

SARDINE

Spectroscopie à réseaux croisés *

Projet Scientifique « open source » et pédagogique

Jean-Sébastien Devaux(1), Pierre Valvin(2)/UM2 Montpellier/Labo.Coulomb, Fab-Lab WEB-5 Béziers, Thibault de France(3) /société Lux Stellarum.

Qu'est-ce qu'un spectroscopie ?

C'est un dispositif d'analyse de la lumière (domaine visible ou radio), celle-ci comportant de multiples informations liées aux états des éléments constitutifs de la source observée, en l'occurrence ici, les étoiles. Chaque élément chimique rayonne à différentes fréquences selon la température et les courbes obtenues montrent également de précieuses informations d'ordre dynamique (vitesses, directions, mise en évidence de corps invisibles -planètes- etc...).

On parlera de résolution, de vitesses radiales, de rapport signal/bruit, de domaine spectral, d'effet Doppler/Fizeau etc..

La résolution est obtenue au détriment de la luminosité, c'est pourquoi il existe différents modèles (dessin) de spectroscopes. Ceux-ci seront adaptés aux sujets de recherches. Ex : pour la définition du type de certaines super-novae un simple spectroscopie sans fente est parfaitement efficace, il est très lumineux et il est très bon marché. En revanche (et c'est le cas qui nous occupe) l'analyse fine des chocs atmosphériques de certaines étoiles pulsantes nécessite une bonne résolution sur un large spectre, ici les exigences sont nettement plus sévères, les pièces d'optiques plus nombreuses et le coût bien plus élevé.

Voici la chaîne opérationnelle : une cible (étoile généralement), un collecteur de lumière (téléscope), un analyseur (le spectroscopie), un imageur (caméra type CCD ou CMOS refroidie), une machinerie informatique de traitement (un PC) et éventuellement un dispositif de contrôle à distance (remote-control)

Origine et description du projet :

Un groupe d'astronome amateur(1) et de professionnels(2) s'est formé il y a quelques années autour d'un projet de recherche en astrophysique concernant l'étude d'étoiles pulsantes d'un type particulier .

Les moyens mis en œuvre par les amateurs jusqu'à présent, (spectroscopie à fente longue) limitaient la zone d'analyse à quelques centaines (200) de nanomètres et donc nous obligeaient à choisir une zone par séance. Lors d'observations avec des instruments professionnels - de type réseaux croisés - nous nous sommes rendu compte de la nécessité de couvrir une zone beaucoup plus large afin de récupérer des informations très utiles pour la compréhension des phénomènes à l'œuvre. Il existe une offre commerciale, de haute qualité mais qui reste hors de portée pour beaucoup d'entre nous, c'est pourquoi nous avons réfléchi à un dispositif liant efficacité et contraintes budgétaires.

Un cahier des charges a donc été mis au point pour répondre à ce problème.

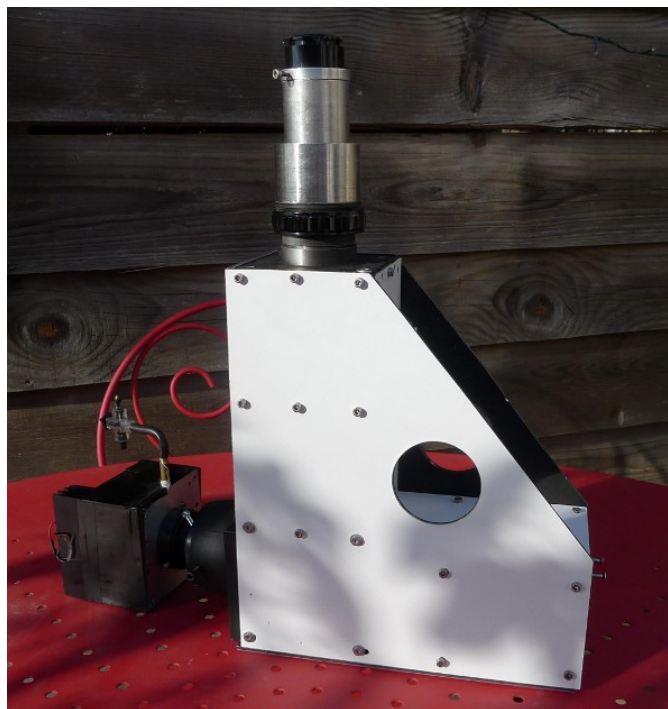
En voici l'essentiel :

- Résolution* attendu : 10000 en moyenne sur tout le spectre
- Injection du flux par fibre optique ou directement au foyer du télescope
- Dispositif optique à réseaux croisé type « échelle »*
- Dispositifs de calibration intégré à la bonnette de guidage
- Grande rigidité mécanique
- Coût minimum

Les contraintes mécaniques concernant l'ajustage des optiques n'est pas critique, au contraire, les montages nécessitent un jeu important, celles-ci seront maintenues par des cales en matériaux souples (le liège est parfait). Par contre les côtes axiales et angulaires sont déterminantes et le plus grand soin doit leur être accordées.

* http://fr.wikipedia.org/wiki/Résolution_spectrale
http://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_interference/resolution-spectrale-apprendre.html
http://fr.wikipedia.org/wiki/Spectroscopie_échelle
<http://www.astrosurf.com/buil/spectrographs.htm> (une référence...)

Un prototype fonctionnel est en cours de validation scientifique. Celui-ci a été réalisé par le biais de l'impression 3D et dessiné avec un logiciel nommé « Freecad » qui est l'équivalent « open source » de système tel que « Inventor » ou « Solid works ». Celui-ci a vu le jour grâce à l'aide précieuse de messieurs, Pierre Vavin l'auteur du cœur du système, c'est à dire le design optique, le Fablab Web-5 (pour la construction de ma propre imprimante, pour les corrections apportés à mes dessins, la fabrication des parois du spectroscopie et de précieux conseils), Gilles Duhoux (pour l'amélioration des dessins et l'aide à la réalisation du proto), Thibault de France, société « Lux Stellarum » (pour le financement des pièces d'optiques et les premiers calculs).



(1) enseignant, astrophysicien amateur (mission sur le spectroscopie **Narval**/télescope Bernard Lyot/Pic du Midi et **Aurélie**/ télescope de 152cm/OHP)
(2) Opticien CNRS, astrophysicien amateur
(3) Entrepreneur, astrophysicien amateur/c-auteur d'articles scientifiques