

Partie technique du Mécanisme du spectromètre « FTS » de SPIRE :

La structure de l'instrument SPIRE, fourni par le Mullard Space Sciences Laboratory (UK), est composée d'un banc optique biface en aluminium sur lequel est monté une suite de miroirs également en aluminium fournis par le LAM, taillés par usinage diamant par la société MECACEM (Le Creusot). D'un côté du banc est monté l'optique d'entrée de l'instrument et la voie photomètre, de l'autre côté la voie spectromètre. Le banc est couvert par des couvercles en aluminium.

Le chemin optique a été conçu par le LAM. L'optique d'entrée projette une image de la pupille du télescope sur un miroir porté par un mécanisme de sélection de champ, BSM (beam steering mirror) fourni par l'Astronomy Technology Center (UK), puis crée une image intermédiaire du champ dans lequel se situe un miroir qui dévie une partie du champ vers la voie spectromètre. Le reste du champ rentre dans le photomètre, composé de trois miroirs sphériques formant un relais d'Offner. Une suite de deux lames dichroïques, fournis par l'University of Wales, Cardiff (UK), permet d'alimenter trois matrices de détecteurs bolométriques fournis par le Jet Propulsion Lab (USA).

Le spectromètre imageur à transformée de Fourier (FTS) est basé sur un interféromètre de Mach-Zehnder dont les particularités sont d'avoir ses lames semi réfléchissantes localisées dans des faisceaux non collimatés et d'avoir des optiques à puissance (miroirs concaves) à l'intérieur de la cavité interférométrique. Ceci permet de gagner en volume et en masse par rapport au schéma classique. Les lames sont fournies par l'University of Wales, Cardiff (UK). Deux dièdres montés tête-bêche dans un mécanisme, fourni par le LAM, assurent un mouvement parfaitement rectiligne des dièdres sur une distance d'environ 30 mm L'image est projetée sur deux matrices de détecteurs bolométriques fournis par Jet Propulsion Lab (USA).

Tout l'instrument est maintenu à 4K grâce à l'Hélium liquide contenu dans le cryostat d'Herschel, sauf les détecteurs qui sont refroidis à 300mK à l'aide d'un réfrigérateur à circuit fermé (*helium sorption cooler*) fourni par le CEA (Grenoble).

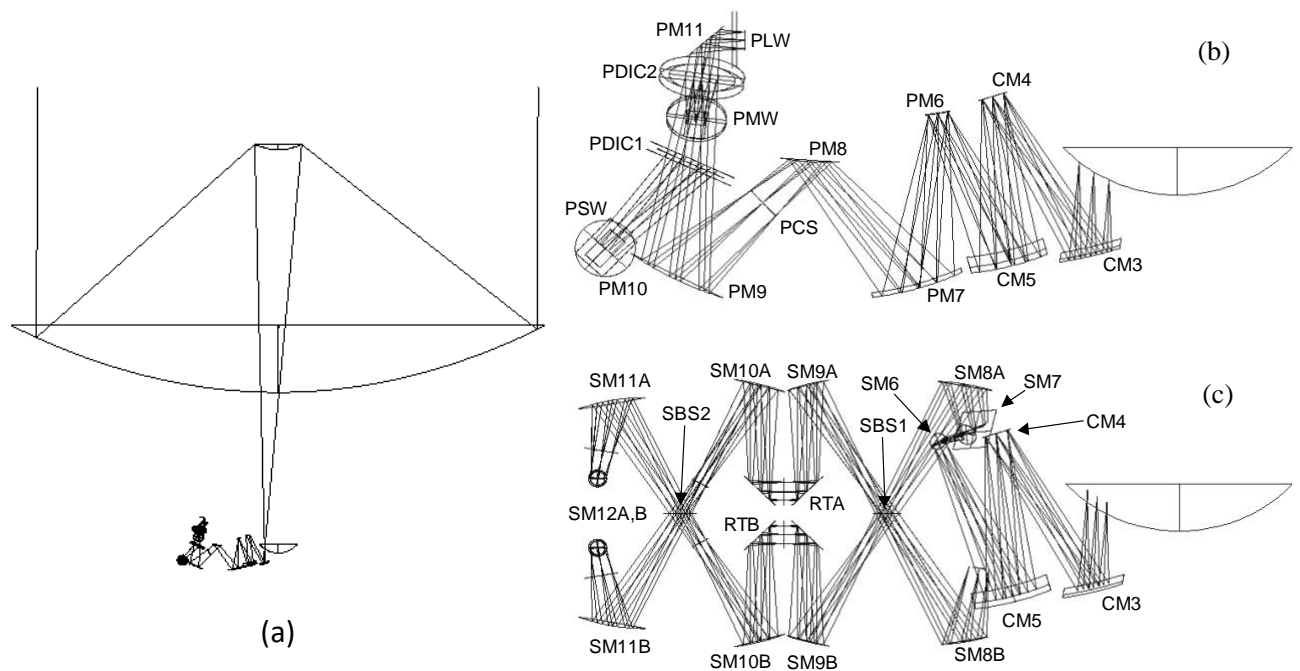
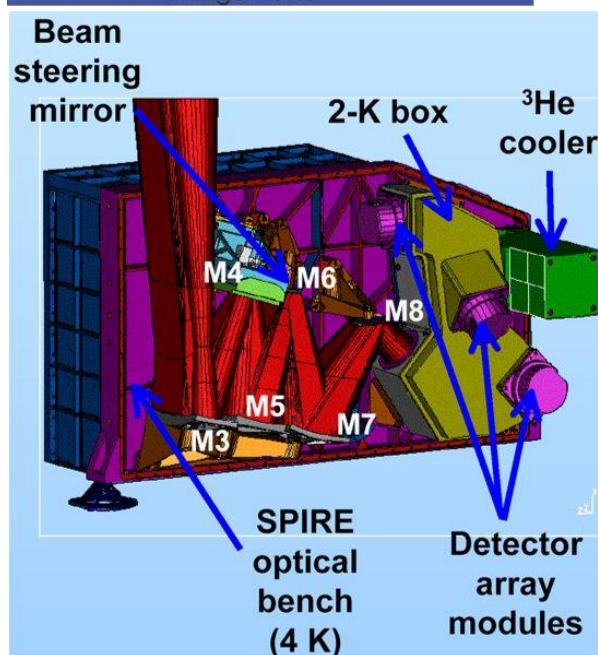
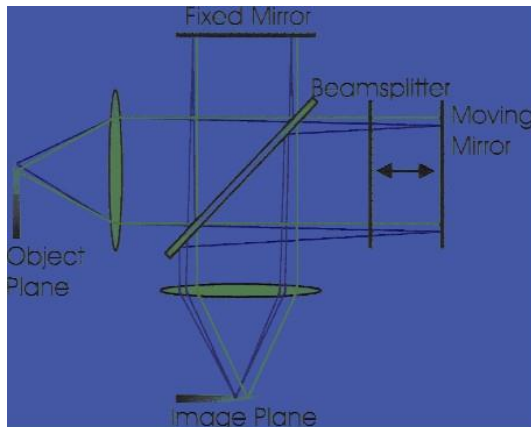


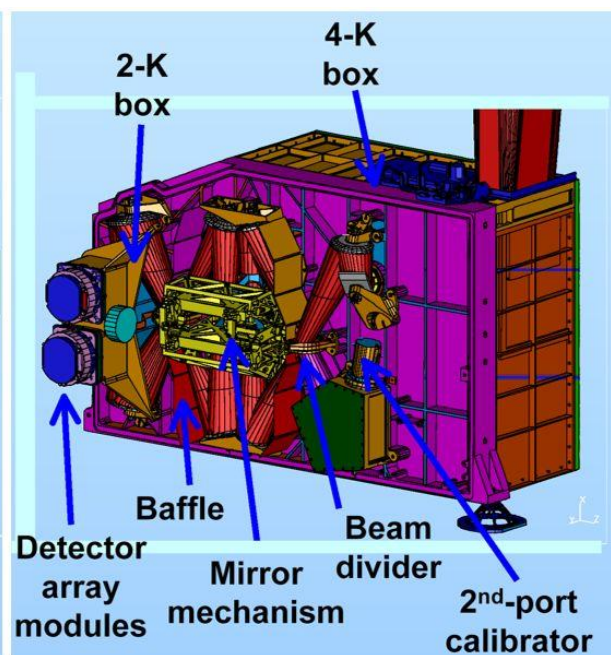
Figure : Diagrammes optiques montrant l'instrument SPIRE au foyer du télescope Herschel (à gauche). Les détails de l'instrument sont montrés à droite, le photomètre en haut et le spectromètre en bas.

Technique : Le spectromètre à transformée de Fourier de SPIRE (Fourier-Transform Spectrometer (FTS) en anglais) utilise le principe de l'interférométrie : le rayonnement incident est séparé par un séparateur de faisceau (beam splitter en anglais) en deux faisceaux qui parcourent des chemins optiques différents avant de se recombiner. En changeant la différence de chemin optique (Optical Path Différence, OPD en anglais) des deux faisceaux avec un miroir qui se déplace, un interférogramme du signal en fonction de la différence de marche optique est créé. Cet interférogramme est la transformée de Fourier du spectre de la source. En effectuant la transformée de Fourier inverse sur cet interférogramme, on obtient le spectre de la source en fonction de la fréquence.

Les schémas ci-dessous montrent un spectromètre à Transformée de Fourier classique basé sur l'interféromètre de Michelson (à gauche) et celui de SPIRE basé sur l'interféromètre de Mach-Zehnder (à droite).



Photomètre



Spectromètre

Références

K. Dohlen, A. Origné, D. Pouliquen, B. Swinyard, « Optical design of the SPIRE instrument for FIRST » SPIE 4013, Munich, Mars 2000.

B. Swinyard, P. Ade, M. Griffin, K. Dohlen, ..., « The FIRST-SPIRE spectrometer, A novel imaging FTS for the Sub-Millimetre » SPIE 4013, Munich, Mars 2000.

K. Dohlen, A. Origne, M. Ferlet, "Optical alignment verification of the Herschel-SPIRE instrument," SPIE 5487, pp. 448-459 (2004)