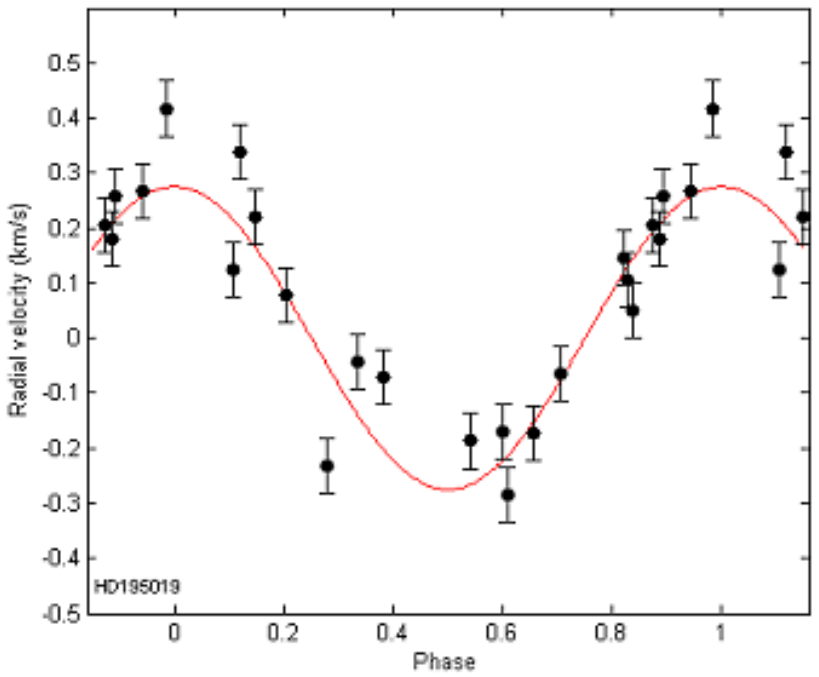
Source C. Buil

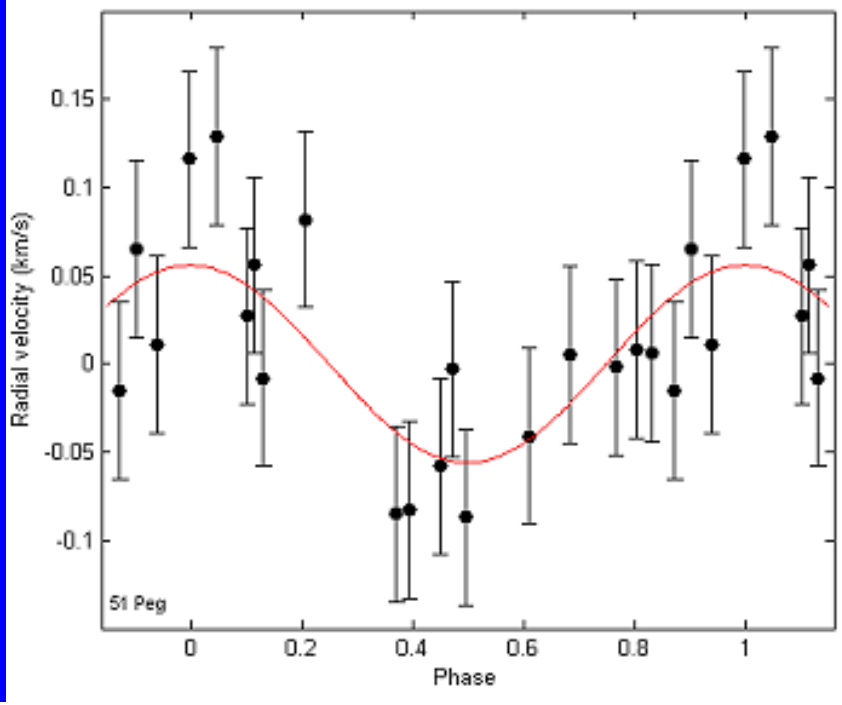
http://www.astrosurf.com/buil/sph2/obs.htm

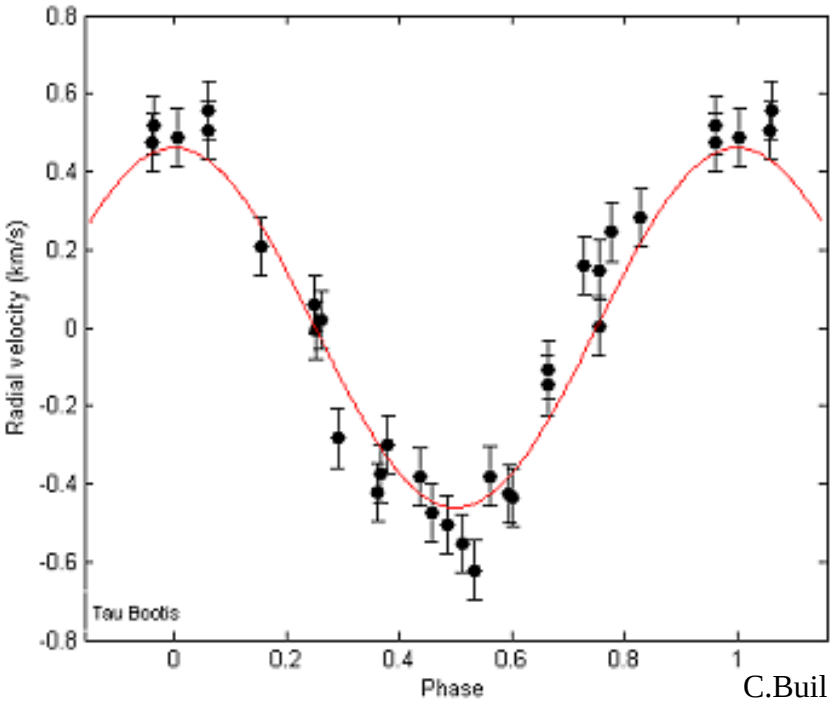
D’autres spectrographes :

Spectrographe eShel


Radial velocity (km/s)
Phase
HD189733


Radial velocity (km/s)
Phase
HD195019


Radial velocity (km/s)
Phase
51 Peg

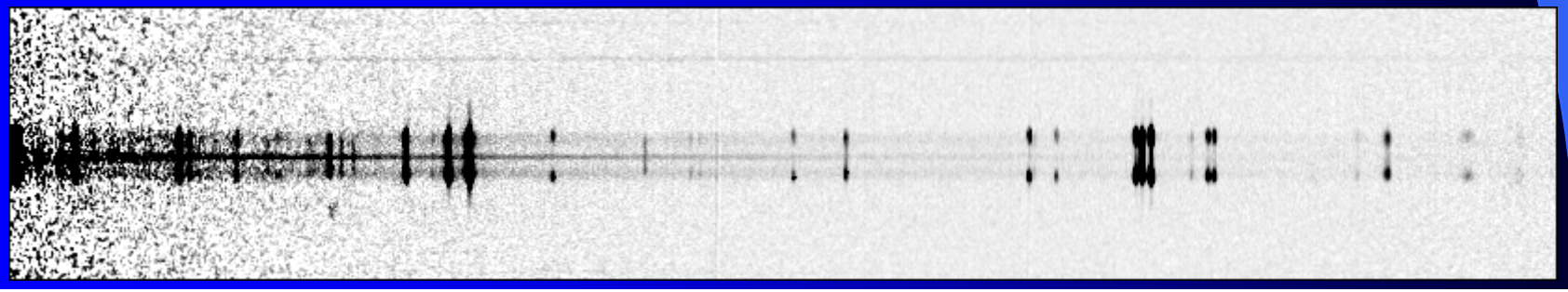

Radial velocity (km/s)
Phase
Tau Bootis

C.Buil

Spectrographe Lisa

Spectre de M57 (7 poses de 10 min)

On voit le spectre de l’étoile centrale



Merci de votre attention!

Shelyak http://www.shelyak.com/
C. Buil http://www.astrosurf.com/buil/
Visual Spec http://astrosurf.com/vdesnoux/
Audela: http://www.astrosurf.com/aude/
Débuter en spectro, de A `a Z : http://www.astrosurf.com/buil/us/stage/tutorial.htm
Introduction `a l'analyse spectrale : http://bmauclaire.free.fr/astronomie/spectro/
ArasBeAM: http://arasbeam.free.fr/
Les variables éruptives par François Teyssier**:** http://www.astronomie-amateur.fr/ProjetsSpectro0.html

Forum sur la spectro en français: ttp://www.webastro.net/forum/forumdisplay.php?f=69
Liste Spectro-L (Anglais et Français): http://groups.yahoo.com/group/spectro-l/

Sur astropodcats http://astropodcast.fr/ **une autre conférence passionnante !**

A vos spectroscopes…