

Fiche technique BATMAN / ROBIN pour la base PATSTEC

Contact : Frédéric ZAMKOTSIAN, Laboratoire d'Astrophysique de Marseille, CNRS, Aix-Marseille Université, CNES

e-mail : frederic.zamkotsian@lam.fr

Les composants-clés dans la construction d'instruments plus petits, moins chers, plus légers et surtout plus efficaces sont **les composants micro-opto-électro-mécaniques (MOEMS)**. Ils sont issus des technologies matures de la micro-électronique et apparaissent être indispensables dans la conception des futurs instruments astronomiques aussi bien pour des télescopes au sol que dans l'espace. **Les composants MOEMS ont la capacité de façonner entièrement la lumière incidente en terme d'intensité ou de sélection d'objets avec les fentes programmables, en terme de phase ou de contrôle de front d'onde avec les micro-miroirs déformables, et finalement, en terme de spectre avec les réseaux de diffraction programmables.** Ces trois types de composants sont développés et étudiés au LAM pour des applications en spectroscopie multi-objets, en correction de front d'onde (optique adaptative) et pour des spectrographes programmables. La contribution des MOEMS à l'observation directe des exo-planètes ou à la caractérisation des galaxies primordiales pourrait être décisive.

Les spectrographes multi-objets (MOS) ont été mis en place sur l'ensemble des grands télescopes internationaux pour permettre l'enregistrement simultané de dizaines voire de centaines de spectres d'objets présents dans le champ de vue, sur un seul et même détecteur. Ces instruments utilisent pour la sélection des objets des masques gravés à la pièce ou des fibres optiques repositionnables grâce à des montages mécaniques complexes. La prochaine génération de spectrographes multi-objets destinés aux télescopes au sol et dans l'espace devra posséder un système de fentes programmables, comme des micro-miroirs orientables pour réaliser des fentes en réflexion, ou des micro-obturbateurs pour des fentes en transmission.

Ces systèmes sont constitués de petits miroirs rectangulaires ou de micro-obturbateurs de quelques dizaines à quelques centaines de microns de côté, commandables individuellement. Le principe de cet instrument est donné dans la Figure 1 avec des fentes en réflexion permettant de diriger la lumière des objets sélectionnés vers le spectrographe alors que la lumière provenant des autres sources ou du fond continu est dirigée vers un détecteur d'imagerie. Ces fentes peuvent prendre des formes diverses, adaptées à la forme des objets observés.

Depuis 2011, nous développons un spectro-imageur de nouvelle génération sur des matrices de micro-miroirs. Cet instrument nommé **BATMAN** est bâti sur une collaboration franco-italienne (LAM, observatoires italiens de Bologne, Brera, et Trieste, et l'équipe du Télescope National Galileo (TNG)). Il sera installé sur le télescope italien TNG dont le miroir primaire a un diamètre de 3,6m durant l'année 2019.

Notre instrument est basé sur un composant Digital Micromirror Device (DMD) de TI, et comprendra en parallèle une voie spectroscopique et une voie imagerie. Afin de travailler sur le plus grand champ possible, notre choix s'est porté sur la plus grande matrice de micro-miroirs orientables produite par la société Texas Instruments : ce Digital Micromirror Device (DMD) possède 2048 x 1080 miroirs au pas de 13,68 μ m. Nous maîtrisons particulièrement ce composant puisque nous avons été engagés dans l'étude ESA pour l'évaluation spatiale de ce composant MOEMS pour son utilisation éventuelle dans des projets de spectrographes MOS spatiaux, tout particulièrement pour la mission EUCLID, dans le cadre du programme Cosmic Vision de l'ESA (mission d'étude de l'Energie Noire et de la Matière Sombre dans l'Univers).

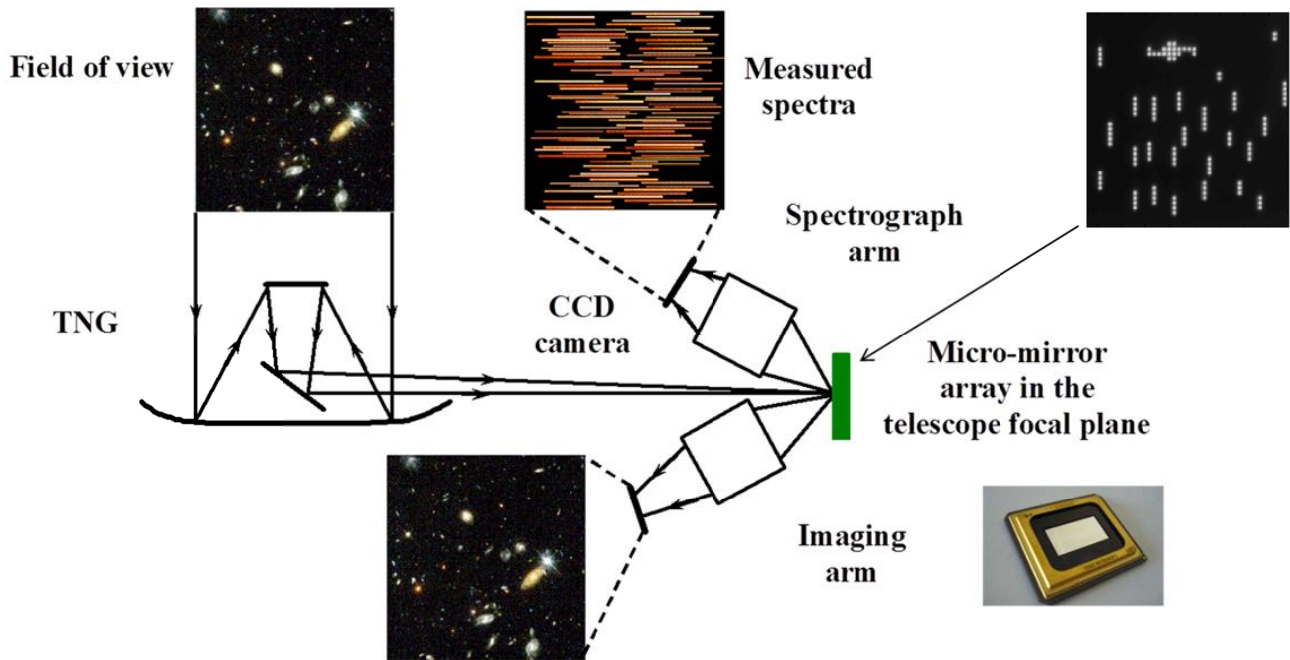


Fig. 1: Principe d'un spectrographe multi-objets utilisant une matrice de micro-miroirs orientables.

L'utilisation simultanée des voies spectro et imagerie permet de passer de l'une à l'autre sans aucun mouvement à l'intérieur du démonstrateur : en effet, tout objet choisi dans la voie imagerie peut être immédiatement envoyé vers la voie spectro en orientant le(s) micro-miroir(s) correspondant(s), sans risque d'erreur. De nouveaux modes d'observation pourront ainsi être mis en œuvre pour optimiser l'utilisation du temps d'exposition.

BATMAN présente les paramètres principaux suivants :

Field of view	6.8 x 3.6 arcmin
Focal ratio	< F/4 on DMD (scale > 0.2 arcsec per micromirror)
Beams on DMD	incoming light at normal incidence out-coming light at 24° DMD orientation at 45°
Wavelength range	400 - 800 nm
Spectral resolution	R 560 for 1arcsec object (R 1000-1500 en sus si possible)
Two arms instrument	one spectroscopic channel (4k x 2k CCD) and one imaging channel (2k x 2k CCD)
Detectors	4k x 2k CCD (spectr.), 2k x 2k (imaging)
Opto-mechanics	common focal reducer, symmetrical layout of the two arms, filter-wheel, shutter, detectors normal to the bench, proximity electronics on the bench, detectors adjustable with hexapods

Le spectrographe et l'imageur sont de type Offner avec un grandissement de 1 permettant un design compact et très efficace (Fig. 2).

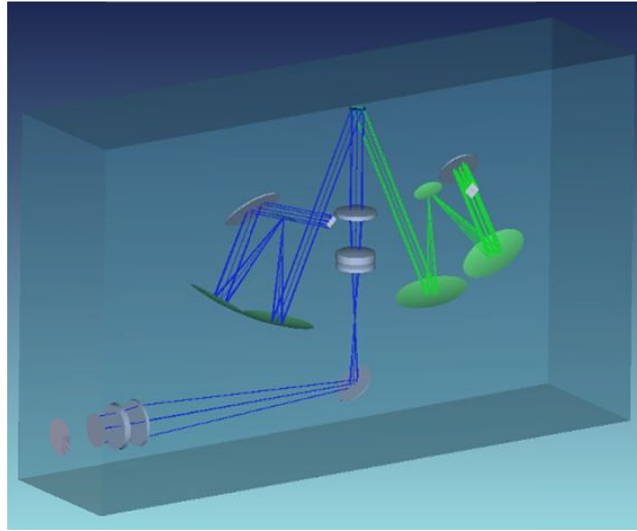


Fig. 2 : Design optique du spectro-imageur BATMAN

Le design opto-mécanique final comprend deux bancs superposés (Fig. 3) : le banc principal recevant toutes les optiques et le sous-système de calibration, le banc supérieur pour le positionnement des deux détecteurs, réglables selon les 6 degrés de liberté à l'aide d'hexapodes.

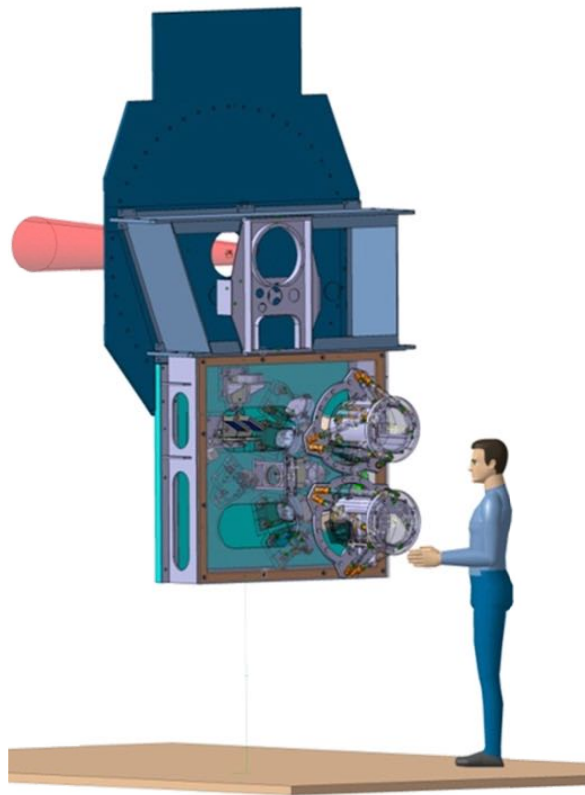


Fig. 3 : BATMAN monté au foyer Nasmyth du télescope TNG

Afin d'effectuer une démonstration de concept, nous avons développé un démonstrateur sur banc, nommé **ROBIN**. Il possède le même design optique que BATMAN, et une taille réduite de l'ordre d'un tiers. Le design optique et opto-mécanique a été fait en collaboration entre le LAM et l'Observatoire de Milan-Brera. A partir de ce design, nous avons fait réaliser l'ensemble des pièces optiques (miroirs et réseau) et mécaniques et nous les avons intégrées (Fig. 4) : le faisceau d'entrée éclaire perpendiculairement la matrice de micro-miroirs qui alimente deux voies symétriques, la voie imagerie et la voie spectroscopique.

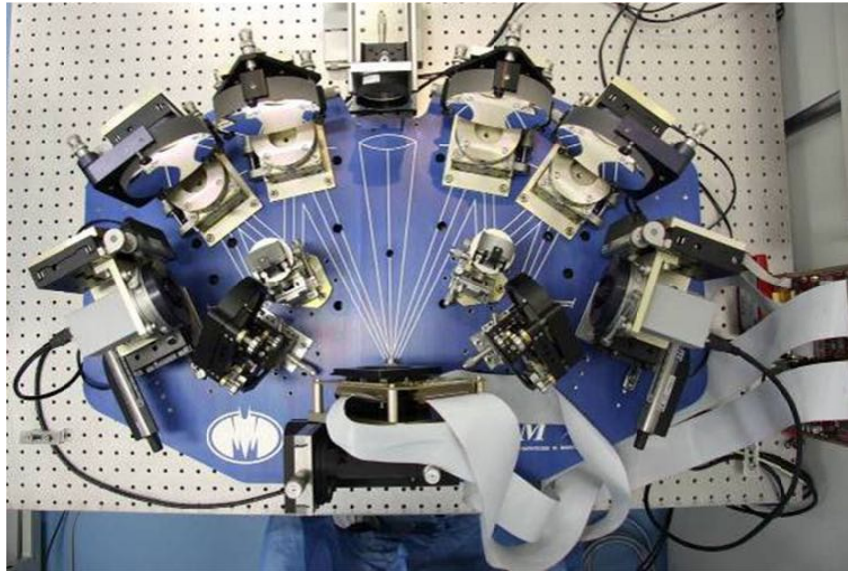


Fig. 4 : ROBIN, design optique et opto-mécanique ; ROBIN intégré

L'instrument BATMAN va permettre d'étudier des cas scientifiques d'une grande diversité, allant de la cosmologie à la physique des galaxies (formation et évolution des galaxies), des galaxies proches à la physique stellaire (régions de formation stellaire, types et répartition des étoiles formés), aux objets du système solaire (comètes, astéroïdes).