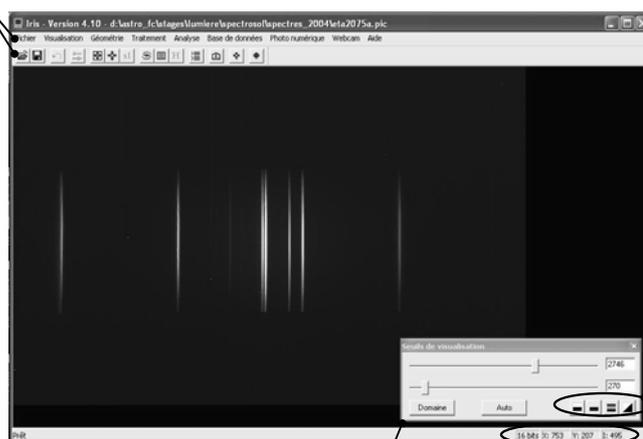


# SPECTRE DU SOLEIL par imagerie numérique

Traitement et exploitations  
des images

## Utilisation d'IRIS

Charger un fichier



Changement  
table des couleurs

Fenêtre des seuils  
de visualisation

Position du pointeur  
et intensité

Faire apparaître la fenêtre de résultats

Le principe du réglage des seuils est le même que pour l'acquisition avec winmips.

Fenêtres à déplacer et/ou à redimensionner pour la commodité du travail.

2004/12/27 Observatoire de Lyon 3

Commencer par donner le répertoire où sont les fichiers à traiter :

Commande : Fichier/Réglages

Le type de fichiers utilisés

PIC pour les fichiers spectres du Soleil

2004/12/27 Observatoire de Lyon 4

## 1) Chargement de l'image du spectre de référence.

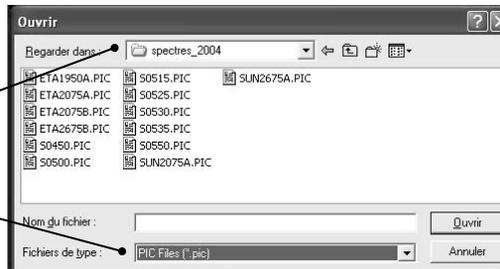
Charger une image "Fichier/Charger"

ou en cliquant sur le bouton 

Chercher le répertoire où se trouvent les images spectrales.

Choisir le type de fichier

- PIC pour caméra HSIS
- FIT pour images Comar



Identifier les couples (spectre solaire - spectre de référence) correspondant à des enregistrements effectués avec le même angle de déviation  $\theta$ .

Charger d'abord l'image du spectre de la lampe de référence. Elle servira à établir la relation existant entre les positions des raies et leurs longueurs d'onde déjà identifiées en laboratoire : ceci constituera l'étalonnage de l'image spectrale.

## 5) Renseignements sur l'image.

Dans le menu déroulant de **Fichier**, se trouvent les commandes :

### Information image

qui donne les dimensions de l'image en nombre de pixels,

**Header PIC** avec deux zones de commentaires de 80 caractères de long.

**Commentaire 1** contient (lorsque l'image a été obtenue à partir des fonctions d'*acquisition caméra*) les dates et heures d'acquisition et la durée du temps d'intégration.

Dans **Commentaire 2** des caractéristiques de l'image peuvent être ajoutés par exemple le nom de l'objet, les conditions d'acquisition, les traitements etc...

Les commentaires ne sont visibles que dans Winmips et non dans Iris

## TRAITEMENT DES IMAGES SPECTRALES

Une image spectrale électronique doit subir quelques traitements pour pouvoir être exploitée de façon quantifiable.

Tout d'abord, l'électronique d'acquisition génère un niveau appelé *offset* (niveau moyen non nul même sans exposition). Durant une exposition, des électrons parasites se piègent et participent à la valeur du pixel. Enfin de la lumière parasite peut éclairer l'ensemble de la mosaïque (fond de ciel, etc.). Cet ensemble forme le fond de l'image qui s'ajoute au signal vrai de l'image du ciel. Il faudra l'enlever pour améliorer la dynamique de visualisation et pouvoir faire des mesures comparatives.

En général, un spectre ne tient que sur une partie réduite du CCD, surtout dans le sens de la hauteur. Il est judicieux de créer des nouvelles images plus petites en ne gardant que la partie utile, pour faciliter le maniement et le stockage des images, c'est la *fenêtrage*.

2004/12/27

Observatoire de Lyon

7

### A - Correction photométrique des images.

Prendre un spectre, le visualiser, appliquer la *fonction statistique* sur une portion de l'image au-dessus ou au-dessous du spectre pour avoir une valeur moyenne de ce fond.

Au moyen de la fonction arithmétique *Soustraction* soustraire la valeur moyenne à toute l'image. Sauver cette nouvelle image par *Sauver* en **donnant un nouveau nom** ; ne pas détruire les images d'origine par sécurité.

The screenshot shows the Iris software interface. The main window displays a spectral image with a dark background and a bright horizontal line. A mouse cursor is positioned over the image. A context menu is visible, listing options such as 'Statistiques', 'Profil', 'Courbe de croissance', 'Calcul arithmétique', 'Fenêtre', 'Changement d'échelle...', and 'Optimisation du noir'. A 'Statistiques' dialog box is open, showing the following data:

Moyenne =	507.57	Mediane =	506
Ecart =	6.69		
Max =	1533.0	Piel =	[050, 380]
Min =	492.0	Piel =	[652, 370]
Volume max =	46292071.0		
Volume min =	0.0		

Annotations with arrows point to the mouse cursor, the context menu, and the 'Statistiques' dialog box.

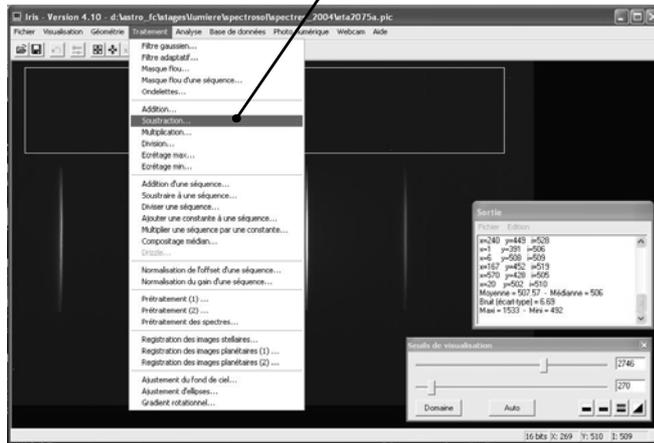
2004/12/27

Observatoire de Lyon

8

## A - Correction photométrique des images.

Prendre un spectre, le visualiser, appliquer la *fonction statistique* sur une portion de l'image au-dessus ou au-dessous du spectre pour avoir une valeur moyenne de ce fond.  
Au moyen de la fonction arithmétique *Soustraction* soustraire la valeur moyenne à toute l'image.  
Sauver cette nouvelle image par *Sauver* en **donnant un nouveau nom** ; ne pas détruire les images d'origine par sécurité.



Valeur moyenne du fond à soustraire



Idem pour le spectre du Soleil.

2004/12/27

Observatoire de Lyon

9

A la place de soustraire une valeur moyenne, on peut soustraire un « fichier offset » ou « fichier dark ».

Pour la reconnaissance de raies, la soustraction d'un fichier qui possède son bruit amène une détérioration de l'image du spectre.

Dans ce TD, la soustraction fond moyen suffira.

2004/12/27

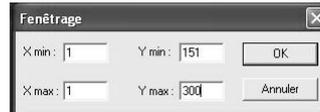
Observatoire de Lyon

10

### B - Fenêtrage.

Si l'image a été prise avec un binning 1x1 (ce qui est préférable), sa hauteur de 512 pixels est trop grande et peut être réduite en hauteur, en ne gardant que la partie utile du spectre.

Repérer alors, au moyen du curseur, les limites haute et basse de la portion de l'image qui contient le spectre et noter leurs coordonnées respectives **Y1** et **Y2** données dans la fenêtre de l'image ( $Y2 - Y1 =$  environ 100 ou 150).



Cliquer sur **Géométrie / Fenêtrage** et rentrer dans la nouvelle fenêtre les valeurs :

**X min = 1** et **X max = 768**

pour **Y min** et **Y max**, les valeurs repérées précédemment,

Cliquer sur **OK**,

Sauver l'image obtenue avec un nouveau nom.

2004/12/27

Observatoire de Lyon

11

### C - Mosaïque.

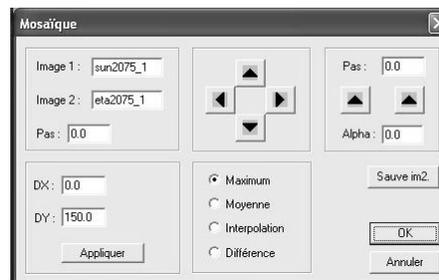
Après avoir réalisé l'opération précédente sur le spectre du Soleil et celui de la lampe, cliquer sur : **Géométrie / Mosaïque**

Dans la fenêtre **Mosaïque** entrer les noms des **Image 1** et **Image 2** obtenues par fenêtrage.

D la case **DX** du décalage horizontal : laisser 0

Dans la case **DY** du décalage vertical : inscrire la valeur (en pixels) de la hauteur de l'image d'entrée 1.

Après avoir cliqué sur **OK**, **visualiser** puis **Sauver** l'image de sortie.



2004/12/27

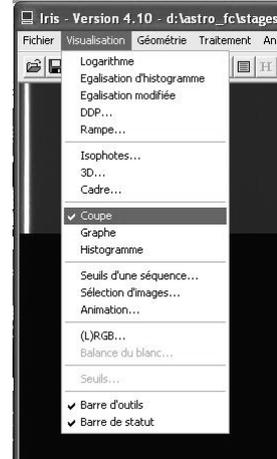
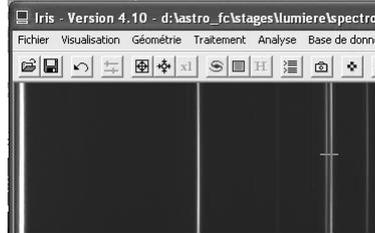
Observatoire de Lyon

12

### Profil photométrique et position d'une raie

Dans le menu déroulant Visualisation valider l'option *coupe*.

Avec le bouton gauche de la souris, en le maintenant appuyé, sélectionner une coupe horizontale sur la ou les raies choisies.



En relâchant le bouton gauche ...

### Profil photométrique et position d'une raie

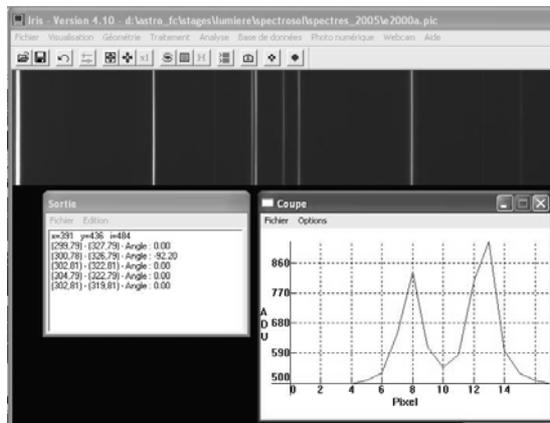
Dans la fenêtre de *sortie* s'affichent les coordonnées (en pixels) des points de départ et d'arrivée et l'inclinaison du segment.

Apparaît la fenêtre *Coupe* du profil

Le menu options de la fenêtre *Coupe* permet de faire varier les options de présentations : traits, espacements...

La position d'une raie est donnée par la somme de la valeur de l'abscisse de départ du segment de profil e menu options de la fenêtre *Coupe* permet de faire varier les options de présentations : traits, espacements...

Exemple...



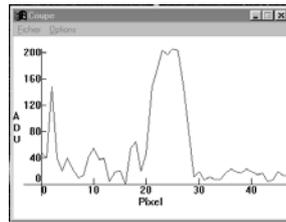
5) réaliser la coupe d'une raie pour trouver sa position

dans le menu *visualisation* choisir

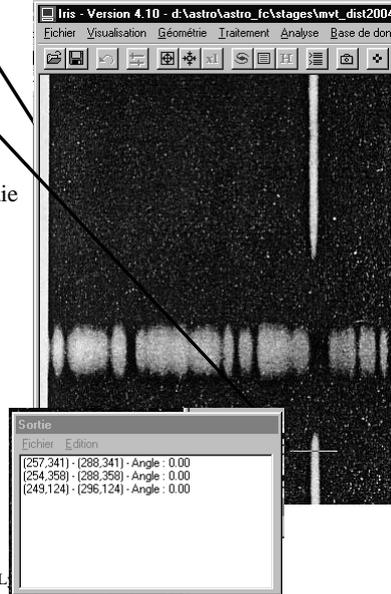
*Coupe*

avec le bouton gauche de la souris balayer une petite zone horizontale de part et d'autre de la raie à mesurer

en relâchant le bouton, la coupe de la raie apparaît dans la fenêtre *Coupe*



dans la fenêtre *Sortie* apparaissent les abscisses du début et de fin de la coupe



2004/12/27

Observatoire de L

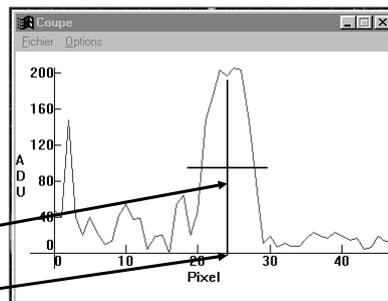
15

6) position de la raie

dans la fenêtre *Coupe*, qui donne l'intensité en fonction de la position en pixel,

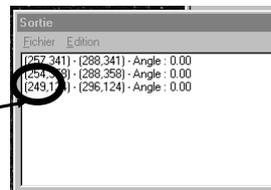
repérer le milieu de la raie

ici 24



ajouter la position du début de la coupe (fenêtre *Sortie*)

ici 249



position du milieu de la raie :

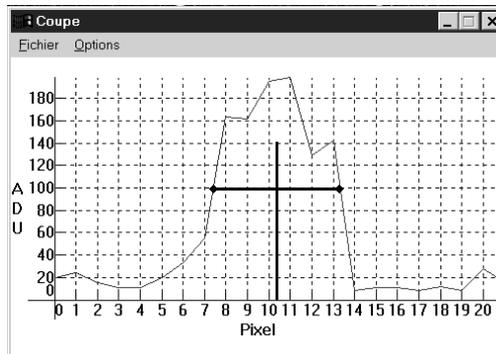
$$p = 249 + 24 = 273 \text{ pixels}$$

2004/12/27

Observatoire de Lyon

16

Les mesures de largeur sont facilitées en utilisant une grille



Pour afficher cette grille :

- cliquer sur *Options* puis *Réglages du graphe*
- régler les *Intervalles* pour les axes X et Y
- et cocher *Grille*

*Le milieu de la largeur à mi-hauteur est un bon endroit de mesure de la position d'une raie.*

2004/12/27

Observatoire de Lyon

17

## 2) Evaluation du domaine spectral de l'image.

Pour chaque image, la focale de l'objectif et l'angle moyen de prise de vue sont connus.

⇒ A partir de la valeur de la focale, on peut calculer le champ angulaire  $\omega$  (voir chapitre "Capteur", paragraphe 4).

⇒ A partir de l'angle moyen de prise de vue  $\theta_m$ , on calcule alors les deux valeurs extrêmes de l'angle de déviation :  $\theta_1 = \theta_m - \omega/2$  et  $\theta_2 = \theta_m + \omega/2$ .

⇒ Par application de la formule des réseaux, on déduit les valeurs extrêmes des longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  qui encadrent le spectre de l'image.

Pour effectuer les calculs, on peut utiliser la feuille EXCEL "fiche\_type.xls" et compléter l'encadré "Caractéristiques d'observation des spectres".

2004/12/27

Observatoire de Lyon

18

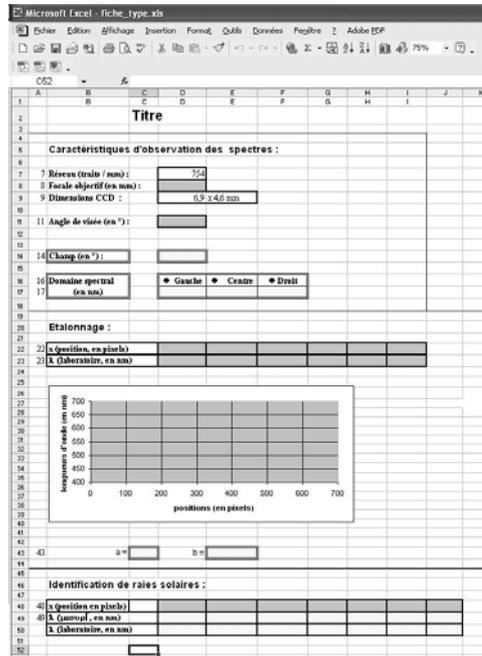
Fichier excel : fiche\_type.xls

Charger le fichier

Le sauvegarder sous un nouveau nom

Ultérieurement :

- Inclure les mesures de l'étalonnage
- Introduire les mesures du spectre solaire
- Mettre dans les cellules les formules appropriées de la régression



2004/12/27

Observatoire de Lyon

19

### 3) Identification des raies du spectre de référence.

Utiliser la banque de données spectrales où se trouvent un tirage sur papier du spectre de la lampe de référence dans sa totalité ainsi que des tableaux des longueurs d'onde des principales raies d'émission.

Grâce aux indications de cette banque de données, chercher à identifier les raies du spectre de référence contenues dans le domaine spectral calculé ci-dessus.

Noter les valeurs des longueurs d'onde correspondantes dans l'encadré " Etalonnage " de la feuille Excel, ligne 23.

2004/12/27

Observatoire de Lyon

20

**Table des longueurs d'ondes des raies de la lampe Hg Cd Zn**

$$\sin \theta = n \cdot k \cdot \lambda$$

$$k = 1$$

$$n = 754 \text{ traits/mm}$$

Couleur	Elément	en nm	Intensité	(°)
Violet	Hg	404,7	18	17,77
Bleu	Hg	435,8	18	19,18
Bleu	Cd	467,8		20,65
Bleu	Zn	468,0		20,66
Bleu	Zn	472,2		20,86
Bleu	Cd	480,0		21,22
Bleu	Zn	481,1		21,27
Vert	Cd	508,6		22,55
Vert	Hg	546,1	20	24,32
Jaune/Orange	Hg	577,0	18	25,79
Jaune/Orange	Hg	579,1	18	25,89
Rouge	Zn	636,2		28,67
Rouge	Cd	643,8		29,04

#### 4) Etalonnage du spectre de référence.

Il faut maintenant repérer les positions des raies sur l'image du spectre. Pour cela on utilise la fonction *coupe* du programme IRIS. Plus la ligne de coupe sera courte, plus le repérage sera précis.

Noter la position de chaque raie à partir du bord gauche du spectre (pixel n°1) dans l'encadré "Etalonnage" de la feuille Excel, ligne 22.

Tracer alors le graphique  $\lambda = f(x)$  puis calculer les coefficients a et b de la droite de régression linéaire (la façon de procéder est décrite dans l'annexe commentant "la fiche type Excel").

## 5) Identification de raies dans le spectre solaire.

Charger l'image du spectre solaire associé au spectre qui vient d'être étalonné, et régler la taille de la fenêtre image de manière à voir celle-ci dans sa totalité.

Repérer les raies les plus marquées en les pointant d'abord avec l'index de la souris et noter les abscisses correspondantes apparaissant dans la partie supérieure gauche de la fenêtre image. Pour parfaire la précision du repérage utiliser la méthode de la coupe comme ci-dessus.

Inscrire les valeurs des abscisses de ces raies dans la feuille de calcul Excel, ligne 48.

Calculer, dans la ligne 49, les longueurs d'onde des raies repérées en utilisant l'équation de la droite de régression linéaire établie précédemment :  $\lambda = a x + b$ .

Identifier ensuite les éléments chimiques correspondants au moyen des tableaux de la banque de données spectrales.

### COULEURS DU SPECTRE VISIBLE et raies solaires observées par Fraunhofer

Couleur	Domaine	$\lambda$ central	Raies solaires
Violet pur	395,0-416,9	405,9	K 393,368 CaII H 396,849 CaII
Bleu violet	416,9-459,7	438,3	G 430,774 CaI, 430,791 FeI
Bleu	459,7-486,7	473,2	
Bleu cyané	486,7-505,3	496,0	F 486,135 H $\beta$
Vert bleu	505,3-511,2	508,2	
Vert franc	511,2-542,9	527,1	b 516,722, 517,269, 518,362 MgI E 526,955 FeI
Jaune verdâtre	542,9-578,4	560,6	
Jaune	578,4-583,1	580,8	
Jaune orangé	583,1-592,6	587,9	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> 588,998, 589,594 NaI
Orangé	592,6-601,8	597,2	
Rouge orangé	601,8-639,8	620,8	
Rouge	639,8-760,3	700,0	C 656,2.81 H $\alpha$ B 686,6 O <sub>2</sub> $\alpha$ 718,8 A 759,3 O <sub>2</sub>

longueurs d'onde en nanomètres

### Nomenclature

En astronomie les éléments chimiques sont désignés par leur symbole habituel de la table de Mendéléev (H hydrogène, He hélium, Li lithium, etc) que l'on fait suivre de l'état d'ionisation : I neutre, II élément une fois ionisé, III, deux fois ionisé, etc.

HI hydrogène neutre, HII hydrogène ionisé ou proton

OI oxygène neutre, OII oxygène 1 fois ionisé, OIII oxygène 2 fois ionisé.

FeI fer neutre, FeXV fer 14 fois ionisé (couronne solaire)

### Principales raies solaires

bld : blend, raies superposées non résolues

O2 atm.	684,7 – 694,4	Fe I	495,75	Fe I	414,38
H $\alpha$	656,28	Ba II	493,41	Fe I	413,20
Ba II	649,69	Hb	486,13	Ca I	410,86
Fe I	639,64	Mn I	478,34	Hd	410,174
Zn I	636,23	Fe I	466,56	Fe I	407,17
O2 atm.	627,9	Ba II	455,40	Fe I	406,45
Ni I	618	Ti II	446,92	Mg I	405,75
Si I	594,86	Hg	434,047	Mn I	405,55
Na I	589,59	CH	432,4	Fe I	404,58
Na I	588,95	CH	432,3	Mn I	403,57
Cr I	578,58	Fe I	430,85	Mn I	403,45
Ni I	571,19	Fe I (bld)	429,9	Mn I	403,31
Ni I	570,96	Fe I	427,18	Mn I	403,08
Fe I	571,19	Fe I (bld)	426,0	Fe I	400,52
Fe I (bld)	570,71	Cr I	425,43	Fe I (bld)	399,7
Fe I (bld)	561,45	Sc II	424,68	Mg I	398,68
Mg I	552,84	Fe I	423,6	Fe I	397,8
Fe I	545,65	Fe I	422,74	CaII	396,85
Fe I	545,56	Ca I	422,67	Al I	396,15
Fe I	532,80	Sr II	421,55	Fe I	395,7
Fe I	527,04	Fe I	420,20	Fe I (bld)	395,3
Mg I	518,36	Fe I	419,83	Fe I	395,09
Mg I	517,27	Fe I	419,14	Al I	394,40
Mg I	516,73	Fe I (bld)	417,3	Ca II	393,37
Ni I	503,60	Mg I	416,73		
Fe I	495,75	Fe I	415,45		