



# STAR ANALYSER 100

MANUEL UTILISATEUR



DC0006A – août 2007

## TABLE DES MATIERES

Instructions.....	3
Description.....	3
Soin et maintenance.....	3
Au premier regard.....	3
Première lumière.....	4
Problèmes courants.....	4
Traitement des spectres.....	5
Calibration en longueur d'onde.....	6
Afficher le profil spectral.....	6
Astuces pour enregistrer les spectres d'objets faibles.....	7
Utilisation visuelle.....	7
Avec un Appareil Photographique Numérique.....	7
Autres conseils et informations.....	9
Réponses aux Questions les plus Fréquentes (FAQ).....	10
1 Qu'est-ce que la spectroscopie?.....	10
2 Pourquoi la spectroscopie est-elle si importante en astronomie?.....	10
3 Qu'est-ce que le Star Analyser 100?.....	10
4 Comment le Star Analyser 100 fonctionne-t-il?.....	10
5 En quoi le Star Analyser est-il spécial?.....	10
6 Quels objets puis-je enregistrer?.....	10
7 Que puis-je apprendre sur l'objet avec son spectre?.....	11
8 Quelle caméra utiliser?.....	11
9 Quel type de télescope puis-je utiliser?.....	11
10 Jusqu'à quelle magnitude puis-je descendre?.....	11
11 Quelles longueurs d'onde puis-je enregistrer?.....	11
12 Quelle est la résolution des spectres obtenus avec le Star Analyser 100?.....	11
13 Jusqu'où peut être éloigné le Star Analyser 100 du capteur?.....	12
14 A quoi servent les tubes allonge? En ai-je besoin?.....	12
15 Comment focaliser un spectre?.....	12
16 Comment transformer mon spectre en une jolie bande élargie?.....	12
17 Comment calibrer mon spectre en longueur d'onde?.....	13
18 Comment convertir mon spectre en graphe?.....	13
19 Puis-je utiliser mon Star Analyser 100 en visuel?.....	13
Annexe 1: types spectraux des étoiles brillantes du ciel.....	14
Annexe 2: les 20 étoiles de Wolf Rayet les plus brillantes.....	15
Annexe 3: les raies telluriques (O2).....	16
Annexe 4: raies Balmer d'hydrogène.....	16
Annexe 5: liens utiles.....	16
Pour nous contacter.....	16

# Instructions

## *Description*

Le Star Analyser 100 est un réseau de diffraction à transmission de 100 traits par millimètre, d'une très haute efficacité de transmission, blazé au premier ordre. Il est fixé sur une bague standard de 31.75mm de diamètre avec un pas de vis compatible avec la plupart des télescopes et accessoires du marché.

Le Star Analyser 100 a été conçu pour produire le plus facilement possible des spectres basse résolution d'objets du ciel. Il convient pour de nombreux type d'appareils photographique (caméras CCD, webcam, Appareils Photographiques Numériques...) et peut s'ajouter à votre série de filtres astronomiques. Il est également possible de l'adapter en visuel.

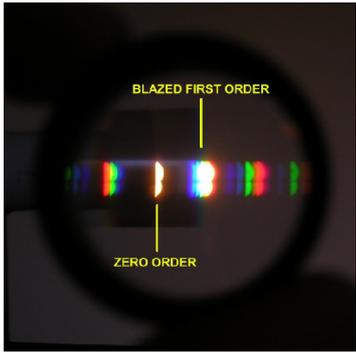
Un anneau de blocage est livré avec le Star Analyser 100 pour pouvoir bloquer le réseau dans une certaine orientation.

## *Soin et maintenance*

Le Star Analyser a été conçu et fabriqué pour durer plusieurs années. Il ne peut pas être démonté par l'utilisateur et la surface extrêmement fragile du réseau est protégée par des disques de verres traités anti-réflexion. L'alignement a été fait soigneusement en usine.

Comme pour toute partie optique, le Star Analyser 100 requiert le plus grand soin. Il doit être stocké dans sa boîte protectrice quand il n'est pas utilisé – en cas de buée sur l'optique, bien laisser la buée s'évaporer avant de le renfermer dans la boîte. Ne pas toucher les surfaces en verre. Les poussières peuvent être enlevée avec une bombe à air comprimé (sans huile!) ou un pinceaux à air pour optiques photographiques. Des traces plus sévères (des empreintes de doigt par exemple) peuvent être enlevée avec des techniques plus conventionnelles de nettoyage d'optique mais il est extrêmement important d'utiliser les liquides de nettoyage avec parcimonie afin d'éviter que le liquide ne pénètre entre les pièces optiques.

## *Au premier regard...*

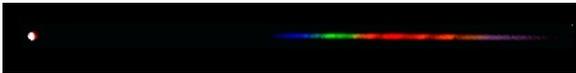
	<p>Placez votre Star Analyser 1000 devant votre oeil et regarder une source ponctuelle de lumière blanche: la source lumineuse est visible avec une série d'arc-en-ciel de part et d'autre de la source.</p> <p>Le centre est appelé l'ordre zéro; c'est l'image telle quelle de la source, non dispersée. Les arc-en-ciel de part et d'autre sont chacun un ordre de dispersion du réseau: ordre +1, +2, ... mais aussi -1, -2, ... Un ordre est nettement plus lumineux que les autres, il s'agit de l'ordre +1 car le réseau est blazé pour laisser plus passer la lumière visible sur ce premier ordre. C'est cet ordre que nous utiliserons pour étudier la nature des objets célestes. Notez une marque sur le côté du porte-réseau: elle indique la direction de l'ordre +1 ce qui sera utile par la suite. On essaiera aussi de photographier l'ordre 'zéro' de l'objet par la suite car il nous donnera une référence de calibration.</p>
<p><i>Le premier ordre ('first order') domine sur cette image de la vue d'une lampe à travers le Star Analyser 100. L'ordre zéro ('zero order') n'est lui pas dispersé.</i></p>	

## **Première lumière**

Pointez et centrez votre télescope vers une étoile brillante; un type spectral M est un bon premier choix car les raies d'absorption larges et nombreuses sont facile à voir; un type A est aussi intéressante avec essentiellement les raies d'hydrogène. Vous trouverez une liste des types spectraux des principales étoiles brillantes en Annexe 1.

Vissez le Star Analyser 100 sur l'embout 31.75mm de votre caméra puis dévissez légèrement pour aligner la direction du réseau (marque sur le bord du support) avec l'axe horizontal de votre appareil photographique (ou caméra CCD ou webcam). L'image de l'étoile visée sera moins lumineuse que sans le Star Analyser 100 mais vous voyez en plus le spectre de l'étoile s'étaler horizontalement sur l'image. Positionner le télescope de façon à avoir sur l'image l'ordre 'zéro' et le premier ordre (le plus lumineux! Attention de ne pas tomber dans le piège d'observer l'ordre -1).

Nous comparons parfois la spectroscopie avec une tartine de confiture... en effet, le Star Analyser 100 étale la lumière de l'étoile selon les couleurs (longueurs d'onde) des photons disponibles. Avec une seule cuillerée de confiture étalée, il reste peu de confiture par unité de surface... la solution pour les gourmands est donc de prendre plus de confiture au départ... donc de poser plus longtemps sur l'objet observé!

	Le spectre s'étale du bleu au rouge, comme un arc-en-ciel. Focalisez alors votre télescope pour avoir le spectre le plus fin et le plus détaillé possible.
	Bravo! Vous avez enregistré votre premier spectre avec votre Star Analyser 100.
<i>Spectres pris avec une caméra ToUCam Pro de delta Virginis (type M, en haut) et Véga (type A, en bas).</i>	

## **Utilisation de l'anneau de blocage.**

Le Star Analyser 100 est livré avec un anneau de blocage pour fixer l'orientation du Star Analyser 100. L'anneau se visse à l'intérieur de l'embout de caméra et le Star Analyser 100 se visse dedans jusqu'à se bloquer contre l'anneau de blocage. En jouant sur la profondeur de l'anneau, on définit l'orientation du Star Analyser 100 en position de blocage.

Il est possible de coller l'anneau en vous assurant au préalable qu'il ne gêne pas dans d'autres applications et que la colle utilisée peut être enlevée par la suite.

## **Problèmes courants**

### *Le spectre est très faible*

Vérifiez que vous avez bien trouvé le bon spectre; déplacez le télescope autour de l'étoile et vérifiez que vous observez bien le premier ordre et non l'ordre -1 nettement plus faible.

### *Le spectre est trop long pour entrer dans le champ de vision*

(attention de ne pas confondre la partie infra-rouge du spectre de l'ordre zéro et la partie bleu du deuxième ordre qui est plus faible et plus dispersé que le premier mais qui va se superposer dans cette zone).

Votre spectre est trop dispersé. Le Star Analyser 100 est conçu pour la plupart des caméras et des embouts associés. Vous pouvez rencontrer ce problème avec une caméra avec un capteur très petit et/ou avec des embouts plus longs que la moyenne. Par exemple, les webcam ToUCam auront des difficultés à faire rentrer la zone infra-rouge dans l'image. Il y a toutefois des solutions:

1. Tourner le Star Analyser 100 pour que le spectre soit dans la diagonale du capteur. Ceci vous donnera environ 25% de longueur en plus. Le spectre pourra être redressé avec plusieurs logiciels de traitement d'image.
2. Réduire la distance entre le Star Analyser 100 et le capteur de la caméra en utilisant un embout plus petit.
3. Sortir l'étoile du champ pour ne garder que le spectre. Vous aurez toutefois l'inconvénient de ne plus avoir l'ordre zéro pour la calibration en longueur d'onde.

#### *Le spectre est tout petit*

Vous pouvez augmenter la taille du spectre en ajoutant des bagues allonge supplémentaires et en augmentant alors la distance entre le Star Analyser 100 et le capteur de la caméra.

#### *Je ne vois pas de détails sur le spectre*

Tout d'abord, certaines étoiles ne montrent pas de détails net sur le spectre de part la nature même de ces objets. Les étoiles de types M et A montrent probablement les raies les plus visibles (voir Annexe 1 pour la liste des étoiles brillantes avec leurs types spectraux). Essayez une autre étoile au début, et utilisez les techniques de traitement d'image pour augmenter la lisibilité des détails du spectre.

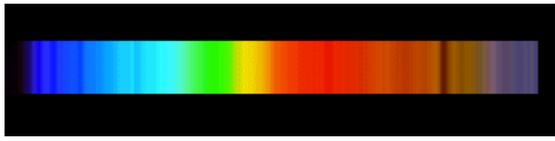
#### *Les détails sont flous*

Le Star Analyser 100 est un spectrographe de conception simple, sans fente. La résolution (et donc la finesse du spectre) est déterminée en grande partie de la taille de l'étoile au foyer de votre télescope, notamment de la turbulence. Avec des focales supérieures à 2m, vous pourrez souvent améliorer la qualité de vos spectres en utilisant un réducteur de focale.

#### *Je n'arrive pas à focaliser partout dans le spectre*

Le spectre a une focalisation différente des rayons du bleu au rouge suite à l'angle d'incidence. Il vous sera donc nécessaire parfois de faire un compromis sur la netteté. Avec une lunette achromatique, l'erreur de focalisation sera plus grande suite aux aberrations chromatiques. - notamment les achromates à courte focale où il vous ne pourrez parfois focaliser qu'une zone du spectre.

## **Traitement des spectres**

	<p>L'image du spectre peut être améliorée pour une meilleure lisibilité. Nous donnons ici les instructions avec le logiciel gratuit IRIS mais d'autres logiciels peuvent être utilisés.</p>
<p><i>Spectre de Véga élargi pour une meilleure lisibilité des raies d'absorption.</i></p>	

1. Tourner l'image pour que le spectre soit horizontal (l'ordre zéro et le bleu à gauche, le rouge à droite): fonction ROT dans IRIS.
2. Convertir le spectre en noir & blanc: menu 'photo numérique'/conversion 48bits en 16bit'
3. Enlever le niveau de fond de ciel: OFFSET -n; n étant le niveau du fond de ciel que vous voulez soustraire
4. Sélectionner le spectre avec la souris en dessinant un cadre autour
5. Extraire le spectre: commande L\_PLOT

Vous pouvez aussi, dans un logiciel standard de traitement d'image, découper le spectre, le réduire pour n'en faire une image que de 1 pixel de large, puis élargir l'image pour afficher 30 pixels. Faire un filtre pour augmenter le contraste de l'image.

## Calibration en longueur d'onde

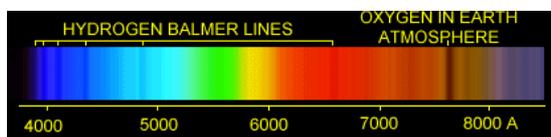
La distance le long du spectre peut être calibrée en nm (nanomètre) ou en Å (Angstroems):  $10\text{Å}=1\text{nm}$ . Une première calibration peut être faite en utilisant le formule suivante:

$$\text{Dispersion } [\text{Å/pixel}] = 10000 * \text{taille pixel } [\mu\text{m}] / (100 * \text{distance réseau-capteur } [\text{mm}])$$

Exemple pour le Star Analyser placé à 35mm du capteur d'une ToUCam:

$$\text{Dispersion} = 10000 * 5.6 / [100 * 35] = 16 \text{ Å/pixel}$$

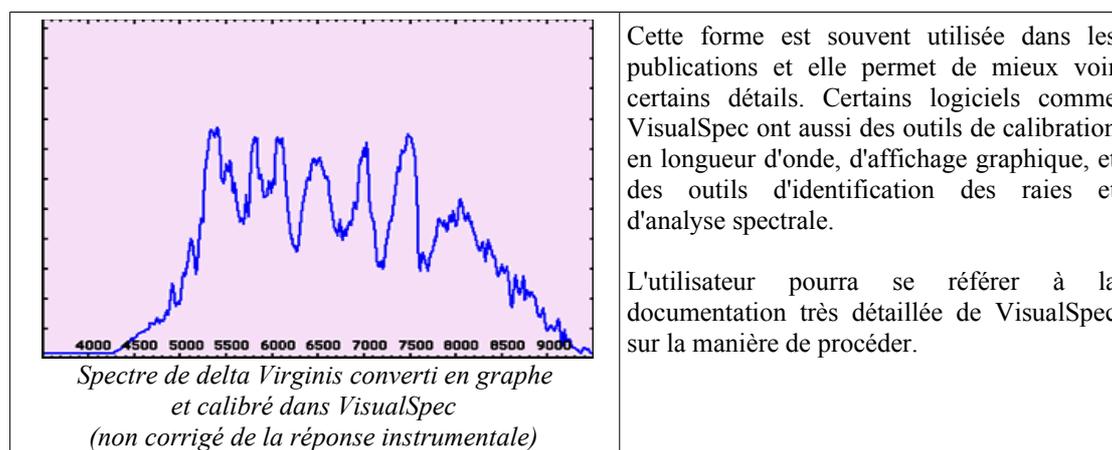
Vous pouvez améliorer la précision en utilisant des raies connues dans le spectre – la dispersion sera alors la même pour tous les spectres pris dans les mêmes conditions. Les annexes 3 et 4 vous donnent les longueurs d'onde des raies de Balmer (hydrogène) et les raies des molécules d'oxygène de notre atmosphère, qui sont souvent visibles dans les spectres. Le zéro de l'échelle est au niveau de l'ordre zéro. Un logiciel comme VisualSpec permet de faire cette calibration en quelques clics de souris – je vous recommande de lire le manuel de ce logiciel qui vous aidera dans vos premiers pas.



*L'axe horizontale du spectre de Vega a été calibré avec les raies d'oxygène ('oxygen in earth atmosphere'); les raies de Balmer d'hydrogène ont été identifiées.*

## Afficher le profile spectral

L'image du spectre peut être convertie en profile spectral, donc une forme plus graphique, avec plusieurs logiciels dont VisualSpec.



## ***Astuces pour enregistrer les spectres d'objets faibles***

Avant de faire le spectre d'un objet faible, installer votre équipement et focaliser sur une étoile plus brillante. Ce spectre sera enregistré pour servir à la calibration en longueur d'onde (spectre de référence).

Dans un champ particulièrement peuplé d'étoiles qui vont interférer avec votre spectre, tourner la caméra pour que votre spectre passe entre ces étoiles.

Si votre monture dérive, mettre la direction du spectre à 90° par rapport à la dérive, cela évitera la dérive de rendre le spectre flou mais au contraire de l'élargir sans perte de résolution.

## ***Utilisation visuelle***

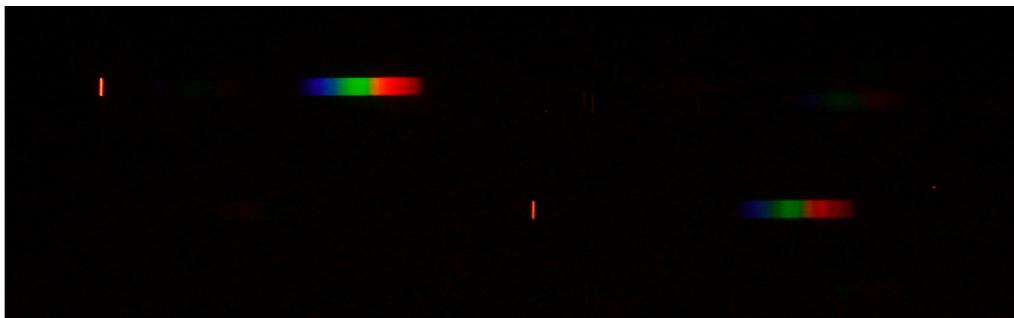
Le Star Analyzer 100 peut être vissé directement sur le tube d'un oculaire. Toutefois, ce spectroscopie ayant été conçu principalement pour l'imagerie avec de petits capteurs, l'image est assez petite. La longueur du spectre peut être agrandie en augmentant la distance entre le Star Analyzer 100 et l'oculaire. Cela peut être fait en utilisant un renvoi coudé – mais il vous faudra assez de course dans le porte-oculaire, ce qui peut être difficile sur certains télescopes comme les Newton.

## ***Avec un Appareil Photographique Numérique***

Si votre APN (Appareil Photographique Numérique) n'est pas réflex – et bien sûr même s'il l'est) – vous pouvez faire des spectres des étoiles brillantes en installant le Star Analyzer 100 devant l'objectif. Un bricolage sera éventuellement nécessaire pour le fixer. Si la résolution est très faible, cela suffit à voir que les étoiles n'ont pas toute le même spectre.



*Montage du Star Analyser 100 devant un objectif photographique*



*Pose dans cette configuration sur Mars (en haut) & Aldebaran (en bas) [zoom]*

Mais le Star Analyser peut se fixer devant l'appareil photographique reflex sans objectif en utilisant une bague M42-31.75mm (BA0016, disponible en option). Le tout est ensuite installé sur un télescope.

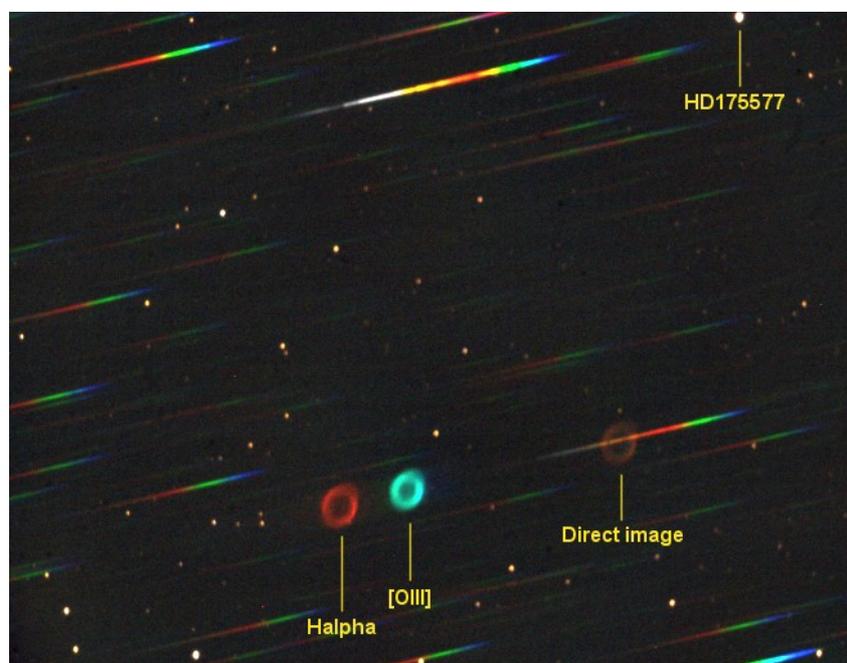


*Star Analyser 100, bague BA0016 (adaptateur M42-31.75mm), et une bague T*

La bague T (différente selon modèle d'APN) se fixe sur l'APN. Puis vous fixez l'adaptateur M42-31.75mm BA0016 et le Star Analyser 100 sur l'adaptateur. Le tout s'installe alors dans un porte oculaire standard au coulant 31.75mm (1.25").

L'exemple donné ci-dessous est celui de la nébuleuse annulaire de la Lyre (M57). On aperçoit dans le champ l'ordre zéro (image directe) mais surtout l'image rouge correspondant au spectre H-alpha de la nébuleuse, et l'image verte du spectre [OIII] dont la visibilité démontre les conditions d'extrême faible densité dans la nébuleuse (ces raies sont dites interdites). On peut également apercevoir le spectre de l'étoile HD175577.

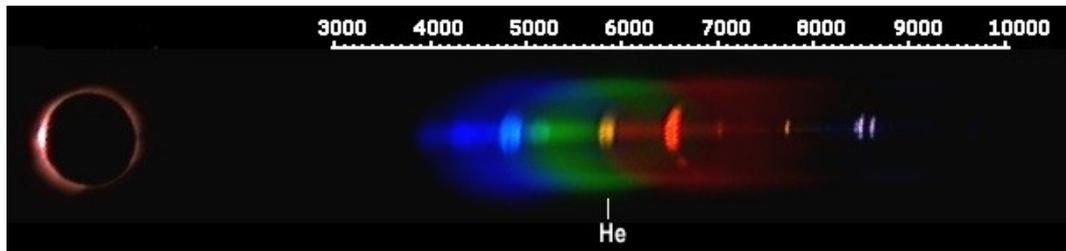
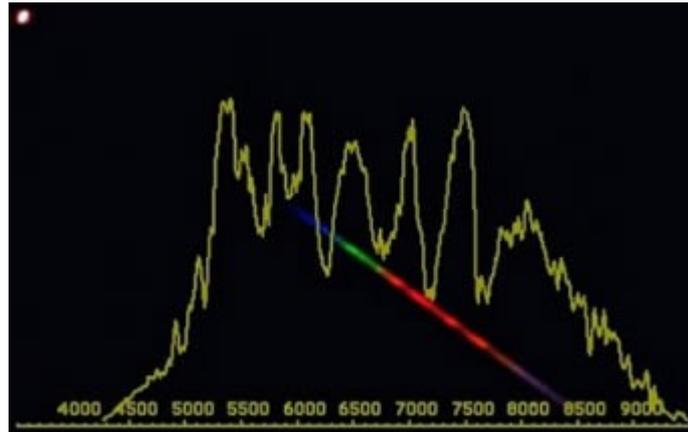
Le spectre a été obtenu avec un télescope de 200mm et un APN reflex défiltré (d'où l'aspect blanchâtre du spectre après 8000A sur l'étoile de type M HD175577 qui rayonne beaucoup dans l'infra-rouge). Addition de 6 poses de 90sec, acquisition lors d'une nuit de Pleine Lune avec une forte présence de cirrus.



*Spectre de la nébuleuse M57*

## *Autres conseils et informations*

Il existe plusieurs communautés autour du Star Analyser et de la spectroscopie. En français et anglais, la liste <http://groups.yahoo.com/group/spectro-1> vous permettra de poser toutes vos questions et de voir le travail d'autres spectroscopistes. C'est aussi la possibilité d'être alerté quand un événement rare apparaît (ex: un nova). En anglais, la liste <http://groups.yahoo.com/group/staranalyser> est également très dynamique et plus spécialisée.



*Flash spectral de la chromosphère lors d'une éclipse de Soleil*

# Réponses aux Questions les plus Fréquentes (FAQ)

## 1 Qu'est-ce que la spectroscopie?

C'est la science qui enregistre et analyse les radiations électromagnétiques (ie: lumière) selon ses composants en longueur d'onde (couleur).

## 2 Pourquoi la spectroscopie est-elle si importante en astronomie?

L'astronomie est une science particulière qui est pratiquement entièrement basée sur l'observation plutôt que l'expérimentation. A des rares exceptions (météorites, roches lunaires rapportées des missions, sondes sur les planètes), tout ce que l'on connaît de l'univers vient de l'analyse de leur lumière (ou d'ondes similaires comme les ondes radio ou rayons X). La spectroscopie est un outil clef dans ce processus, révélant les processus physiques et chimiques qui forment, structurent, et font évoluer les composants de notre univers.

## 3 Qu'est-ce que le Star Analyser 100?

Le Star Analyser 100 est un réseau de diffraction à transmission de très haute efficacité et blasé au premier ordre. Il a été conçu pour enregistrer les spectres avec de simples webcam ou des caméras CCD. Il se visse comme un filtre standard 31.75mm et permet d'enregistrer les spectres des objets ponctuels qui sont dans le champ de visé.

## 4 Comment le Star Analyser 100 fonctionne-t-il?

Le réseau de diffraction du Star Analyser 100 intercepte la lumière venant du télescope et la dévie (disperse) selon la couleur ou la longueur d'onde. Les rayons les plus rouges sont plus déviés que les rayons les plus bleus.

## 5 En quoi le Star Analyser est-il spécial?

Le Star Analyser 100 est particulièrement efficace avec les caméras CCD et webcam populaires en astronomie. De plus, avec un simple adaptateur 3.75mm pour bague T, il donne d'excellents résultats avec les Appareils Photographiques Numériques réflexes.

Le Star Analyser 100 est fabriqué à partir d'un réseau maître de très haute qualité. De plus, il est blasé à l'ordre 1, ce qui fait que la perte de lumière dans les autres ordres est minimisé par rapport à des réseaux non blasés ou des réseaux holographiques. Les objets faibles sont donc plus facilement accessibles avec le Star Analyser 100.

Le réseau est fixé dans un porte filtre standard 31.75mm; il peut être vissé directement sur l'embout standard des caméras ou dans une roue à filtre.

La dispersion a été conçue pour que le Star Analyser 100 puisse être utilisé avec des petites caméras webcam ou CCD tout en conservant l'ordre zéro, facilitant ainsi la procédure de calibration. Cela en fait un outil simple d'utilisation et accessible à des petits budgets.

Le traitement des surfaces optiques du Star Analyser 100 permet, si besoin, son nettoyage.

## 6 Quels objets puis-je enregistrer?

Le spectre de tout objet assez lumineux et à peu près ponctuel peut être enregistré avec votre Star Analyser 100. Cela inclut les étoiles mais aussi les planètes (surtout à courte focale). Les nébuleuses planétaires compactes sont des cibles très intéressantes. Monté à l'avant d'un objectif photographique, le Star Analyser 100 peut aussi enregistrer les spectres de comètes. Si vous avez de la chance, vous aurez même un spectre de météore avec cette technique!

## **7 Que puis-je apprendre sur l'objet avec son spectre?**

La forme globale du spectre renseigne sur la température (température de corps noir): comparez par exemple les spectres de Betelgeuse et Sirius. Les raies en absorption ou en émission renseignent sur la composition des objets mais aussi sur les conditions physiques qui y règnent. Les décalages en longueur d'onde nous renseignent sur les vitesses par effet Doppler – comme le décalage vers le rouge des spectres de quasars distants. L'élargissement des raies renseigne sur les vitesses d'expansion (ex: novae). Ceci ne sont que quelques exemples de ce qui peut être fait avec un Star Analyser 100.

## **8 Quelle caméra utiliser?**

Le spectre étant assez compact (l'information est contenue dans environ 500 pixels de long), pratiquement toutes les caméras sans objectif pourront convenir. Pour des objets faibles, une caméra longue pose sera nécessaire – il existe désormais plusieurs modèles dans le commerce accessibles à des petits budgets. Les Appareils Photographiques Numériques permettent d'enregistrer de nombreux spectres en une seule pose. Une caméra N&B est préférable pour un travail scientifique mais les caméras couleurs fonctionnent toutefois très bien. Certaines caméras avec un filtre IR ne montreront pas la partie IR du spectre.

## **9 Quel type de télescope puis-je utiliser?**

A peu près tous les télescopes ou même un objectif photographique peuvent être utilisés avec un Star Analyser 100 à partir du moment que la cible est assez brillante. En pratique, du fait de la dispersion utilisée avec ce spectroscopie, le spectre sera détérioré avec une focale supérieure à 2m ou dans des conditions de forte turbulence. Un réducteur de focale améliorera alors les images.

Avec les lunettes achromatiques, le spectre ne sera pas toujours focalisé dans toutes les couleurs. Le Star Analyser 100 pourra même être utilisé pour tester la correction chromatique de votre instrument!

## **10 Jusqu'à quelle magnitude puis-je descendre?**

La réponse dépend bien entendu de la taille du télescope, de la sensibilité de votre caméra et vos conditions météorologiques. Du fait de la dispersion du signal sur plusieurs pixels, il vous faudra environ 5-6 magnitudes de plus qu'en imagerie classique. Voilà pourquoi les astronomes professionnels construisent des télescopes de plus en plus gros!

En pratique, le spectre des planètes et de centaines d'étoiles peut être enregistré avec un modeste télescope de 200mm de diamètre et une caméra un peu sensible (ex: webcam sensible, Meade LPI, Celestron Neximage...). Avec le même instrument sous un bon ciel et avec une caméra N&B longue pose (ex: ATIK 2HS, SAC8, DSI Pro, Starlight Express MX5, SC3 webcam modifiée...), aller à la magnitude 13 est possible rendant accessibles certains quasars et des supernovae extra-galactiques.

Des caméras vidéo à intégration (Mintron 12EV, Stellacam, Watec...) et des caméras couleurs longue pose (Meade DSI, SAC7 ATIK 1/2C, webcam couleur modifiée...) atteindront des magnitudes intermédiaires, idéales pour les comètes brillantes, les novae, les Wolf-Rayet...

## **11 Quelles longueurs d'onde puis-je enregistrer?**

Le domaine spectral enregistré dépend de la réponse de la caméra – un filtre IR bloquera par exemple les grandes longueurs d'onde. En pratique, le domaine spectral couvert est souvent entre 400nm et 800nm.

## **12 Quelle est la résolution des spectres obtenus avec le Star Analyser 100?**

À première vue, on pourrait penser que plus le réseau a de traits au millimètre, plus la résolution sera grande. En fait, la résolution est limitée par d'autres facteurs dans ce type de configuration; les plus importants sont:

- Taille d'une étoile au foyer de votre instrument, dépendant de la turbulence et de votre diamètre/focale
- Distorsion de l'image par la coma chromatique, dépendant du réseau ou de la distance au capteur, et distorsion pire avec des courts rapports focale/diamètre du télescope
- Courbure de champ qui change la focalisation le long du spectre, phénomène bien visible avec des réseaux très dispersifs et proche du capteur

- Taille des pixels de la caméra

A cause de ces limitations, la résolution de ce type de spectrographe est typiquement de 1-2% de la longueur d'onde (ie: 5-10nm à 500nm), indépendamment de la qualité du réseau. Le choix du Star Analyser permet de conserver cette résolution tout en permettant d'obtenir un spectre complet sur les capteurs habituels.

Les spectrographes de plus haute résolution comme le Lhires III (construit par Shelyak Instruments) utilisent des fentes et des systèmes optiques plus complexes pour obtenir des résolutions bien supérieures et permettre de montrer des détails dans les profils de raies. Le Star Analyser 100 est un outil d'initiation à ce monde merveilleux de la spectroscopie; ses atouts sont la simplicité, la légèreté, et l'accès à des petits budgets.

### 13 Jusqu'où peut être éloigné le Star Analyser 100 du capteur?

Plus le réseau est éloigné, plus le spectre est dispersé. Trop proche, vous perdez en résolution. Trop loin, vous ne verrez qu'une partie du spectre. En pratique, la distance minimale en [mm] est de 4x la taille des pixels en [µm] (ex pour une webcam ToUCam:  $4 \times 5.6 = 22.4\text{mm}$ ) et la distance maximale pour avoir en diagonal tout le spectre visible jusqu'à 700nm est 12x la taille du capteur en diagonale. Soit par exemple:

- 55mm pour les capteurs 1/4 comme les ToUcam, Neximage, ATK1, etc
- 75mm pour les capteurs 1/3 comme les ATK2, LPI, DSI, SAC8, etc
- 100mm pour les capteurs 1/2 comme les Minton 12V1 EX, etc

### 14 A quoi servent les tubes allonge? En ai-je besoin?

Le Star Analyser 100 a été conçu pour travailler avec les petits capteurs de webcam et les embouts standards généralement disponibles. Pour des caméras avec des capteurs plus grand ou des embouts plus petits, il est avantageux de reculer la distance entre le capteur et le Star Analyser 100. Les bagues allonge permettent de le faire – chaque allonge peut augmenter la distance de 7-10mm.

Voici une liste , non exhaustive, de caméra et des allonges recommandées:

<i>Modèle de caméra</i>	<i>Nombre de bague(s) allonge</i>
Meade DSI (les DSI Pro n'ont pas besoin d'allonge)	1
Meade LPI	2
Celestron Neximage	1



*Tubes allonge en fonction des caméras utilisées & photo du tube allonge BA0014*

Si vous n'êtes pas sûr du nombre de bague allonge, contactez nous avec les détails de votre caméra et la distance entre l'embout 31.75mm et le capteur.

### 15 Comment focaliser un spectre?

Comme en imagerie conventionnelle, la focalisation peut s'avérer difficile. Tout d'abord, focaliser l'ordre zéro pour vous approcher de la bonne focalisation. Puis utiliser un spectre d'étoile avec des raies fines pour améliorer la focalisation le long du spectre. Avec une lunette achromatique, la focalisation peut ne pas être possible dans tout le spectre; choisir alors zone qui vous intéresse.

### 16 Comment transformer mon spectre en une jolie bande élargie?

Dans un logiciel standard de traitement d'image, découper le spectre, le réduire pour n'en faire une image que de 1 pixel de large, puis élargir l'image pour afficher 30 pixels. Faire un filtre pour ensuite augmenter le contraste de l'image.

### 17 Comment calibrer mon spectre en longueur d'onde?

La Star Analyser a été conçu pour rendre la calibration facile. Notamment, on utilise l'ordre zéro qui donne la référence zéro de la calibration. Reste ensuite à trouver une ou plusieurs raies dans le spectre (ou un spectre de référence) pour calibrer votre spectre. La dispersion est quasiment linéaire avec le Star Analyser 100.

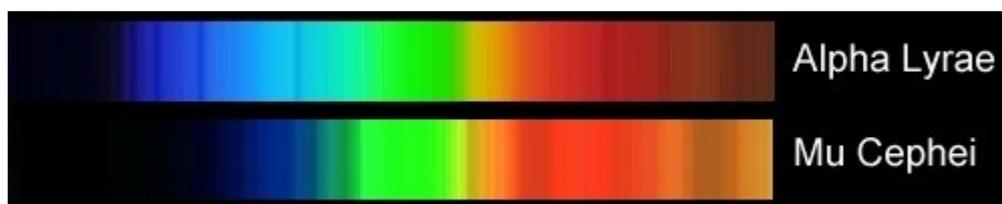
Des logiciels comme VisualSpec font ce type de calibration en quelques clics de souris.

### 18 Comment convertir mon spectre en graphe?

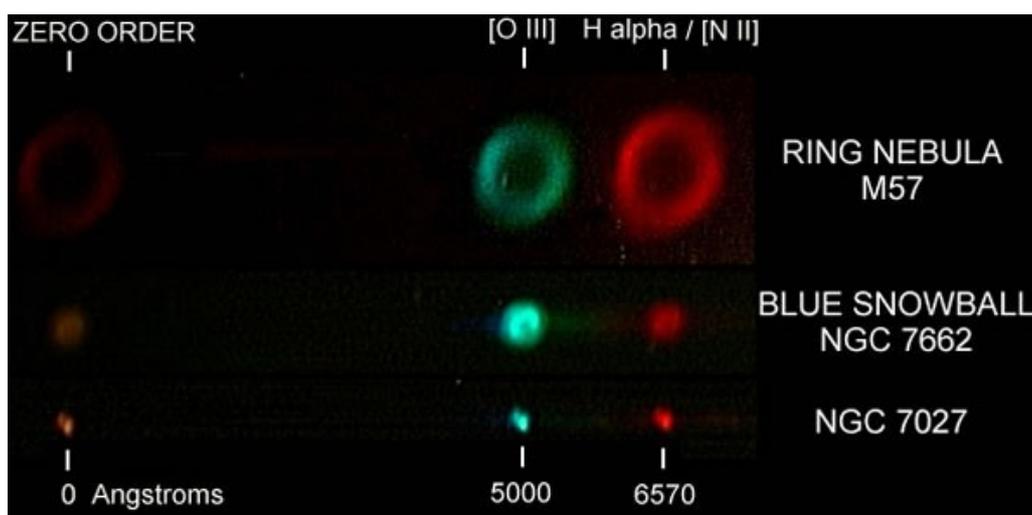
Plusieurs logiciels du commerce ou gratuit comme VisualSpec permette de prendre une image d'un spectre et d'extraire le profil spectral sur lequel il est souvent plus facile pour travailler (calibration, analyse...).

### 19 Puis-je utiliser mon Star Analyser 100 en visuel?

Le Star Analyzer 100 peut être vissé directement sur le tube d'un oculaire. Toutefois, ce spectroscopie ayant été conçu principalement pour l'imagerie avec de petits capteurs, l'image est assez petite. La longueur du spectre peut être agrandie en augmentant la distance entre le Star Analyzer 100 et l'oculaire. Cela peut être fait en utilisant un renvoi coudé – mais il vous faudra assez de course dans le porte-oculaire, ce qui peut être difficile sur certains télescopes comme les Newton. Une lentille cylindrique placée sur l'oculaire peut aider à élargir le spectre donc le rendre plus visible à l'oeil. Une petite tache sur l'oculaire produit parfois un effet similaire.



*Un contraste étonnant entre les spectres de deux étoiles bien différentes*



*Spectres de nébuleuses planétaires*

# Annexe 1: types spectraux des étoiles brillantes du ciel

Star	Name	Mag	Spect type	Star	Name	Mag	Spect type
zeta Pup	Suhail Hadar	2.25	O5Iaf	beta Aur	Menkalinam	1.9	A2IV
zeta Ori	Alnitak	2.05	O9.5Ibe*	zeta UMa	Mizar	2.27	A2VpSrSi*
delta Ori	Mintaka	2.23	B0*	beta Leo	Denebola	2.14	A3V
delta Sco	Dschubba	2.32	B0.3IV	alpha PsA	Fomalhaut	1.16	A3Va
kappa Ori	Saiph	2.06	B0.5Iav	alpha Oph	Ras Alhague	2.08	A5III
beta Cru	Mimosa	1.25	B0.5III	alpha Aql	Altair	0.77	A7V
epsilon Ori	Alnilam	1.7	B0Iae	alpha Cep	Alderamin	2.44	A7V
gamma Cas	Cih	2.47	B0IVe	iota Car	Tureis	2.25	A8Ib
alpha Cru	AcruX	1.58	B1*	alpha Car	Canopus	-0.72	F0II
alpha Lup		2.3	B1.5III	theta Sco	Sargas	1.87	F1II
kappa Sco		2.41	B1.5III	beta Cas	Caph	2.25	F2II
lambda Sco	Shaula	1.63	B1.5IV	alpha Per	Marfak	1.79	F5Ib
eta Cen		2.31	B1.5Vne	alpha CMi	Procyon	0.38	F5IV
beta Cen	Hadar	0.61	B1III	alpha UMi	Polaris	2.02	F7: Ib-IIV
epsilon Cen		2.3	B1III	delta CMa	Al Wazor	1.84	F8Ia
alpha Vir	Spica	0.98	B1III+B2V	gamma Cyg	Sadr	2.2	F8Ib
beta CMa	Murzim	1.98	B1II-II	alpha Cen	Rigel Kent	-0.01	G2V+K1V
sigma Sgr	Nunki	2.02	B2.5V	alpha Aur	Capella	0.08	G8
epsilon CMa	Adhara	1.5	B2II	epsilon Car	She/(Avior)	1.86	K0II*
gamma Ori	Bellatrix	1.64	B2III	beta Gem	Pollux	1.14	K0III
alpha Pav	Joo Tseo	1.94	B2IV	beta Cet	Deneb Kaitos	2.04	K0III
kappa Vel	Cih	2.5	B2IV	alpha Phe	Ankaa	2.39	K0III
eta UMa	Benetnasch	1.86	B3V	epsilon Cyg		2.46	K0III
alpha Eri	Archenar	0.46	B3Vpe	alpha UMa	Dubhe	1.79	K0IIIa
eta CMa	Aludra	2.45	B5Ia	alpha Cas	Schedir	2.23	K0IIIa
beta Tau	El Nath	1.65	B7III	theta Cen	Haratan	2.06	K0IIIb
alpha Gru	Al Na'ir	1.74	B7IV	alpha Boo	Arcturus	-0.04	K1IIIbCN-1
alpha Leo	Regulus	1.35	B7V*	epsilon Sco	Wei	2.29	K2.5III
beta Ori	Rigel	0.12	B8I*	epsilon Peg	Enif	2.39	K2Ib
alpha And	Alpheratz	2.06	B8IVpMnHg	alpha TrA	RasAlMuthallath	1.92	K2II
beta Per	Algol	2.12	B8V	alpha Ari	Hamal	2	K2IIIbCa-I
epsilon Sgr	Kaus Australis	1.85	B9.5III	gamma And	Alamach	2.06	K3-IIb*
alpha Peg	Markab	2.49	B9V	alpha Hya	Alphard	1.98	K3III
T CrB		2	sdBe+gM3+Q	lambda Vel	Suhail	2.21	K4Ib-II
gamma Gem	Almisan	1.93	A0IV	beta UMi	Kochab	2.08	K4III
epsilon UMa	Alioth	1.77	A0pCr	alpha Tau	Aldebaran	0.85	K5III
alpha Lyr	Vega	0.03	A0V	gamma Dra	Etamin	2.23	K5III
alpha CrB	Alphecca	2.23	A0V	beta And	Mirach	2.06	M0IIIa
beta UMa	Merak	2.37	A0V	alpha Sco	Antares	0.96	M1.5I*
gamma UMa	Phecda	2.44	A0Ve	beta Peg	Scheat	2.42	M2.5II-III
gamma Cen	Koo Low	2.17	A1IV	alpha Ori	Betelgeuse	0.5	M2I
delta Vel	Koo She	1.96	A1V	gamma Cru	Gacrux	1.63	M3.5III
alpha CMa	Sirius	-1.46	A1V*	beta Gru	Al Dhanab	2.1	M5III
alpha Gem	Castor	1.58	A1V*	gamma Vel	Regor	1.78	WC8+O7.5e
alpha Cyg	Deneb	1.25	A2Iae				
beta Car	Miaplacidus	1.68	A2IV				

## Annexe 2: les 20 étoiles de Wolf Rayet les plus brillantes

SAO	WR	R.A.	Dec	Type	Mag(V)
219504	11	08:09:32	-47:20:12	WC8	1.74
227425	79a	16:54:59	-41:09:03	WN9ha	5.29
252162	48	13:08:07	-65:18:23	WC6	5.88
238353	22	10:41:18	-59:40:37	WN7h	6.44
238394	24	10:43:52	-60:07:04	WN6ha	6.49
227328	78	16:52:19	-41:51:16	WN7h	6.61
69402	133	20:05:57	+35:47:18	WN5	6.7
172546	6	06:54:13	-23:55:42	WN4	6.94
227390	79	16:54:19	-41:49:12	WC7	6.95
49491	140	20:20:27	+43:51:16	WC7pd	7.07
227822	90	17:19:29	-45:38:24	WC7	7.45
69592	136	20:12:06	+38:21:18	WN6(h)	7.65
251264	40	11:06:17	-65:30:35	WN8h	7.85
69755	138	20:17:00	+37:25:24	WN5	8.1
69833	139	20:19:32	+38:43:54	WN5	8.1
238408	25	10:44:10	-59:43:11	WN6h	8.14
69677	137	20:14:32	+36:39:40	WC7pd	8.15
186341	111	18:08:28	-21:15:11	WC5	8.23
69541	134	20:10:14	+36:10:35	WN6	8.23
251296	42	11:10:04	-60:58:45	WC7	8.25

*The Seventh Catalogue of Galactic Wolf-Rayet Stars (van der Hucht, K.A. 2001)*

## Annexe 3: les raies telluriques (O2)

Fraunhofer Band	Wavelength A
a	6276 - 6287
B	6867 - 6884
A	7594 – 7621

## Annexe 4: raies Balmer d'hydrogène

Alpha	6563
Beta	4861
Gamma	4340
Delta	4102
Epsilon	3970
Zeta	3889
Eta	3835

## Annexe 5: liens utiles

- <http://www.shelyak.com/fr/> : contacts, support, autres gammes de produits en spectroscopie.
- <http://groups.yahoo.com/group/spectro-1/> : liste de discussion (français et anglais)
- <http://www.astrosurf.com/buil/> : logiciel IRIS, de nombreuses applications en spectroscopie.
- <http://astrosurf.com/vdesnoux/> : logiciel VisualSpec
- <http://valerie.desnoux.free.fr/forum/> : forum de support

## Pour nous contacter

### Shelyak Instruments

Téléphone: 04.76.41.36.81

Téléphone portable: 06.89.92.74.23

eMail: [olivier.thizy@shelyak.com](mailto:olivier.thizy@shelyak.com)

Web: <http://www.shelyak.com>

Adresse: Les Roussets, 38420 Revel, France



*Crédit photographique: Robin Leadbeater, Christian Buil.*