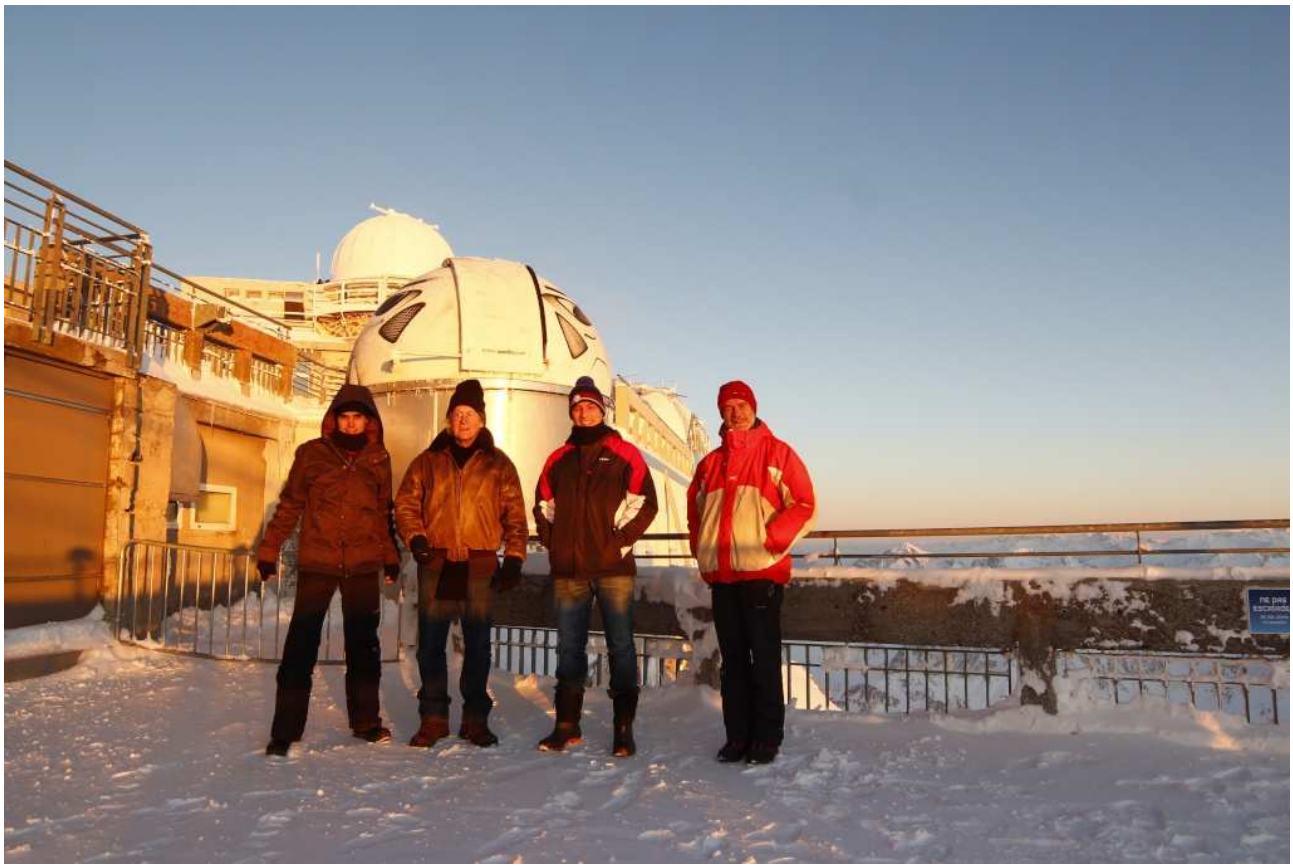
Compte rendu de la mission «Cake de Photons» T60 – Pic du Midi du 27/02/2016 au 04/03/2016

Christophe ANDRE, Gérard ARLIC,
Frédéric METZ, Jean-Philippe NOUGAYREDE (responsable de mission)

Résumé : La mission « cake de photons » du 27 février au 04 mars 2016, avec Christophe, Gérard, Frédéric et Jean-Philippe (club Urania 31), avait pour objectifs de mesurer en spectrométrie la vitesse radiale de galaxies et de faire des suivis photométriques d'exoplanètes et d'astéroïdes. La météo n'a permis qu'une seule nuit d'observation. Nous avons enregistré le spectre de la galaxie M66 avec un Alpy 600 au foyer du T60. Sa vitesse radiale a été mesurée à +695 ± 29 km/s, et son phénomène LINER (ainsi que, peut être, sa rotation) a été mis en évidence. Nous avons aussi obtenu quelques images de la comète 67P/Churyumov–Gerasimenko et d'autres galaxies (groupe de M60, M104). Le mauvais temps a été mis à profit pour écrire un tutoriel de traitement de spectres.

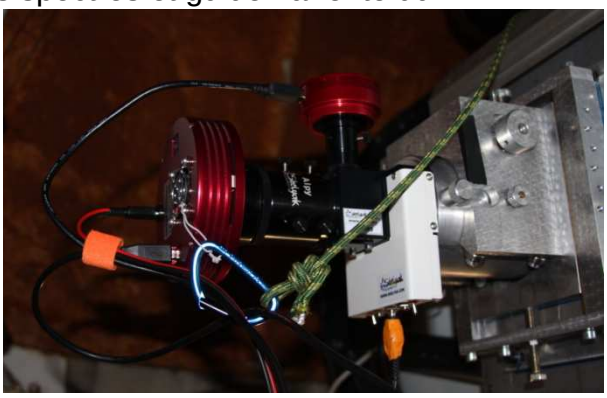


L'équipe avec Christophe Gérard Fred et Jean-Phi

Première partie : Étude de la galaxie M66 (NGC3627)

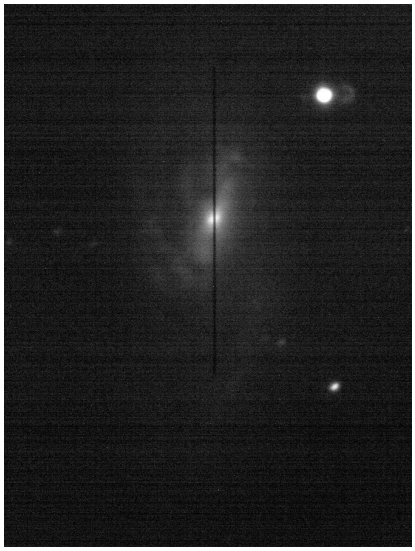
Une image du groupe de galaxies M66-65 avait été obtenue au T60 lors de la précédente mission de l'équipe (22/12/2014) :

Montage de la manip spectro : Un spectrographe Alpy 600 pourvu de ses modules de guidage et de calibration (Scheliak) a été utilisé. Pour atteindre le foyer nous avons dévissé la rallonge de l'adaptateur 3 pouces. Des caméras Atik 314L+ et ASI 120MM ont été utilisées pour enregistrer les spectres et guider la fente du spectrographe sur la cible. La 314L+ (régulée à -15°C) était connectée au PC du labo, pilotée par Prism 10. La caméra de guidage était branchée via une rallonge USB à un PC portable d'un membre de l'équipe. Le suivi du T60 étant bon, le guidage a été effectué manuellement avec la raquette du laboratoire.



Acquisition des spectres :

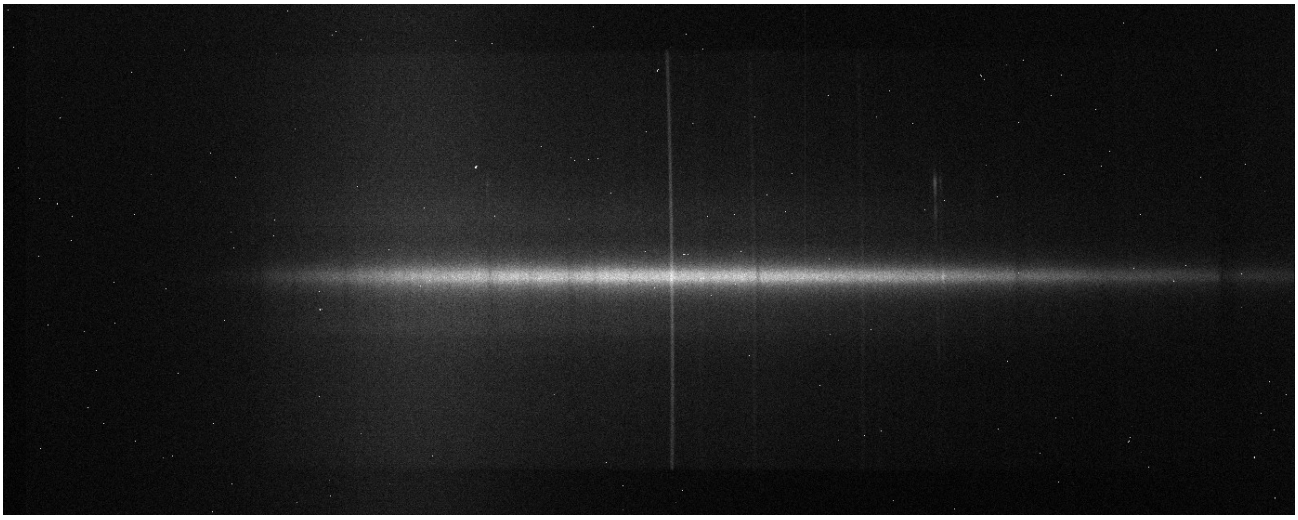
Dans un premier temps, nous avons pointé l'étoile de référence Denebola et acquis 19 spectres (5 sec).



Puis M66 a été pointée, voir ci contre l'image de la caméra de guidage pendant l'acquisition. La fente d'entrée du spectrographe était placée sur le noyau de M66 longitudinalement dans le sens Nord-Sud dans la grande longueur des bras spiraux.

Quatre spectres de 900 secondes chacun ont été enregistrés. Ci dessous, une image brute.

Un premier examen d'un spectre brut fait remarquer les raies telluriques de « l'airglow » (en particulier la raie en émission à 558 nm de la chimioluminescence de l'oxygène dans la thermosphère). Le spectre du noyau galactique présente de nombreuses raies en absorption et au moins une raie en émission. On remarque aussi des raies en émission intenses dans la zone de la fente correspondant aux bras spiraux. Il y a de nombreux pixels chauds et traces de rayons cosmiques, ce qui sans surprise vu la durée des poses et l'altitude, pixels qui seront éliminés au traitement.

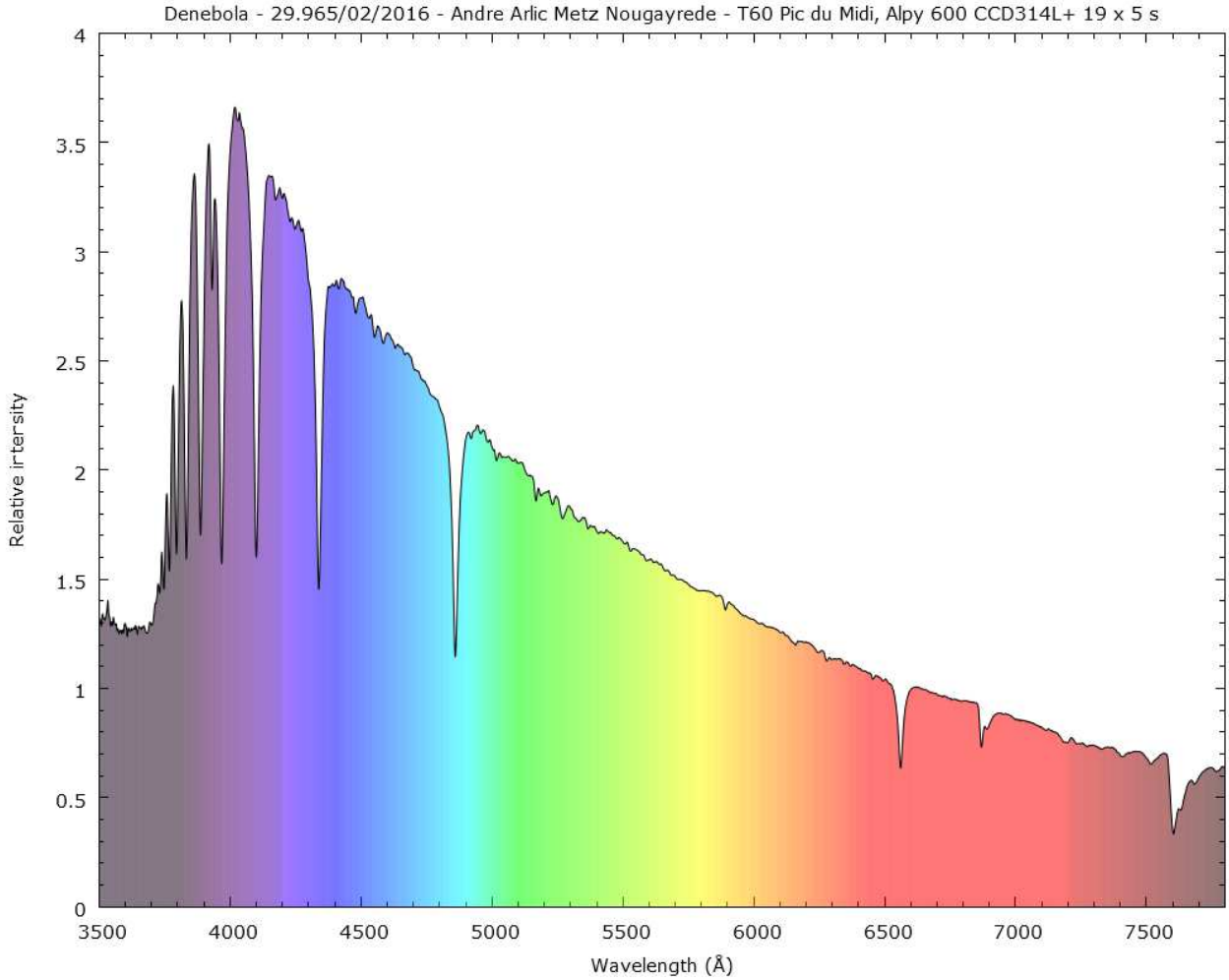


Acquisition des images de calibration :

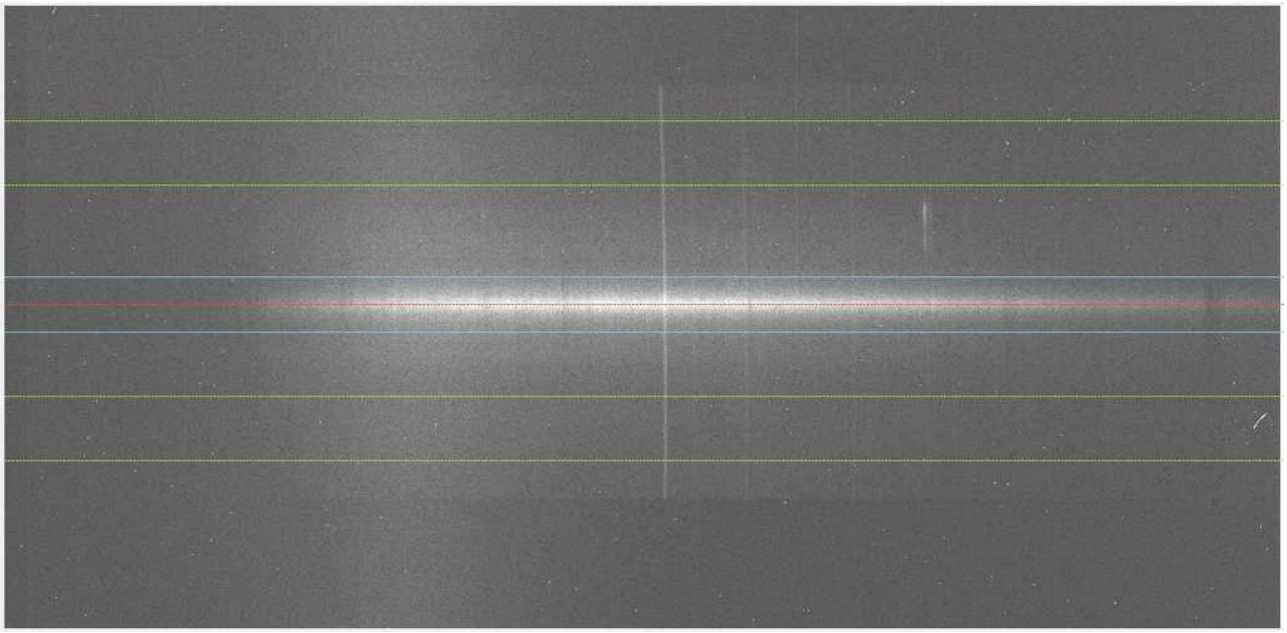
Cinq images (30 sec) de la lampe néon de l'Alpy ont été enregistrées immédiatement après l'observation de M66, sans bouger le spectrographe ou le T60, afin de limiter au maximum les flexions mécaniques qui introduiraient des erreurs de mesure. Enfin les images de flat (lampe tungstène Alpy) de bias et de dark (CCD Atik) ont été enregistrées de façon standard.

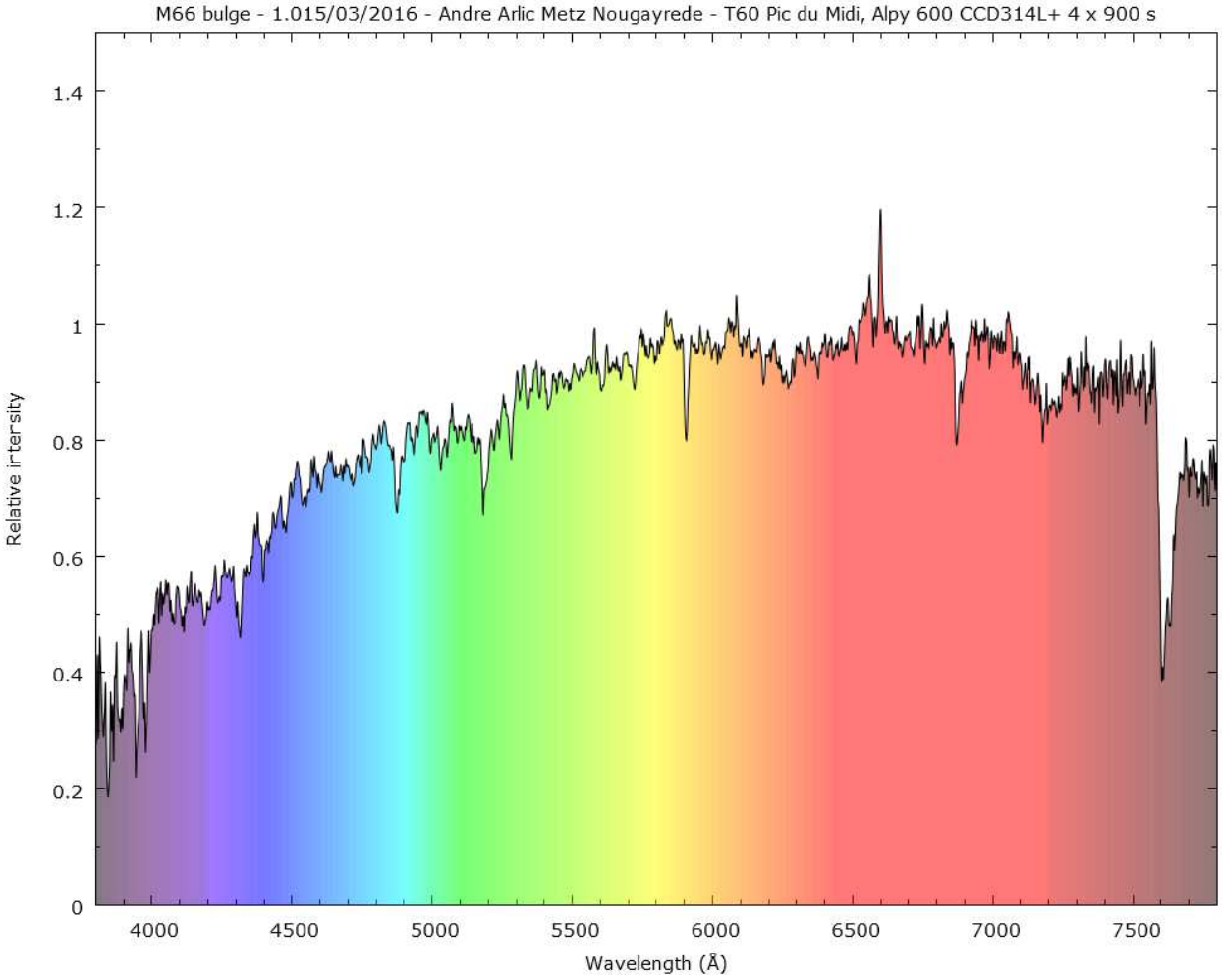
Traitement des spectres :

Les spectres ont été calibrés et traités avec avec le logiciel Isis (Christian Buil). La calibration en longueur d'onde a été effectuée avec les images de la lampe Ne du module de calibration et la courbe de réponse instrumentale a été déduite du spectre de Denebola.



Le spectre de la région du bulbe de M66 a été intégré en retirant le spectre de fond de ciel désigné dans deux régions adjacentes au-delà des bras spiraux.





Première interprétation du spectre du noyau de M66 :

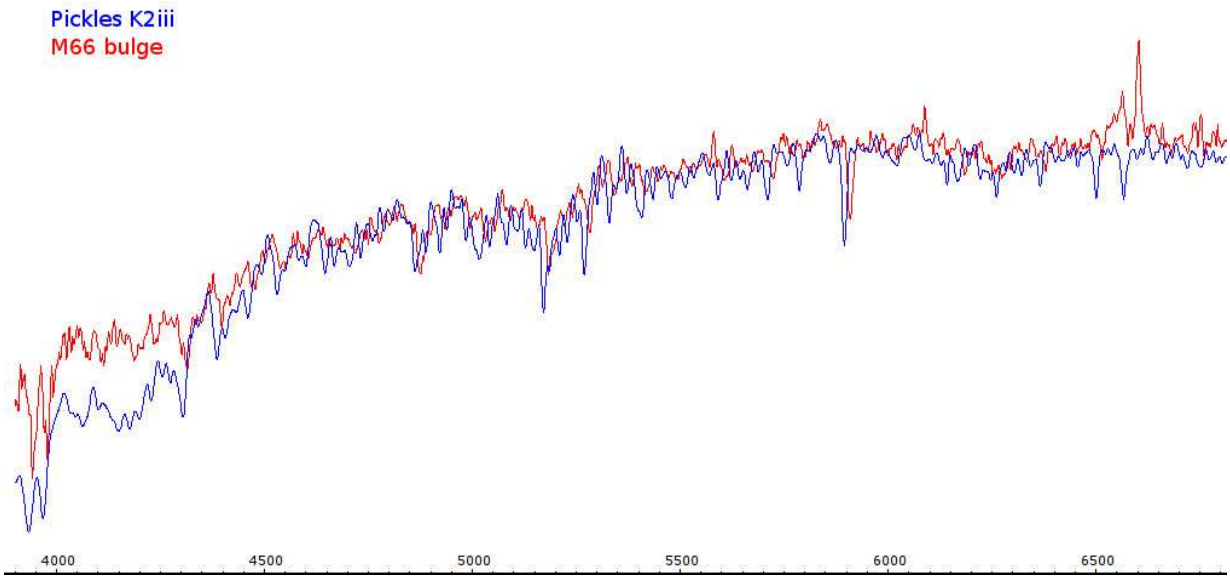
Le spectre intégré des étoiles du noyau de M66 est celui d'une population de vieilles étoiles, similaire à celui d'une étoile jaune-orange de type G ou K avec de nombreuses raies métalliques.

On reconnaît parmi les raies en absorption les plus évidentes le doublet H et K du calcium (3969 et 3934 A au repos), la bande G (due à la molécule CH, 4304 A au repos), le triplet (non résolu) du magnésium neutre (MgI, 5184, 5173 et 5167 A au repos), le doublet (non résolu) du sodium neutre (NaI, 5896 et 5890 A au repos).

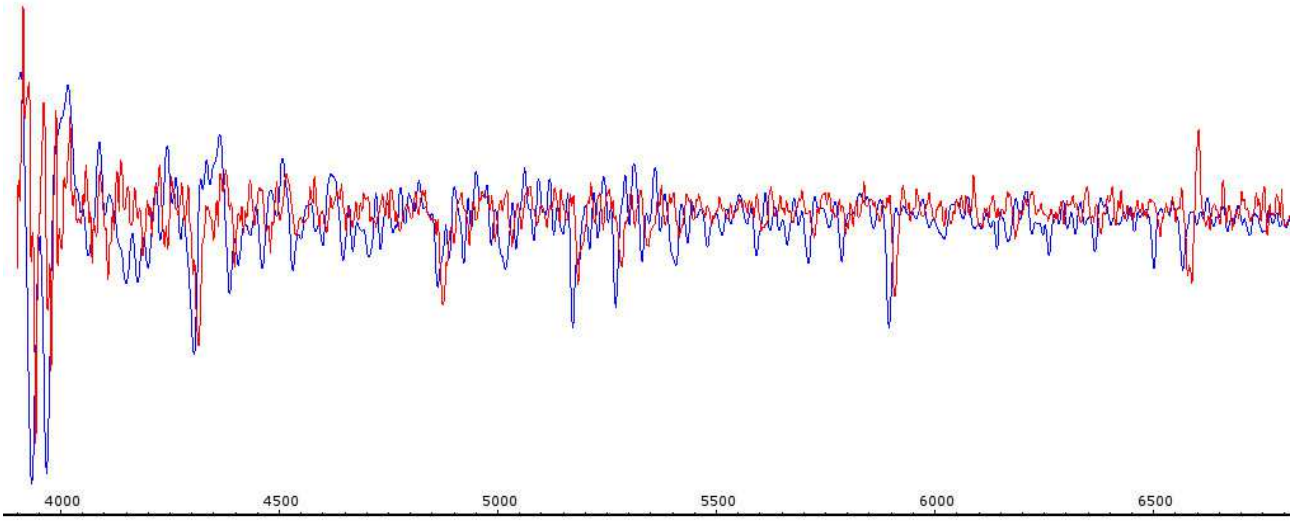
On note une raie en émission dans le rouge qui trahi un gaz excité, serait-ce un noyau de galaxie actif ? L'identification définitive des raies nécessite de déterminer la vitesse radiale de la galaxie afin de pouvoir lire son spectre « au repos ».

Détermination de la vitesse radiale de M66 :

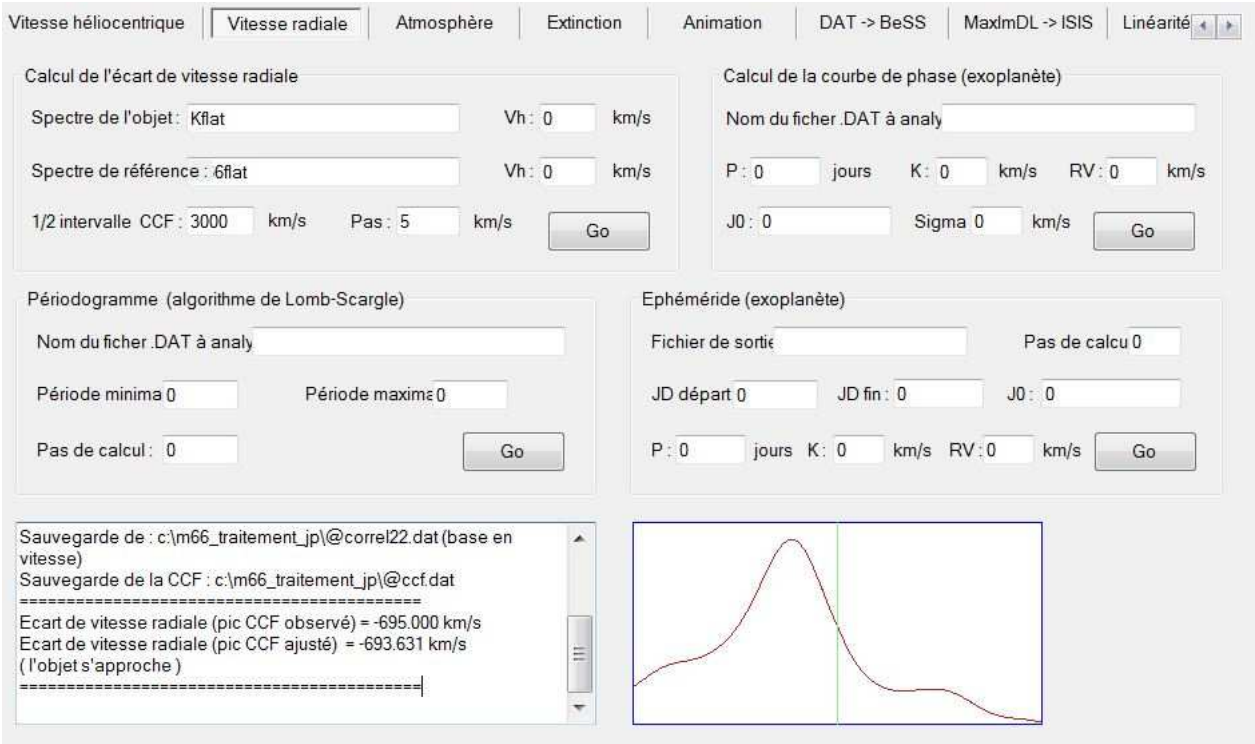
On cherche dans la base de donnée spectrale de Isis une étoile de référence (de vitesse radiale = 0) montrant un profil similaire à celui du noyau de M66. Ci dessous, la comparaison du spectre de M66 et d'une étoile de type K2iii de la bibliothèque Pickles :



Après correction de la vitesse héliocentrique de la cible (-3 km/s) et division des deux spectres par leurs continuum respectifs :



La vitesse radiale de M66 relative à l'étoile K2iii de la base Pickles (de vitesse radiale zéro) est ensuite déterminée par le relevé de l'intensité du maximum de la fonction de corrélation croisée (CCF) dans Isis. On obtient 695 km/s.

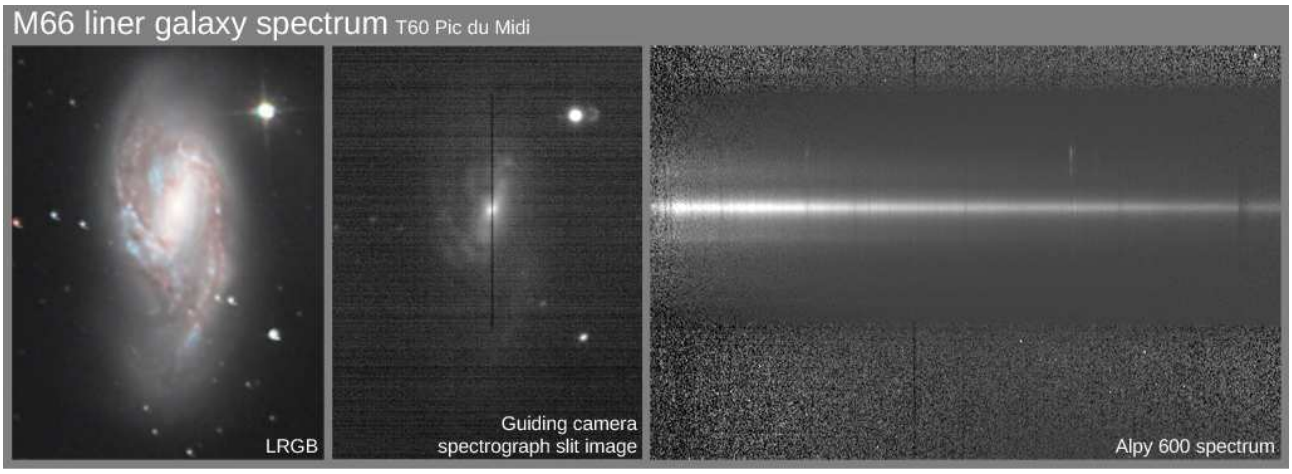


<u>Estimation de l'erreur de la mesure :</u>
L'erreur de la cross-corrélation n'est malheureusement pas retournée par Isis. Nous pouvons toutefois utiliser l'erreur de calibration en longueur d'onde RMS = 0.33762. Le domaine spectral analysé en CCF était 3900-6800A. Ce qui correspond à une vitesse = c x 0,33762 / 3900 = 28,9 km/s dans le bleu (3900A) et 16,6 km/s dans le rouge (6800A). On retient l'erreur la plus élevée.

On obtient donc **Vr = 695 ± 29 km/s**. La mesure pro est donnée à 702 km/s (Simbad).

<u>Deuxième interprétation du spectre de M66 :</u>
On peut maintenant corriger le spectre pour la Vr et obtenir un spectre « au repos » ce qui facilite l'identification des raies.

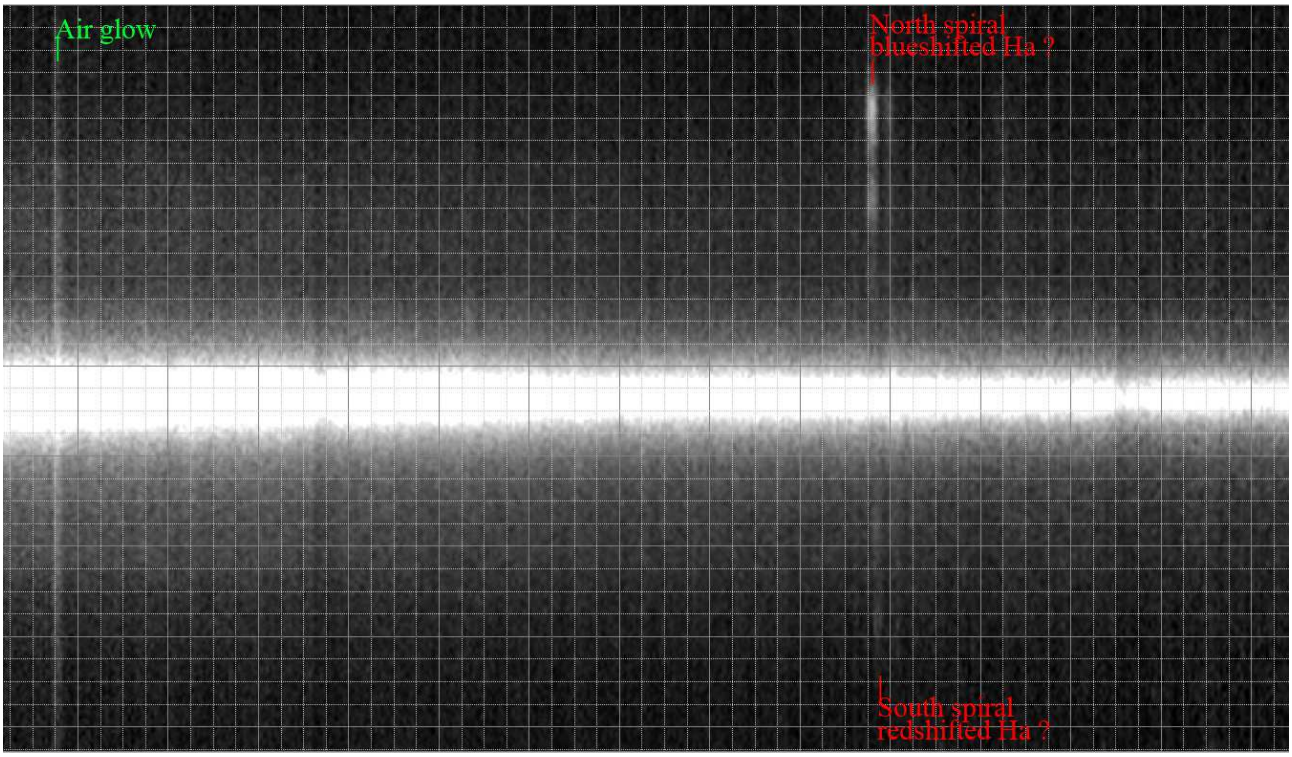
On identifie une raie en émission intense dans le noyau [NII]λ6583. On retrouve aussi en émission le doublet [SII]λλ6716-31. En revanche Haλ6563 est en absorption dans le noyau. On regarde donc ici une galaxie LINER (*low ionisation nuclear emission region*, voir A&A 558, A43 (2013) DOI: 10.1051/0004-6361/201322062).



On observe une raie en émission intense Haλ6563 (ainsi qu'une Hbλ4861) dans le bras spirale Nord, ce qui signe une région HII visible aussi sur l'image LRGB alignée sur le spectre.

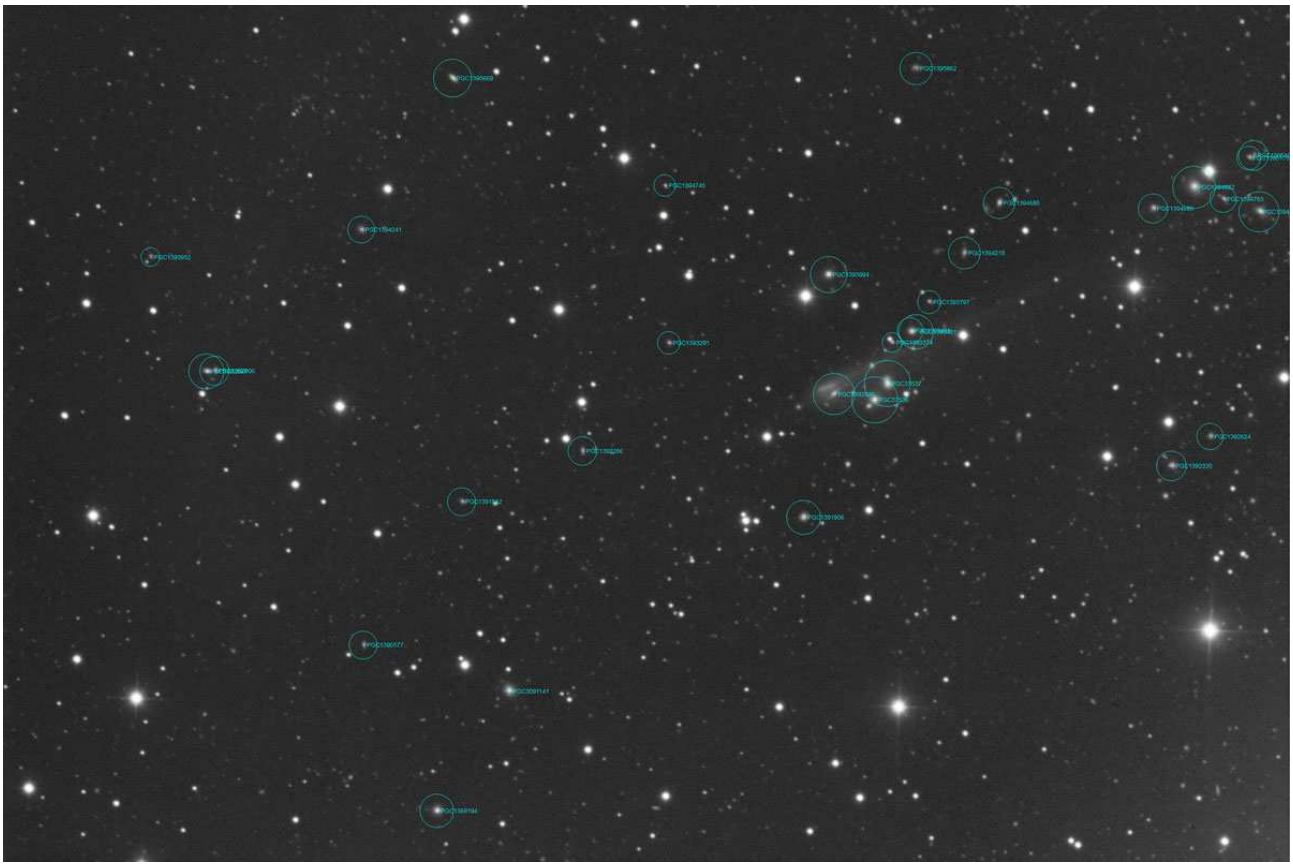
On ne voit donc pas ici seulement un seul phénomène alimenté par un moteur central (noyaux actif type trou noir, ici faiblement lumineux) mais aussi une zone de type région HII excitée par des étoiles chaudes (voir http://www.imprs-hd.mpg.de/37360/thesis_singh.pdf).

On note un petit décalage vers le bleu de la raie Haλ6563 dans le bras spirale Nord, et peut être vers le rouge de la même raie dans le bras Sud :

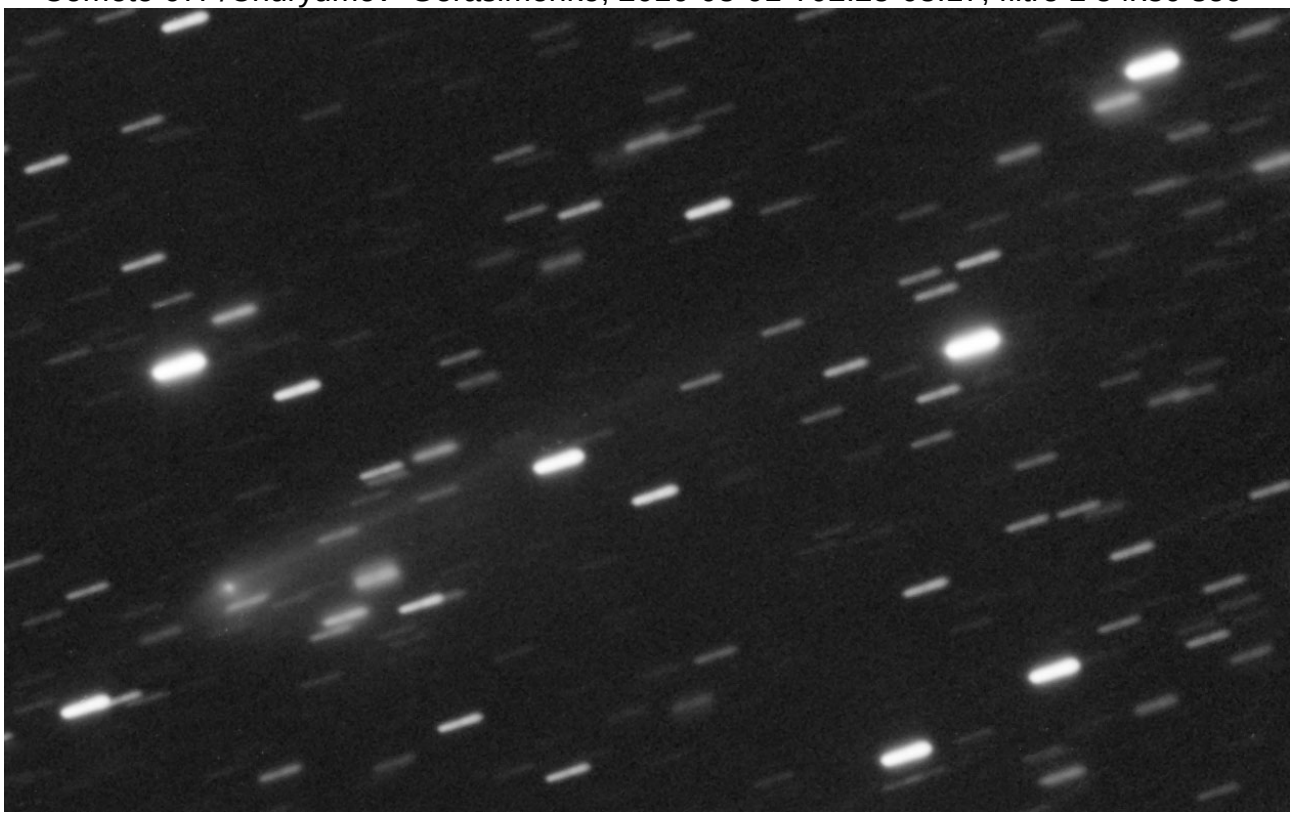


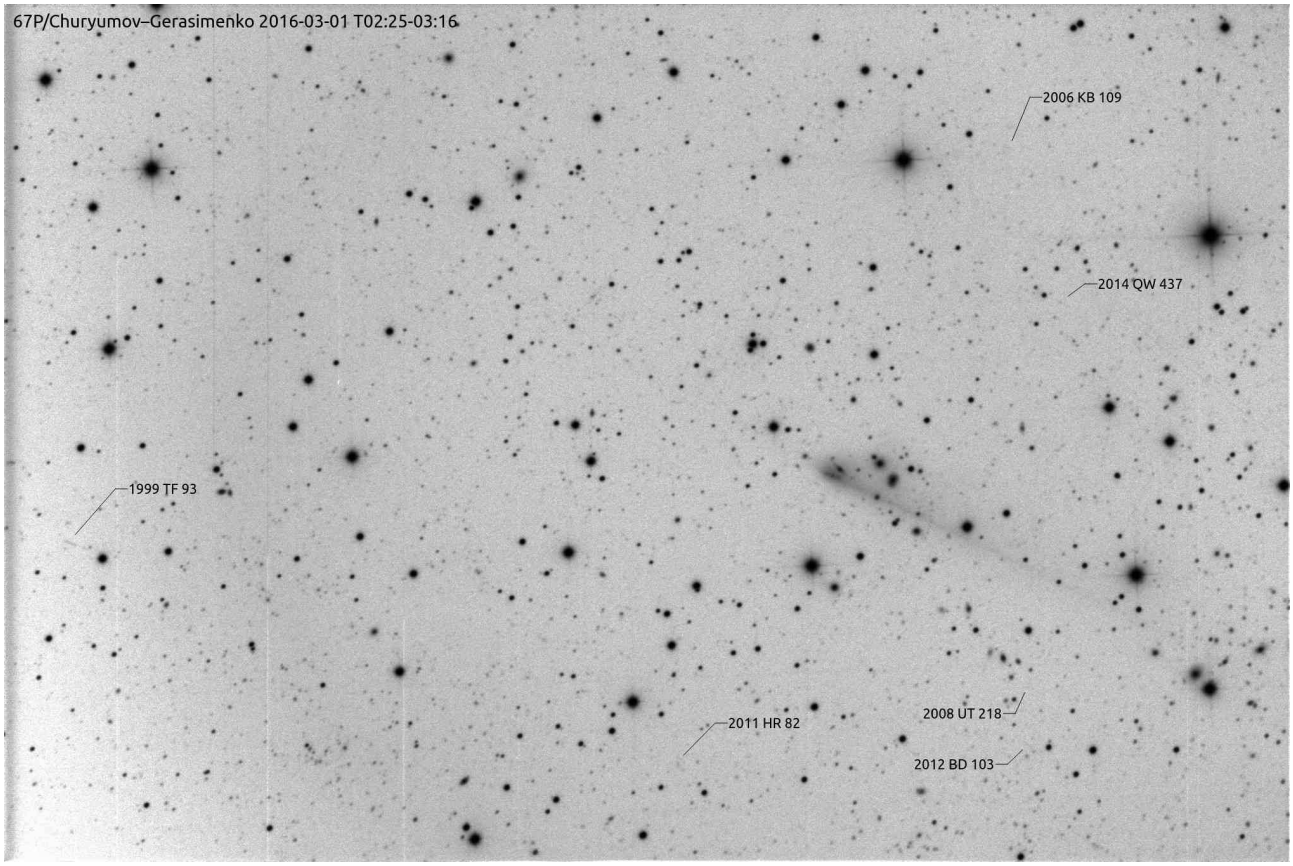
Ce décalage est cohérent avec la rotation de la galaxie, le bras spiral Nord se déplaçant vers nous et le bras Sud en sens opposé. Il faudrait confirmer cette observation avec des spectres à plus haute résolution.

Deuxième partie : autres observations



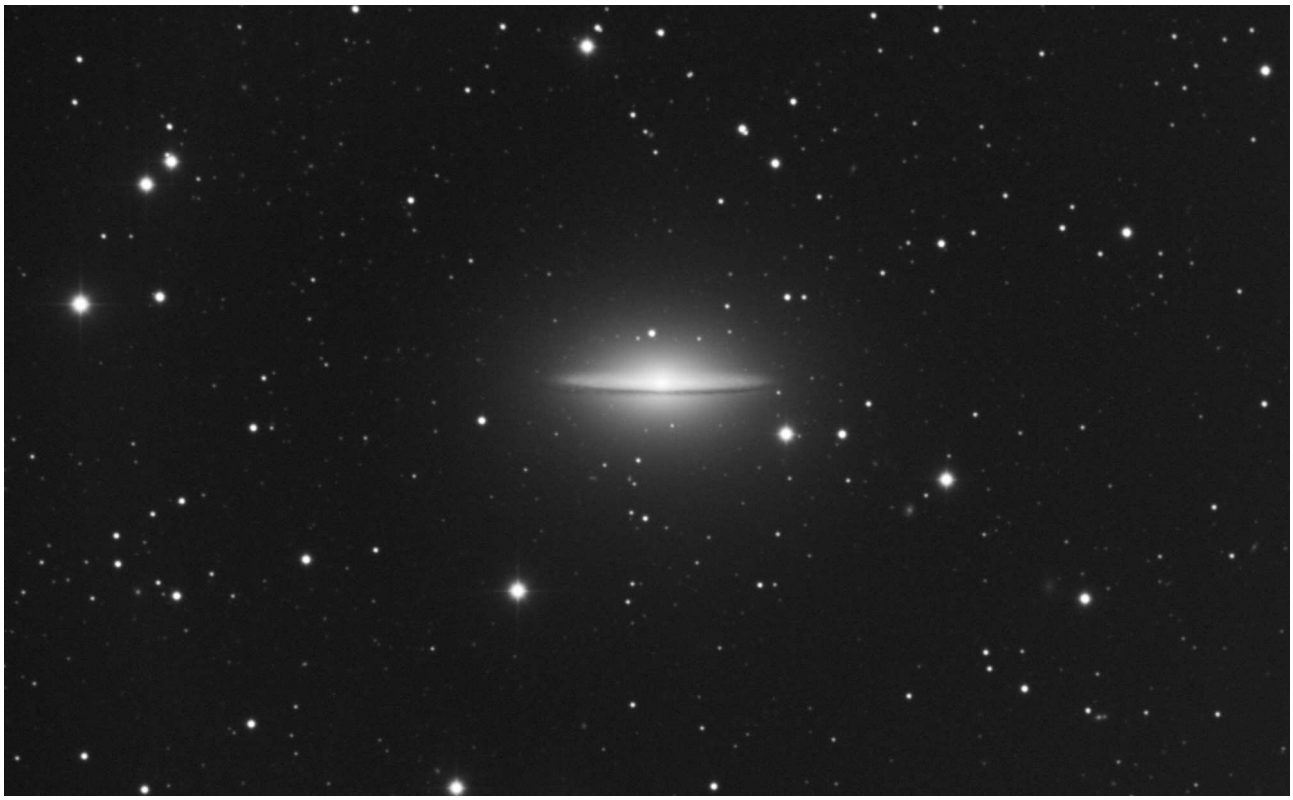
Comète 67P/Churyumov–Gerasimenko, 2016-03-01 T02:25-03:17, filtre L 54x30 sec





Astéroïdes dans le champ de 67P

Groupe de M60, filtre L 15x30 sec, filtres RGB 3x8x30 sec

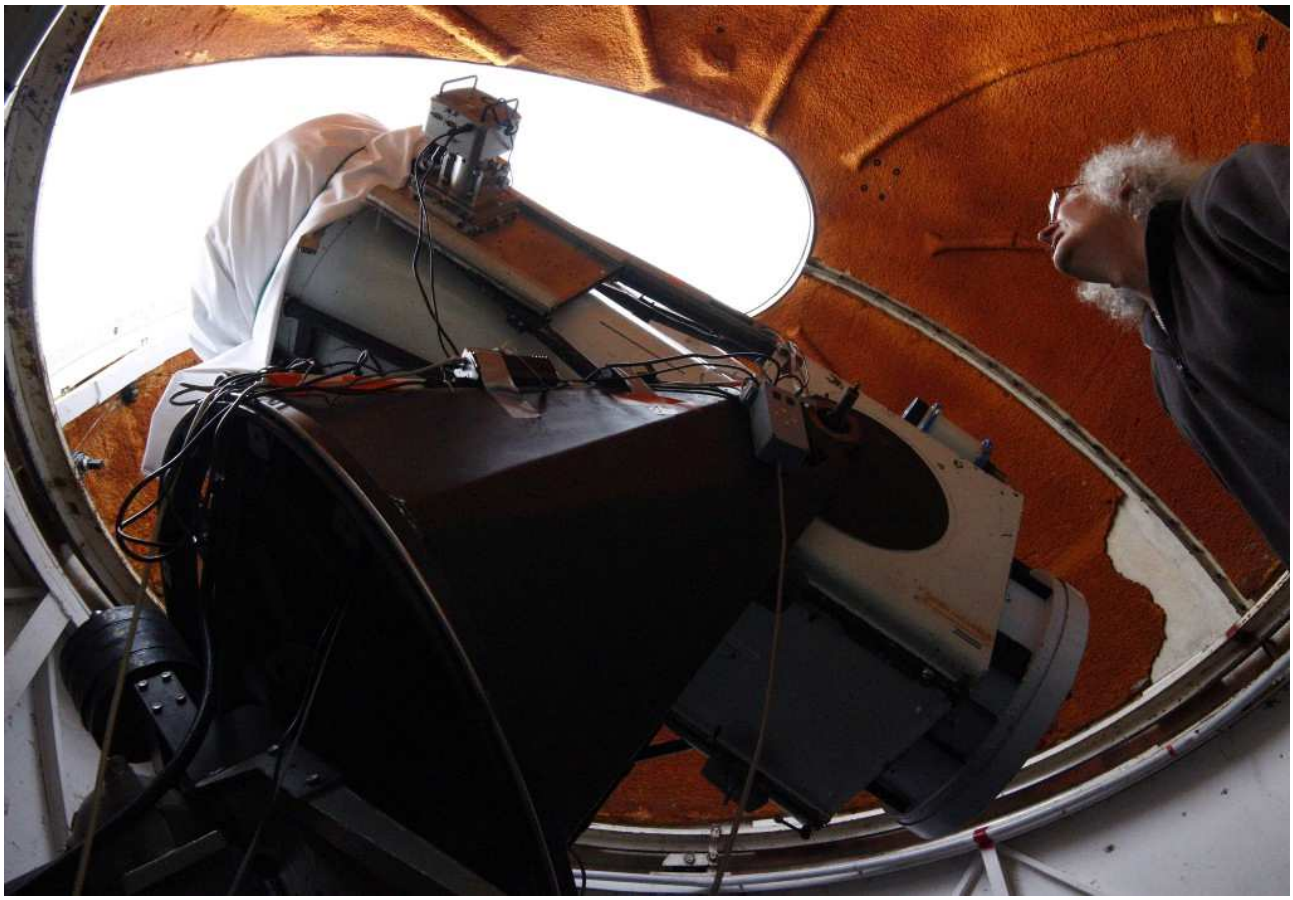


M109, filtre L 26x20 sec

Annexes

Acquisition des flats en imagerie

Faire de bons flats sur le ciel, ce n'est pas toujours de la tarte – ils sont pourtant importants pour la photométrie de précision. A l'aube ou au crépuscule, le temps est limité pour enregistrer ses flats avec tout les filtres utilisés pendant la nuit. Avec l'aide d'un drap (sale est ok;) prêté par l'OMP, on peut démarrer ses flats avant le coucher de soleil ou après son lever, ce qui élargit confortablement la fenêtre de tir.



Tutoriel de traitement de spectres dans Isis :

Tutoriel de traitement de spectres avec le logiciel ISIS

Par Frédéric Metz, Christophe André, Gérard Arlic et Jean-Philippe Nougayrède (Club Urania 31)
Version 1 (11/05/2016)

Préambule :

Ce tutoriel a été écrit lors d'une mission au T60, Pic du Midi. Il est possible que la combinaison du manque d'oxygène du à l'altitude et au Sauternes y ai laissé des erreurs, n'hésitez donc pas à contacter les auteurs qui s'empresseront de le corriger et l'améliorer :-)
On vous conseille plus que vivement de vous référer aux tutoriels et modes d'emploi du concepteur du logiciel, Christian Buil : http://www.astrosurf.com/buil/isis/isis.htm ... L'intérêt du présent tutoriel (s'il existe) réside peut être dans le fait qu'il a été écrit par des débutants complet en spectro qui ont réussi, cahin caha, a traiter leurs premiers spectres. On peut donc espérer que ça pourra aider d'autres débutants à faire de même.
Les données traitées dans ce tutoriel sont issues d'un Alpy 600 + module de guidage & calibration et une caméra CCD Atik 314L+ (pixels de 6.45 um). Les fichiers des spectres peuvent être fourni pour suivre pas à pas le tutoriel, contactez jpnoug chez yahoo en France.

Prérequis :

Installer Isis : http://www.astrosurf.com/buil/isis/isis.htm

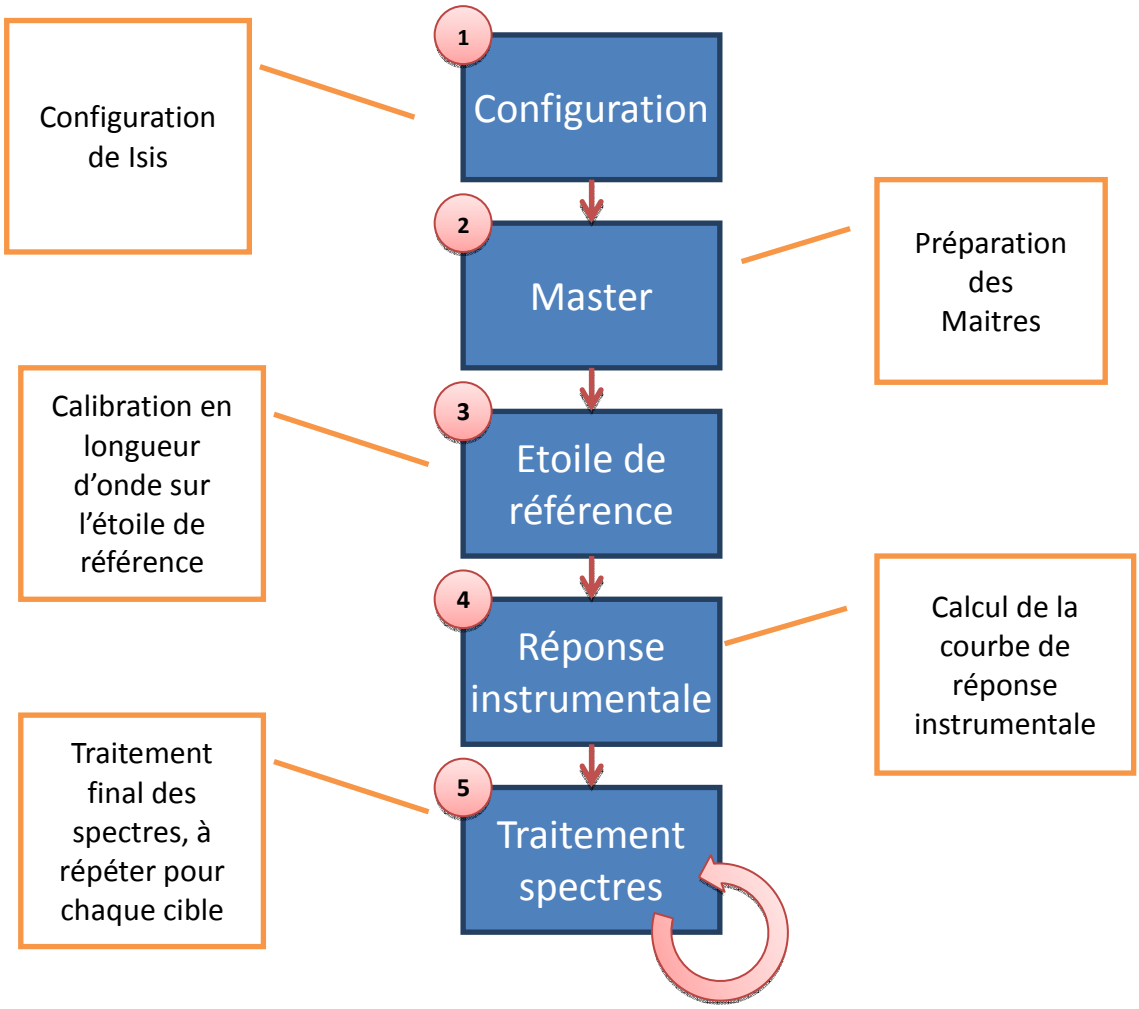
Installer la base spectrale : http://www.astrosurf.com/buil/isis/quickstart/database.htm

Installer le grapheur GnuPlot et les fichiers scripts :
http://www.astrosurf.com/buil/isis/gnuplot/install.htm

Pour les amateurs de graphes en couleur « arc en ciel », installer les fichiers scripts modifiés :
http://www.spectro-aras.com/forum/viewtopic.php?f=8&t=1000

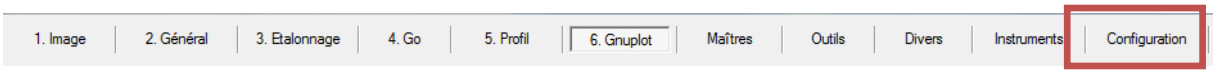
Le "pipeline" du traitement

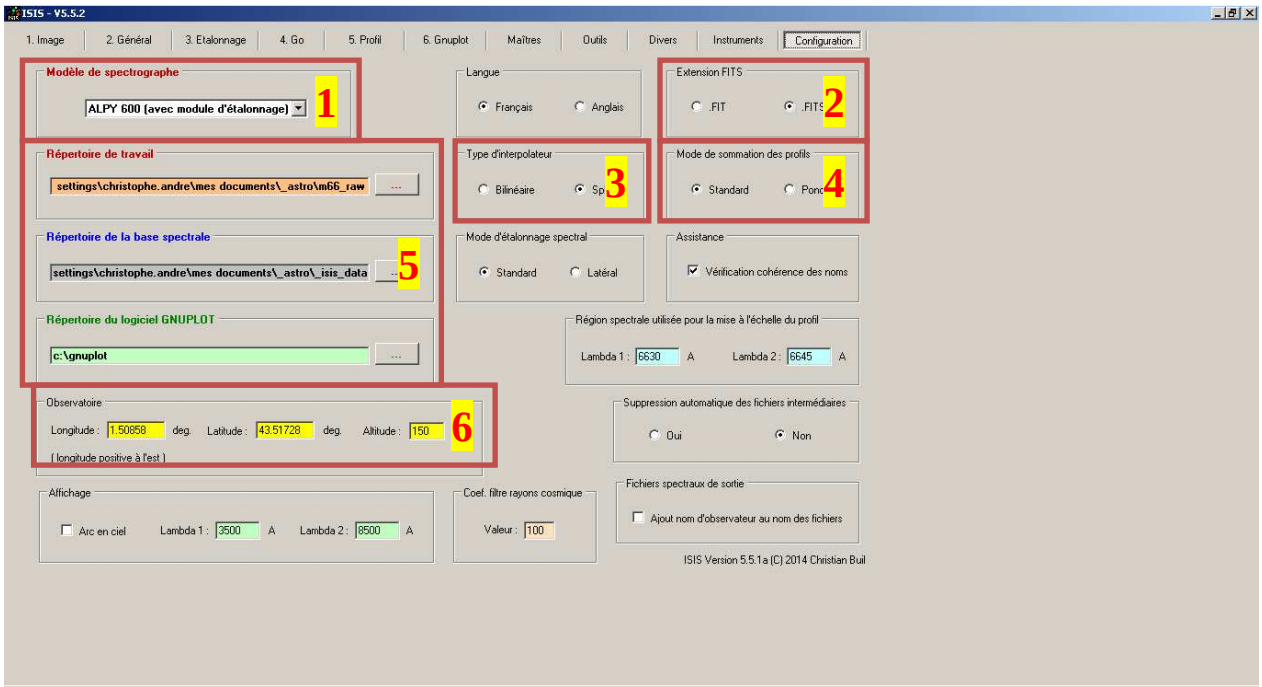
Autrement dit, la liste des étapes pour le traitement des spectres.
On assume ici qu'**un jeu cohérent et complet de données** à été obtenu : des images de bias (offset), des images de darks, des images de la lampe néon, des images de flats, des spectres d'une étoile de référence (par exemple ici Véga) et des spectres d'une cible d'intérêt (ici NGC6826, la « Blink Nebula »).
A noter que les étapes 1 à 4 sont à faire 1 seule fois par session. Seule l'étape 5 sera rejouée sur tous les spectres (cibles) de la session. Une fois les spectres calibrés, on peut jouer à les analyser dans VisualSpec.


Configuration de Isis
1
Configuration
2
Master
Préparation des Maitres
Calibration en longueur d'onde sur l'étoile de référence
3
Etoile de référence
4
Réponse instrumentale
Calcul de la courbe de réponse instrumentale
Traitement final des spectres, à répéter pour chaque cible
5
Traitement spectres

Etape 1 : Configuration du logiciel Isis

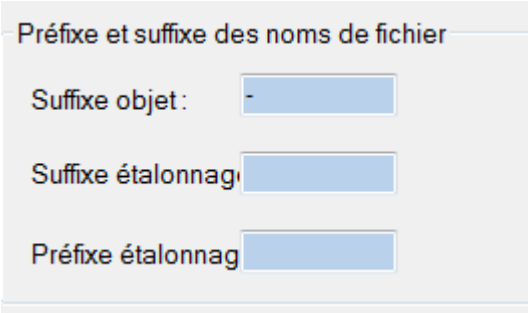
Dans Isis tout commence par la fin, le dernier onglet…
Avant toute chose, renseigner l'onglet Configuration





(1) Choisir votre modèle de spectro, ici ALPY 600 avec le module d'étalonnage.
(2) Régler l'extension .fit ou .fits en fonction du format de fichier généré par le logiciel d'acquisition.
(3) Choisir le type d'interpolateur : Spline ou Bilinéaire. Avec l'Alpy 600 il faut mieux choisir Bilinéaire car il y a des risques d'artefact avec un interpolateur Spline, au niveau de raies bien raides produites par les spectro comme le Lisa ou l'Alpy (source : site web de Christian Buil).
(4) Choisir le mode de sommation des spectres : Standard ou Pondéré. Standard = addition arithmétique des spectres individuels, Pondéré = les spectres qui ont la moindre intensité contribuent moins au résultat final que les spectres de meilleure qualité, ce qui peux optimiser le rapport signal/bruit. Vous pouvez commencer avec le mode standard, il sera facile de tester et comparer avec le mode pondéré dans un deuxième temps.
(5) Vérifier que le logiciel pointe bien vers les bons répertoires de travail. Les répertoires de la base spectrale et du grapheur Gnuplot sont normalement réglés une fois pour toute lors de l'installation d'Isis. **Le répertoire de travail doit contenir toutes les images brutes qui seront calibrées. Isis écrira les fichiers temporaires et les spectres traités dans ce répertoire**.
(6) Indiquez éventuellement à Isis la localisation géographique de l'observatoire (qui est utilisée dans le calcul de la masse d'air).

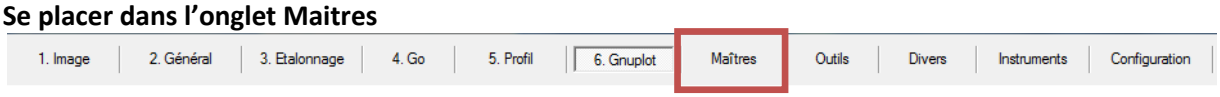
Enfin vérifiez que le type de suffixe de fichier est bien renseigné dans l'onglet général :



Etape 2 : Génération des images Maitres (« masters »)

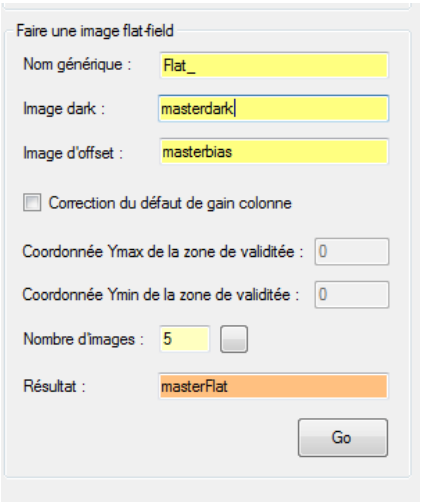
Ici on va générer les fichiers maîtres (« masters » en charabia frangliche) pour le prétraitement des images spectrales : Bias (Offset), Dark, Flat et fichier cosmétique (carte des pixels chaud)

Se placer dans l'onglet Maitres



On va construire successivement les fichiers MasterBias, puis MasterDark, puis MasterFlat et la carte des pixels chaud (cosmetic).
L'utilisation d'une caméra CCD thermo-régulée permet d'utiliser une bibliothèque de bias et dark à une température donnée (typiquement -5°C en été et -15°C en hiver), avec un temps de pose minimal pour les bias et un temps de pose le plus long possible pour les darks (typiquement 300 à 900 sec ; Isis calculera automatiquement la mise à l'échelle du masterdark pour les spectres enregistrés avec des temps de poses inférieurs). Dans notre exemple, on aura déjà obtenu les masterdark et masterbias, et ils sont présents dans le répertoire de travail. Le cas échéant, ils peuvent être générés dans les outils présentés dans l'onglet Maîtres.

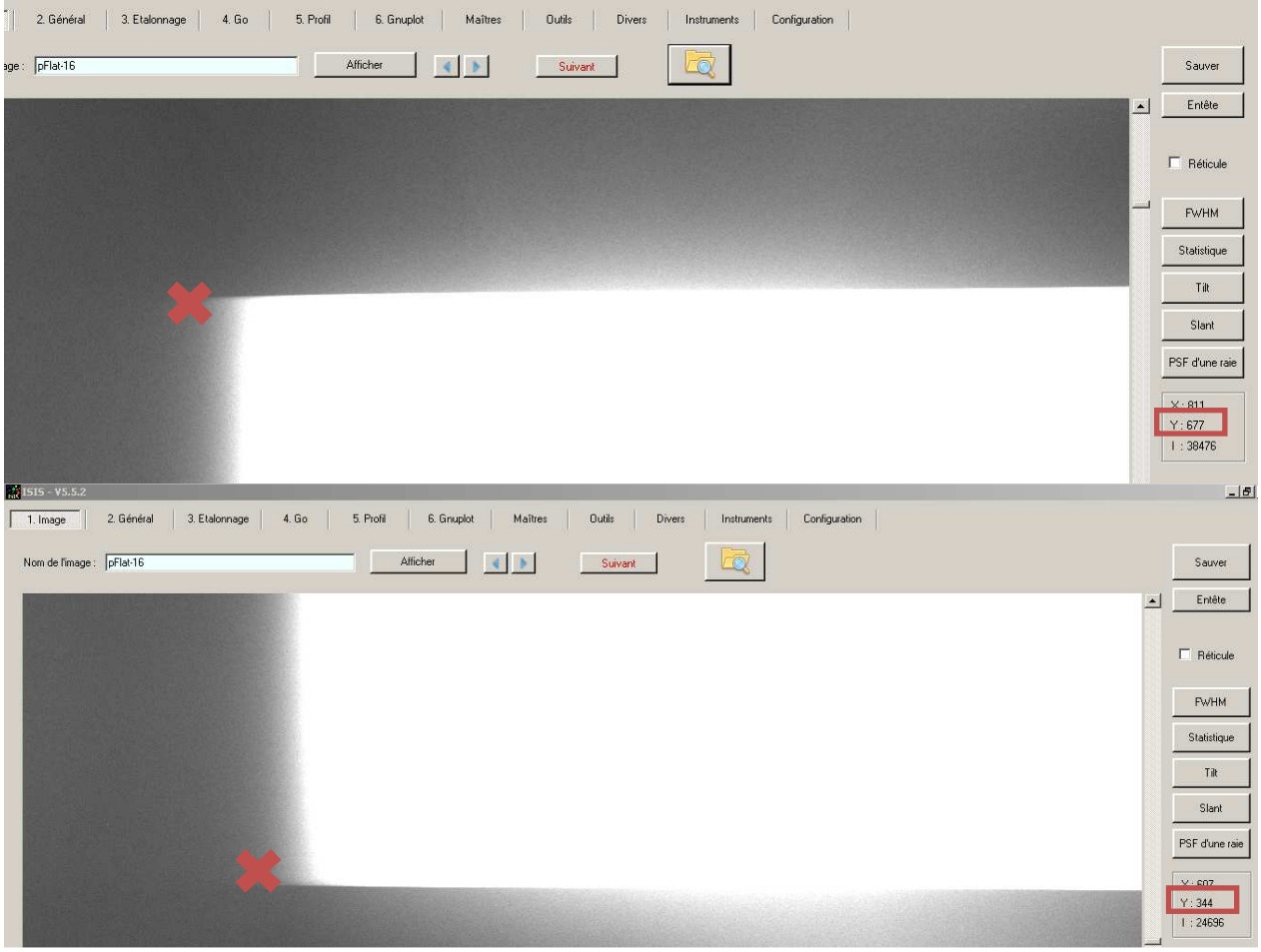
Préparation du Masterflat :



Renseigner le nom des images de flat et les images maitres dark et offset (bias), et le nom de l'image maitre résultante

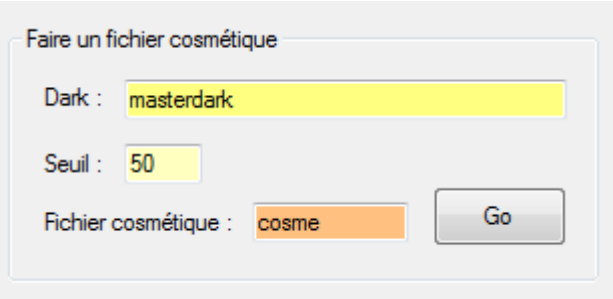
- Nom générique : **Flat_**
- Image Dark : **masterdark**
- Image d'offset : **masterbias**
- Résultat : **masterFlat**

(Optionnel) Pour améliorer la qualité du masterflat il peut être intéressant d'utiliser la routine de **correction du défaut de gain de colonne**. C'est intéressant si la fente d'entrée du spectrographe n'est pas éclairée de manière uniforme par la lampe de flat et que on veut ensuite traiter des spectres d'objets faibles et étendus (voir http://www.astrosurf.com/buil/isis/quicklhires/flat_fr.htm). Cocher la case « Correction du défaut de gain colonne », puis renseigner les valeurs de coordonnées Ymin et Ymax. Pour déterminer ces valeurs, ouvrir une image de flat (dans l'onglet 1. Image) et avec le curseur repérer les coordonnées Y en haut et en bas de l'image de la fente (avec un peu de marge pour être sur qu'Isis ne prendra en compte que l'image de la fente) :



Noter et renseigner les valeurs Y min et max dans l'outil.
Cliquer sur Go, Isis va générer le fichier **masterFlat** dans le répertoire de travail.

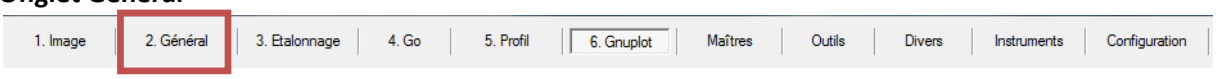
Création de la carte de pixels chauds (fichier « cosmetic ») :
Renseigner le nom de l'image maitre dark = **masterdark** et le fichier de sortie = **cosme**
Renseigner un seuil puis procéder par essais successifs pour obtenir (voir dans la fenêtre de résultat) un nombre de pixels chauds raisonnable par rapport à la caméra utilisée (avec la CCD 314 à -15°C on cherche 100-200 pixels chauds)



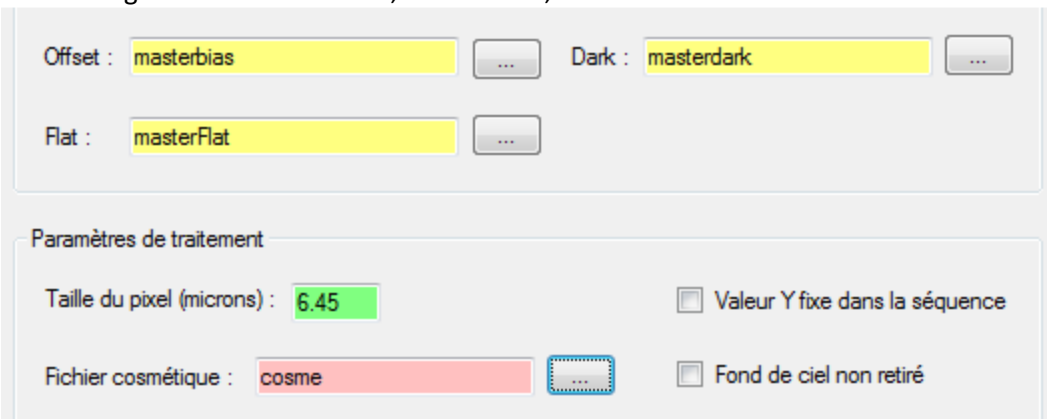
Isis crée un fichier cosmétique qui contient les coordonnées des pixels chauds identifiés. Chaque itération écrase et remplace le fichier déjà existant.
Les images maîtres, une fois générées, sont à renseigner dans l'onglet **2-Général.**

Notez que vous pouvez très bien traiter vos spectres sans ces images maitres, mais il est possible que vous vous fassiez taper sur la tête par les puristes, c'est donc à vos risques et périls :-)

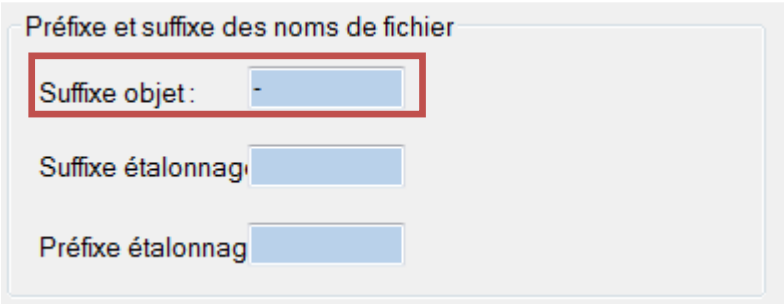
Onglet General



Renseigner les images maitre **masterbias**, **masterdark**, **masterFlat** et le fichier **cosme**



Vérifier si ce n'est déjà fait que le **suffixe des fichiers des spectres** est bien renseigné :

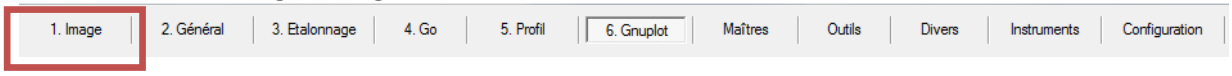


Etape 3 : Traitement de l'étoile de référence

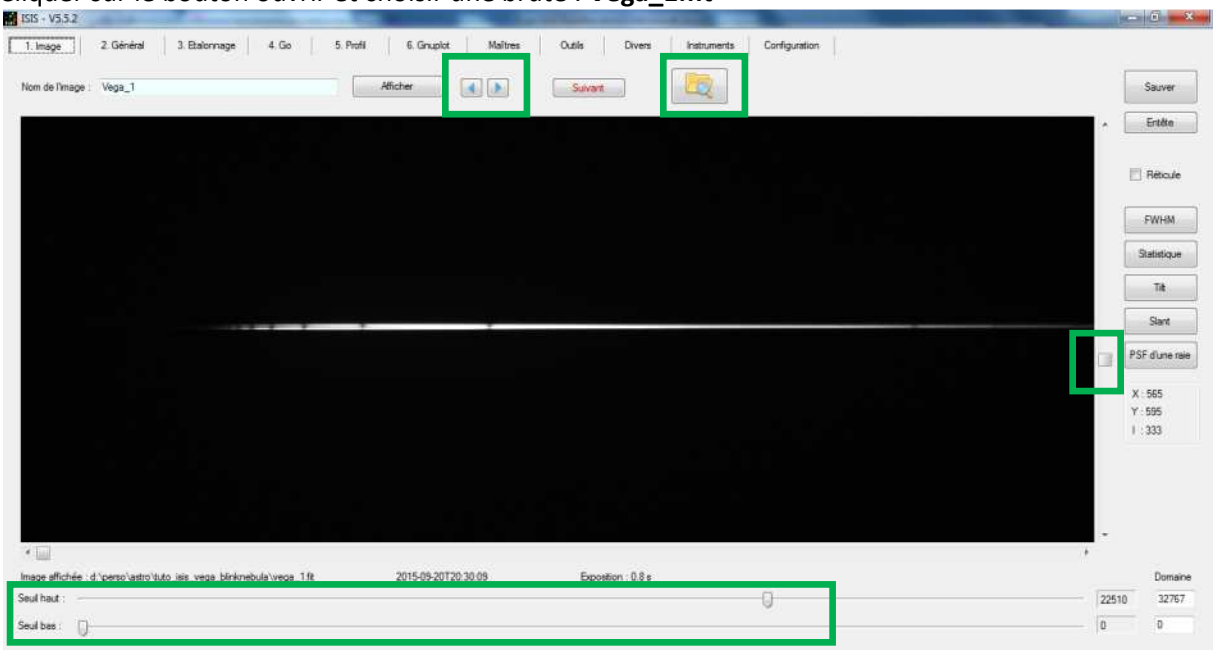
Cette étoile de référence connue et la lampe néon d'étalonnage, permettent de déterminer la dispersion en longueur d'onde et de déterminer la réponse instrumentale.
Cette étoile de référence doit être idéalement présente dans la base spectrale de Isis, être proche de

la cible (moins de 5°, à la même hauteur à cause de la diffraction atmosphérique) et chaude (type A ou B) pour montrer des raies connues de l'hydrogène.
Dans ce tutoriel l'étoile de référence est Vega (A0V). Nous disposons du module de calibration et des images de la lampe néon ce qui permet de calculer facilement la loi de calibration en longueur d'onde.

Placez-vous dans l'**Onglet Image**

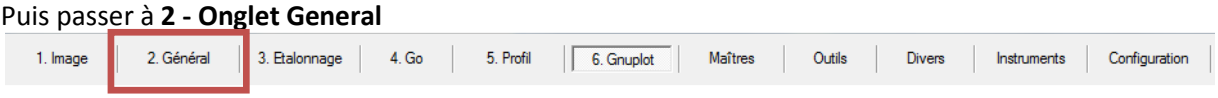


Cliquer sur le bouton ouvrir et choisir une brute : **Vega_1.fit**



Les **flèches gauche/droite** permettent de passer d'une image brute à l'autre. Jouer avec le **curseur de seuils** et les **ascenseurs** dans l'image pour visualiser au mieux les spectres.

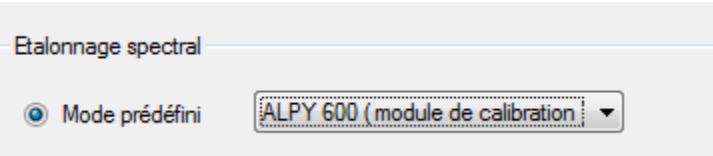
Puis passer à **2 - Onglet General**



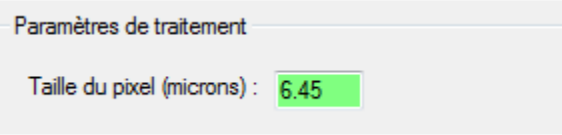
<u>Saisie des informations de l'image</u>
Saisir le nom racine **Vega_** , le nom de l'objet : **Vega**, et le nom générique **Vega_**
Cliquer sur le bouton à côté du champ **Nombre** pour renseigner automatiquement le nombre de brutes.

Si le nombre de brutes ne se renseigne pas correctement, vérifier que les suffixes sont bien renseignés, et que la numérotation d'image est bien continue.

Renseigner la section étalonnage spectral : ici « ALPY 600 (module de calibration) »



Renseigner la taille des pixels en micron de la caméra : Ici pour la caméra d'acquisition Atik 314L+ on renseigne des pixels = 6.45 microm



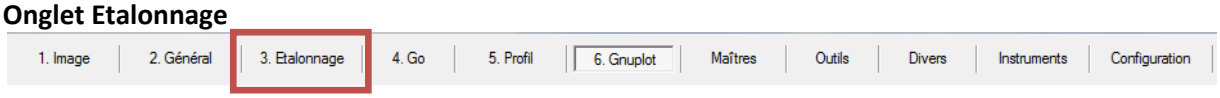
(Optionnel), cette taille donnée par le constructeur peut être affinée pour la taille réelle des pixels, qui peux varier d'une puce à l'autre, voir le site web de Christian Buil.

Indiquer les infos sur la prise de vue : Instrument, observatoire, etc. Ces informations seront rajoutées aux fichiers générés par Isis.

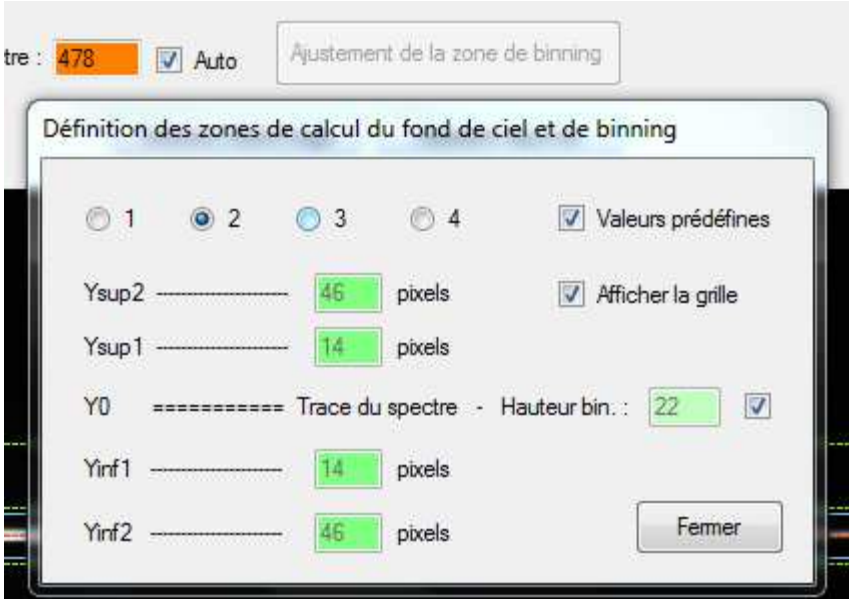
Cliquer sur le bouton « Suivant » (en haut à droite de la fenêtre) pour arriver sur l'onglet

3.Etalonnage

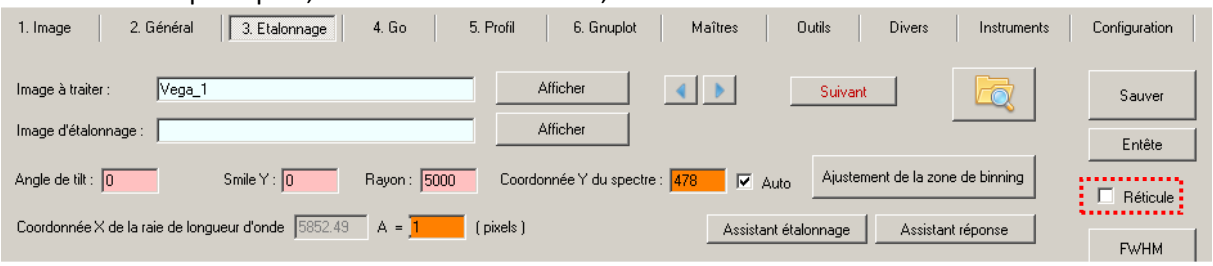
Onglet Etalonnage



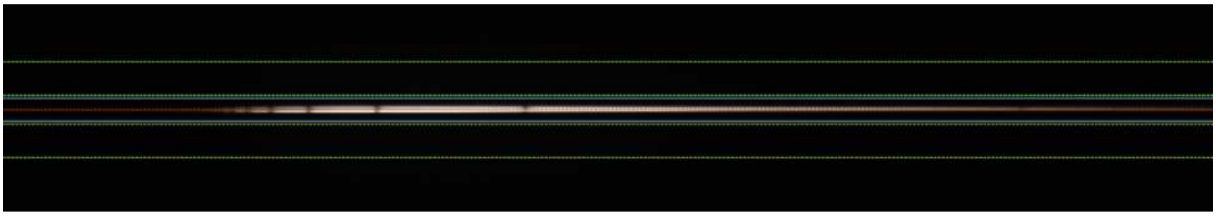
Nous allons maintenant indiquer à Isis la zone qui comprend le spectre et les zones de fond de ciel de part et d'autre du spectre. C'est LE grand avantage de la spectro sur l'astrophoto : le traitement permet de soustraire efficacement les raies de pollution lumineuse du spectre d'intérêt.
Cliquer sur le bouton « **Ajustement de la zone de binning** » puis sur la fenêtre qui s'est ouverte cocher « **Afficher la grille** » et cocher « **Hauteur bin** »



Dans la fenêtre principale, en cochant « **Réticule** »,



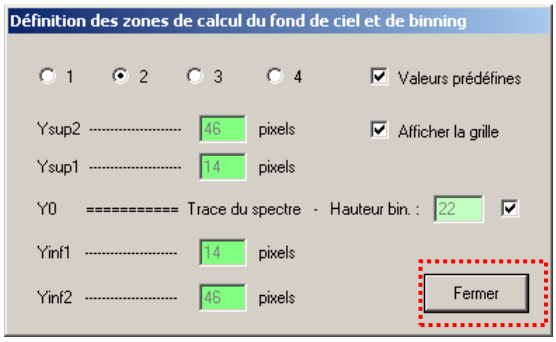
…une série de lignes pointillées s'affichent dans la fenêtre du spectre:



- La ligne rouge indique l'axe du spectre. Elle est positionnée automatiquement sur le spectre si la case « Coordonnée Y du spectre auto » est cochée dans la fenêtre principale. Elle peut être positionnée manuellement (double cliquer sur le spectre).
- Les 2 lignes bleues encadrent le spectre sur n pixel (n = Hauteur bin) et indiquent la zone d'intégration (« binning ») du spectre. Ceci permet au logiciel de prendre en compte l'épaisseur du spectre (et pas seulement sur 1 seul pixel de haut), en sommant les intensités des pixels pour chaque colonne de l'image entre les lignes bleues.

- Les 2 x 2 lignes jaunes encadrent les zones de ciel de part et d'autre du spectre, ce qui permet de soustraire le fond de ciel (pollution lumineuse). Attention, bien vérifier qu'il n'y a pas de spectre d'étoile faible dans les deux zones de fond de ciel en jouant avec les curseurs de seuils de visualisation. Le cas échéant, repositionner les zones.

Vous pouvez jouer sur la position des lignes en utilisant une des 4 valeurs prédéfinies ou bien manuellement en renseignant les valeurs Y.

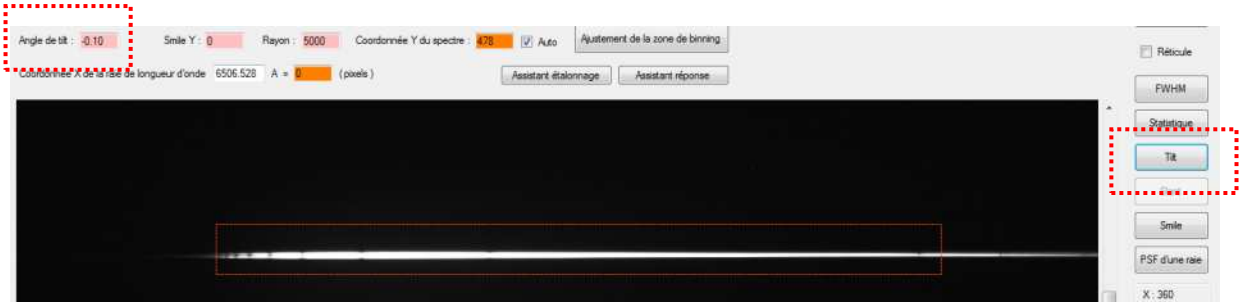


Puis fermer la fenêtre : Bouton « **Fermer** »

<u>Mesure de l'angle de tilt :</u>

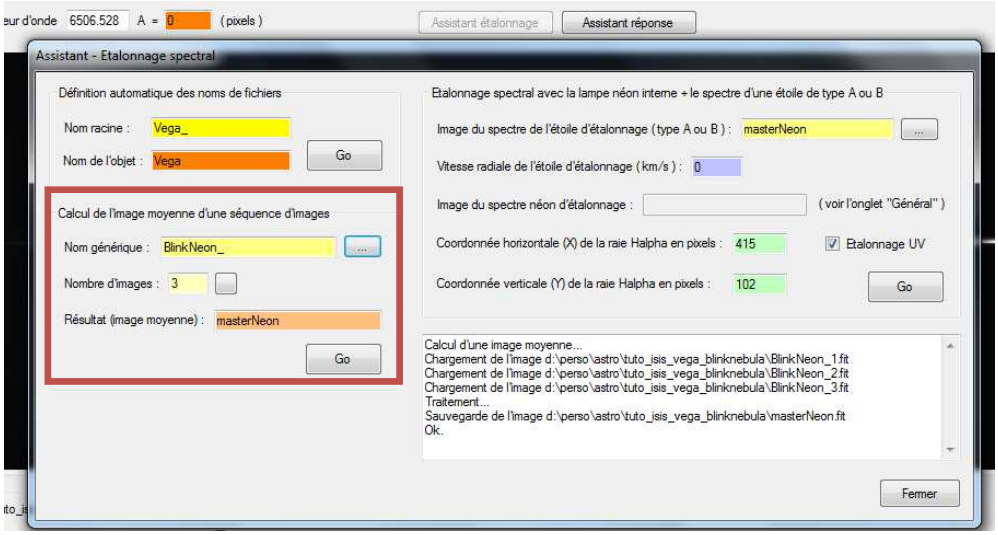
Le tilt est l'angle du spectre par rapport à l'horizontale

Avec la souris, dessiner un rectangle autour du spectre (partie la plus brillante) et cliquer sur le bouton « **Tilt »**. La valeur de l'angle de tilt se met à jour.

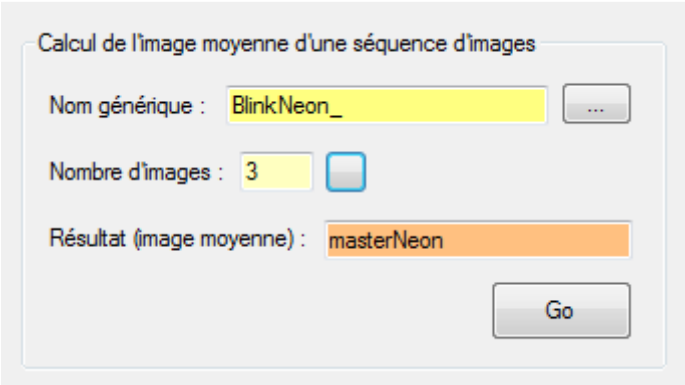


<u>Etalonnage avec le module de calibration (lampe Néon)</u>

On commence par générer une image maître de la lampe néon du module de calibration, en moyennant plusieurs images afin d'augmenter le rapport signal/bruit et améliorer la détection des raies faibles par le logiciel. Cliquer sur le bouton « **Assistant étalonnage »**, et sélectionner les images de la lampe de calibration (ici : BlinkNeon_)



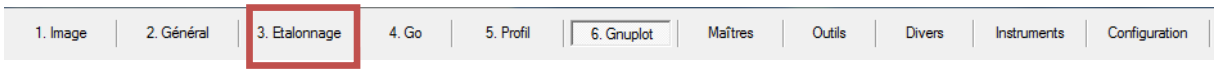
Cliquer sur le carré à droite du champ « Nombre d'image » pour récupérer automatiquement le nombre d'images brutes. On peut aussi le renseigner à la main.
Indiquer le nom du fichier de sortie : **masterNeon**



Cliquer sur le bouton « **Go** », l'image moyenne de la lampe néon est calculée et le fichier « masterNeon » est créé dans le répertoire de travail.

Revenir ensuite sur l'onglet **3.Etalonnage**

Onglet Etalonnage

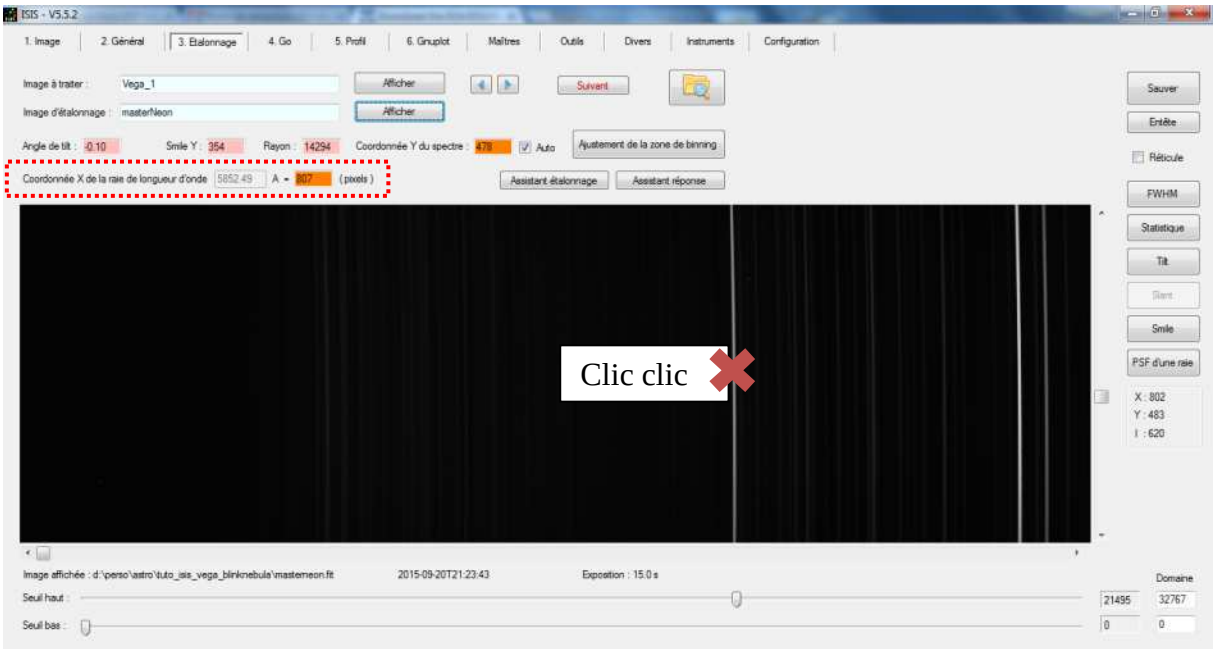


<u>Renseigner l'image d'étalonnage</u>
On renseigne l'image moyenne de la lampe néon dans « Image d'étalonnage »

Ensuite, cliquer sur le bouton « **Afficher** » pour avoir un aperçu de l'image d'étalonnage.
<u>Mesure du « smile »</u>
Le smile est la courbure verticale des raies spectrale (en forme de parenthèse). Idéalement, les raies devraient être parfaitement verticales, ce qui n'est pas le cas.

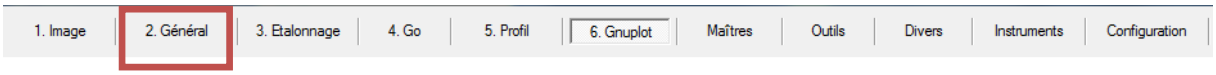
Dessiner avec la souris un rectangle vertical sur la raie du spectre de la lampe d'étalonnage (choisir comme ci dessous la raie la plus brillante au centre du spectre, la première raie brillante en partant de la gauche, c'est la raie du Ne à 5852A), puis cliquer sur le bouton « **Smile » ;** les valeurs Y et rayon du smile sont renseignées automatiquement.

On indique ensuite à Isis où est la raie caractéristique du Ne à 5852A (la première raie brillante en partant de la gauche, voir ci-dessus) en double cliquant sur la raie, à la même haute que le spectre de Vega (478 pixel en hauteur)(flèche rouge ci-dessous)

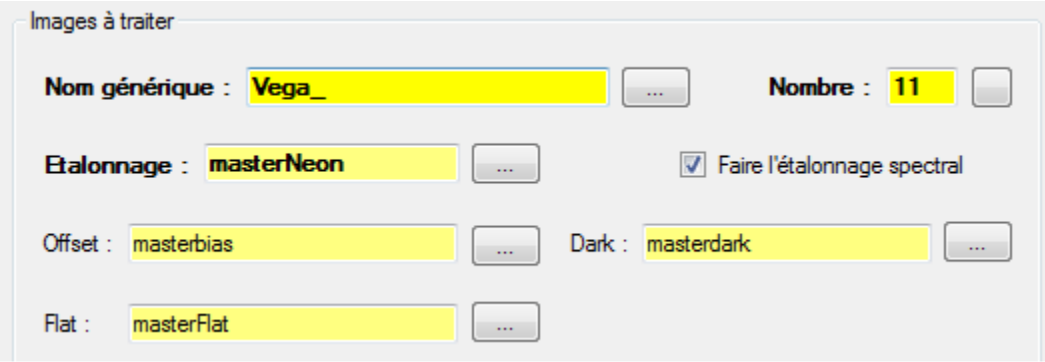


La coordonnée en X de la raie du Ne à 5852A est renseignée automatiquement dans le logiciel lors du double clic sur la raie. Cette raie sert de référence au logiciel qui détectera automatiquement toutes les autres raies du néon et calculera la loi de dispersion en longueur d'onde.

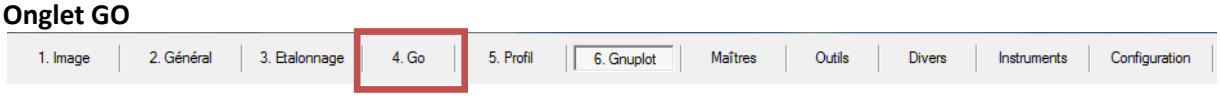
Revenir dans l'onglet 2. General, et vérifier le paramétrage



Renseigner le fichier d'étalonnage **masterNeon**

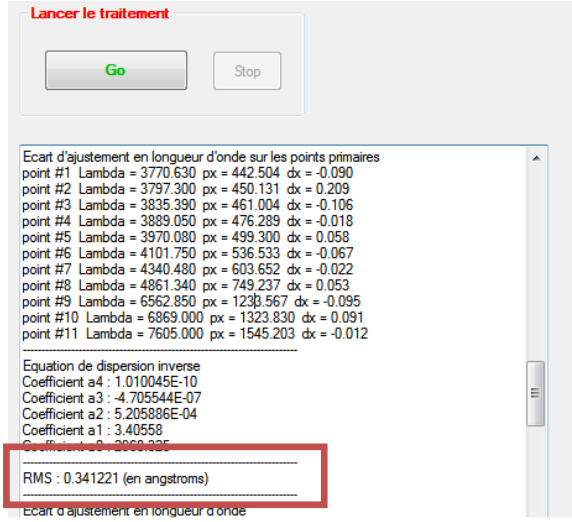


Onglet GO



Vérifier que la boite « Faire l'étalonnage spectral » est cochée, puis lancer le traitement en cliquant sur le bouton => **GO**

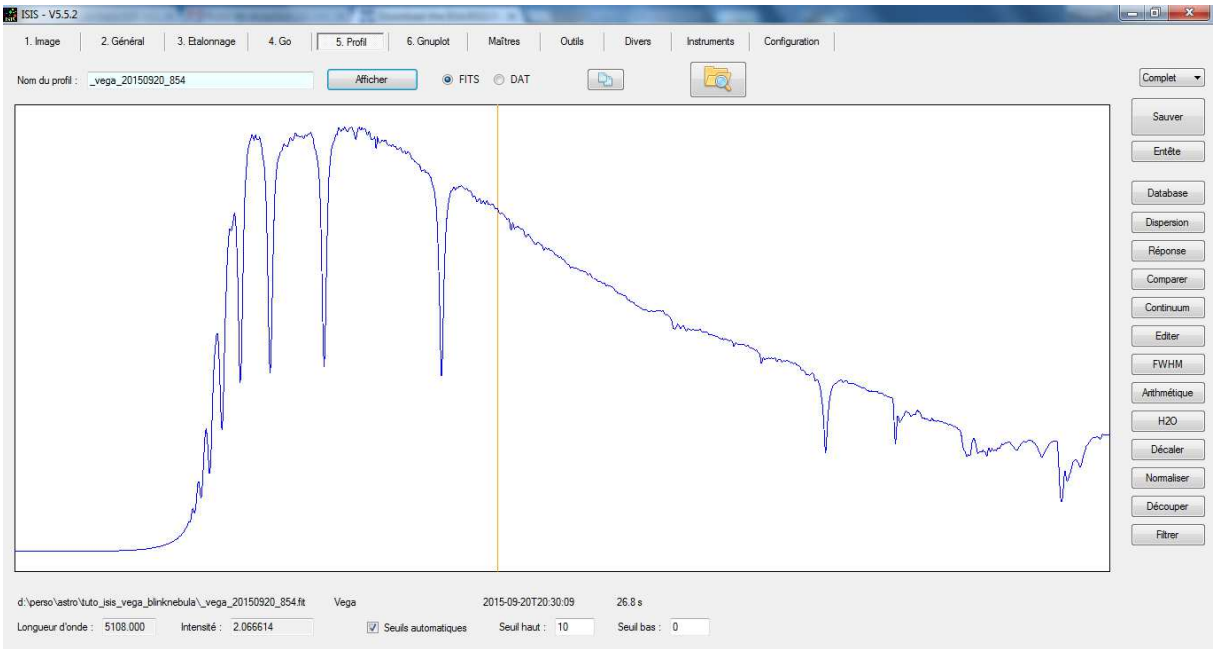
Vérifier dans le log l'erreur RMS de la calibration en longueur d'onde: Il faut être le plus bas possible (< à 1 angstroms).



Ici on a une erreur de 0.34A, c'est ok. Si l'erreur est importante (>1A), il y a un problème de calibration (par exemple Isis n'a pas identifié les bonnes raies du spectre de la lampe néon) : reprendre les réglages dans l'onglet 3.Etalonnage.

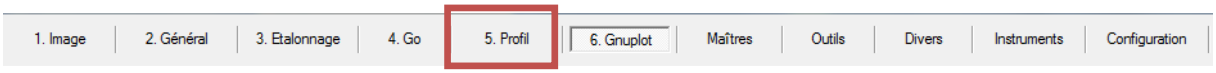
En fin de traitement cliquer sur **Voir le profil** (normalement le logiciel bascule automatiquement sur l'onglet 5. Profil)

Le spectre de l'étoile Vega est affiché :



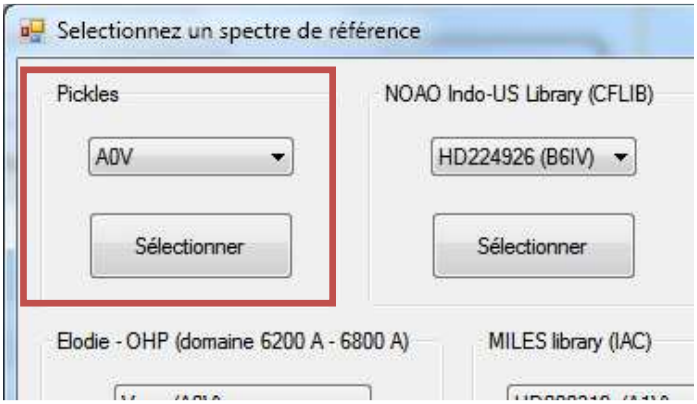
Etape 4 : Réponse instrumentale

Dans l'onglet 5. Profil



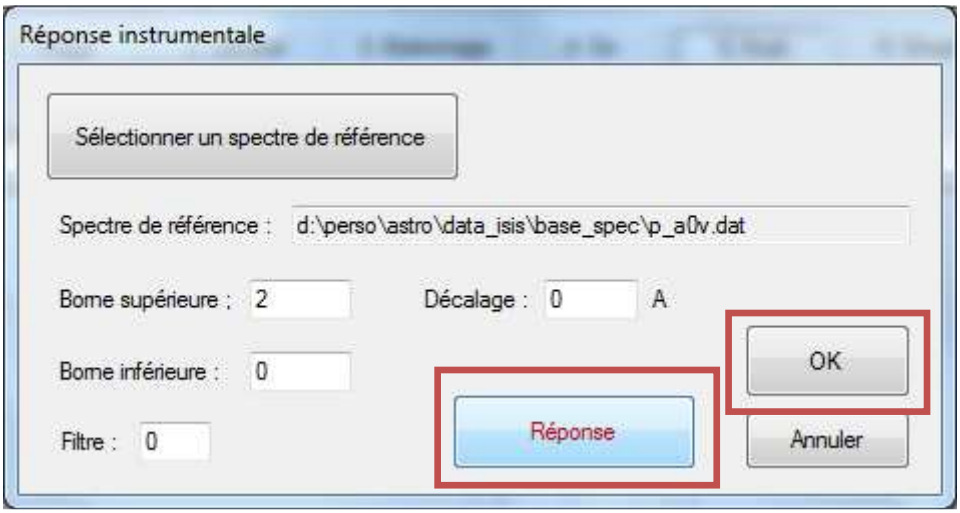
Cliquer sur **Réponse** et choisir dans la bibliothèque Pickles un spectre de référence en cliquant sur le bouton « **Sélectionner un spectre de référence** »
Vega étant une étoile de type A0V, il faudra choisir un spectre de référence … A0V.

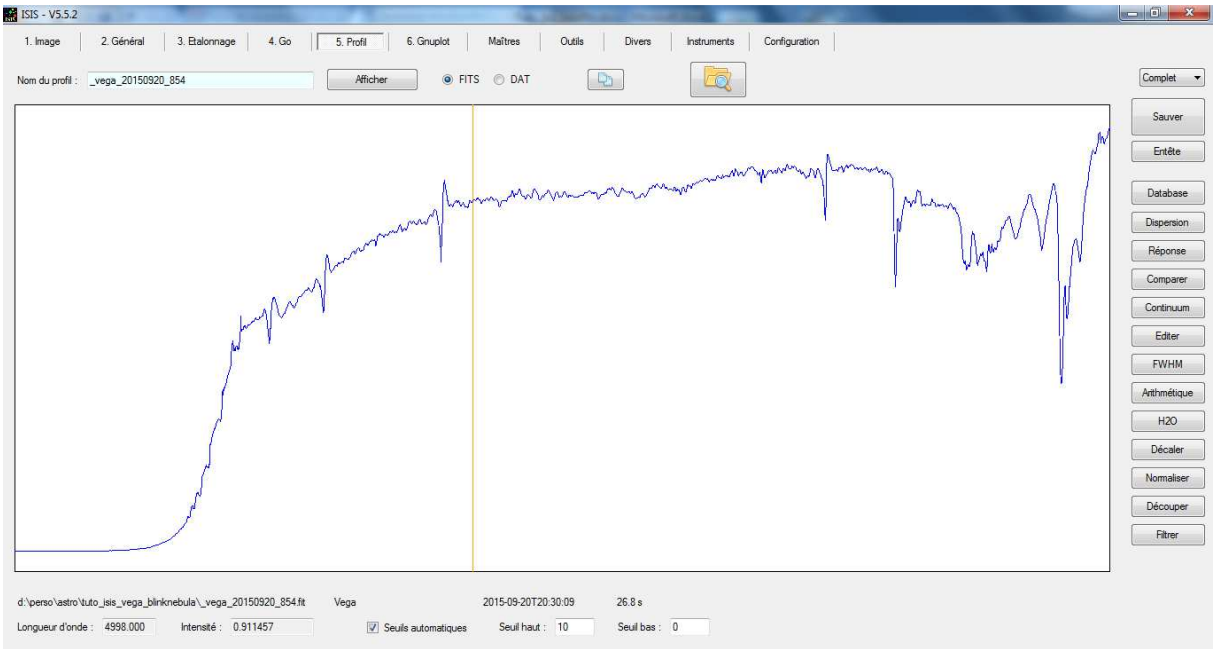
Pour information, la bibliothèque Pickles (Pickles 1998) ne contient pas les spectres individuels d'étoiles mais des spectres "synthétiques" qui combinent (moyenne) différentes observations pour chaque type spectral et classe de luminosité. Les spectres Pickles sont donc « standard » et ne sont pas affectés par des erreurs d'observation comme le sont ceux d'une bibliothèque d'observation d'étoiles individuelles.



Puis cliquer sur le bouton « **Sélectionner**» juste en dessous.

Puis cliquer sur **Réponse pour afficher le spectre de référence** puis sur **OK**

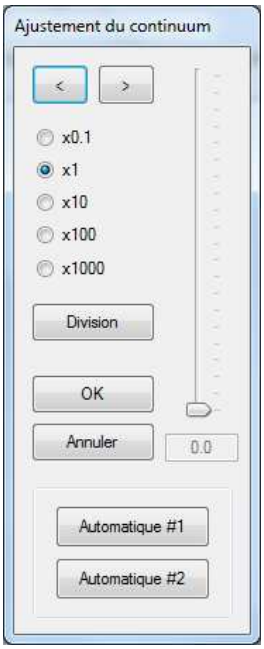




Le logiciel divise le spectre de véga / le spectre de référence et affiche le résultat, c'est la courbe de réponse instrumentale, avec des défauts qu'on va maintenant corriger.

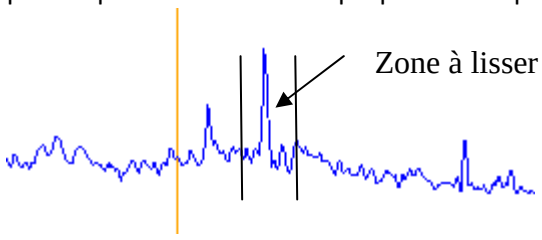
<u>Lissage de la courbe</u>
On veut lisser la courbe car il y a du bruit et des perturbations.

Cliquer le bouton « **Continuum** » à droite

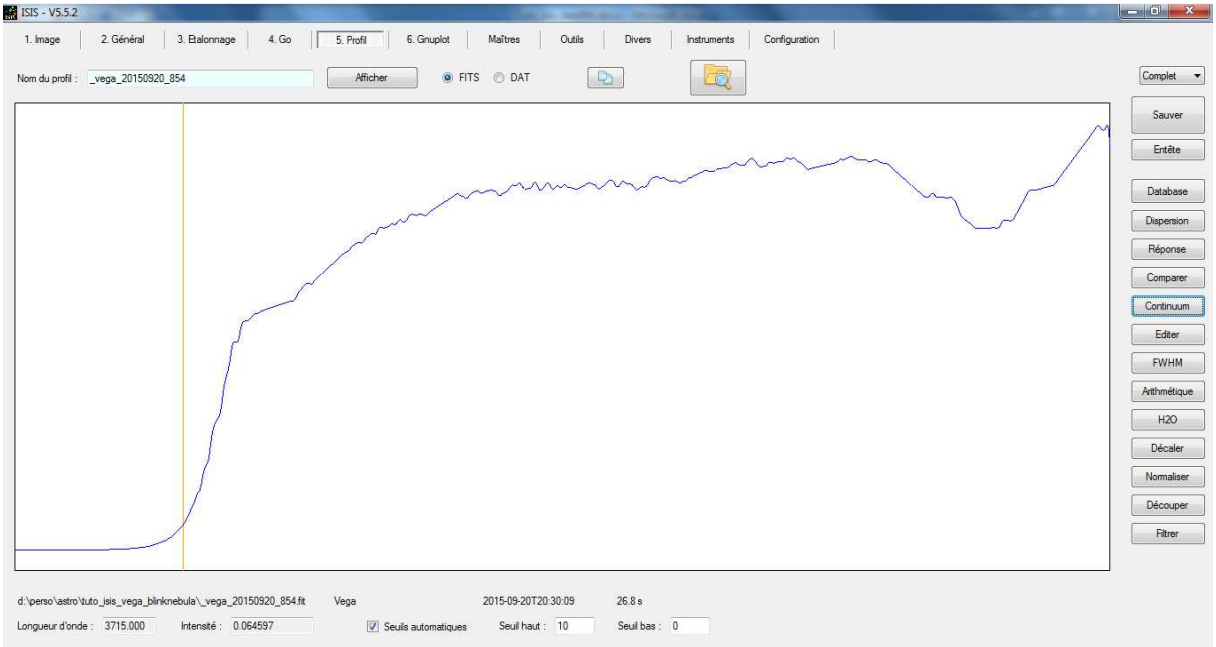


Jouer sur le curseur pour lisser

Double cliquer de part et d'autre d'un pic pour le couper (on sait que ca ne vient pas du capteur)



Exemple :



Avec un peu d'expérience on saura facilement jusqu'ou ne pas trop lisser, quelles sont les raies telluriques dans le rouge qu'on peut couper, la bosse de réponse dans le bleue due aux capteurs

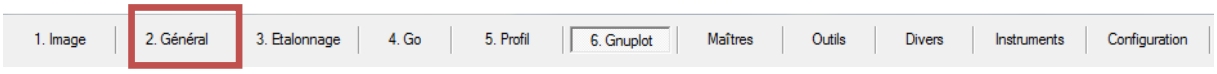
Sony qu'il est bon de garder, *et caetera*…

Puis sauver la courbe, renseigner un nom de fichier (par exemple **reponseinstru**) et cliquer => Sauver

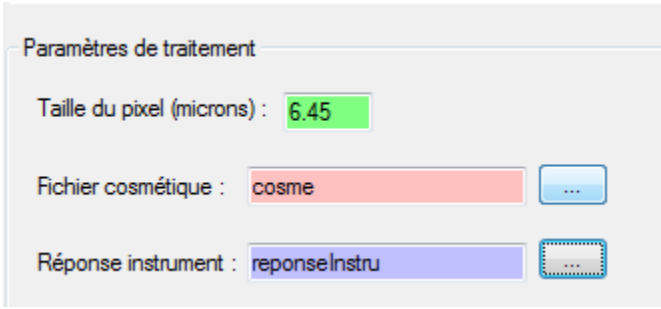
On a donc maintenant les données, les images maîtres, la loi de calibration en longueur d'onde (A/pixels), et la courbe de réponse de l'instrument en fonction de la longueur d'onde. **Il reste à finaliser le traitement de l'étoile de référence (Véga).**

Etape 5 : Traitement final des spectres

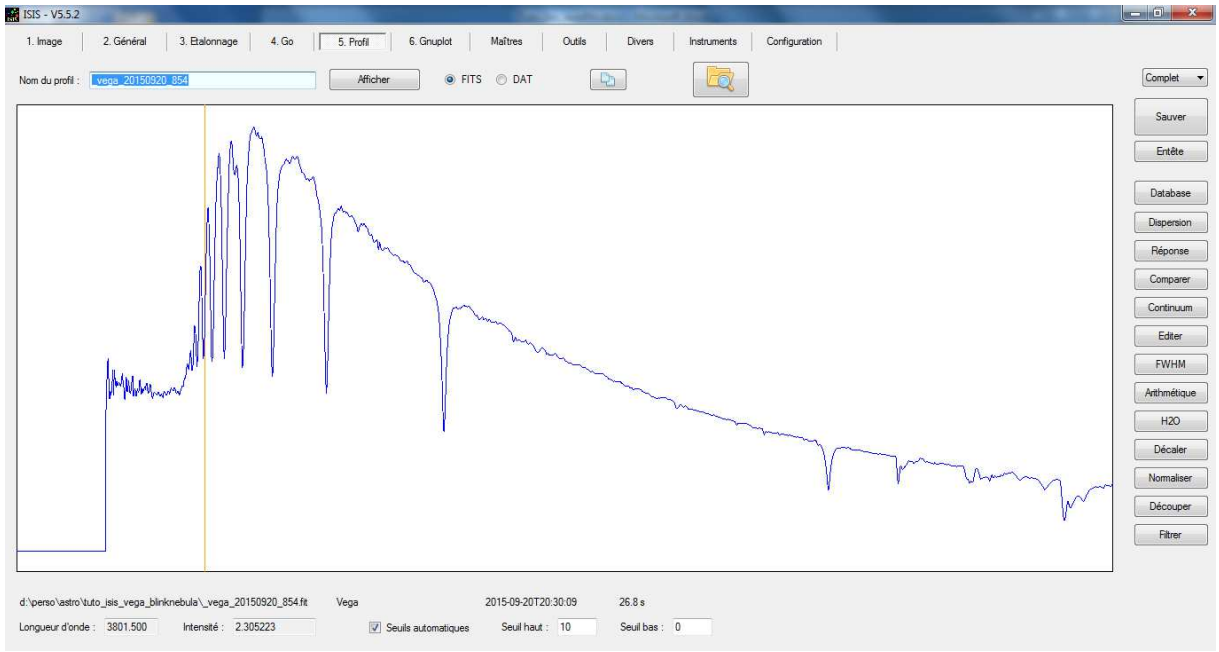
Dans l'onglet 2. General



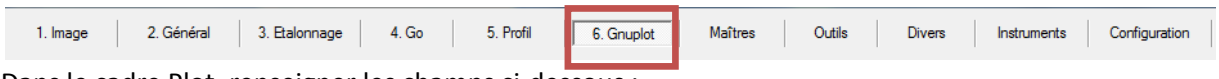
Compléter **Réponse instrument** avec le nom du fichier **reponseInstru**



Tout les autres réglages restent inchangés, ça va donc très vite. Cliquer sur le bouton =>**Suivant** puis encore **Suivant** pour arriver dans l'onglet **GO**
On clique sur **GO** pour lancer le traitement.
En fin de traitement, cliquer sur « **Voir le profil** » pour afficher le spectre de Vega final (étalonné en longueur d'onde et corrigé avec la réponse instrumentale)



Pour enregistrer un graphique, aller dans l'onglet 6. Gnuplot



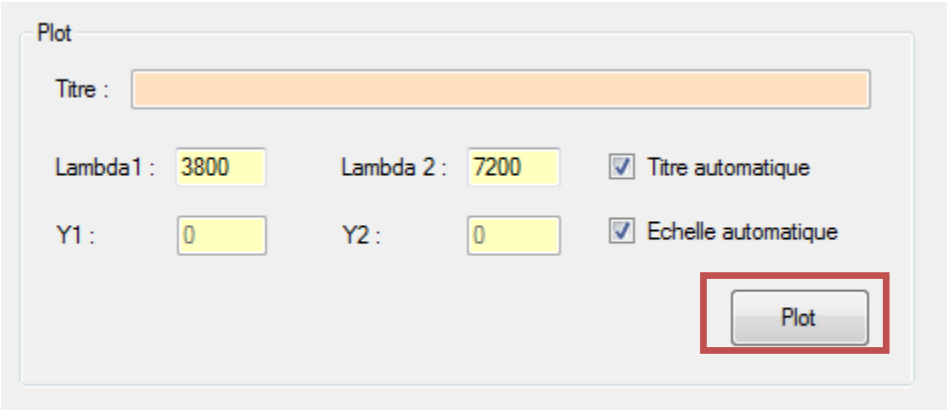
Dans le cadre Plot, renseigner les champs ci-dessous :

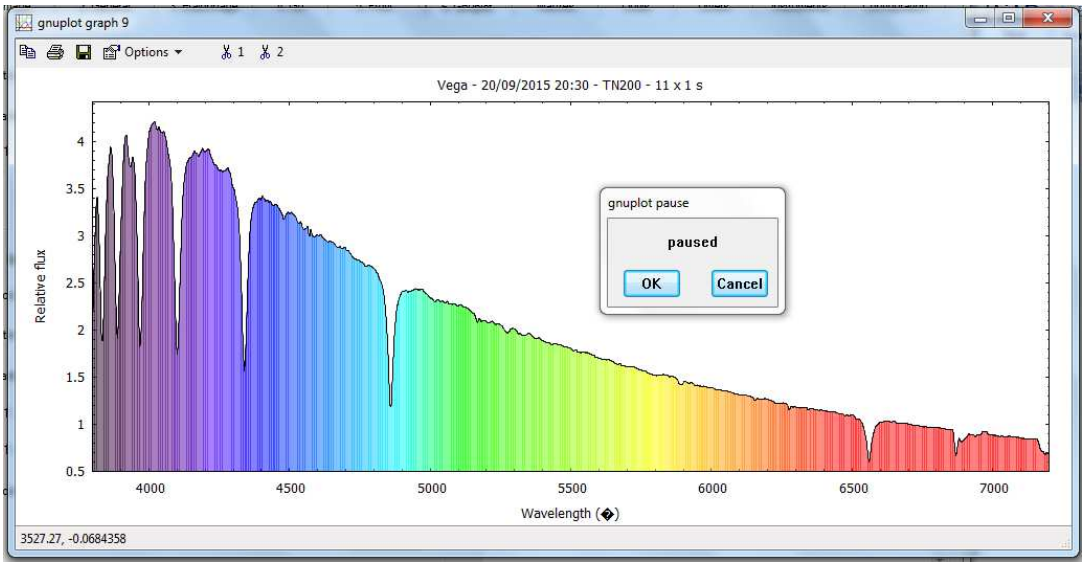
Lambda 1 : **3700**

Lambda 2 : **7800**

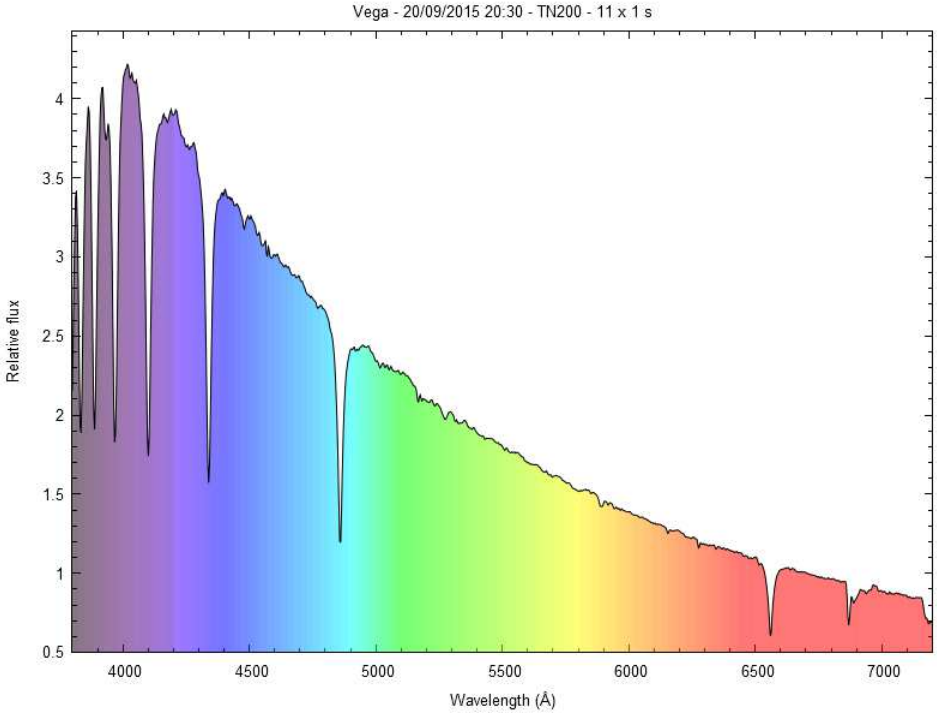
Ce sont les bornes min et max de l'abscisse (lambda en A)

Cliquer sur Plot



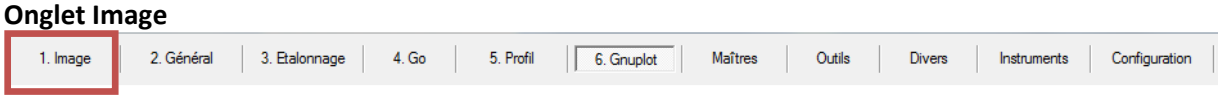


Gnuplot s'ouvre et affiche une prévisualisation du graphe. Clichez sur OK dans la petite fenêtre « pause », le fichier image .png a été créé dans le répertoire de travail :

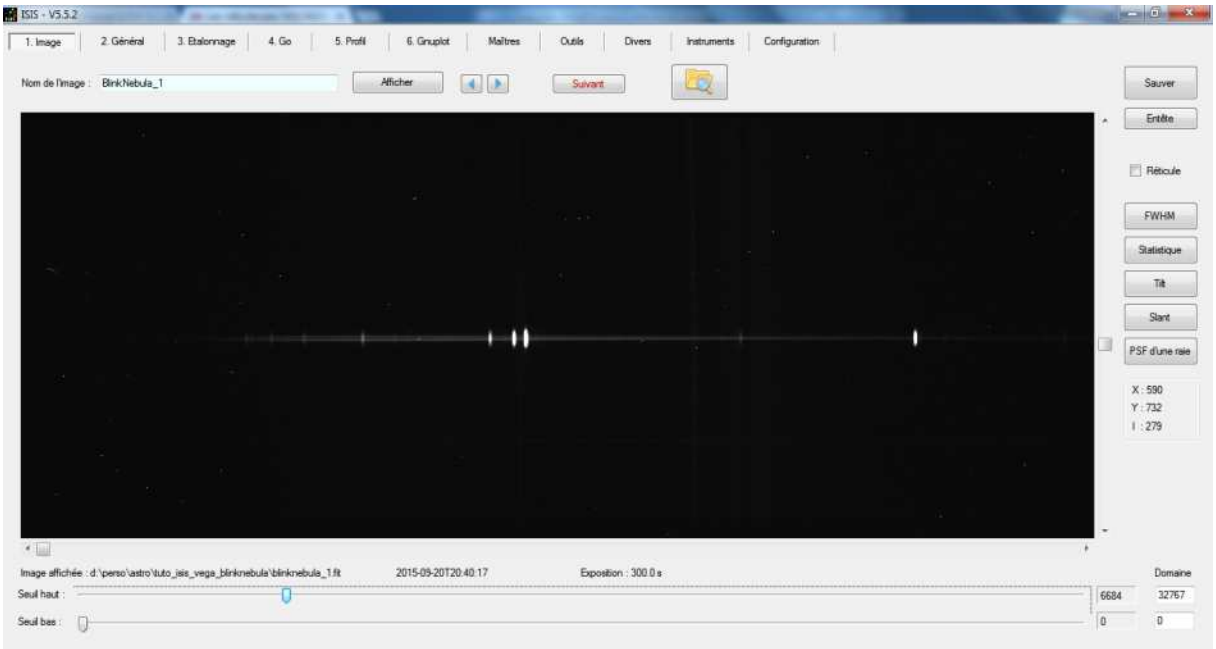


Voilà ! On peut traiter tous les spectres de la session. Par exemple, pour le traitement de NGC6826 : la Blink Nebulae

Onglet Image

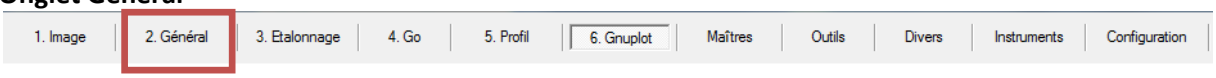


Ouvrir une brute de la nébuleuse : BlinkNebula_1

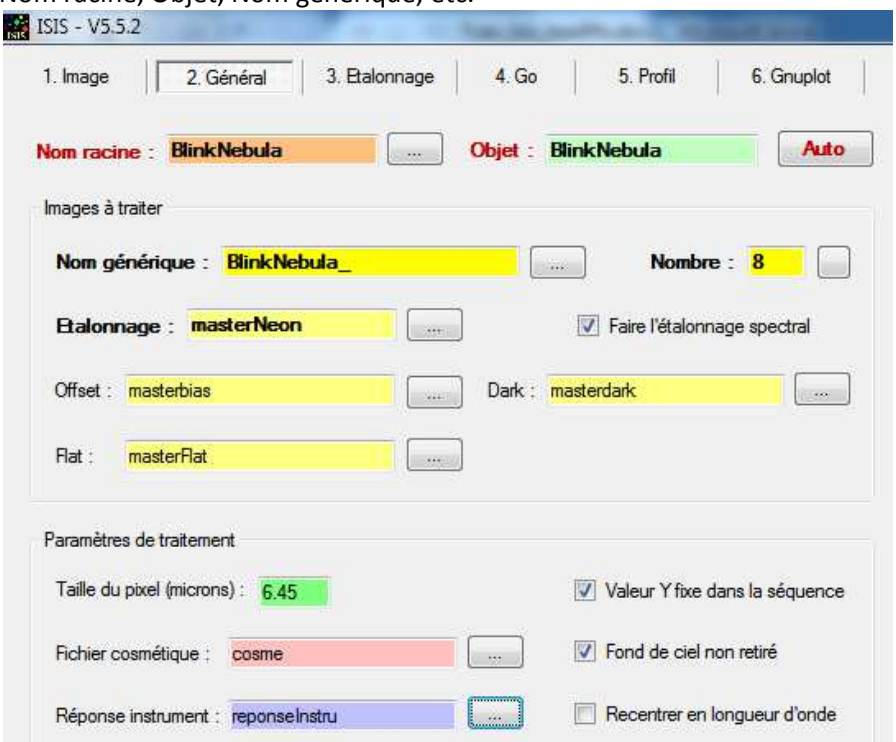


Cliquer sur « **Suivant** » pour arriver sur l'onglet « Général »

Onglet Général

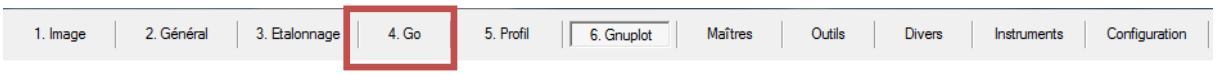


Vérifier les paramètres :
Nom racine, Objet, Nom générique, etc.



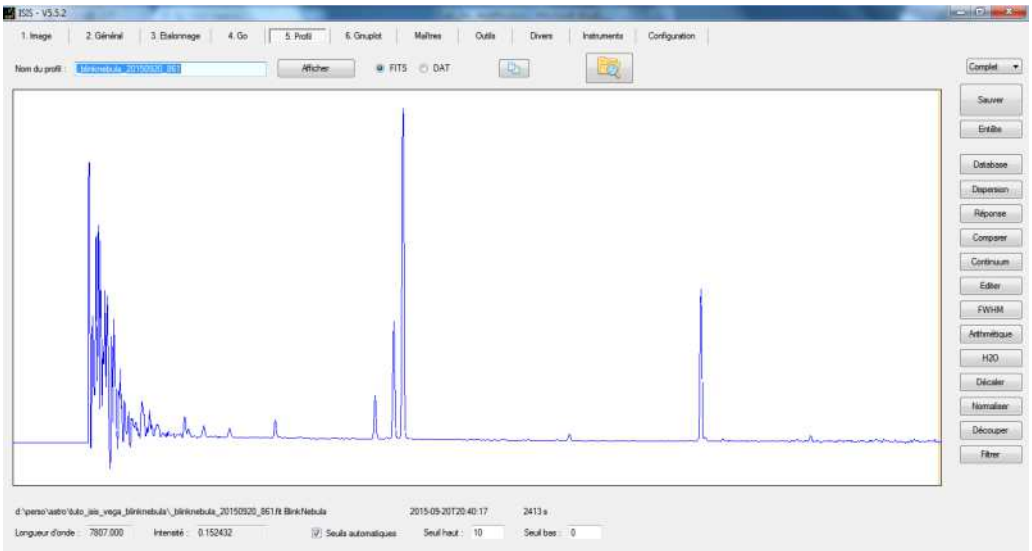
Tous les autres paramètres restent inchangés. Cliquer 2 fois sur Suivant pour arriver sur l'onglet « **Go** »

Onglet Go

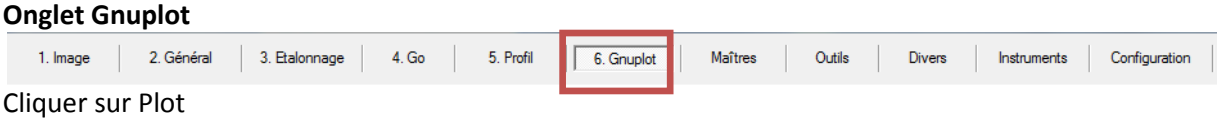


Cliquer sur « Go » pour lancer le traitement

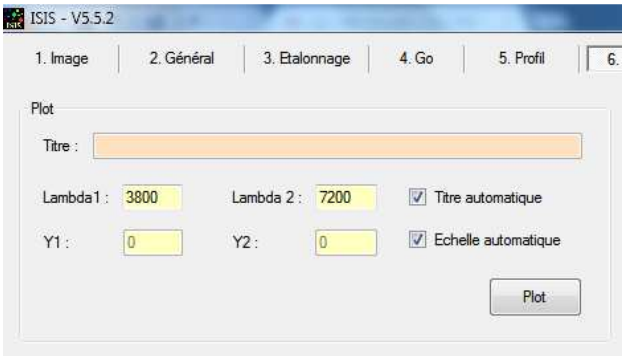
Cliquer sur « **Voir le profil** » pour afficher le spectre

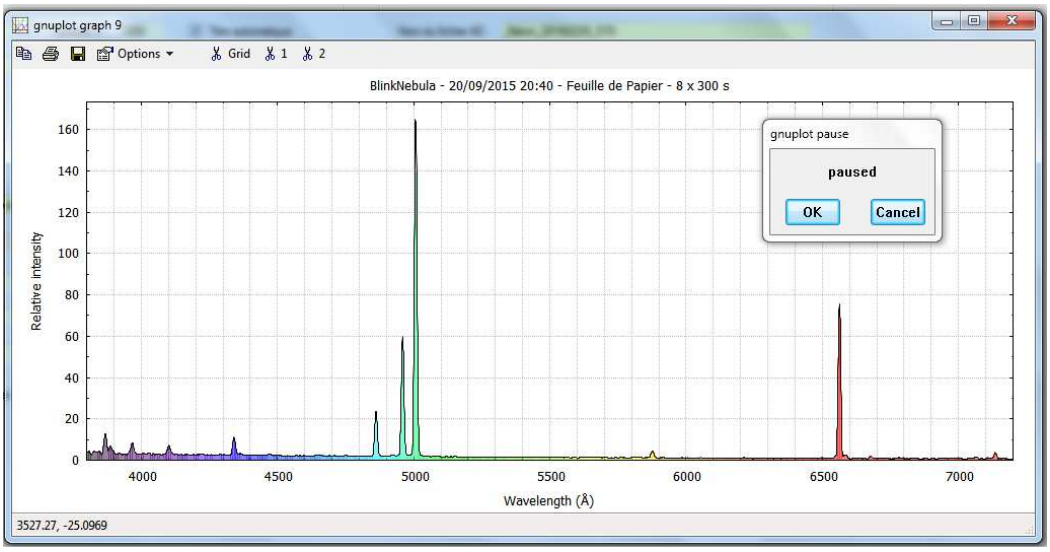


Onglet Gnuplot



Cliquer sur Plot





Fin du tutoriel et du rapport_____