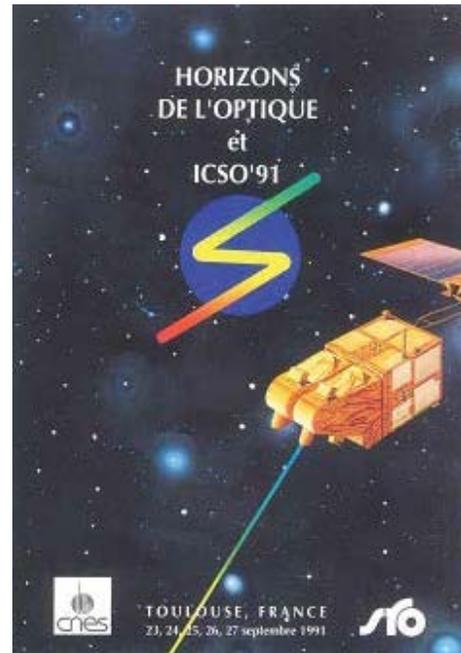


# International Conference on Space Optics—ICSO 1991

Toulouse, France

25–27 September 1991

*Edited by Guy Cerutti-Maori*



## *Posters: Astronomy*



International Conference on Space Optics — ICSO 1991, edited by Guy Cerutti-Maori, Proc. of SPIE  
Vol. 10571, 1057109 · © 2018 SPIE · CCC code: 0277-786X/18/\$18 · doi: 10.1117/12.2326758

## CRYOGENIC TESTING OF OPTICS FOR ISOCAM AT THE ROYAL OBSERVATORY EDINBURGH

John K Davies and E Ettegui-Atad

Royal Observatory, Edinburgh, EH9 3HJ, Scotland, UK

ISOCAM is an infrared camera operating in the 2.5 to 16 micron range which forms part of the payload of the ESA Infrared Space Observatory. We describe the design and operation of a cryogenic optical test facility at the ROE which is designed to provide an environment optically similar to that encountered in ISOCAM. The test cryostat is representative of one channel of the camera and lenses and filters were mounted in their holders, although not in the actual ISOCAM lens/filter wheels. All tests were carried out with the cryostat cooled to 4K. This facility was used to verify the optical design of the ISOCAM and to test individual optical components. The components tested included aspheric lenses diamond machined from silicon and germanium, interference filters and Circular Variable Filters. The test programme objectives included;

- 1) Determination of the back focal length of each lens and a comparison with theory.
- 2) Determination of the point spread function of each lens and verification of the image quality at 4K.
- 3) Verification of the filter profiles provided by manufacturers.
- 4) Characterisation of CVF elements and determination of spectral resolution achieved in the camera.

It has been found that agreement between theory and experiment is generally good and that the BFL and PSF derived for nominally identical lenses for the Qualification, Flight and Flight Spare models are in very close agreement with each other despite the QM optics being manufactured by a different company to the FM and FS optics. The transmissions and passbands for the entire set of ISOCAM filters were found to be satisfactory and in agreement with manufacturer's data taken at 77K and extrapolated to 4K. Performance of the CVFs is also found to be consistent with manufacturers data. Experimental data of CVF performance is compared with theoretical calculations of CVF performance in the ISOCAM.

LES REVETEMENTS DE SURFACE DU SOUS-SYSTEME OPTIQUE DU SATELLITE ISO

LUTZ Martine . MANGIN Jacques - JEANDEL Gérard

AEROSPATIALE . UNIVERSITE NANCY I /laboratoire infra-rouge

Dans le cadre du projet ISO (Infrared Space Observation), des revêtements absorbants et réfléchissants dans le domaine visible et infra-rouge ont été étudiés.

Le choix des revêtements appliqués sur le miroir et le pare-soleil a été effectué au terme d'essais d'adhérence et de mesures optiques comparatives : mesure de réflectivité absolue, réflectivité dans le domaine 0,5-200  $\mu\text{m}$  à 300 K et 4 K, et BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function). Des essais de qualification ont été réalisés sur les revêtements sélectionnés et les procédures de traitement validées sur éléments représentatifs.

Pour les éléments de bafflage, le revêtement absorbant a été sélectionné parmi cinq candidats. Des mesures de réflectivité ont été réalisées dans le domaine 0,5-200  $\mu\text{m}$  à 300 K et 4 K. Les variations avec l'angle d'incidence ont été examinées pour cinq longueurs d'onde. L'influence du cyclage thermique a également été étudiée.

Le revêtement choisi a été caractérisé du point de vue adhérence (superficielle et à l'interface substrat-peinture), conductivité et dégazage. Une amélioration de la conductivité s'est avérée nécessaire ainsi que la mise au point de procédures d'application sur baffles de sorte à minimiser le phénomène de contamination particulaire induite par le revêtement.

L'ensemble des travaux a abouti à la mise au point d'un revêtement performant (optique et conductivité) mais dont l'adhérence superficielle dépend de façon critique de la qualité de l'application.

UN NOUVEAU REVETEMENT DE SURFACE POUR TELESCOPE CRYOGENIQUE

LUTZ Martine - MANGIN Jacques - JEANDEL Gérard

AEROSPATIALE - UNIVERSITE NANCY I / laboratoire infrarouge

Une revêtement absorbant dans l'infrarouge lointain, destiné à une utilisation sur baffles de télescopes cryogéniques, a été mis au point sur divers substrats métalliques.

Le système absorbant créé conjugue les effets de la rugosité du substrat et ceux de la couche absorbante poreuse obtenue par projection thermique. La rugosité importante du substrat est obtenue par le dépôt au cordon d'aluminium de nickel, les paramètres de projection étant optimisés. La couche absorbante est réalisée à partir d'une poudre dont la composition est affinée en fonction des objectifs à atteindre : Elle est composée de pigments à absorption infrarouge et d'un liant thermoplastique. D'autres charges peuvent y être incorporées en fonction du besoin.

Les revêtements obtenus sont caractérisés du point de vue optique et adhérence.

Afin de modéliser le revêtement, les constantes optiques  $n$  et  $k$  des constituants du revêtement ont été déterminées par la méthode des isoréfectances. Le modèle mathématique de calcul de la réflectance tient compte des propriétés optiques des matériaux et de leur état de surface. Il met en évidence l'influence de l'état de surface sur la réflexion en fonction de la longueur d'onde.

Enfin, l'ensemble des performances du revêtement est comparé aux caractéristiques de la peinture Herberth dont l'état de l'art a montré qu'elle constituait l'un des rares revêtements performants dans l'infrarouge lointain.

*Etude et réalisation de composants par  
microlithographie pour l'instrumentation S.M.H. de PRONAOS*

G. BEAUDIN, F. GEX, D. MICHET, C. ROSOLEN, V. SERPETTE

OBSERVATOIRE DE PARIS  
77 avenue Denfert Rochereau 75014 PARIS

*L'Observatoire de Paris est impliqué dans l'expérience PRONAOS avec  
l'étude et le développement d'un spectrographe acousto optique ainsi qu'avec  
la réalisation de détecteurs Hétérodynes submillimétriques.*

*Le poster décrira les technologies mises en oeuvre pour la  
réalisation de composants spécifiques à ce type d'instrumentation en  
particulier collage métallique sous vide et microlithographie, il montrera  
les performances atteintes par ces composants.*

“APPORT DE L'OPTIQUE AU TRAITEMENT DU SIGNAL ELECTRIQUE”  
Spectromètres du récepteur hétérodyne submillimétrique PRONAOS

Carlo ROSOLEN - Daniel MICHET

CNRS-OBSERVATOIRE DE PARIS-MEUDON  
RADIOASTRONOMIE 92195 MEUDON CEDEX

L'optique, et en particulier l'interaction acousto-optique, constituent un support idéal pour le traitement et l'analyse temps réel de signaux électriques large bande. Depuis des décennies d'innombrables articles théoriques décrivent les immenses possibilités de l'optique dans l'analyse du signal et beaucoup de montages expérimentaux ont validé la plupart des capacités potentielles.

Mais les technologies à mettre en oeuvre et la conception même de systèmes reproductibles et fiables ont toujours posé des problèmes difficiles et, pratiquement interdit jusqu'à il ya peu d'années, les applications concrètes. Les choses semblent être mûres maintenant ; la modélisation théorique est au point et l'on sait bien utiliser la technologie de l'optique intégrée et des couches minces. Les sources laser semiconducteurs sont, depuis peu maîtrisés et fiables et les détecteurs CCD en particulier, ne posent plus de problèmes insurmontables.

Les applications au sol ont montré depuis 5 ans que l'optique et l'acousto-optique pouvaient être utilisées et intégrées, dans des équipements électroniques de traitement du signal, de façon totalement transparente et fiable.

Mais c'est dans les applications spatiales que l'intérêt de ces technologies devient évident, dès que la bande passante du signal à analyser dépasse quelques dizaines de mégahertz et que l'on prend en compte les considérations de consommation, poids et volume. Par exemple, en utilisant l'acousto optique, on est capable de réaliser un corrélateur travaillant sur 200 MHz de bande avec une dynamique  $> 50\text{dB}$  dans un volume de  $2\text{ dm}^3$ . Ce corrélateur effectue l'équivalent de  $10^{14}$  opérations par seconde.

Dans cette communication nous détaillons l'application concrète des spectromètres du récepteur hétérodyne submillimétrique de PRONAOS.

L'analyse spectrale du signal radio fréquence est effectuée sur  $2 \times 180\text{ MHz}$  de bande avec l'équivalent de 1000 filtres temps réel. Nous comparons, d'une part la technologie utilisée (Acousto-optique) aux technologies plus classiques des filtres analogiques et auto-corrélateurs numériques et d'autre part les performances respectives des différents systèmes. On peut ainsi chiffrer, pour cette application, le gain en coût, poids, dimensions, consommation apporté par l'utilisation de l'optique

appliquée au traitement du signal radio fréquence dans une application spatiale. On présente également les limites actuelles de cette technologie dans un environnement plus sévère tel que une sonde planétaire.

## CARACTERISATION DU TELESCOPE PRONAOS DANS LE SUBMILLIMETRIQUE

SAFA H.<sup>1</sup>, COUSIN B.<sup>2</sup>, LAMARRE J.M.<sup>3</sup>, RECOUVREUR G.<sup>3</sup> et SERRA G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements du CNRS, associé UPS Toulouse

<sup>2</sup> CNES

<sup>3</sup> IAS du CNRS, Orsay

Le PROjet NATional d'AstrONomie Submillimétrique, PRONAOS, est un projet ballon destiné à l'observation astronomique dans le domaine submillimétrique ( $\lambda = 200-1200\mu\text{m}$ ) où l'atmosphère constitue un écran perturbateur, pratiquement opaque dans la plus grande partie du spectre.

PRONAOS est composé d'une nacelle de ballon stratosphérique, d'un télescope submillimétrique et de deux instruments focaux, qui voleront séparément. Ce programme résulte d'une coopération entre le CNES et un consortium de laboratoires propres ou associés au CNRS.

Le télescope, étudié et réalisé par MATRA-Espace Toulouse, utilise une technologie avancée ; réalisé en fibre de carbone, il est ouvert à  $f/10$  et comporte un miroir primaire de deux mètres de diamètre, composé de six segments. La particularité du miroir primaire, outre le fait d'être segmenté, est que les défauts de surface ( $3\mu\text{m rms}$ ) sont faibles, comparés aux longueurs d'onde submillimétriques, mais grands (ou du même ordre) devant les longueurs d'onde visibles (ou proche infrarouges). L'industriel ayant opté pour une recette dans le visible, l'étude de la qualité image a montré que le télescope devait être caractérisé dans le submillimétrique pour les raisons suivantes : la  $WFE_{\text{rms}}$  estimée étant de  $25\mu\text{m}$ , la tâche image dans le visible est obtenue par tracé de rayons, or l'état de surface du miroir primaire comportant de hautes fréquences spatiales, le diamètre du spot diagram ( $9.2\text{ mm}$ ) est supérieur au diamètre de la tâche d'Airy ( $8.4\text{ mm}$  à  $\lambda = 300\mu\text{m}$ ). De plus, les défauts éventuels d'alignement des segments dégradent la qualité image dans le submillimétrique, mais ont peu d'effets dans le visible. Le test global dans le submillimétrique permet de vérifier le fonctionnement du télescope dans ce domaine de longueur d'onde et de déterminer l'axe de visée par rapport à l'axe du moyen de pointage de la nacelle. Cette mesure est primordiale pour le bon déroulement de la mission, puisqu'un écart entre les différents axes se traduit par une erreur absolue sur la direction de visée du télescope.

La méthode, les moyens utilisés pour le test global du télescope, sont présentés, ainsi que les résultats et les précisions obtenues.

## PERFORMANCES DANS L'UV LOINTAIN D'UN RESEAU HOLOGRAPHIQUE TRACE DANS DU CARBURE DE SILICIUM

Lemaire<sup>1</sup> P., Flamand<sup>2</sup> J., Bonnemason<sup>2</sup> F., Touzet<sup>2</sup> B.

<sup>1</sup> Institut d'Astrophysique Spatiale, CNRS/Université de Paris XI,  
BP10, 91371 Verrières le Buisson Cedex

<sup>2</sup> INSTRUMENTS S.A. Division Jobin-Yvon, 16-18 rue du Canal -  
BP118 - 91163 Longjumeau Cedex

Le spectromètre SUMER (Solar Ultraviolet Measurement of Emitted Radiation) est un des instruments du satellite d'observation solaire SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) qui est développé conjointement par l'Agence Spatiale Européenne et la NASA pour être lancé en 1995.

L'instrumentation SUMER est composée d'un miroir télescope en incidence normale et d'un spectromètre stigmatique utilisant le montage de Wadsworth. Le réseau est réalisé sur une surface sphérique avec 3600 traits par millimètre.

Tous les éléments de l'optique de l'instrumentation sont en carbure de silicium avec un revêtement en carbure de silicium déposé en phase gazeuse. La réflectivité des miroirs est la meilleure dans le domaine d'observation, c'est à dire entre 50 nm et 160 nm.

La réalisation du réseau est effectuée par transfert d'un réseau holographique enregistré dans une résine déposée sur le miroir sphérique et attaquée par usinage ionique pour graver à l'intérieur du carbure de silicium. Le réseau doit être utilisé dans le premier ordre entre 80 et 160 nm, et dans le deuxième ordre entre 50 et 80 nm ; la spécification pour la réalisation du réseau est l'obtention de l'efficacité maximale dans le deuxième ordre à 58.4 nm.

Afin de préparer la réalisation du réseau, plusieurs échantillons ont été gravés et mesurés, puis un réseau de test a été réalisé. Nous donnons les résultats des mesures effectuées sur les échantillons et sur le réseau et nous les comparons avec les meilleurs résultats publiés dans ce domaine de longueur d'onde avec d'autres substrats.

THE UV SPECTROGRAPHIC TELESCOPE FOR ASTRONOMICAL RESEARCH (UVSTAR)  
FOR THE HITCHHIKER PLATFORM ON THE SHUTTLE.

R. STALIO<sup>(1)(2)</sup>, L. A. BROADFOOT<sup>(3)</sup>, A. BUCCONI<sup>(2)</sup>, F. VISINTINI<sup>(2)</sup>,  
P. TRAMPUS<sup>(2)</sup>

- (1) DEPARTMENT OF ASTRONOMY, UNIVERSITY OF TRIESTE  
(2) C. A. R. S. O., AREA DI RICERCA, TRIESTE  
(3) LPL, UNIVERSITY OF ARIZONA, TUCSON

UVSTAR is a spectrographic telescope operating in the spectral range from 500 to 1200 Å. This range is essentially unexplored in a systematic way except for a very limited number of observations of bright sources from the Copernicus satellite, the UVS on the Voyager spacecrafts, and HUT.

UVSTAR consists of two off-axis paraboloids and Rowland circle, long slit spectrographs. The sensitivities for point sources are  $3 \times 10^{-13}$  erg/s/cm<sup>2</sup>/Å at 600 Å and  $1 \times 10^{-13}$  erg/s/cm<sup>2</sup>/Å at 1000 Å (S/N=10, 30 minutes observation). The 1000 Å flux corresponds to an unreddened B0V star of visual magnitude 16.5 or to an unreddened F0V star of 6.0 visual magnitude. Another characteristic is the use of ICCD detectors.

UVSTAR will be mounted on the Hitchhiker bridge on the Shuttle, it is in the NASA-STIS manifest for March 1993; other four flights have been approved at approximately 1 year interval each.

Among the scientific objectives we mention the following studies.

- Jupiter: plasma on the Io orbit, magnetosphere, atmosphere; support to the Galileo observations.
- Venus: vulcanism, from observations of SO<sub>2</sub> bands;
- comparative studies of planets, including Earth; EUV-FUV albedo.
- morphogenesis of comets
- high, medium and low temperature interstellar medium;
- stellar winds from hot stars;
- atmospheres of hot subdwarfs from EUV data;
- emission line binaries (cataclysmic, etc.);
- planetary nebulae, HII regions, supernova remnants;
- bright galaxies.

## STABILISATION ACTIVE DE LA PHASE EN SYNTHÈSE D'OUVERTURE

B. SORRENTE, F. CASSAING, E. PRIETO, D. BEAL, Y. RABBIA,  
M. DUGUE, P. ANTONNELLI

ONERA, Observatoire de la Côte d'Azur

L'espace offre un terrain d'investigations privilégié pour les instruments à synthèse d'ouverture. En effet par rapport à une configuration au sol, le recours à de très grandes bases y est plus aisé, et les performances de l'instrument ne sont plus limitées par la turbulence atmosphérique, mais par les vibrations mécaniques. Il reste cependant capital dans le cadre de la réalisation d'une grande structure spatiale à plusieurs télescopes, d'une part d'assurer le pointage de l'objet observé avec une précision compatible avec la résolution à atteindre sur l'image, et d'autre part d'égaliser les divers trajets optiques. Ces deux enjeux technologiques jouent un rôle déterminant pour la mesure précise de la phase de l'objet, et par voie de conséquence, pour la qualité de l'image reconstruite. L'ONERA a développé une compétence dans ces deux domaines, en réalisant un système de pointage fin à quatre quadrants et une ligne à retard pour la poursuite de la frange centrale. A ce titre, elle participe à un programme d'interféromètre au sol à deux télescopes, en collaboration avec l'équipe de l'I2T à l'OCA-Calern. Dans la mesure où le spectre des fluctuations atmosphériques se situe dans la même bande passante que le spectre des vibrations mécaniques, les interféromètres au sol constituent des laboratoires d'essais précieux pour tout programme spatial. Une première mission d'expérimentation du Pointage seul s'est déroulée en mars 1991 au cours de laquelle une précision de l'ordre de 0,15 arcsec a été atteinte sur des étoiles de diverses magnitudes. Par ailleurs des essais de recherche de franges en spectre large ont été menés en laboratoire. Une prochaine mission intégrant les deux sous-systèmes de correction est prévue pour la fin de l'année.

ETUDE ET REALISATION DES MIROIRS DU TELESCOPE I.S.O.

Eric RUCH

SA REOSC

Recherches et Etudes d'Optique et de Sciences Connexes

L'Infrared Space Observatory (ISO) est un satellite astronomique travaillant dans le domaine spectral infrarouge de 2.5 à 200  $\mu\text{m}$ .

Sous la maîtrise d'oeuvre de l'Agence Spatiale Européenne AEROSPATIALE et MBB, REOSC est responsable de la conception et de la réalisation des miroirs du télescope.

Destiné à opérer à des températures cryogéniques autour de 4K, le télescope se compose de 3 miroirs :

- le miroir primaire asphérique, de diamètre 640 mm ouvert à F/1.6, allégé mécaniquement à plus de 70 %, poli à mieux que  $\lambda/90$  RMS pour  $\lambda = 5 \mu\text{m}$ ,
- le miroir secondaire asphérique de 90 mm de diamètre,
- le miroir pyramidal dont les quatre faces réfléchissent le faisceau incident dans quatre directions orthogonales en direction des expériences scientifiques.

Les différentes étapes de la conception et de la réalisation de ces miroirs seront décrites, en particulier les techniques d'allègement, les concepts d'interfaces thermiques et mécaniques, les étapes de doucissage et de polissage asphérique, le traitement réfléchissant ainsi que l'intégration des miroirs dans les fixations de vol.

Les concepts optique, mécanique et thermique ont été vérifiés et qualifiés sur un modèle structural et les miroirs de vol seront

livrés à AEROSPATIALE en fin 1990. L'ensemble des performances  
des optiques de vol sera présenté.

TITRE

"Interférométrie stellaire à deux télescopes reliés par fibres optiques"

AUTEURS

F. REYNAUD \*  
P. CONNES \*\*  
JJ. ALLEMAN \*

\* Equipe Optique - IRCOM LIMOGES

\*\* Service d'Aéronomie de VERRIERES LE BUISSON

TEXTE

La réalisation dans un futur proche d'ouvertures synthétiques comportant un grand nombre de télescopes nécessite une étude approfondie des systèmes permettant le transport cohérent de la lumière stellaire des télescopes vers la station de mélange interférométrique.

La solution conventionnelle, pour cette tâche, consiste à utiliser un jeu de miroirs incluant une ligne à retard permettant d'égaliser les chemins optiques. Nous nous proposons actuellement de développer une deuxième méthode utilisant des fibres optiques monomodes pour guider la lumière des foyers des télescopes jusqu'au système de recombinaison.

Cette méthode offre l'avantage de simplifier considérablement la structure des bras interférométriques. Seules les positions d'entrée et de sortie des fibres ainsi que leurs longueurs optiques sont à maîtriser. Cette simplicité en fait un outil tout à fait adapté aux projets spatiaux. En outre, une utilisation spatiale permettrait, en l'absence de turbulence atmosphérique, un rendement de couplage optimum entre les télescopes et les guides optiques.

Néanmoins, nous réalisons actuellement une expérience au sol ayant pour but de confirmer la possibilité d'utiliser les fibres optiques dans le cadre de la synthèse d'ouverture.

L'interféromètre stellaire est constitué de deux télescopes reliés par fibres optiques à une station de mélange interférométrique.

Un tel dispositif nécessite la réalisation de trois unités principales :

- un dispositif d'asservissement de longueur optique des deux fibres optiques incluant une stabilisation des chemins optiques vis à vis des fluctuations mécaniques et thermiques ainsi qu'une égalisation des caractéristiques de dispersion et de polarisation des guides optiques.

- un dispositif asservi d'injection dans les fibres optiques des faisceaux astronomiques provenant des télescopes.

- un dispositif de compensation des chemins optiques correspondant à une propagation dans l'air. Les fibres sont asservies en position par rapport au plan d'onde de la lumière provenant de l'étoile.

Ces trois unités sont en phase finale de mise au point et seront utilisées dans les mois prochains pour observer des franges d'interférence en utilisant l'étoile polaire comme source. La distance entre les deux télescopes sera de quelques mètres. Polaris offre l'avantage, dans un premier temps, d'éviter l'utilisation d'une monture équatoriale. Des tests futurs seront effectués sur des montures mobiles.

Ce travail est effectué grâce à des financements ESA et INSU. Une étude complète du réseau de fibres asservies fait l'objet d'un nouveau contrat avec l'ESA et Matra.