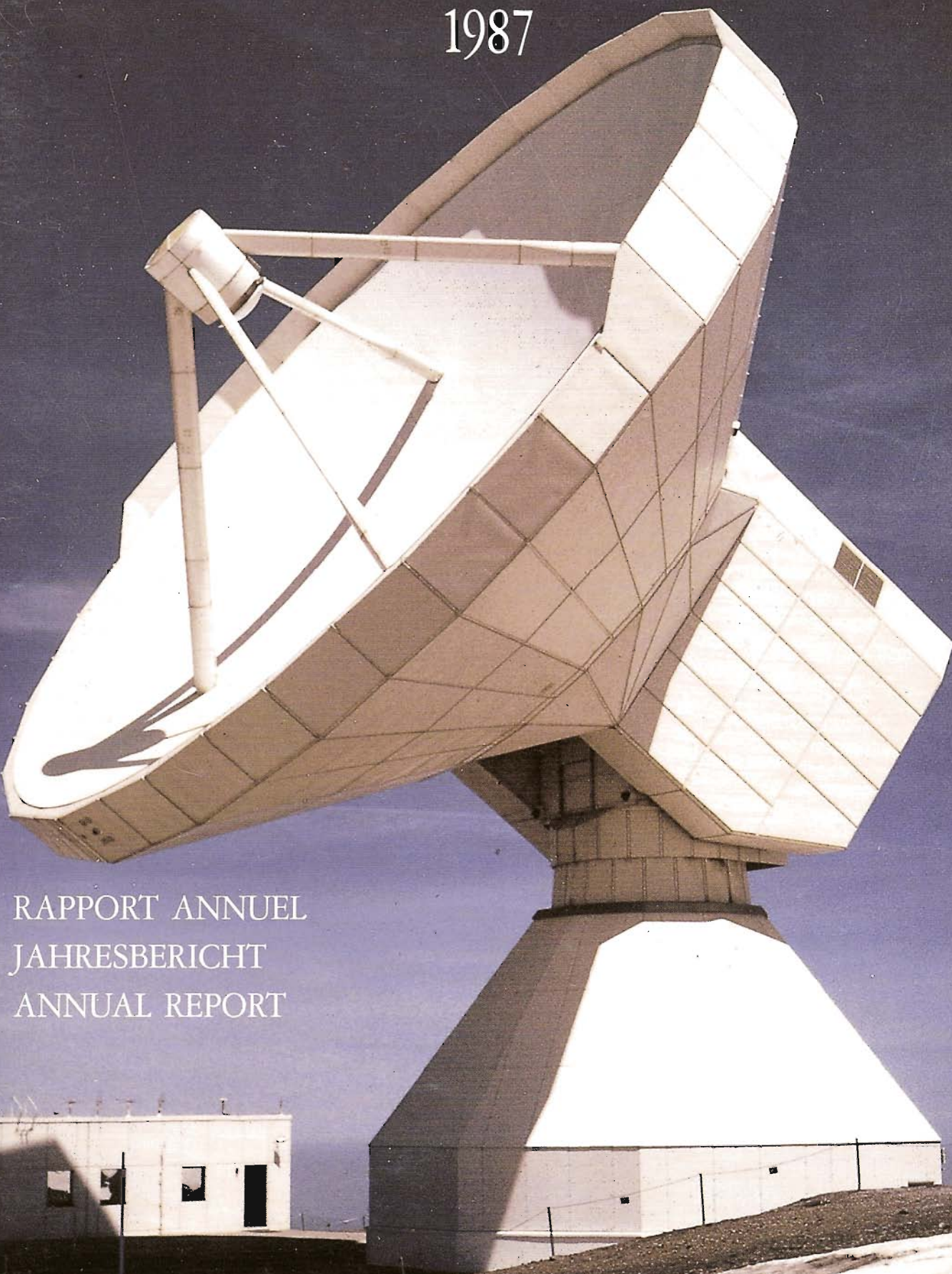


# IRAM

1987



RAPPORT ANNUEL  
JAHRESBERICHT  
ANNUAL REPORT

#### REMERCIEMENTS

*Ce rapport n'a pu être publié qu'avec le concours enthousiaste du personnel de l'IRAM en Espagne et en France. Nous remercions Monsieur le Professeur P.G. Mezger pour sa contribution sur les observations avec le bolomètre au télescope de 30 m.*

#### DANKSAGUNG

*Dieser Bericht konnte nur dank der Beteiligung und der Motivierung des IRAM-Personals in Spanien und Frankreich veröffentlicht werden. Wir danken Herrn Professor P.G. Mezger für seinen Beitrag über die Bolometer-Beobachtungen am 30-m-Teleskop.*

#### ACKNOWLEDGEMENT

*This report could not have been written without the work and enthusiasm of the IRAM personnel in Spain and France. We thank Professor P.G. Mezger for his contribution on the bolometer observations on the 30-m telescope.*

Rapport annuel / Jahresbericht / Annual Report

1987

*Edité par les Directeurs de l'IRAM*  
*Veröffentlicht von den IRAM-Direktoren*  
*Edited by the IRAM Directors*

*M.J. De Jonge*

*D. Downes*

INSTITUT DE RADIO ASTRONOMIE MILLIMETRIQUE  
INSTITUT FÜR RADIOASTRONOMIE IM MILLIMETERBEREICH

300, rue de la Piscine  
Domaine Universitaire  
38406 SAINT-MARTIN-D'HÈRES  
France

# Table des matières

Introduction .....	p. 5
Recherche scientifique au télescope de 30 m .....	p. 7
Recherche extragalactique .....	p. 9
Recherche galactique .....	p. 14
Etudes stellaires .....	p. 19
Système solaire .....	p. 27
L'Observatoire au Pico Veleta .....	p. 29
L'Institut à Grenoble .....	p. 35
L'Interféromètre du Plateau de Bure .....	p. 42
Personnel et Finances .....	p. 47
Annexe I — Programme des observations au télescope de 30 m .....	p. 50
Annexe IIa — Publications de l'IRAM .....	p. 56
Annexe IIb — Publications des utilisateurs du télescope .....	p. 61
Annexe III — Membres du Conseil d'Administration et des comités de l'IRAM .....	p. 63

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	S. 5
Wissenschaftliche Forschung mit dem 30-m-Teleskop .....	S. 7
Extragalaktische Forschung .....	S. 9
Galaktische Forschung .....	S. 14
Sterne .....	S. 19
Erforschung des Sonnensystems .....	S. 27
Das Pico Veleta Observatorium .....	S. 29
Das Institut in Grenoble .....	S. 35
Das Plateau de Bure Interferometer .....	S. 42
Personal und Finanzen .....	S. 47
Anhang I — Beobachtungsprogramme, durchgeführt am 30-m-Teleskop .....	S. 50
Anhang IIa — IRAM-Veröffentlichungen .....	S. 56
Anhang IIb — Veröffentlichungen der Teleskopbenutzer .....	S. 61
Anhang III — IRAM - Verwaltungsrat - und Ausschussmitglieder .....	S. 63

# Table of Contents

Introduction .....	p. 5
Scientific Research with the 30-m Telescope .....	p. 7
Extragalactic Research .....	p. 9
Galactic Research .....	p. 14
Stars .....	p. 19
Solar System Research .....	p. 27
Pico Veleta Observatory .....	p. 29
Grenoble Institute .....	p. 35
Plateau de Bure Interferometer .....	p. 42
Personnel and Finances .....	p. 47
Appendix I — 30-m Telescope Schedule .....	p. 50
Appendix IIa — IRAM Publications .....	p. 56
Appendix IIb — IRAM User Publications .....	p. 61
Appendix III — IRAM Executive Council and Committee Members .....	p. 63

## Introduction

Au cours de l'année 1987, la quantité des données astronomiques obtenues avec le télescope de 30 m a augmenté de façon significative grâce à l'installation d'un nouveau récepteur SIS à 1,3 mm, d'une grande sensibilité, et à l'utilisation simultanée de deux récepteurs pour les observations.

Le télescope de 30 m a été inauguré officiellement le 14 septembre par le ministre espagnol des Travaux publics, Sr. J.L. Sáenz de Cosculluela qui, à cette occasion, exprimait le vœu de voir l'Espagne devenir un des partenaires de l'IRAM, par l'intermédiaire de l'IGN.

Cette déclaration a amené le Conseil de l'IRAM à créer un comité ad hoc, afin d'étudier et de préparer les clauses d'une intégration de l'IGN en tant que partenaire supplémentaire de l'IRAM.

Les travaux sur le site de l'interféromètre sur le plateau de Bure ont eu comme premier objectif la réception du premier télescope de 15 m, livré par l'industrie. Cette réception a eu lieu à la fin de 1986. Les tests sur le télescope ont été gênés par le mauvais temps au printemps, et interrompus pendant plus d'un mois à la suite de dégâts dus à la foudre, dans les systèmes électroniques de la salle de contrôle.

Les tests sur le télescope, travaillant en miroir unique, ont été repris à la fin de l'été, et terminés au cours de l'hiver. Dans cette configuration, le récepteur, le back-end, la câblerie, le logiciel du télescope et de son instrumentation, sont nécessaires et doivent fonctionner simultanément d'une façon satisfaisante.

## Einleitung

Während des Berichtsjahres hat sich die Quantität der astronomischen Beobachtungen am 30-m-Teleskop wesentlich erhöht aufgrund der Installation eines neuen, hochempfindlichen 1,3 mm SIS-Empfängers und des gleichzeitigen Betriebs von zwei Empfängern während der Beobachtungen.

Das 30-m-Teleskop wurde am 14. September offiziell von dem spanischen Minister für Bauwirtschaft, Herrn J.L. Sáenz de Cosculluela, eingeweiht, der bei dieser Gelegenheit den Wunsch Spaniens zum Ausdruck brachte, über das Nationale Geographische Institut (IGN) Mitglied von IRAM zu werden.

Diese Ankündigung veranlaßte den Verwaltungsrat von IRAM, ein ad hoc-Komitee zu gründen, das die Art und Weise der Integration des IGN als weiteren Partner von IRAM prüfen und vorbereiten soll.

Die Arbeit am Interferometer auf dem Plateau de Bure war bestimmt durch die Inbetriebnahme des ersten 15-m-Teleskops, das Ende 1986 von der Industrie übergeben wurde. Die Tests mit diesem Teleskop wurden durch das schlechte Frühlingswetter behindert und mußten für mehr als einen Monat eingestellt werden, als Folge eines Schadens durch Blitzeinschlag in das Elektroniksystem im Kontrollraum.

Die Tests mit dem Teleskop wurden im Einzelbetrieb Ende des Sommers fortgesetzt und im Winter beendet. Der Einzelbetrieb setzte voraus, daß der Empfänger, das Backend, alle Kabelverbindungen und die Betriebsprogramme für Teleskop und Instrumentierung korrekt und gleichzeitig funktionierten.

## Introduction

During 1987, the quantity of astronomical data obtained at the 30-m telescope increased significantly as a result of the installation of a new SIS 1.3 mm receiver of high sensitivity and the simultaneous use of two receivers during observations.

The 30-m telescope was officially inaugurated on the 14th of September by the Spanish Minister of Public Works, Sr. J.L. Sáenz de Cosculluela who, at this occasion, expressed the wish that Spain, through the National Geographic Institute (IGN) wished to become a partner of IRAM.

This announcement led the IRAM Council to create an ad-hoc committee to study and prepare the terms of the integration of IGN as an additional partner in IRAM.

The work on the interferometer on the Plateau de Bure site concentrated on the commissioning of the first 15-m telescope which was accepted from industry late in 1986. The tests on the telescope were hampered by bad spring weather and stopped for more than a month due to lightning damage of the electronic systems in the control room.

The tests on the telescope in single dish mode were resumed in late summer and completed in winter. The single dish mode required the receiver, the backend, all the cable connections, and the software for the telescope and the instrumentation, all to work satisfactorily and simultaneously.

Pendant cette période de tests, les premières séances d'entraînement des observateurs ont débuté.

Le montage du second télescope s'est terminé au début de décembre ; les tests de ce télescope sont prévus pour le début de 1988, après mesure de la surface et réception.

Les développements instrumentaux à Grenoble ont abouti au récepteur à 1,3 mm, déjà mentionné, à l'achèvement du premier récepteur SIS à 3 mm pour l'interféromètre, et à la mise en chantier du second.

Les travaux, pour les back-end, se sont concentrés sur la préparation du corrélateur 4 bits continuum, indispensable pour le démarrage de l'interféromètre en 1988.

Le personnel de l'IRAM a participé à divers projets hors de l'IRAM, et en particulier à l'achèvement et à la réception du télescope SEST à La Silla, et à la phase A de l'étude d'un télescope de la classe des 2 m destiné à l'interférométrie optique et infra-rouge.

Während der Inbetriebnahme des Teleskops wurde die erste Einweisung der Operateure durchgeführt.

Die Montage des zweiten Teleskops wurde Anfang Dezember beendet ; die Tests mit diesem Teleskop sind für Anfang 1988 vorgesehen, nachdem die Oberfläche vermessen und der Reflektor abgenommen ist.

Die Geräteentwicklung in Grenoble erbrachte den oben erwähnten 1,3 mm-Empfänger, die Fertigstellung des ersten 3 mm-SIS-Empfängers für das Interferometer und erste Arbeiten am zweiten Empfänger.

Bei den Backends konzentrierte sich die Arbeit auf die Vorbereitungen für den 4-Bit Kontinuum-Korrelator, der für den Beginn des Interferometerbetriebes 1988 benötigt wird.

IRAM-Personal nahm teil an mehreren Projekten außerhalb der IRAM-Aktivitäten, z.B. an der Fertigstellung und der Abnahme des SEST-Teleskops auf La Silla, und der Studie (Phase A) für ein optisches Teleskop der 2 m-Klasse als Element eines optischen und Infrarot-Interferometers.

During the test period of the telescope, the first operator training started.

The assembly of the second telescope was finished in the beginning of December, and tests of this telescope are planned for early 1988 after surface measurement and acceptance.

The instrumentation development in Grenoble resulted in the 1.3 mm receiver mentioned above, the completion of the first 3-mm SIS receiver for the interferometer, and the start of the second.

For the backends, work was concentrated on the preparations of the 4-bit continuum correlator needed for the interferometer start-up in 1988.

IRAM personnel participated in various projects outside IRAM, and in particular the finishing and acceptance of the SEST telescope on La Silla, and the phase A design study of a 2-m class optical telescope to be used for optical and infrared interferometry.



*Siège Social IRAM / IRAM -Hauptsitz / IRAM Headquarters, Grenoble.*

# Recherche scientifique avec le télescope de 30 m

Le télescope de 30 m a été ouvert aux astronomes extérieurs à l'IRAM fin mai 1985. Des observations sont programmées régulièrement depuis mi-septembre de la même année.

Fin 1987, 12 000 heures d'observation avaient été ainsi attribuées, soit près de 60% du temps disponible. Ces heures étaient partagées entre les chercheurs du CNRS et des observatoires français (environ 45%), les chercheurs du MPG et des universités allemandes (environ 45%) et les chercheurs de l'IGN et des universités espagnoles (environ 10%). De nombreux astronomes extérieurs à la France, l'Allemagne et l'Espagne ont aussi utilisé le télescope de 30 m durant cette période, le plus souvent en collaboration avec des chercheurs du CNRS, du MPG ou de l'IGN.

Près de la moitié des programmes d'observation concernent des objets extragalactiques, l'autre moitié se décompose en études du milieu interstellaire (nuages moléculaires et régions HII : 20% du temps total), de la matière circumstellaire (vents stellaires, enveloppes, flots bipolaires : 20%) et du système solaire (5%). 5% du temps total a été consacré à des études sur le rayonnement du fond cosmique, sur l'anti-matière et sur l'atmosphère terrestre.

90% des programmes avaient trait à des observations de raies spectrales, 10% à des observations d'émission continuum. Les programmes spectraux concernaient surtout les raies de la molécule CO (70% des observations spectrales) et les raies de CS et HCN (10% ensemble), les autres raies occupant les 20% restant. Les recherches effectuées avec le télescope de 30 m touchent donc à une grande variété de sujets, allant des quasars, les objets les plus lointains connus, à l'atmosphère terrestre, en passant par les galaxies proches, les étoiles et le système solaire.

# Wissenschaftliche Forschung mit dem 30-m-Teleskop

Die ersten Beobachtungen mit dem 30-m-Teleskop durch Gastbeobachter begannen im Mai 1985, der reguläre Beobachtungsbetrieb wurde Mitte September 1985 aufgenommen.

Bis Ende 1987 wurden 12000 Beobachtungsstunden auf den Plan gesetzt. Dies ist ca. 60% der zur Verfügung stehenden Zeit. Diese Zeit wurde zwischen dem CNRS (45%), der MPG (45%) und dem IGN (10%) aufgeteilt. Deutsche Universitäten sind in der MPG-Zeit mitgezählt. Zahlreiche Astronomen außerhalb der IRAM-Partner konnten ebenfalls, in der Regel in Zusammenarbeit mit Astronomen von CNRS, MPG oder IGN, das Teleskop benutzen.

Etwa die Hälfte der laufenden Beobachtungsanträge behandeln extragalaktische Objekte, 20% das interstellare Medium, Molekülwolken und HII-Gebiete, 20% stellare Ausflüsse (Sternwinde, zirkumstellare Hüllen, bipolare Ausflüsse), 5% das Sonnensystem und 5% andere Projekte (kosmische Hintergrundstrahlung, Positronium, atmosphärische Effekte usw.).

Von diesem Vorhaben sind 90% Spektrallinien- und 10% Kontinuumprogramme. Unter den Linienanträgen beschäftigen sich 2/3 mit dem CO-Molekül, gefolgt von CS und HCN mit 10% und verschiedenen anderen Molekülen mit zusammen 20%. Die wissenschaftlichen Untersuchungen umspannen demnach ein weites Betätigungsfeld, welches im folgenden genauer beschrieben werden soll, wobei wir bei den entferntesten Objekten des Weltalls, den Quasaren, beginnen und uns immer mehr den Untersuchungen näherer Objekte zuwenden, bis hin zu unserem eigenen Sonnensystem.

# Scientific Research with the 30-m Telescope

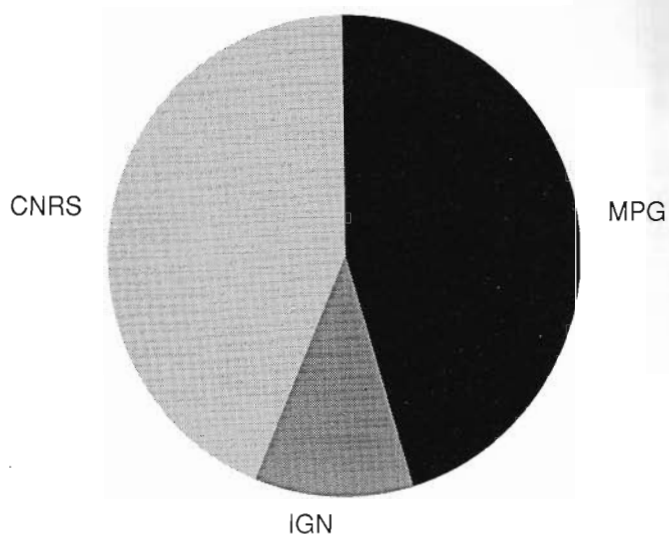
The first observations with the 30-m telescope by visiting astronomers were made near the end of May 1985, and regular observing operations commenced as of mid-September 1985

By the end of 1987, 12,000 observing hours had been scheduled, or about 60% of the time available. This time has been shared among CNRS (45%), MPG (45%) and IGN (10%). German universities are included in the MPG time. Numerous astronomers from outside the IRAM partner countries have also used the telescope, usually in collaboration with CNRS, MPG or IGN astronomers.

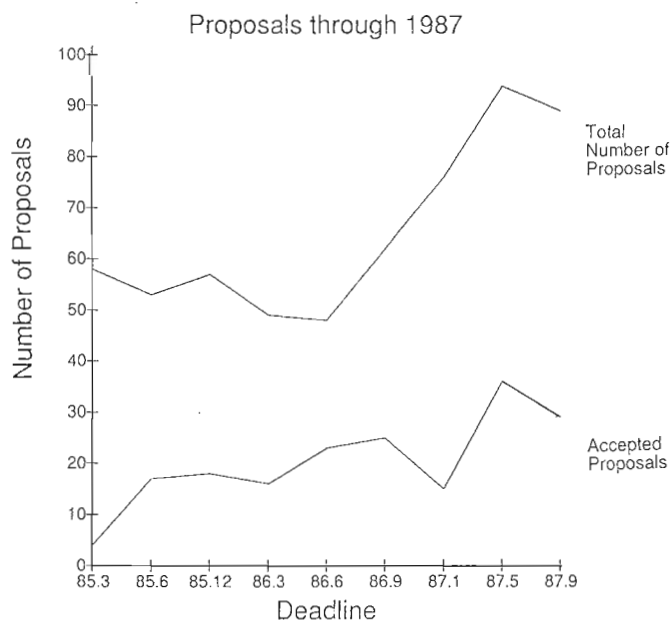
Of current observing proposals, about half are for extragalactic objects, 20% for interstellar medium, molecular clouds and HII regions, 20% for stellar outflows (stellar winds, circumstellar envelopes, bi-polar flows), 5% for solar system research and 5% for other projects (cosmic background, positronium, atmospheric effects, etc.).

Of these projects, 90% are spectral line programs, 10% are continuum. Of the line proposals, about two-thirds are for the CO molecule, followed by 10% for CS and HCN, and 20% for various other lines. Thus scientific research at the 30-m telescope spans a wide range of activities, which are described in more detail in the following sections, starting with the most distant objects in the Universe, the quasars, and moving progressively inward to studies of our own solar system.

Observing Time through December 1987



*Distribution du temps d'observation jusqu'à décembre 1987 inclus.  
Verteilung der Beobachtungszeit bis Dezember 1987 einschließlich.  
Distribution of observing time through December 1987.*



*courbe haute : Nombre de propositions soumises.  
courbe basse : Nombre de propositions acceptées jusqu'à décembre 1987 inclus.  
obere Kurve : Anzahl der unterbreiteten Vorschläge.  
unter Kurve : Anzahl der akzeptierten Vorschläge bis Dezember 1987 einschließlich.  
upper : Number of proposals submitted.  
lower : Number of accepted proposals, through December 1987.*



*Emission continuum des quasars*

La grande dimension et la très bonne précision de la surface collectrice du télescope de 30 m en font un instrument unique pour la détection des radio-sources ponctuelles aux longueurs d'onde millimétriques. Le télescope a été utilisé à 3 mm et 1,3 mm pour mesurer le flux de nombreux quasars ayant un spectre centimétrique plat. Le résultat de ces mesures est inattendu : le spectre reste plat aux longueurs d'onde millimétriques, ce qui change considérablement notre estimation de leur luminosité totale ainsi que l'énergie nécessaire à les maintenir brillants. Une autre question intéressante était de voir s'il était possible de détecter dans le domaine millimétrique des quasars à très faible émission centimétrique, ayant une émission visible et infra-rouge normale. Les données du satellite IRAS montrent que le spectre d'énergie de ces quasars est maximum vers  $100 \mu\text{m}$ , c'est-à-dire dans l'infrarouge lointain. Les observations de Pico Veleta ont montré, pour l'instant, que ces « radio-quiet quasars » portaient bien leur nom, les flux 1,3 mm observés jusqu'à présent étant au maximum de quelques milli-janskys. La première détection d'un tel quasar à 1,3 mm a demandé une heure d'intégration par temps clair. La faiblesse de ces sources aux longueurs d'onde radio suggère que leur brillance dans l'infra-rouge lointain n'est pas liée à l'émission synchrotron, mais à l'émission thermique de poussières chaudes. Ces quasars sont probablement enfouis au centre d'une galaxie dans un épais manteau de gaz et de poussière, manteau qui absorberait la quasi-totalité de leur rayonnement synchrotron. De nouvelles observations millimétriques avec le télescope de 30 m seront nécessaires pour étayer un tel modèle.

*Kontinuummmission der Quasare*

Wegen seiner großen Sammelfläche und seiner hohen Winkelauflösung ist das 30-m-Teleskop ein einzigartig geeignetes Instrument, um außergalaktische Punktquellen bei mm-Wellenlängen zu entdecken. Mit dem Teleskop wurden bei 1,3 und 3 mm Wellenlänge die Flußdichten zahlreicher Quasare ermittelt, die im cm-Bereich ein flaches Spektrum besitzen. Das erstaunliche Ergebnis ist, daß die Spektren vom cm- bis in den mm-Bereich flach bleiben. Dies beeinflusst stark die Abschätzung der Gesamtleuchtkraft und der Energie der physikalischen Prozesse in diesen Objekten. Eine weitere brennende Frage ist, ob man „radio-leise“ Quasare im mm/submm Bereich entdecken kann. Obgleich die Eigenschaften dieser Quasare im Sichtbaren und Infraroten die gleichen sind wie die aller anderen, zeigen sie im cm-Bereich nur unwesentliche Radioemission. IRAS-Daten zeigen, daß die Spektren der meisten radio-leisen Quasare nahe einer Wellenlänge von  $100 \mu\text{m}$  ihr Maximum haben, es ist also eine Herausforderung, diese Objekte, die man bereits im Ferninfrarot entdeckt hat, zu untersuchen. Die radio-leisen Quasare, nach welchen man auf dem Pico Veleta gesucht hat, verdienen ihre Bezeichnung wirklich, denn bei 1,3 mm zeigen sie sehr geringe Flüsse von einigen mJy oder weniger. Unter guten Wetterverhältnissen wurde der erste radio-leise Quasar nach einer Stunde Integrationszeit entdeckt. Diese neue Spektralinformation legt dringend nahe, daß die Ferninfrarot/Submillimeteremission von heissem Staub stammt, wie es auch bei aktiven Galaxien der Fall ist. Radioleise Quasare sind also vermutlich in dichtes Gas und Staub im Kern ihrer Wirtsgalaxien gehüllt, was den Großteil ihrer Synchrotronstrahlung absorbiert. Diese Vorstellung muß durch weitere Beobachtungen erhärtet werden, was wegen der geringen Intensität der Objekte eine Langzeitaufgabe sein muß.

*Continuum Emission from Quasars*

Because of its large collecting area and small beamsize, the 30-m telescope is a unique instrument for detecting extragalactic point sources at mm wavelengths. The telescope has been used at 3 and 1.3 mm to measure the flux densities of numerous quasars with flat spectra in the cm range. The surprising result is that the spectra still remain flat from the cm into the mm range. This result considerably affects estimates of the total luminosity and the energy of physical processes in these objects. Another exciting question is whether it will be possible to detect radio-quiet quasars in the mm/sub-mm range. Although the visible and infrared properties of these quasars are the same as for other quasars, they have insignificant radio emission in the cm range. IRAS data show that the spectra of most radio-quiet quasars peak near a wavelength of  $100 \mu\text{m}$ , so it is a challenge to study those objects already detected in the far infrared. The radio-quiet quasars searched for so far at Pico Veleta really live up to their name, with very low 1.3 mm fluxes of only a few mJy or less. During good weather, the first radio-quiet quasar was detected after an hour of integration. This new spectral information strongly suggests that the far infrared sub-mm emission of radio-quiet quasars originates in heated dust, as in active galaxies. Hence, radio-quiet quasars are probably embedded in dense gas and dust in the centers of their host galaxies, which absorbs most of their synchrotron radiation. This idea must be confirmed by further observations, necessarily a long-term task for the 30-m telescope because of the weakness of the objects.

## *Emission continuum des galaxies actives*

Comme pour les quasars décrits ci-dessus, le spectre des galaxies actives, observé entre 10 et 100  $\mu\text{m}$  par le satellite IRAS, croît entre le visible et 100  $\mu\text{m}$ . Le flux radio centimétrique de ces objets est beaucoup plus faible que leur flux infra-rouge indiquant une chute brutale de l'énergie qu'ils émettent dans le domaine millimétrique-submillimétrique. L'émission continuum de ces objets a été étudiée à 1,3 mm avec le télescope de 30 m. Elle est généralement si faible ( $\sim 10$  à 40 mJy) qu'elle n'est détectable qu'avec le bolomètre et n'a pu être cartographiée que dans quelques objets, comme la galaxie à sursaut de formation d'étoiles, M82. La chute du flux entre 100  $\mu\text{m}$  et 1,3 mm implique que le rayonnement infra-rouge de ces objets provient de l'émission de poussières.

L'émission thermique de la poussière est optiquement mince à 1,3 mm et est un bon traceur de la masse de poussière et probablement de la masse de gaz dans ces galaxies. Cette dernière grandeur est un paramètre fondamental dont dépend le taux de formation d'étoiles. La figure ci-contre montre la corrélation existant entre la masse de gaz, calculée à partir du flux 1,3 mm, et la luminosité infra-rouge totale, pour 23 galaxies de Markarian. Elle montre que dans les galaxies actives, le taux de formation d'étoiles massives (qui sont responsables de l'essentiel de la luminosité) est proportionnel à la quantité totale de gaz et que le rapport luminosité sur masse gazeuse y est 20 fois plus grand que dans les spirales riches en poussières habituelles. La valeur du rapport luminosité infra-rouge / masse gazeuse fournit une nouvelle définition du degré d'activité des galaxies et suggère qu'il existe un mécanisme particulier de formation d'étoiles dans les plus actives.

## *Kontinuumemission aktiver Galaxien*

Nachdem der IRAS-Satellit spektrale Informationen über Galaxien in einem Wellenlängenbereich von 10 bis 100  $\mu\text{m}$  gewonnen hatte, stellte sich heraus, daß die meisten der Spektren zwischen dem sichtbaren und dem 100  $\mu\text{m}$  Bereich im Anstieg begriffen sind. Auf der anderen Seite hatten frühere Radiobeobachtungen gezeigt, daß die cm-Emission dieser Quellen weitaus geringer ist als die im Ferninfraroten (FIR), was auf einen gewaltigen Intensitätsabfall im mm/submm-Bereich schließen läßt. Mit dem 30-m-Teleskop hat man die Kontinuumemission aktiver Galaxien beobachtet. Nur wenige nahegelegene Galaxien waren stark genug, um kartiert zu werden. Die Kontinuumstrahlung der meisten anderen Galaxien ( $\sim 10$  - 40 mJy) ist so gering, daß sie nur mit dem Bolometer am 30-m-Teleskop entdeckt werden kann. Der beobachtete steile Abfall der Spektren von 100  $\mu\text{m}$  nach 1,3 mm läßt darauf schließen, daß die FIR-Strahlung Staubemission ist.

Das Gebiet der thermischen Staubemission ist bei 1,3 mm transparent. Deshalb kann man aus ihr die Staubmasse ermitteln und daraus auf den Gasgehalt schließen. Die Gasmasse einer Galaxie ist ein grundlegender Parameter, denn die Sternentstehungsrate ist stark davon abhängig. Man hat für 23 Markarian-Galaxien eine starke Korrelation zwischen der aus 1,3 mm-Beobachtungen ermittelten Gasmasse und der Gesamt-Infrarotleuchtkraft erhalten. Dies zeigt, daß in aktiven Galaxien die Entstehungsrate massereicher Sterne (welche am meisten zur Leuchtkraft beitragen) proportional dem Gesamtgasinhalt ist. Das Verhältnis zwischen Leuchtkraft und Gasmasse ist jedoch in aktiven Galaxien zwanzig mal grösser als in normalen staubreichen Spiralnebeln. Dieser Unterschied liefert eine neue Definition der Aktivität von Galaxien und legt verschiedene Sternentstehungsmechanismen für aktive und nicht-aktive Galaxien nahe.

## *Continuum Emission from Active Galaxies*

After the IRAS satellite obtained spectral information on galaxies at wavelengths of 10 to 100  $\mu\text{m}$ , it turned out that most of their spectra keep rising from the visible to 100  $\mu\text{m}$ . On the other hand, radio continuum observations had previously shown that the cm emission of these objects is far below their far infrared fluxes, indicating that a dramatic drop occurs in the mm/sub-mm range. The continuum emission of active galaxies has been observed at 1.3 mm with the 30-m telescope. Only a few nearby galaxies were strong enough to allow mapping. The continuum emission of most other galaxies is so faint ( $\sim 10$  - 40 mJy) that at present it can only be detected with the bolometer on the 30-m telescope. The observed steep drop of the spectra from 100  $\mu\text{m}$  to 1.3 mm indicates that the FIR/submm radiation is dust emission.

This thermal dust emission is transparent at 1.3 mm, thereby yielding the dust mass and, by inference, the gas content. The gas mass of a galaxy is a fundamental quantity, because the rate of formation of new stars strongly depends on the total amount of gas. For 23 Markarian galaxies there is a strong correlation between gas mass obtained from the 1.3 mm observations and total IR luminosity. This shows that in an active galaxy, massive star formation (which provides most of the luminosity) is proportional to the total gas content. However, the ratio of luminosity to gas mass is twenty times higher in active galaxies than in normal dust-rich spirals. This difference provides a new definition of activity in galaxies and suggests different mechanisms of star formation for active and non-active galaxies.

## *Catalogue de flux millimétriques*

Un des catalogues les plus complets des flux continuum des galaxies actives et des quasars a été compilé à partir de mesures faites à 3 et 1,3 mm avec le télescope de 30 m. Cette étude fournit une information importante sur les indices spectraux de ces sources entre les domaines centimétrique et millimétrique et dans le millimétrique, ainsi qu'une information sur la variabilité des flux. En plus de son intérêt astrophysique propre, ce catalogue est utilisé comme liste de sources de pointage et de calibration pour les télescopes de 30 m et 15 m.

## *Etudes de raies spectrales dans les galaxies*

Les raies  $J = 1 - 0$  et  $2 - 1$  de la molécule CO ont été étudiées dans nombre de galaxies avec le télescope de 30 m.

Les galaxies spirales de type avancé, NGC 6946 et Maffei 2 présentent en leur centre une concentration de CO de rayon  $\sim 600$  pc et de masse  $H_2 \sim 2 \cdot 10^8 M_{\odot}$ . Le rapport d'intensité  $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$  dans Maffei 2 varie entre 4,2 et 10,7 sur une échelle de 10 secondes d'arc. Le gaz moléculaire de NGC 6946 est concentré le long d'une barre alignée avec le petit axe cinématique de la galaxie. Les dimensions de cette barre, d'après les observations faites avec le télescope de 30 m ( $1250 \times 560$  pc), sont bien supérieures à celles déduites des observations interférométriques. Les perturbations de potentiel induites par les barres de NGC 6946 et Maffei 2 refoulent le gaz vers le centre de ces objets et accélèrent le processus de formation d'étoiles.

## *Flußdichtekatalog*

Eine der bislang umfangreichsten Zusammenstellungen von Kontinuumsflußdichten von Quasaren und aktiven Galaxien wurde aus Messungen bei 1,3 und 3 mm mit dem 30-m-Teleskop erstellt. Diese Untersuchung liefert wertvolle Informationen über die Spektralindizes der Quellen im mm-Bereich selbst und zwischen dem cm- und dem mm-Bereich sowie über die zeitliche Variabilität der Quellen. Außer der astrophysikalischen Information dient die Zusammenstellung als eine Liste von Positions- und Flußdichte-Eichquellen für den Beobachtungsbetrieb am 30-m-Teleskop.

## *Spektrallinien in Galaxien*

Die CO ( $1 - 0$ ) und ( $2 - 1$ ) Rotationsübergänge sind mit dem 30-m-Teleskop in vielen Galaxien untersucht worden.

Die Spiralgalaxien späten Typs NGC 6946 und Maffei 2 zeigen zentrale CO-Kondensationen von 600 pc Ausdehnung und  $H_2$ -Massen der  $2 \cdot 10^8$  fachen Masse der Sonne. In Maffei 2 ändert sich das  $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$  Isotopenverhältnis von 4,2 nach 10,7 auf einer Längenskala von  $10''$ . Die Ergebnisse vom 30-m-Teleskop zeigen, daß das molekulare Gas in NGC 6946 sich in einer balkenartigen Struktur entlang der kinematischen kleinen Achse verdichtet, die eine Gesamtausdehnung von  $1250 \times 560$  pc hat, also größer als die mit mm-Interferometern gemessene ist. Die ovalen Verformungen des Gravitationspotentials von NGC 6946 und Maffei 2 treiben möglicherweise das Gas in Richtung der Zentren der Galaxien und lösen dabei Sternentstehung aus.

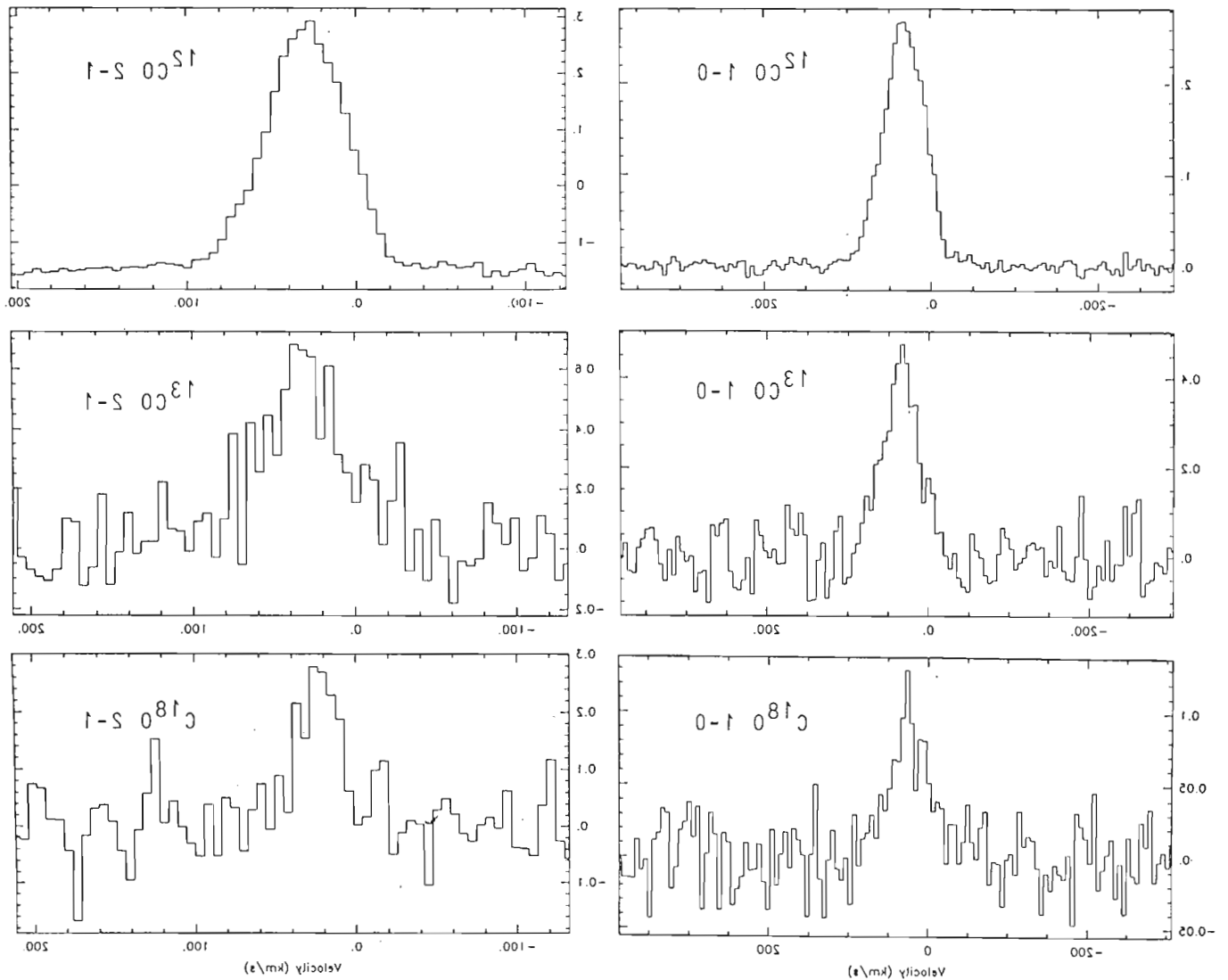
## *Compendium of Flux Densities*

One of the largest compendia yet made of the continuum flux densities of active galaxies and quasars has been compiled from measurements made at 3 and 1.3 mm with the 30-m telescope. This study gives valuable information on the spectral indices of the sources in the mm range itself and between cm and mm wavelengths, as well as on the variability of the sources with time. In addition to the astrophysical information, the compendium serves as list of pointing and calibration sources for measurements at the 30-m telescope.

## *Spectral Lines from Galaxies*

The CO ( $1 - 0$ ) and ( $2 - 1$ ) lines have been studied in numerous galaxies with the 30-m telescope.

The late-type spiral galaxies NGC 6946 and Maffei 2 show central concentrations of CO with sizes 600 pc,  $H_2$  masses of  $2 \cdot 10^8$  solar masses. In Maffei 2, the  $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$  ratios vary from 4.2 to 10.7 on  $10''$  scales. The results from the 30-m telescope show that the molecular gas in NGC 6946 is concentrated in a bar-like structure aligned with the kinematic minor axis, with a total extent of  $1250 \times 560$  pc, wider than measured with mm interferometers. The oval distortions of the gravitational potential in NGC 6946 and Maffei 2 may drive gas inward toward the centers of galaxies, thereby triggering star formation.



*Spectres des transitions 2-1 et 1-0 des isotopes de CO, dans la direction du noyau de la galaxie IC 342.*

*Spektren der 2-1 und 1-0 Übergänge von CO-Isotopen in Richtung des Kerns der Galaxis IC 342.*

*Spectra of the 2-1 and 1-0 transitions of CO isotopes toward the nucleus of the galaxy IC 342.*

Le rapport d'intensité  $J=2-1 / J=1-0$  de CO est faible dans les galaxies « merger » Arp 220 et NGC 2623 ; ceci implique que l'on observe du gaz froid et optiquement épais, similaire à celui des spirales typiques. En dépit de la forte luminosité infra-rouge de ces deux objets, l'émission CO ne révèle aucune trace d'une composante gazeuse chaude.

Es wurde beobachtet, daß die sich verschmelzenden Galaxien Arp 220 und NGC 2623 ein kleines  $CO(2-1) / CO(1-0)$  Intensitätsverhältnis haben, woraus folgt, daß die CO-Emission aus kaltem, optisch dichtem Gas stammt. Dies bedeutet, daß keinerlei Anzeichen auf eine heiße CO-Komponente vorliegen, im Gegensatz zur hohen FIR-Leuchtkraft.

The merger galaxies Arp 220 and NGC 2623 were observed to have low values of the  $CO(2-1) / CO(1-0)$  intensity ratios, indicating that the CO emission comes from cold, optically thick gas, as in many typical spiral galaxies. That is, there is no indication in these data of a hot CO component, in spite of the high luminosity in the far infrared.

Le méthanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) a été détecté dans les galaxies NGC 253 et IC 342. L'émission observée à 96 GHz ne semble guère corrélée avec l'émission CO ou CS dans ces objets et dans les autres galaxies proches ; elle semble provenir essentiellement de la région nucléaire. L'abondance relative du méthanol est néanmoins du même ordre que dans les nuages moléculaires galactiques, à savoir  $10^{-9} < [\text{CH}_3\text{OH}] / [\text{H}_2] < 10^{-6}$ .

L'émission  $(1-0)^{12}\text{CO}$  de la partie centrale de NGC 3628, une galaxie spirale vue par la tranche, est concentrée dans une région de diamètre  $< 800$  pc et de masse  $M_{\text{H}_2} \sim 3 \cdot 10^8 M_{\odot}$ . Cette région coïncide avec la source continuum centrale, mais paraît décalée de  $18''$  par rapport à la source IR détectée par IRAS.

La galaxie irrégulière naine NGC 1569 a été observée à Pico Veleta en CO, à Calar Alto en imagerie CCD et à La Palma en spectroscopie optique. Les deux régions brillantes, que l'on pensait être des régions HII géantes, sont probablement des étoiles de champ. Un anneau brillant de taille géante, qui pourrait bien être un reste de supernova, a été détecté dans plusieurs raies optiques.

Plusieurs nuages moléculaires géants ont été cartographiés dans M31 avec le télescope de 30 m. L'anneau moléculaire de M31 est plus distant du centre que celui de notre Galaxie. Sa faible densité surfacique de  $\text{H}_2$  l'apparente aux bras spiraux extérieurs de la Galaxie.

La partie centrale de IC 342 a été cartographiée dans les raies  $J = 1-0$  et  $2-1$  de  $^{12}\text{CO}$ ,  $^{13}\text{CO}$  et  $\text{C}^{18}\text{O}$ . Ces observations montrent que le gaz moléculaire est chaud ( $> 30$  K) près du noyau et que sa densité  $\text{H}_2$  est élevée ( $3 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$ ). Plus loin du centre ( $> 500$  pc), la température cinétique du gaz est nettement plus faible (13 K). Un nuage moléculaire géant chaud ( $T > 50$  K) a toutefois été trouvé dans la partie nord-est.

Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) wurde in den Galaxien NGC 253 und IC 342 bei 96 GHz mit dem 30-m-Teleskop entdeckt. Obwohl die Emission anscheinend in den Kerngebieten konzentriert ist, ist die Stärke der Methanolemission weder mit CO oder IR-Leuchtkraft noch mit den in diesen und anderen Galaxien beobachteten CS-Linien korreliert. Dennoch hält sich die aus den neuen Daten ermittelte relative Methanolhäufigkeit in dem aus Molekülwolken unserer Galaxis gesteckten Rahmen von  $10^{-9} < [\text{CH}_3\text{OH}] / [\text{H}_2] < 10^{-6}$ .

Das zentrale Gebiet der nahegelegenen Spiralgalaxis NGC 3628 zeigt eine Konzentration der  $^{12}\text{CO}(1-0)$  Emission mit einer Ausdehnung von  $< 800$  pc und eine  $\text{H}_2$ -Masse von  $3 \cdot 10^8 M_{\odot}$ . Diese CO-Konzentration koinzidiert mit der Radio-Kontinuumquelle, scheint aber  $18''$  von der vom IRAS Satellit gefundenen FIR-Emission entfernt zu sein.

Die irreguläre Zwerggalaxis NGC 1569 wurde in CO am 30-m-Teleskop beobachtet mit ergänzenden CCD-Abbildungen am Calar Alto und Spaltspektroskopie in La Palma. Die zwei hellsten Objekte, die man für HII-Gebiete gehalten hatte, sind wahrscheinlich Vordergrundsterne. Ein riesiger Ring, möglicherweise ein Supernovarest, wurde in verschiedenen Emissionslinien nachgewiesen.

Riesenmolekülwolken wurden im Andromedanebel, M31, kartiert. Der molekulare Ring in M31 hat einen größeren Halbmesser als derjenige in unserer Galaxis. Mit seiner geringeren  $\text{H}_2$ -Oberflächendichte ähnelt er den äußeren Spiralarmgebieten unserer Galaxis.

Das Kerngebiet der Galaxis IC 342 wurde in den  $1-0$  und  $2-1$  Übergängen von  $^{12}\text{CO}$ ,  $^{13}\text{CO}$  und  $\text{C}^{18}\text{O}$  kartiert. Die Beobachtungen zeigen, daß das molekulare Gas im Kern warm ( $> 30$  K) ist und daß die Dichte molekularen Wasserstoffs  $3 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$  beträgt. Bei einer Entfernung von  $> 500$  pc vom Zentrum ist die kinetische Temperatur beträchtlich niedriger (13 K). Es wurde jedoch eine Riesenwolke nordöstlich des Zentrums gefunden, die wärmer als 50 K ist.

Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) was detected in the galaxies NGC 253 and IC 342 at 96 GHz with the 30-m telescope. Although the emission does appear to be concentrated toward the nuclear regions, the strength of the methanol emission is not correlated with the CO or infrared luminosity, nor with the lines of CS also observed in these and other galaxies. Nevertheless, the relative methanol abundances derived from the new data are within the same range as for molecular clouds in our Galaxy, namely  $10^{-9} < [\text{CH}_3\text{OH}] / [\text{H}_2] < 10^{-6}$ .

The central part of the nearby edge-on spiral galaxy NGC 3628 shows a central concentration of  $^{12}\text{CO}(1-0)$  emission, which has a size  $< 800$  pc and an  $\text{H}_2$  mass of  $3 \cdot 10^8 M_{\odot}$ . The CO concentration coincides with the radio continuum source, but appears to be  $18''$  displaced from the far infrared emission detected by the IRAS satellite.

The dwarf irregular galaxy NGC 1569 was observed in CO at the 30-m telescope, with complementary CCD imaging at Calar Alto and slit spectroscopy at La Palma. The two brightest objects, thought to be giant HII regions, are probably foreground stars. A giant loop, possibly a supernova remnant, has been detected in various emission lines.

Giant molecular clouds have been mapped in the Andromeda galaxy, M31. The molecular ring in M31 is at a greater radius than the one in our Galaxy. With its lower  $\text{H}_2$  surface density, it resembles the outer spiral-arm regions of our Galaxy.

The nuclear region of the galaxy IC 342 has been mapped in the  $J = 1-0$  and  $2-1$  lines of  $^{12}\text{CO}$ ,  $^{13}\text{CO}$  and  $\text{C}^{18}\text{O}$ . The observations show that molecular gas in the nucleus is warm ( $> 30$  K), and the molecular hydrogen density is  $3 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$ . At distances  $> 500$  pc from the center, the kinetic temperature is significantly lower (13 K). However, a giant cloud was found, NE of the center, with a temperature  $> 50$  K.

Les bras spiraux dans le quadrant nord-ouest de M51 ont été cartographiés en CO(2 – 1). Les données sont comparées avec celles de l'interféromètre de OVRO pour déterminer le contraste bras-interbras.

La galaxie de Seyfert NGC 1068 a été cartographiée dans les raies 1 – 0 et 2 – 1 de CO. Plusieurs concentrations non résolues sont observées à 15'' (ou 1,5 kpc) du centre. Leur distribution ne peut être expliquée par le modèle en anneau postulé jusqu'ici.

## Recherche Galactique

### *Emission continuum du Centre Galactique*

Sites d'une activité violente, peut-être liée à la présence de trous noirs en leur sein, les centres de galaxies font l'objet d'études de plus en plus nombreuses. Il semblerait que le noyau de notre propre Galaxie, bien que modérément actif, abrite un trou noir d'un million de masses solaires. Le trou noir pourrait être à l'origine de la radio-source très particulière Sgr A\*, une source non-thermique de diamètre  $< 0,01''$ , située au centre de la région HII Sgr A ouest, et probablement responsable de l'ionisation de cette dernière.

Die Spiralarme des nordwestlichen Quadranten von M51 wurden in der (2 – 1) Linie von CO kartiert. Die Daten werden mit OVRO Interferometerdaten verglichen, um den Arm-zu-Zwischenarm-Kontrast zu ermitteln.

Die Seyfert-Galaxis NGC 1068 wurde in den CO(1 – 0) und (2 – 1) Linien kartiert. Man sieht mehrere nicht aufgelöste Klumpen bei einem Radius von 1,5 kpc (15'') vom Kern. Die räumliche Verteilung erscheint komplexer als das oben vorgeschlagene Ringmodell.

## Galaktische Forschung

### *Kontinuum aus dem Galaktischen Zentrum*

Die Zentren von Galaxien stehen im Brennpunkt eines wachsenden astrophysikalischen Interesses als Gebiete heftiger kosmischer Aktivität. Schwarze Löcher, die mit den umgebenden Sternen und Gas wechselwirken, mögen verantwortlich für diese Aktivität sein. Obgleich der Kern unserer Galaxis nur mäßig aktiv ist, gibt es Anzeichen für ein Schwarzes Loch von einer Million Sonnenmassen. Der beste Kandidat für ein Schwarzes Loch ist die außergewöhnliche Quelle Sgr A\*. Dies ist eine nichtthermische Quelle mit einem Winkeldurchmesser  $< 0,01''$  im Zentrum des HII-Gebiets Sgr A West, welches sie vielleicht ionisiert.

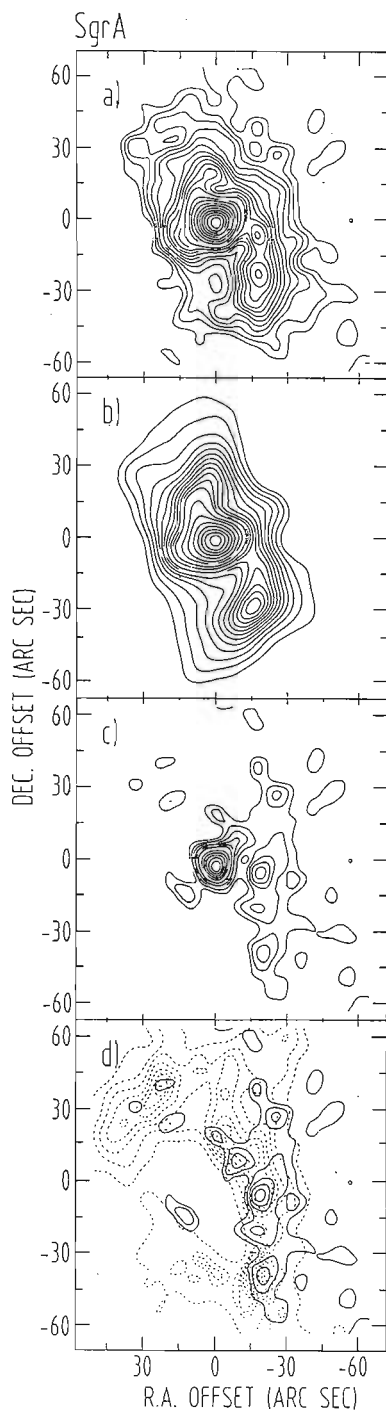
The spiral arms in the north-west quadrant of M51 have been mapped in CO(2 – 1). The data are being compared with OVRO interferometer data to determine the arm-interarm contrast.

The Seyfert galaxy NGC 1068 has been mapped in the CO(1 – 0) and (2 – 1) lines. The data show several unresolved clumps at radii of 1.5 kpc (15'') from the nucleus. The spatial distribution appears to be more complex than the ring model proposed earlier.

## Galactic Research

### *Galactic Center Continuum*

Centers of galaxies are the focus of an ever growing astrophysical interest in regions of violent cosmic activity. The presence of black holes interacting with surrounding stars and gas, may be responsible for this activity. Although the nucleus of our own Galaxy is only mildly active, there are indications of a black hole of a million solar masses. The best candidate for a black hole is the unusual radio source, Sgr A\*. It is a non-thermal source of apparent size  $< 0.01''$ , located at the center of, and possibly ionizing, the HII region Sgr A West.



Centre Galactique :

a) Continuum à 1,3 mm (téléscope de 30 m).

b) Continuum à 2 cm (VLA).

c) La carte a) moins b) montre un excès d'émission à 1,3 mm de la source centrale.

d) Traits pleins : émission des poussières.

Traits interrompus : émission dans la raie de HCN.

Galaktisches Zentrum :

a) 1,3 mm Kontinuum (30-m-Teleskop).

b) 2 cm Kontinuum (VLA).

c) Karte a) minus b) zeigt den Excess der zentralen Quelle bei 1,3 mm.

d) Durchgezogene Linien : Staubemission.

Gestrichelte Linien : HCN Linien-Emission.

Galactic Center:

a) 1.3 mm continuum (30-m telescope).

b) 2 cm continuum (VLA).

c) Map a) minus b) shows central source excess at 1.3 mm.

d) Solid lines: dust emission.

Dashed lines: HCN line emission.

Les radio-sources Sgr A ouest, Sgr A\* et l'enveloppe non-thermique Sgr A-est ont été cartographiées avec le télescope de 30 m équipé du bolomètre 1,3 mm.

Après soustraction de la contribution free-free, estimée à partir d'observations faites à 2 cm avec le VLA, la carte bolométrique montre la présence d'une source ponctuelle, coïncidant avec Sgr A\*, et d'une composante étendue due à l'émission de poussières. Cette dernière composante est corrélée avec l'émission HCN provenant du bord interne du disque moléculaire qui entoure Sgr A-ouest. Le spectre de Sgr A\* entre 6 cm et 1,3 mm paraît variable, sa pente étant devenue beaucoup plus raide au cours des dernières années.

### *Etudes spectroscopiques du Centre Galactique*

Une région de  $2' \times 6'$  du Centre Galactique a été cartographiée à l'aide du télescope de 30 m dans la raie 1-0 de CO. Des observations complémentaires ont été faites en  $^{13}\text{CO}$  J=1-0 et CS J=2-1. Les cartes mettent en évidence le disque où est concentré, dans un rayon de 10 pc du Centre Galactique, le gaz moléculaire ; ce disque paraît incliné par rapport au plan galactique ; les spectres observés sont compatibles avec un mouvement du gaz purement circulaire. La vitesse de rotation paraît constante au-delà de 3 pc du centre et il est probable que l'essentiel de la masse de cette région provient de l'amas stellaire central de la Galaxie.

La région des arches de filaments ionisés proches du Centre Galactique a aussi été étudiée dans la raie (2-1) de CS. On observe une bonne corrélation spatiale entre le gaz moléculaire à des vitesses comprises entre 0 et -50 km/s et les filaments ionisés. Le gaz ionisé, d'après les observations du VLA, est actuellement situé au bord des nuages moléculaires détectés par le télescope de 30 m. L'ionisation est donc un phénomène local qui n'est pas directement lié au noyau Galactique, celui-ci étant à plus de 30 pc des filaments.

Mit dem Bolometer wurden Sgr A West, Sgr A\* und die nichtthermische Schalenquelle Sgr A Ost bei 1,3 mm mit dem 30-m-Teleskop kartiert.

Der Beitrag der Frei-frei-Strahlung, der bei 2 cm mit dem VLA beobachtet worden war, wurde auf 1,3 mm skaliert und von der Bolometerkarte abgezogen. Die Differenzkarte zeigt eine Punktquelle bei Sgr A\* sowie ausgedehnte Staubemission, die gut mit der HCN-Emission des inneren Randes einer Sgr A West umgebenden zirkumnuklearen Scheibe übereinstimmt. Das Spektrum von Sgr A\* zwischen 6 cm und 1,3 mm scheint veränderlich zu sein und in den letzten Jahren beträchtlich steiler geworden zu sein.

### *Spektroskopie des Galaktischen Zentrums*

Die CO J=1-0 Emission eines  $2' \times 6'$  großen Gebietes im Galaktischen Zentrum wurde mit  $21''$  Auflösung mit dem 30-m-Teleskop kartiert und zusätzliche Information wurde in den  $^{13}\text{CO}$  1-0 und CS 2-1 Rotationslinien gewonnen. Die Karten zeigen die Scheiben molekularen Materials innerhalb 10 pc vom Galaktischen Zentrum. Die Beobachtungen sind verträglich mit einer geneigten Scheibe von Material, das sich auf Kreisbahnen bewegt. Die Rotationsgeschwindigkeit ist außerhalb eines Radius von 3 pc konstant. Es ist wahrscheinlich, daß der zentrale Sternhaufen die Massenverteilung über diesen Radius hinaus bestimmt.

Zusätzlich zum 3 pc-Molekülring um das Galaktische Zentrum wurde das Gebiet der „bogenförmigen Filamente“ im CS (2-1) Übergang beobachtet. Es gibt eine klare räumliche Korrelation zwischen dem molekularen Material im Intervall  $-50 < V < 0$  km s<sup>-1</sup> und den ionisierten Filamenten. Das mit dem VLA kartierte ionisierte Gas befindet sich hauptsächlich entlang der Ränder der mit dem 30-m-Teleskop kartierten Molekülwolken. Die Ionisation ist lokal und nicht durch den Galaktischen Kern verursacht, der 30 pc vom Filamentgebiet entfernt liegt.

The bolometer was used to map Sgr A West, Sgr A\* and the non-thermal shell source Sgr A East at 1.3 mm with the 30-m telescope.

The free-free contribution, observed at 2 cm with the VLA, was scaled to 1.3 mm and subtracted from the bolometer map. The difference map shows a point source at Sgr A\* and extended dust emission, which correlates well with HCN emission from the inner edge of the circum-nuclear molecular disk surrounding Sgr A West. The spectrum of Sgr A\* between 6 cm and 1.3 mm appears to be variable and to have steepened considerably in recent years.

### *Galactic Center Spectroscopy*

The CO J=1-0 emission from a  $2' \times 6'$  region at the center of our Galaxy was mapped with  $21''$  resolution with the 30-m telescope, and additional information was obtained in the  $^{13}\text{CO}$  J=1-0 and CS J=2-1 lines. The maps show the disk of molecular material within 10 pc of the galactic center. The observations are consistent with an inclined disk of material moving in circular orbits. The rotational velocity is constant beyond a radius of 3 pc, and it is likely that the central stellar cluster dominates the mass distribution beyond this point.

In addition to the 3-pc molecular ring around the galactic center, the region of the "arched filaments" near the galactic center has been observed in the CS (2-1) transition. A clear spatial correlation exists between molecular material in the range  $-50 > V < 0$  km s<sup>-1</sup> and the ionized filaments. The ionized gas, mapped at the VLA, is located primarily along the edges of the molecular clouds mapped at the 30-m telescope. The ionization is local, and not due to the galactic nucleus itself, which is 30 pc away from the region of the filaments.



## Milieu Interstellaire

Le milieu interstellaire, qui représente en tout quelques pour cent de la masse totale de la Galaxie, est très inhomogène. Près de la moitié de la matière interstellaire est concentrée dans des nuages dont la masse va jusqu'à un million de masses solaires et dont la densité est plusieurs centaines de fois plus élevée que la densité moyenne du gaz interstellaire ( $\sim 1 \text{ cm}^{-3}$ ). Au voisinage du soleil, la matière interstellaire est composée à 70% d'hydrogène (en masse), 28% d'hélium et 2% d'éléments lourds. Entre la moitié et le tiers de ces derniers sont condensés sous forme de grains de poussière de dimensions de l'ordre du dixième de micron. Le gaz et la poussière paraissent bien mélangés dans l'espace interstellaire. Dans les nuages les plus denses, les atomes d'hydrogène réagissent entre eux sur la surface des grains pour former des molécules  $\text{H}_2$ . De nombreuses autres molécules sont aussi formées en phase gazeuse.

Alors que la molécule  $\text{H}_2$  n'est pas observable aux longueurs d'onde radio, beaucoup d'autres molécules présentent un riche spectre de raies centimétriques et surtout millimétriques. L'observation de ces raies a constitué pendant longtemps le seul moyen — et reste encore le moyen privilégié — d'étudier les conditions physico-chimiques dans les nuages interstellaires et circumstellaires denses.

L'un des développements les plus spectaculaires de l'astronomie, au cours des deux dernières décennies, a été la découverte de molécules relativement complexes dans les nuages interstellaires et circumstellaires. Le nombre de molécules interstellaires connues atteint à ce jour la soixantaine, la plus lourde ayant un poids moléculaire de 147 u.m.a. L'observation de ces molécules est importante non seulement pour la chimie interstellaire, mais aussi parce qu'elles permettent d'étudier l'intérieur des nuages pré-stellaires, qui

## Interstellares Medium

Die interstellare Materie, die einige Prozent Masseanteil in unserer Galaxis ausmacht, ist sehr inhomogen. Etwa die Hälfte der interstellaren Materie hat Gaswolken von bis zu einer Million Sonnenmassen gebildet mit Dichten von mehr als einigen Hundert Teilchen pro  $\text{cm}^3$ , was beträchtlich höher ist als die durchschnittliche interstellare Gasdichte von ca.  $1 \text{ cm}^{-3}$ . In der Sonnenumgebung besteht dieses Gas zu etwa 70% Masseanteil aus Wasserstoff, 28% Helium und ca. 2% schweren Elementen. Etwa ein Drittel bis die Hälfte dieser schwereren Elemente sind als Staub auskondensiert, mit typischen Korngrößen von einigen zehntel Mikron. Staub und Gas scheinen gut im interstellaren Raum vermischt zu sein. In den dichteren Wolken bilden die Wasserstoffatome in chemischen Reaktionen auf Stauboberflächen  $\text{H}_2$ -Moleküle. Viele andere Moleküle bilden sich auch in chemischen Reaktionen in der Gasphase.

Während  $\text{H}_2$  keine beobachtbaren Radiospektrallinien besitzt, emittieren andere Moleküle, die durch Stöße mit dem vorherrschenden  $\text{H}_2$  angeregt werden, derartige Linien. Deshalb sind für viele Jahre hindurch Moleküllinien die wichtigsten Werkzeuge zum Verständnis der interstellaren Wolken und ausgedehnter Sternhüllen gewesen.

Zu den aufsehenerregendsten Entwicklungen in der Astronomie der letzten 20 Jahre zählt die Entdeckung relativ komplexer Moleküle in interstellaren Wolken und in zirkumstellaren Hüllen. Die Zahl der bekannten interstellaren Molekülararten beträgt zur Zeit 70. Das schwerste hat eine Masse von 147 atomaren Masseinheiten. Die Beobachtung solcher Moleküle ist nicht nur für die interstellare Chemie wichtig, sondern auch zur Untersuchung der inneren Gebiete von protostellaren Wolken, die im Visuellen völlig undurchsich-

## Interstellar Medium

Interstellar matter, a few percent of the total mass of our Galaxy, is very inhomogeneous. About half of the interstellar matter has formed clouds with up to a million solar masses of gas and densities of more than a few hundred atoms per  $\text{cm}^3$ —considerably higher than the average interstellar gas density of  $\sim 1 \text{ cm}^{-3}$ . In the solar neighbourhood, this material consists of  $\sim 70\%$  hydrogen by mass,  $\sim 28\%$  helium and  $\sim 2\%$  heavier elements. About one third to one half of these heavier elements have condensed out as dust, with typical grain sizes of a few tenths of a micron. Dust and gas appear to be well mixed in interstellar space. In the denser clouds, hydrogen atoms form molecules ( $\text{H}_2$ ) in chemical reactions on surfaces of dust grains. Many other molecules also form in chemical reactions in the gas phase.

While  $\text{H}_2$  has no observable spectral lines at radio wavelengths, other molecules, excited by collisions with the prevalent  $\text{H}_2$  molecules, do emit such lines. Thus for years, molecular lines have been the main tracers for understanding the conditions of interstellar clouds and extended circumstellar envelopes.

Indeed, one of the most spectacular developments in astronomy during the past 20 years has been the discovery of relatively complex molecules in interstellar clouds and in circumstellar envelopes. The number of interstellar molecules is currently about 70, the heaviest having a molecular weight of 147 atomic mass units. The observation of these molecules is important not only for interstellar chemistry but also for the study of the interiors of proto-stellar clouds, which are totally opaque to visible light. We can also observe

sont totalement opaques au rayonnement visible, et de prédire leur évolution. Elle est aussi intéressante parce qu'elle permet d'étudier des espèces très réactives qu'il est difficile d'observer au laboratoire. Ainsi près du tiers des molécules astrophysiques connues sont des espèces instables qui ont été découvertes et identifiées dans l'espace, avant d'être observées dans un laboratoire spectroscopique. Les observations astronomiques fournissent pour nombre d'entre elles des données (structure géométrique, structure fine ou hyperfine) qu'il n'est guère possible d'obtenir au laboratoire et qui, pourtant, ont un grand intérêt du point de vue chimie-physique.

### *Nouvelles molécules à Pico Veleta*

La radiotélescope de Pico Veleta est bien adapté à ce type de recherche. Au cours de ses deux premières années de fonctionnement, il a permis de découvrir 9 molécules interstellaires ou circumstellaires. Parmi celles-ci, 3 sont des espèces entièrement nouvelles, qui n'avaient jamais été observées au laboratoire. La première, très probablement HSiCC ou HSCC, sera difficile à synthétiser au laboratoire. Les deux autres, C<sub>5</sub>H et C<sub>6</sub>H, sont les plus lourds radicaux libres observés à ce jour. L'identification de C<sub>5</sub>H et C<sub>6</sub>H a été récemment confirmée au laboratoire ; les données spectroscopiques sur ces radicaux proviennent toutefois essentiellement des observations astronomiques faites à Pico Veleta. Les autres molécules découvertes à Pico Veleta (et identifiées de façon très probable ou certaine) sont des molécules dont les fréquences sont connues à partir de mesures au laboratoire : l'acétone, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO, l'isocyanure de méthyle, CH<sub>3</sub>NC, et quatre sels, NaCl, KCl, AlCl et AlF. La détection du chlorure de sodium dans l'espace, comme celles de KCl et AlCl, repose sur l'observation de nombreuses raies de plusieurs isotopes et ne fait guère de doute.

tig sind. Man kann auch hochreaktive Molekülararten beobachten, die im Labor schwierig zu untersuchen sind. So sind z.B. nahezu ein Drittel der bekannten astrophysikalischen Molekülararten instabil und wurden zuerst im interstellaren Raum und dann erst im Labor entdeckt und identifiziert. Für mehrere dieser Molekülararten lieferten astronomische Beobachtungen Daten (Geometrie, Fein- oder Hyperfeinaufspaltung), die schwer im Labor beobachtbar sind und die dennoch für die physikalische Chemie von großem Interesse sind.

### *Neue Molekülararten*

Das 30-m-Teleskop ist gut zur Erforschung der interstellaren Moleküle geeignet. Während seiner ersten zwei Betriebsjahre wurden mit diesem 9 neue inter- bzw. zirkumstellare Moleküle entdeckt. Davon waren drei niemals zuvor im Labor entdeckt worden. Das erste, wahrscheinlich HSiCC oder HSCC, wird schwierig im Labor zu synthetisieren sein. Die beiden anderen, C<sub>5</sub>H und C<sub>6</sub>H sind die schwersten bislang beobachteten freien Radikale. Die Identifikation von C<sub>5</sub>H und C<sub>6</sub>H wurde im Labor bestätigt. Die spektroskopischen Daten für diese Radikale stammen hauptsächlich von Beobachtungen auf dem Pico Veleta. Die Frequenzen der anderen mit dem 30-m-Teleskop entdeckten Moleküle waren von Labormessungen bekannt : Aceton, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO, Methylisocyanid, CH<sub>3</sub>NC und vier Salze, NaCl, KCl, AlCl und AlF. Die Entdeckung von Kochsalz im Weltall sowie von KCl und AlCl stehen auf sicherem Fuß, da sie auf der Beobachtung zahlreicher Linien verschiedener Übergänge beruht.

highly reactive molecular species which are difficult to study in the laboratory. For instance, nearly a third of the astrophysical molecules known to date are unstable species which were discovered and identified in space, before being observed in a spectroscopic laboratory. For several of these species, astronomical observations yield data (geometry, fine or hyperfine splittings) which are hardly observable in the laboratory, and which, nevertheless, are of great interest for physical chemistry.

### *New Molecules*

The 30-m telescope is well adapted to research on interstellar molecules. During its first two years of operation, it has discovered 9 new interstellar or circumstellar molecules. Three of them are species never before seen in the laboratory. The first, probably HSiCC or HSCC, will be difficult to synthesize in the laboratory. The other two, C<sub>5</sub>H and C<sub>6</sub>H, are the heaviest free radicals observed to date. The identification of C<sub>5</sub>H and C<sub>6</sub>H has been recently confirmed in the laboratory. The spectroscopic data on these radicals come essentially from the astronomical observations made at Pico Veleta. The other molecules discovered with the 30-m telescope are molecules whose frequencies were known from laboratory measurements : acetone, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO, methylisocyanide, CH<sub>3</sub>NC, and four salts, NaCl, KCl, AlCl and AlF. The detection of sodium chloride in space, as those of KCl and AlCl, is nearly certain, resting on the observation of numerous lines of several isotopes.

## *Espèces isotopiques rares*

Plusieurs espèces isotopiques rares de molécules interstellaires ou circumstellaires connues ont été aussi observées pour la première fois à Pico Veleta. Elles comprennent les isotopes  $^{29}\text{Si}$  et  $^{30}\text{Si}$  de SiCC, dont l'observation a permis de confirmer l'identification de SiCC dans l'espace, les isotopes  $^{13}\text{C}$  de  $\text{C}_3\text{H}_2$  et de CCH, un isotope deutéré de  $\text{C}_3\text{H}_2$ , les isotopes  $^{37}\text{Cl}$  de NaCl et AlCl.

## Etudes stellaires

### *Régions à formation d'étoiles*

Les étoiles se forment lorsque les forces de gravité à l'intérieur d'un nuage ne sont plus équilibrées par les forces de pression thermique, turbulente et magnétique. La première étape du processus est la formation de noyaux gazeux froids ( $\sim 10$  K) et denses ( $\geq 10^4$  at  $\text{cm}^{-3}$ ) qui peuvent être étudiés, entre autre, grâce à l'émission thermique de leurs poussières. Cette dernière, qui peut être détectée dans l'infra-rouge lointain et le millimétrique, provient du chauffage à 15-25 K des grains de poussière par le rayonnement stellaire ambiant. Les grains enfouis profondément à l'intérieur des nuages sont bien protégés de ce rayonnement et sont généralement froids ( $< 10$  K). Ceux situés non loin d'étoiles brillantes peuvent par contre être aisément chauffés jusqu'à 40-100 K.

### *Condensations, proto-étoiles et disques d'accrétion*

L'interprétation des raies spectrales est souvent délicate dans les régions de très forte densité, telles les condensations proto-stellaires. Ces raies sont facilement optiquement épaisses

## *Seltene Isotope*

Mehrere seltene Isotopenarten bekannter inter- oder zirkumstellarer Moleküle sind ebenfalls zum ersten Mal am Pico Veleta beobachtet worden. Darunter sind die  $^{13}\text{C}$ -Isotope von  $\text{C}_3\text{H}_2$  und CCH, ein Deuteriumisotop von  $\text{C}_3\text{H}_2$ , die  $^{37}\text{Cl}$  Isotope von NaCl und AlCl und die  $^{29}\text{Si}$  und  $^{30}\text{Si}$  Isotope von SiCC, welche die Identifikation von SiCC im Weltall bestätigen.

## Sterne

Sterne bilden sich dann, wenn die Schwerkraft in einer interstellaren Wolke den internen Druck, die von der thermischen Bewegung der Atome und Moleküle, der Turbulenz des Gases und der Bewegung der in das leicht ionisierte Medium eingefrorenen Magnetfelder herrühren, überwiegt. Die Bildung von Wolkenkernen, die aus kaltem (ca. 10 K) und dichtem ( $n_{\text{H}} \geq 10^4$   $\text{cm}^{-3}$ ) Gas bestehen, ist der Startpunkt der Sternentstehung, und Beobachtungen ihres Staubes sind in ihrer Bedeutung für die Untersuchung dieser Wolkenkerne gewachsen. Die Wirkungsweise ist einfach: Stellare Photonen erwärmen die Staubkörner, die ihrerseits die absorbierte Energie wieder abstrahlen. Die allgemeine interstellare Strahlung erwärmt Staubkörner auf Temperaturen von ca. 15-25 K. Tief innerhalb der Molekülwolken sind die Körner abgeschirmt und haben Temperaturen  $< 10$  K. In der Umgebung sehr leuchtstarker Sterne können die Staubkörner Temperaturen von ca. 40-100 K besitzen.

### *Wolkenkerne, Protosterne und Akkretionsscheiben*

In Gebieten hoher Dichte, wie protostellarer Kerne, sind Moleküllinien schwierig zu deuten, da ihre Emission opak ist und da sich die chemischen Vorgänge, und daher auch die

## *Rare Isotopic Species*

Several rare isotopic species of known interstellar or circumstellar molecules have also been observed for the first time at Pico Veleta. They include the  $^{13}\text{C}$  isotopes of  $\text{C}_3\text{H}_2$  and of CCH, a deuterium isotope of  $\text{C}_3\text{H}_2$ , the  $^{37}\text{Cl}$  isotopes of NaCl and AlCl, and the  $^{29}\text{Si}$  and  $^{30}\text{Si}$  isotopes of SiCC, which confirm the identification of SiCC in space.

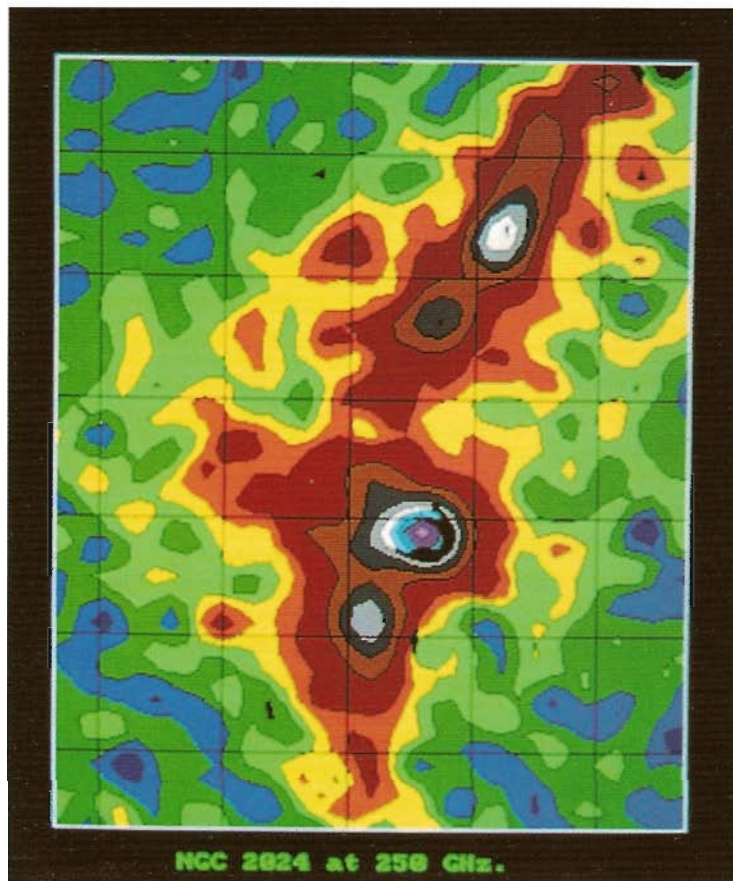
## Stars

### *Star Forming Regions*

Stars form whenever gravity in an interstellar cloud overcomes internal pressures due to thermal motions of atoms and molecules, the turbulent motions of the gas, and the motions of the magnetic fields frozen into the slightly ionized medium. Formation of cloud cores of cold ( $\sim 10$  K) dense ( $n_{\text{H}} \geq 10^4$   $\text{cm}^{-3}$ ) gas is the starting point for star formation, and observations of their dust emission have become increasingly important for the study of these cloud cores. The underlying mechanism is simple: stellar photons warm the dust grains, which re-emit the absorbed energy. The general interstellar radiation heats dust grains in diffuse matter to temperatures of  $\sim 15$ -25 K. Deep in molecular clouds, the grains are shielded, and may have temperatures  $< 10$  K. Near very luminous stars, the dust grains can have temperatures of  $\sim 40$ -100 K.

### *Cloud Cores, Protostars and Accretion Disks*

In high-density regions, such as protostellar cores, molecular lines are hard to interpret, because their emission is opaque, and because the chemistry, and hence the relative



*Carte de l'émission continuum à 1,3 mm  
du nuage proche de NGC 2024.*

*Karte der 1,3 mm Kontinuum-Strahlung  
aus der Wolke in der Nähe von NGC 2024.*

*Map of continuum emission at 1.3 mm  
from the cloud near NGC 2024.*

ses et leur intensité, à l'intérieur du nuage peut être modulée par des variations de composition chimique. L'émission thermique de la poussière peut alors fournir un moyen plus sûr d'évaluer la masse gazeuse. L'émission de la poussière à 10 K est maximum vers  $300 \mu\text{m}$  et diminue abruptement aux longueurs d'onde plus courtes. Ces poussières froides seront donc plus faciles à observer en submillimétrique ou en millimétrique. L'opacité de la poussière décroissant comme  $\lambda^{-2}$ , elle reste faible à  $1,3 \text{ mm}$  tant que la densité projetée du gaz le long de la ligne de visée ne dépasse pas  $10^{26} \text{ cm}^{-2}$ , c'est-à-dire bien au-delà de la limite d'observation de la plupart des traceurs moléculaires.

Le cœur du nuage moléculaire, associé à la région HII NGC 2024, a été étudié à  $1,3 \text{ mm}$  avec le télescope de  $30 \text{ m}$  équipé du bolomètre du MPIfR. La résolution angulaire était de  $11$  secondes d'arc. Une chaîne de six condensations de poussière froide ( $\sim 15 \text{ K}$ ) de masse  $10\text{-}60 M_{\odot}$  et de densité  $10^8\text{-}10^9 \text{ cm}^{-3}$ , a été mise en évidence. Ces condensations, comme le suggèrent les modèles thermiques, pourraient être des proto-étoiles dans une phase de compression isotherme qui aboutira, plus tard, à l'ignition de réactions de fusion de l'hydrogène.

relative Häufigkeit der Moleküle, ändert. Es könnte einfacher sein, die Kernmassen aus der Staubemission zu bestimmen. Bei einer Temperatur von  $10 \text{ K}$  hat die Staub-Kontinuumemission ihr Maximum bei  $300 \mu\text{m}$  und fällt steil zu kürzeren Wellenlängen hin ab. Dies ist ein guter Grund, die Staubemission protostellarer Objekte im mm/sub-mm-Bereich zu untersuchen. Die optische Tiefe des Staubes variiert mit  $\lambda^{-2}$ . Bei  $1,3 \text{ mm}$  wird die Staubemission erst bei Wasserstoffsäulendichten  $\geq 10^{26} \text{ cm}^{-2}$  opak, weit oberhalb der Schwelle, wo Moleküle noch sichere Aussagen liefern können.

Der Wolkenkern, der mit der HII-Region NGC 2024 assoziiert ist, wurde bei  $1,3 \text{ mm}$  mit dem MPIfR-Bolometer am  $30\text{-m}$ -Teleskop mit einer  $11''$  Keule beobachtet. Sechs Kondensationen kalten (ca.  $15 \text{ K}$ ) Staubes sind aufgereiht wie Perlen an einer Kette. Die Gasmassen dieser Kondensationen betragen ca.  $10\text{-}60 M_{\odot}$ , die Gasdichten  $10^8\text{-}10^9 \text{ cm}^{-3}$ . Der Vergleich mit Computersimulationen läßt vermuten, daß diese Kondensationen isotherme Protosterne sind, die gerade einen stellaren Kern erzeugen, der später interne Energie durch die Fusion von vier Wasserstoffkernen zu einem  ${}^4\text{He}$  erzeugen wird.

abundance, of the molecules changes. It may then be easier to determine the core masses from the dust emission. At a temperature of  $10 \text{ K}$ , continuum emission from dust peaks at a wavelength of  $300 \mu\text{m}$ , and drops steeply at shorter wavelengths. This is a good reason to study dust emission from protostellar objects in the mm/sub-mm range. The optical depth of dust varies as  $\lambda^{-2}$ . At  $1.3 \text{ mm}$ , dust emission becomes opaque only for hydrogen column densities  $N_{\text{H}} \geq 10^{26} \text{ cm}^{-2}$ , high above the threshold where many molecular tracers become unreliable.

The cloud core associated with the HII region NGC 2024 was observed at  $1.3 \text{ mm}$  with the MPIfR bolometer on the  $30\text{-m}$  telescope with an  $11''$  beam. Six condensations of cold ( $\sim 15 \text{ K}$ ) dust are lined up like beads on a string. Gas masses of these condensations are  $\sim 10\text{-}60 M_{\odot}$ , gas densities  $10^8\text{-}10^9 \text{ cm}^{-3}$ . Comparison with model computations suggests these condensations are isothermal protostars about to form stellar cores, which will later generate internal energy by fusing four hydrogen nuclei into a  ${}^4\text{He}$  nucleus.

## Flots bi-polaires issus d'étoiles jeunes

Lors de la formation de cœurs stellaires, presque toute l'énergie libérée par les réactions thermonucléaires et par l'effondrement gravitationnel est absorbée par la poussière entourant l'étoile et rayonnée dans l'infrarouge. Les études précédentes avaient montré que les étoiles qui n'ont pas encore atteint la séquence principale éjectaient de la matière, par un flot bi-polaire, plutôt que d'en accréter. Le mécanisme responsable de l'accélération du gaz n'est encore pas bien compris. Il pourrait contrôler la masse finale de l'étoile. Le gaz accéléré pourrait être collimaté en un flot bi-polaire par un disque d'accrétion formé par la proto-étoile en rotation.

L'émission continuum 1,3 mm du disque entourant l'étoile excitatrice de la nébuleuse bi-polaire S106 a été détectée. Cette étoile est une étoile B qui pourrait bien être responsable de l'ionisation du gaz éjecté. Les contours montrent à la fois l'émission de la poussière du disque et l'émission free-free du gaz ionisé. Le disque a une masse  $\sim 20 M_{\odot}$ . Prises ensemble, les observations de raies moléculaires et de l'émission continuum infra-rouge et millimétrique suggèrent que les molécules lourdes y seraient dix fois moins abondantes que dans les nuages ordinaires, sans doute parce qu'elles sont condensées sur les grains de poussière. Ceux-ci semblent être sur le point de s'agglutiner. Le disque de S106 est le premier objet dense et froid où la condensation des molécules ait été établie de façon quantitative et pour lequel il y ait une forte présomption de coagulations des grains.

*Carte de l'émission continuum à 1,3 mm de la nébuleuse bipolaire S 106.*

*Karte der 1,3 mm Kontinuum-Strahlung des bipolaren Nebels S 106.*

*Map of continuum emission at 1.3 mm from the bipolar nebula S 106.*

## Bipolare Ausflüsse von jungen Sternen

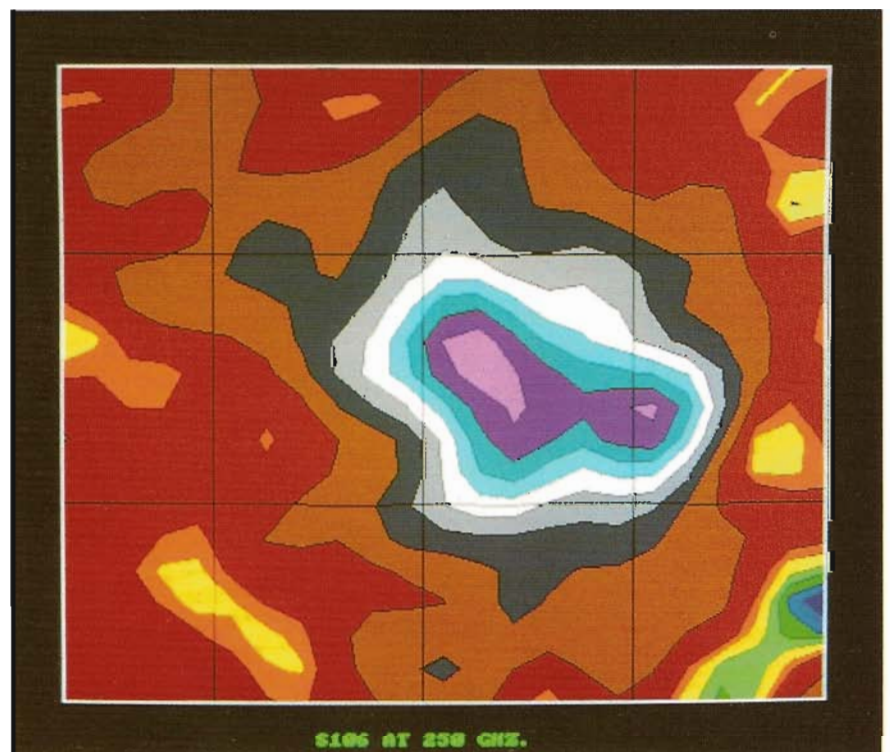
Wenn sich stellare Kerne bilden, wird praktisch alle durch thermonukleare Fusion und Freisetzung von Gravitation erzeugte Strahlung durch den umgebenden Staub absorbiert und in Infrarotstrahlung umgewandelt. Frühere Molekülbeobachtungen haben gezeigt, daß Vorhauptreihensterne einen bipolaren Ausfluß zeigen und nicht, wie man es für Materie ansammelnde Protosterne erwarten würde, Strömungen auf den Stern zu. Die Wirkungsweise dieser Ausflüsse ist nicht bekannt, könnte jedoch die schließlich erreichte Masse des Sternes bestimmen. Die Bipolarität der Ausflüsse rührt vermutlich von einer Akkretionsscheibe her, die durch die Rotation des Protosterns erzeugt wird.

1,3 mm Kontinuumstrahlung wurde von der den bipolaren Nebel S106 anregenden Stern umgebenden Scheibe nachgewiesen. Dieser Stern ist ein früher B-Stern, welcher das ausfließende Gas ionisieren kann. Die Messungen zeigen sowohl die Staubemission der Scheibe als auch Frei-frei-Emission des ionisierten Gases. Die Scheibenmasse ist etwa  $20 M_{\odot}$ , und der Vergleich der Molekül-, Nahinfrarot- und Bolometerbeobachtungen legt nahe, daß Moleküle 10 mal weniger häufig sind, vermutlich, weil sie auf Stauboberflächen auskondensiert sind.

## Bi-polar Flows from Young Stars

When stellar cores form, practically all the energy produced by thermonuclear fusion and liberation of gravitational energy is absorbed by the surrounding dust and transformed into infrared radiation. Previous molecular studies showed that pre-main sequence stars have a bi-polar outflow rather than the infall expected for an accreting protostar. The mechanism of this outflow is not understood but could determine the final mass of the star. The bi-polarity of the outflow may be due to an accretion disk, formed by the rotation of the protostar.

The 1.3 mm continuum emission has been detected from the disk around the exciting star of the bi-polar nebula S106. This star is an early B star which can ionize the outflowing gas. The data show both the dust emission from the disk and free-free emission from the ionized gas. The disk mass is  $\sim 20 M_{\odot}$  and the combined molecular, near infrared and bolometer observations suggest that molecules are 10 times underabundant, probably because they have condensed on dust grains.



Le flot bi-polaire d'Orion a été cartographié avec le télescope de 30 m dans la raie 2-1 de  $^{12}\text{CO}$ , à 1,3 mm de longueur d'onde. Les observations montrent clairement que le jet situé à l'est de IRC2 est dirigé vers nous et le jet ouest dans la direction contraire.

Des raies de rotation de la molécule  $\text{HC}_3\text{N}$  (cyanoacétylène) dans des états vibrationnels excités ont été observées dans la direction des flots associés aux régions à formation d'étoiles dans Orion, W51 et Sgr B2. Ces raies peuvent être utilisées pour estimer la température cinétique du gaz. La température ainsi déterminée pour la région de 12'' entourant la source Orion-IRC2 est de 150 K, en bon accord avec celle déterminée par d'autres méthodes.

Une concentration moléculaire a été détectée au centre des sources L1551 et B335 grâce à des observations  $\text{C}^{18}\text{O}(1-0)$ . CO semble moins abondant, par rapport à  $\text{H}_2$ , dans B335. Les noyaux denses détectés dans la région circumstellaire au centre de L1551 seraient entraînés par le flot gazeux.

La nébuleuse cométaire NGC 2261, proche de l'étoile R Mon, a été étudiée en  $^{12}\text{CO}$  et  $^{13}\text{CO}$ . Les données suggèrent que cette « nébuleuse cométaire » est en fait le lobe brillant d'un jet bipolaire. Les données millimétriques montrent que la nébuleuse optique remplit une cavité conique creusée par le vent stellaire de R Mon. L'émission à grande vitesse provient de l'écoulement du gaz le long des parois de ce cône. Le pic d'émission CO observé dans la direction de R Mon pourrait provenir du gaz résiduel de la formation de cette étoile.

In Spektrallinienbeobachtungen von Ausflüssen wurde der bipolare Ausfluß in Orion mit dem 30-m-Teleskop in der  $^{12}\text{CO}(2-1)$  Linie bei 1,3 mm kartiert. Es wurde klar ersichtlich, daß sich die blauverschobene Keule östlich, die rotverschobene westlich des jungen Sterns IRC2 erstreckt.

Übergänge vibrationsangeregten 2-Propinnitrils ( $\text{HC}_3\text{N}$ ) wurden in Richtung der Ausflüsse aus den Sternentstehungsgebieten in Orion, W51 und Sgr B2 beobachtet. Diese Linien sind geeignet zur Untersuchung der kinetischen Temperatur. Das 12'' große Emissionsgebiet um Orion-IRC2 hat eine Temperatur von 150 K, was frühere Bestimmungen mit anderen Methoden bestätigt.

Eine dichte molekulare Konzentration wurde in  $\text{C}^{18}\text{O}(1-0)$  in Richtung der Submillimeterquellen in L1551 und B335 entdeckt. In der letzteren Quelle könnte CO relativ zu  $\text{H}_2$  unterhäufig sein. Die Daten deuten darauf hin, daß die Klumpen hoher Dichte im CO Fluß eingeholt werden.

Der junge kometarische Nebel NGC 2261 um den Stern R Monocerotis wurde in  $^{12}\text{CO}$  und  $^{13}\text{CO}$  untersucht. Die Daten lassen darauf schließen, daß der „kometarische Nebel“ eigentlich der hellere von zwei Fächern eines bipolaren Flusses ist. Die Millimeterdaten deuten darauf hin, daß der optische Nebel in Wirklichkeit ein hohler Konus ist, der durch den Wind von R Mon ausgeleert wurde. Das CO hoher Geschwindigkeit fließt entlang der „Wände“ dieses Konus. Ein CO-Maximum, welches in Richtung des Sterns selbst beobachtet wurde, könnte der Rest des Materials sein, das in einem Kollaps den Stern bildete.

In spectral-line observations of outflows, the bipolar flow in Orion was mapped at the 30-m telescope in the  $^{12}\text{CO}(2-1)$  line at a wavelength of 1.3 mm, showing clearly the blue-shifted lobe to the east and the red-shifted lobe to the west of the young star IRC2.

Transitions from states of vibrationally-excited states of the cyanoacetylene ( $\text{HC}_3\text{N}$ ) molecule have been observed toward outflows from the star-forming regions in Orion, W51, and Sgr B2. These lines are useful for determining kinetic temperatures. The 12'' emission region around Orion-IRC2 has a temperature of 150 K, confirming earlier determinations by other methods.

A dense molecular concentration was detected in  $\text{C}^{18}\text{O}(1-0)$  toward the submillimeter sources in L1551 and B335. CO may be depleted relative to  $\text{H}_2$  in the latter source. The data indicate that the high-density clumps in the L1551 circumstellar region are being caught up in the CO outflow.

The young cometary nebula NGC 2261 around the star R Mon has been studied in  $^{12}\text{CO}$  and  $^{13}\text{CO}$ . The data suggest that the “cometary nebula” is actually the brightest of two fans from a bipolar flow. The mm data indicate that the optical nebula is in reality a hollow cone, which has been emptied by the wind from R Mon. The high velocity CO flows along the walls of this cone. A CO maximum observed toward the star itself may be remnant material from the collapse which led to the formation of the star.

### *Vent stellaire d'étoiles jeunes*

L'émission continuum d'environ 70 étoiles chaudes de type O-B a été détectée à Pico Veleta. Cette émission, qui provient du vent émis par les étoiles, a un spectre plat et est probablement de nature free-free. Le télescope de 30 m est le premier télescope à avoir une sensibilité suffisante pour détecter autant d'étoiles aux longueurs d'ondes millimétriques.

### *Enveloppes d'étoiles évoluées*

Enveloppes et jets circumstellaires sont les lieux privilégiés d'observation de la matière stellaire lors de son éjection dans le milieu interstellaire. Les enveloppes circumstellaires proches ont des dimensions angulaires de quelques dizaines de secondes d'arc, tout au plus, et émettent généralement des raies de faible intensité ; elles doivent être étudiées avec des télescopes de grandes dimensions. Le 30 m de l'IRAM apporte un gain important en sensibilité et en résolution pour ce type d'étude, surtout aux courtes longueurs d'onde. Il a ainsi permis la détection des raies ( $J = 1 - 0$ ) de CO et HCN dans la direction de plusieurs étoiles carbonées, nébuleuses pré-planétaires et objets infra-rouges froids, ainsi que la cartographie de l'émission de ces raies et de celles de CCH,  $C_4H$  et SiCC dans certains de ces objets. Ces observations permettent d'estimer le paramètre fondamental qu'est le taux de perte de masse.

Des études à grande sensibilité du spectre millimétrique des enveloppes carbonées IRC + 10216, CIT6 et CRL2688 a permis de détecter à Pico Veleta de nombreuses raies provenant de nouvelles molécules (voir plus haut) ou provenant de molécules connues dans des états vibrationnellement excités (HCN, SiS,  $HC_3N$  et  $C_4H$ ). Le rayonnement dans la raie  $J = 1 - 0$  ( $0, 2^0, 0$ ) de HCN est si intense vers CIT-6 qu'elle doit résul-

### *Winde früher Sterne*

Millimeter Breitband- (Kontinuum-) Emission wurde von etwa 70 heißen, frühen (OB) Sternen entdeckt. Die Emission entsteht in den stellaren Winden dieser Sterne, und aufgrund der Gestalt des Radiospektrums ist die Emission thermische Frei-frei-Strahlung. Es ist dies das erste Mal, daß ein Millimeterteleskop empfindlich genug ist, um die Strahlung einer großen Zahl junger Sterne nachzuweisen.

### *Ausflüsse entwickelter Sterne*

Zirkumstellare Hüllen sind die bevorzugten Forschungsobjekte, wenn es darum geht, das „Recycling“ stellaren Materials in den interstellaren Raum zu untersuchen. Nahegelegene zirkumstellare Hüllen besitzen jedoch Winkeldurchmesser von nur einigen zehn Bogensekunden und emittieren im allgemeinen schwache Spektrallinien, so daß diese mit grossen Teleskopen erforscht werden müssen. Das IRAM 30-m-Teleskop brachte eine starke Erhöhung der Empfindlichkeit und Auflösung für diese Art von Untersuchungen, besonders bei kurzen Wellenlängen. Dies ermöglichte die Entdeckung von CO( $1 - 0$ )- und HCN-Linien in mehreren Kohlenstoffsternen, protoplanetarischen Nebeln und kalten IR-Objekten sowie die Kartierung in CO, HCN, CCH,  $C_4H$  und SiCC in einigen dieser Quellen. Diese Daten liefern Abschätzungen über Massenverlusten, eine der grundlegenden Größen dieser Objekte.

Hochempfindliche Millimeteruntersuchungen am Pico Veleta der Kohlenstoffsterne IRC + 10216, CIT6 und CRL2688 führten zur Entdeckung neuer Moleküle und Linien bekannter Moleküle in schwingungsangeregten Zuständen (HCN, SiS,  $HC_3N$  und  $C_4H$ ). Die HCN ( $0, 2^0, 0$ )  $J = 1 - 0$ -Linie aus CIT6 ist so stark, daß sie maserverstärkt sein muß. Der HCN-Maser ist, nach SiO, der zweite zirkumstellare Maser, der bei Mil-

### *Winds of Early-type Stars*

Millimeter broad band (continuum) emission has been detected from about 70 hot, early-type (OB) stars. The emission arises in the stellar winds of these stars, and on the basis of the shape of the radio spectrum, the emission is thermal free-free emission. This is the first time that a millimeter telescope has had sufficient sensitivity to detect radiation from this large number of young stars.

### *Outflows from Evolved Stars*

Circumstellar envelopes are favorite objects of research for observers studying the recycling of stellar material into interstellar space. Nearby circumstellar envelopes have angular sizes of tens of arcsec, however, and usually emit weak spectral lines, so they must be studied with large telescopes. The IRAM 30-m telescope brings a large increase in sensitivity and in resolution for this type of study, especially at short wavelengths. It has made possible the detection of CO( $J = 1 - 0$ ) and HCN lines from several carbon stars, pre-planetary nebulae and cold infrared objects, as well as the mapping of CO, HCN, CCH,  $C_4H$  and SiCC lines in some of these objects. These data yield estimates of the rate of mass loss, which is the fundamental characteristic of these objects.

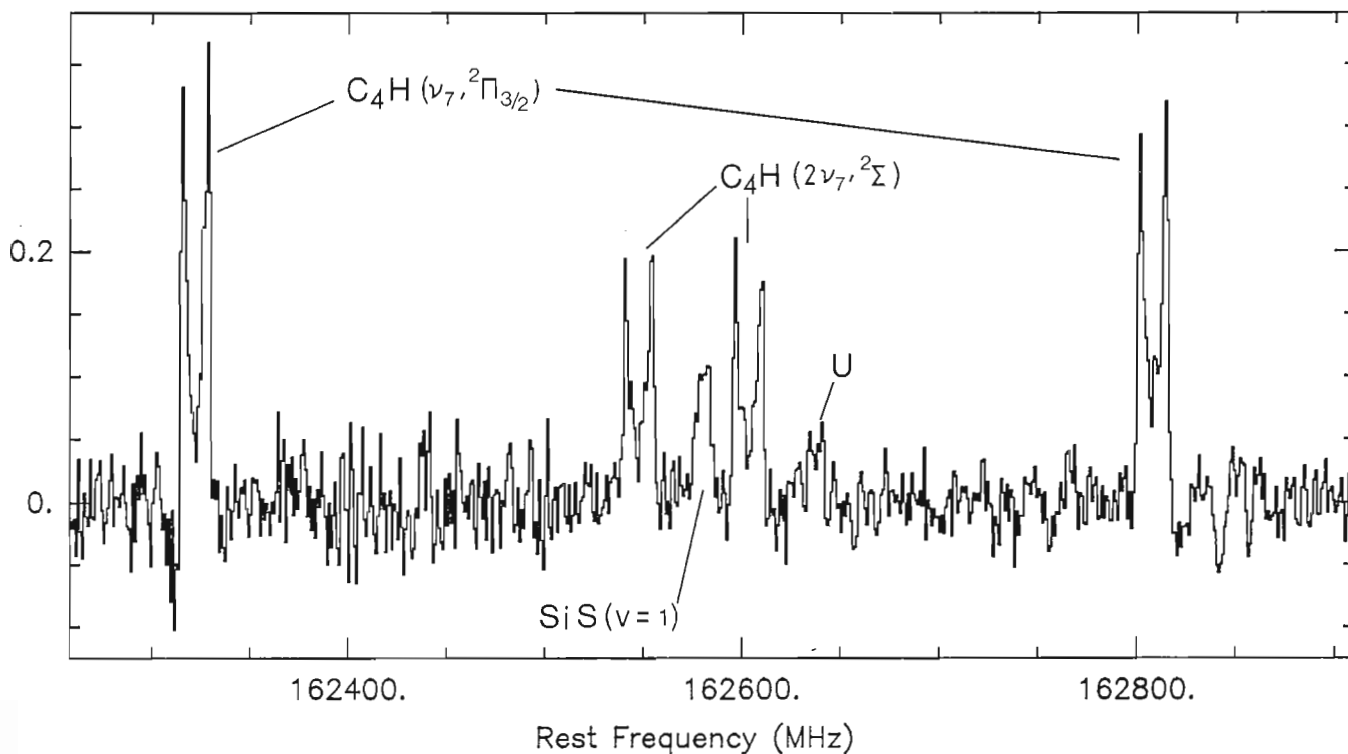
High-sensitivity millimeter studies at Pico Veleta of the carbon stars IRC + 10216, CIT 6 and CRL 2688 have led to the detection of new molecules and of lines of known molecules in vibrationally excited states (HCN, SiS,  $HC_3N$  and  $C_4H$ ). The HCN ( $0, 2^0, 0$ )  $J = 1 - 0$  line from CIT 6 is so intense that it must arise in maser amplification. The HCN maser is, after SiO, the second circumstellar maser discovered at



ter d'une amplification maser dans l'enveloppe de cette étoile. Ce maser HCN est, après SiO, le second maser découvert aux longueurs d'onde millimétriques. Des raies des états vibrationnels  $\nu_7$  du radical  $C_4H$  ont été détectées et identifiées pour la première fois à Pico Veleta. Ces raies sont un nouvel outil précieux pour l'étude de l'excitation radiative des enveloppes circumstellaires. L'émission maser bien connue de SiO a par ailleurs été suivie dans de nombreuses étoiles.

limeterwellenlängen entdeckt wurde. Linien der  $\nu_7$ -Vibrationszustände des Radikals  $C_4H$  wurden zum ersten Mal am Pico Veleta entdeckt und identifiziert. Diese Linien sind ein wichtiges neues Werkzeug zur Untersuchung der Strahlungsanregung zirkumstellarer Hüllen. Die wohlbekannten SiO-Maser wurden in zahlreichen Sternen überwacht.

millimeter wavelengths. Lines of the  $\nu_7$  vibrational states of the radical  $C_4H$  have been detected and identified for the first time at Pico Veleta. These lines are an important new tool for the study of radiative excitation in circumstellar envelopes. The well-known SiO masers have also been monitored in numerous stars.



*Spectre de  $C_4H$  et  $SiS$  observés dans l'enveloppe circumstellaire IRC + 10216 (téléscope de 30 m).*

*Spektrum von  $C_4H$  und  $SiS$  beobachtet in der zirkumstellaren Hülle von IRC + 10216 (30-m-Teleskop).*

*Spectrum of  $C_4H$  and  $SiS$ , observed in the circumstellar envelope IRC + 10216 (30-m telescope).*

Une étude des raies millimétriques dans IRC + 10216 redétermine avec une bien meilleure précision plusieurs rapports isotopiques clés dans cette importante enveloppe circumstellaire. Ces rapports, dont certains diffèrent des rapports terrestres, fournissent une base de référence pour les calculs de nucléosynthèse et d'évolution chimique de la Galaxie.

Das Studium der Millimeterlinien in IRC + 10216 führte zu einer erneuten, präziseren Bestimmung einiger bedeutender Isotopen-Verhältnisse in dieser wichtigen zirkumstellaren Hülle. Diese Verhältnisse, von denen einige in bezug auf die terrestrischen Werte unterschiedlich sind, bilden die Basis für Berechnungen der Nuklearsynthese und Evolution unserer Galaxis.

A study of the millimeter lines in IRC + 10216 has led to a re-determination, with much better precision, of several key isotopic ratios in this important circumstellar envelope. These ratios, several of which differ from terrestrial values, provide a reference for calculations of nucleosynthesis and evolution of the Galaxy.

Le télescope de Pico Veleta a permis d'enrichir nos connaissances sur les molécules soufrées dans les enveloppes circumstellaires. La première observation de  $SO_2$  et de  $SO$  dans des enveloppes d'étoiles oxygénées, et celle de  $C_2S$  et  $C_3S$  dans IRC + 10216, ont plus que doublé le nombre de ces molécules.  $H_2S$ , d'autre part, a été enfin détecté dans

Das 30-m-Teleskop erbrachte ebenfalls verbesserte Kenntnis der Schwefelmoleküle in zirkumstellaren Hüllen. Die erste Entdeckung von  $SO_2$  und von  $SO$  in den Hüllen von Sauerstoffsternen, sowie auch die Entdeckung von  $C_2S$  und  $C_3S$  in IRC + 10216, haben die Anzahl der bekannten Quellen für dieses Molekül mehr als verdoppelt. Auf der an-

The 30-m telescope has also brought improved knowledge of sulfur molecules in circumstellar envelopes. The first detections of  $SO_2$  and of  $SO$  in envelopes of oxygen stars, as well as those of  $C_2S$  and  $C_3S$  in IRC + 10216, have more than doubled the number of known sources for those molecules.  $H_2S$  on the other hand, has finally been detected in

IRC + 10216. Pour la première fois, un ion moléculaire,  $\text{HCO}^+$ , a été observé dans une enveloppe circumstellaire (OH 231.8 + 4.2). Finalement, la raie (1 - 0) de CO a été détectée à Pico Veleta dans la remarquable source infra-rouge IRAS 09371 + 1212, une source présentant une émission fortement piquée à  $60 \mu$ . Le profil de la raie de CO permet d'identifier la source comme étant l'enveloppe d'une étoile ayant juste dépassé la branche asymptotique des géantes rouges. L'intensité du flux vers  $60 \mu$  — et sa faiblesse à 25 et  $100 \mu$  — proviendrait alors de l'émission de la glace, glace qui serait particulièrement abondante dans cet objet.

### *Reste de supernova*

Les restes de supernova Cas A et la Nébuleuse de Crabe ont été cartographiées à 90 GHz, avec une résolution de  $24''$ , à l'aide du télescope de 30 m opérant dans le mode à permutation rapide de lobe. Ces objets étant bien plus larges que le déplacement du lobe dans ce mode, les données ont été réduites à l'aide d'un algorithme approprié. Les cartes résultantes, comparées avec celles obtenues à 9 mm à Effelsberg et à des longueurs d'onde centimétriques à l'aide d'interféromètres, montrent que l'indice spectral reste constant entre 1,4 et 90 GHz et est le même sur toute l'étendue du reste de supernova.

### *Objets compacts*

Un sursaut d'émission synchrotron a été observé dans Cygnus X-3, une source de rayons X et gamma ; le rayonnement millimétrique a été détecté à Pico Veleta et ses variations d'intensité étudiées, une première pour un tel objet. Cygnus X-3, pense-t-on, pourrait abriter une étoile à neutrons ou un trou noir. Les sursauts synchrotron, qui se produisent à intervalles irréguliers, pourraient être causés par la chute de matière de son disque d'accrétion sur cet objet central.

deren Seite ist schliesslich die Entdeckung von  $\text{H}_2\text{S}$  in IRC + 10216 gelungen, nach mehreren vergeblichen Versuchen mit anderen Teleskopen. Zum ersten Mal wurde ein Molekulation,  $\text{HCO}^+$ , in einer zirkumstellaren Hülle (OH 231.8 + 4.2), beobachtet. Die CO(1 - 0)-Linie wurde in der bemerkenswerten Quelle IRAS 09371 + 1212 entdeckt, deren Infrarotemission ein Maximum bei  $60 \mu\text{m}$  hat. Das CO-Profil führte zur Identifizierung dieser Quelle als einer Hülle von einem Stern, der gerade den asymptotischen Zweig der Roten Riesen verlassen hat. Die Intensität der  $60 \mu\text{m}$ -Strahlung — und deren geringe Intensität bei 25 und  $100 \mu\text{m}$  — wird durch die Emission von Wasser-Eis hervorgerufen, welches in diesem Objekt sehr häufig ist.

### *Supernovarest*

Die Supernovarest Cas A und der Krab-Nebel wurden bei 90 GHz mit einer Auflösung von  $20''$  mit dem 30-m-Teleskop in beam-switching mode kartiert. Da die Objekte grösser sind als der Abstand zwischen der Haupt- und der Referenzkeule, wurden die Messungen mit einem Restaurierungs-Algorithmus reduziert. Die Karten können mit den 9 mm Karten von Effelsberg und früheren Interferometer-Karten im cm-Gebiet verglichen werden. Diese zeigen, daß der Spektralindex den gleichen Wert hat im Gebiet von 1,4 GHz bis 90 GHz und daß dieser konstant bleibt über die ganze Ausdehnung der Supernovarest.

### *Kompakte Objekte*

Ein Ausbruch nichtthermischer Synchrotronemission der Röntgen- und Gammastrahlenquelle Cygnus X-3 wurde auch im Millimeterkontinuum überwacht. Dieses Objekt, mutmaßlich ein Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch, zeigt in unregelmäßigen Abständen Radioausbrüche, wahrscheinlich wenn Material seiner Akkretionsscheibe auf das zentrale Objekt hinabfällt.

IRC + 10216, after many searches at other telescopes. For the first time, a molecular ion,  $\text{HCO}^+$  has been observed in a circumstellar envelope (OH 231.8 + 4.2). Finally, the CO(1 - 0) line was detected in the remarkable source IRAS 09371 + 1212, which has infrared emission strongly peaked at  $60 \mu\text{m}$ . The CO profile led to the identification of this source as the envelope of a star which has just left the asymptotic branch of the red giants. The intensity of the  $60 \mu\text{m}$  radiation — and its weakness at 25 and  $100 \mu\text{m}$  — is due to the emission of water ice, which is very abundant in this object.

### *Supernova Remnants*

The supernova remnants Cas A and the Crab Nebula were mapped at the 30-m telescope in beam-switching mode at 90 GHz, with a resolution of  $20''$ . As the objects are larger than the separation between main and reference beams, a restoring algorithm was used to reduce the data. The maps can be compared with 9-mm results from Effelsberg and earlier synthesis maps in the cm range. They show that the spectral index has the same value from 1.4 GHz to 90 GHz, and is constant over the whole area of the supernova remnants.

### *Compact Objects*

An outburst of non-thermal synchrotron emission has also been monitored in the millimeter continuum from the X- and gamma-ray source Cygnus X-3. This object, which is suspected to be either a neutron star or a black hole, has radio outbursts at irregular intervals, probably when material from its accretion disk falls inward to the central object.

*Comètes*

Le retour de la comète de Halley a été l'un des événements astronomiques majeurs de ces dernières années. Les comètes sont essentiellement formées d'un mélange de glace et d'autres molécules condensées, dont les couches superficielles s'évaporent lors du passage près du soleil. Les radioastronomes ont observé à Pico Veleta l'émission continuum du noyau gelé et les raies spectrales émises par les molécules évaporées. Cette émission continuum a été aussi détectée pour la première fois à 3,5 et 1,3 mm avec le télescope de 30 m équipé de récepteurs hétérodynes. Des observations ultérieures avec le bolomètre du MPI ont confirmé cette détection tout en améliorant son rapport signal sur bruit d'un facteur dix. Le flux continuum observé étant cinq fois plus grand que celui attendu pour le noyau lui-même, sa majeure partie doit provenir de l'émission thermique d'un halo constitué de grains de poussières de dimensions de l'ordre du millimètre.

La raie  $J = 1 - 0$  de HCN a été détectée pour la première fois dans la comète de Halley avec le télescope de 30 m de l'IRAM. Cette détection est aussi la première d'une raie millimétrique dans une comète. Les variations d'intensité observées sont en bon accord avec les prédictions théoriques. Une recherche de CO, HC<sub>3</sub>N, CH<sub>3</sub>CN et OCS dans Halley et de HCN dans la comète Giacobini-Zinner s'est avérée négative.

*Planètes, satellites,  
astéroïdes*

Les planètes réémettent dans l'infrarouge et le submillimétrique l'essentiel du rayonnement solaire qu'elles absorbent. A ces longueurs d'onde, elles sont, après le soleil, les sources les plus brillantes du ciel. Seule Pluton, la dernière planète du système solaire, n'avait pu encore être détectée en radio. Des observations avec le télescope de 30 m équipé du bolo-

*Kometen*

Astronomen auf der ganzen Erde beobachteten die Wiederkehr des Kometen Halley. Der Komet besteht hauptsächlich aus einer gefrorenen Mischung von Wasser und anderen Molekülen, die verdampfen, wenn sie durch die Sonne erwärmt werden. Radioastronomen suchten nach Kontinuummmission des gefrorenen Kerns und Moleküllinienmission des verdampften Gases. Die Kontinuummmission von Komet Halley wurde erstmalig bei 3,5 und 1,3 mm mit Heterodynradiometern am 30-m-Teleskop nachgewiesen. Als man das Bolometer einsetzte, um die Ergebnisse zu bestätigen, erhöhte sich die Empfindlichkeit um das zehnfache. Der beobachtete Fluß war fünfmal größer als man es vom Kometenkern allein erwartet hätte. Anscheinend ist der Kern von einem Halo aus Staubkörnern umgeben, deren Durchmesser der Wellenlänge der beobachteten Emission vergleichbar ist.

Zum ersten Mal war es möglich, eine Millimeterlinie von einem Kometen zu entdecken, die HCN (1-0)-Linie vom Komet Halley. Die beobachtete Intensität und zeitliche Veränderungen stimmten mit theoretischen Vorhersagen überein. Die Suche nach den Molekülen CO, HC<sub>3</sub>N, CH<sub>3</sub>CN und OCS in Halley und in den Kometen Giacobini-Zinner und Wilson verlief negativ.

*Planeten, Satelliten und  
Asteroiden*

Die Planeten re-emittieren die absorbierte Sonnenstrahlung hauptsächlich bei submm/IR-Wellenlängen. Ihre Emission ist so stark, daß die Planeten — abgesehen von der Sonne und dem Mond — die stärksten Quellen bei diesen Wellenlängen sind. Nur bei Pluto, dem am weitesten entfernten Planeten im Sonnensystem, war die Entdeckung bei

*Comets*

Astronomers all over the world observed the return of comet Halley. The comet consists mainly of a frozen mixture of water and other molecules which evaporate when heated by the Sun. Radio astronomers searched for continuum emission from the frozen nucleus and for molecular line emission from the evaporated gas. The continuum emission from comet Halley was detected for the first time at 3.5 and 1.3 mm with heterodyne radiometers at the 30-m telescope. When the bolometer was used to confirm these results, the system sensitivity increased ten times. The observed flux was five times greater than expected from the cometary nucleus alone. Obviously the nucleus is surrounded by a halo of dust grains whose size must be comparable to the wavelength of the observed emission.

For the first time, it was possible to detect a millimeter line from a comet, the HCN ( $J = 1 - 0$ ) line, from comet Halley. The observed intensity and variations with time agreed with theoretical predictions. Searches for the molecules CO, HC<sub>3</sub>N, CH<sub>3</sub>CN and OCS in Halley and in comets Giacobini-Zinner and Wilson were negative.

*Planets, Satellites  
and Asteroids*

The planets re-emit their absorbed solar radiation preferentially at submm/IR wavelengths. Indeed, their emission is so strong that the planets are—apart from the Sun and Moon—the strongest emitters in the sky at these wavelengths. Only Pluto, the outermost planet of the solar system, had escaped detection at radio wavelengths, until it was searched for and easily detected with the

mètre du MPIfR ont remis les choses en ordre. Pluton a été détectée avec un excellent rapport signal sur bruit et sa température de rayonnement, ramenée aux dimensions angulaires de la planète, a été calculée. Cette température (39 K) est bien inférieure à ce que l'on pensait, ce qui suggère que l'atmosphère de méthane que l'on s'attend à trouver autour de Pluton est mince ou inexistante.

L'émission continuum des satellites de Jupiter (Io, Europe, Ganymède, Callisto) et de Saturne (Iapetus, Titan), ainsi que des astéroïdes Vesta et Ceres a également été détectée à Pico Veleta.

Le télescope de 30 m a enfin permis la première détection d'une raie spectrale dans un satellite du système solaire, Titan. La raie HCN (1-0) a été observée dans le satellite de Saturne, satellite qui possède une riche atmosphère. L'abondance de HCN relative à CO est bien supérieure à celle dérivée des modèles atmosphériques de Titan. Les raies de CO des atmosphères de Mars et de Vénus ont été observées de nombreuses fois à Pico Veleta.

### *Atmosphère terrestre*

Le phénomène de réfraction « anormale » a été observé pour la première fois en radio à Pico Veleta. La réfraction anormale est un phénomène de scintillation lente (échelle de temps ~ quelques secondes) causé par le mouvement ascendant de bulles ou couches d'air humides. Observé en radio sur plusieurs sites, il a été mis en évidence à Pico Veleta parce que le 30 m est le premier télescope à avoir à la fois un lobe de petites dimensions et une grande précision de poursuite (0,3'' r.m.s.). La réfraction anormale à Pico Veleta peut déplacer l'image des sources jusqu'à 20'' de leur position nominale et ce pendant plusieurs secondes de temps. Elle peut avoir des effets négatifs en interférométrie millimétrique.

Radiowellen bis jetzt nicht erfolgreich gewesen. Die Suche nach diesem Planeten mit dem MPIfR-Bolometer und dem 30-m-Teleskop war erfolgreich, und der Planet wurde ohne Schwierigkeiten nachgewiesen. Aus den Bolometerdaten und dem Winkeldurchmesser des Planeten wurde eine Strahlungstemperatur von ~ 39 K abgeleitet, die tiefer ist als erwartet. Dieses Resultat weist darauf hin, daß die vermutete Methan-Atmosphäre sehr dünn sein muss, wenn überhaupt vorhanden.

Zusätzlich zu den mm-Kontinuum-Beobachtungen der Planeten wurde ebenfalls der Nachweis einiger kleinerer Objekte des Sonnensystems im Kontinuum erbracht, wie z.B. die Asteroiden Vesta und Ceres, die Saturn-Monde Iapetus und Titan und die bereits Galilei bekannten Jupiter-Monde Io, Europa, Ganymed und Callisto.

Das 30-m-Teleskop ermöglichte den ersten Nachweis einer Spektrallinie eines Mondes in unserem Sonnensystem, nämlich der HCN (1-0)-Linie des größten Saturn-Mondes Titan. Die relative Häufigkeit von HCN zu CO ist viel höher, als aus Modellberechnungen der Titanatmosphäre früher abgeleitet wurde. Eine Anzahl von Beobachtergruppen benutzten das Teleskop, um CO-Linien der Planeten Mars und Venus zu studieren.

### *Erdatmosphäre*

Ein neuartiges Phänomen, die sogenannte „anomale Refraktion“ wurde entdeckt. Dabei scheinen Radioquellen sich von ihren eigentlichen Positionen am Himmel mit einer Zeitskala von bis zu 20 Zeitsekunden um bis zu 20'' fortzubewegen. Der Effekt wurde am 30-m-Teleskop nur wegen dessen frühere Teleskope übertreffende Nachführgenauigkeit (0,3'' RMS) und Winkelauflösung entdeckt. Der Effekt ist ähnlich der im Visuellen beobachteten Sternszintillation, nur daß er auf einer längeren Zeitskala auftritt und durch Variationen der „feuchten“, und nicht der „trockenen“ Komponente des Brechungsindex verursacht wird. Dieser Effekt kann wichtige Konsequenzen für die Millimeterinterferometrie haben.

MPIfR bolometer on the 30-m telescope. From the bolometer data and the planet's angular size, a radiation temperature of ~ 39 K has been derived, lower than expected. This result indicates that the previously suspected methane atmosphere must be very tenuous, if present at all.

In addition to the mm continuum observations of the planets, continuum detections have also been made of the smaller objects in the solar system, such as the asteroids Vesta and Ceres, as well as Iapetus and Titan (moons of Saturn), and Io, Europa, Ganymede and Callisto, the "Galilean" satellites of Jupiter.

The 30-m telescope made possible the first detection of a spectral line from a satellite in our solar system, namely the HCN (1-0) line from Titan, the largest moon of Saturn. The relative abundance of HCN to CO is much higher than expected from previous models of Titan's atmosphere. A number of groups have also used the telescope to study CO lines from the planets Venus and Mars.

### *Earth's Atmosphere*

A new phenomenon called "anomalous refraction" has been discovered, in which radio sources appear to move away from their usual positions by up to 20'', for periods of up to 20 sec. of time. The effect was found with the 30-m telescope only because of its greater tracking accuracy (0.3'' r.m.s.) and its higher angular resolution than previous millimeter telescopes. The effect is similar to stellar scintillation in the visible, except that it occurs on a longer time scale, and is caused by variations in the "wet", rather than the "dry" component of refractive index. It may have important consequences for millimeter interferometry.

# L'observatoire au Pico Veleta

## Fonctionnement du télescope de 30 m

Pendant toute l'année, le télescope a fonctionné sans panne majeure, en partie grâce aux 8 heures hebdomadaires consacrées à la maintenance préventive. Une table en annexe I, détaille l'emploi du télescope.

En été, le télescope a été arrêté pendant trois semaines, pour permettre des travaux plus importants, comme l'échange des servo-moteurs, la réparation des éléments chauffants du système de dégivrage, la vérification des embrayages, l'installation de nouveaux câbles optiques, le contrôle des codeurs. Pendant cet arrêt, le mécanisme permettant de faire osciller le miroir secondaire, a également été installé et essayé.

En septembre, le télescope a résisté sans dommage à un vent de 240 km/h, le plus violent jamais observé sur le site.

# Das Pico Veleta Observatorium

## 30-m Teleskop-Betrieb

Während des ganzen Jahres konnte das Teleskop ohne größere Störung betrieben werden, was teilweise auf eine wöchentliche acht Stunden dauernde vorbeugende Wartung zurückzuführen ist. Ein detaillierter Betriebsplan des Teleskops ist im Anhang I angegeben.

Größere Arbeiten, wie z.B. das Auswechseln von Servomotoren, die Reparatur von Heizelementen im Enteisungssystem, die Überprüfung der Kupplungen, das Verlegen von neuen Lichtleitern und die Kontrolle der Encoder wurden in einer dreiwöchigen Stilllegung im Sommer durchgeführt. Während dieser Stilllegung wurde ebenfalls der Wobbelmechanismus des Sekundärspiegels eingebaut und getestet.

Im September überstand das Teleskop einen Sturm von 240 km/h Windgeschwindigkeit, die höchste Geschwindigkeit, die jemals am Ort gemessen wurde.

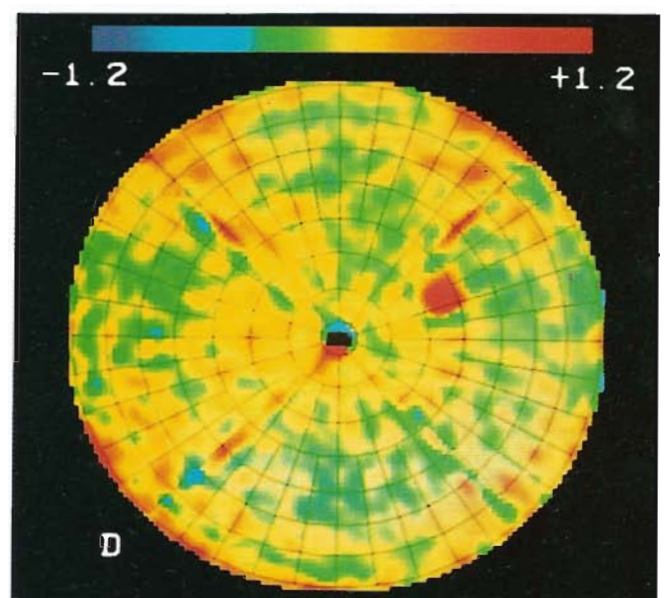
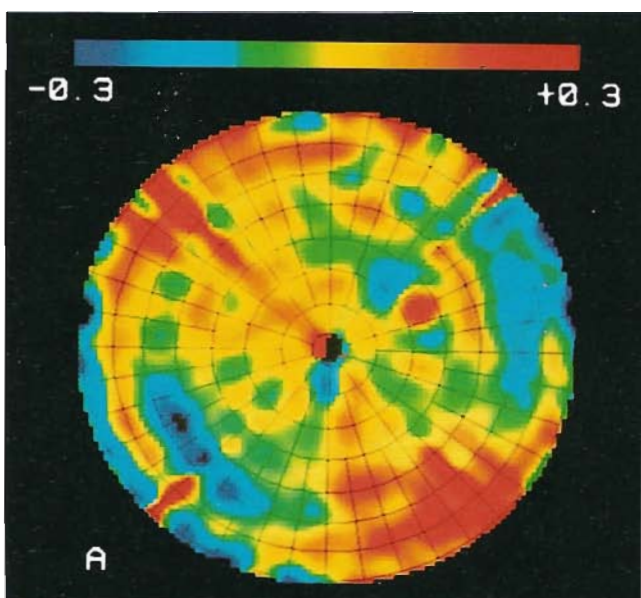
# Pico Veleta Observatory

## 30-m Telescope Operation

During the whole year, the telescope was operated without any major breakdown, partly as a result of a weekly 8-hour period of preventive maintenance. The detailed schedule of the use of the telescope is given in annex 1.

More extensive tasks, such as the exchange of servomotors, repair of heating elements in the deicing system, inspection of clutches, the installation of new optical cables, and the check of the encoders were realized in a 3-week shutdown in summer. During this shutdown, the wobble mechanism for the secondary mirror was also installed and tested.

In September, the telescope survived a 240-km/h wind, the strongest ever recorded on the site.



Images holographiques de la surface du télescope de 30-m (à gauche : 1984, à droite : 1987) ; bleu =  $-300\mu\text{m}$ , rouge =  $+300\mu\text{m}$ .  
Holographie-Vermessungen des 30-m Teleskops (links : 1984, rechts : 1987) ; blau =  $-300\mu\text{m}$ , rot =  $+300\mu\text{m}$ .  
Holographic images of the surface of the 30-m telescope (left: 1984, right: 1987); blue =  $-300\mu\text{m}$ , red =  $+300\mu\text{m}$ .

## Précision de surface du télescope de 30 m

Le réglage le plus récent de la surface, dans le cadre du programme initial de mise en place des panneaux, a été effectué en juillet 1987. Comme pour les deux réglages précédents, le maser H<sub>2</sub>O d'Orion a été utilisé comme source pour l'holographie à 22 GHz. Cependant une correction révisée de la phase du cornet primaire a été introduite dans le réglage. Une vérification du nouveau profil de la surface a eu lieu en août 1987 par holographie par restauration de phase, à 86 GHz. Là, la source de signal était un émetteur sur le Pico Veleta, à une hauteur de 11 degrés. Après correction des déformations prévues dues à la gravité, et en se référant à une hauteur de 45°, l'erreur quadratique moyenne de phase, convertie en écarts de la surface, a été déduite, avec une valeur de :  $64 (+10, -2) \mu\text{m}$ . Ceci s'applique au télescope dans son ensemble, avec les contributions des miroirs secondaire, tertiaire et quaternaire. Exprimée en erreurs normales à la surface équivalente, ceci devient  $71(+10, -2) \mu\text{m}$ .

En étudiant l'origine des erreurs de surface (fabrication, gravité, vent, variations de température...) on trouve que, dans des conditions calmes, une erreur de surface d'environ  $50 \mu\text{m}$  doit être accessible à terme, ceci dans une gamme étendue de hauteurs.

## Récepteurs

Au cours de 1987, le récepteur SIS à 1,3 mm a été installé auprès des récepteurs SIS à 2 et à 3 mm et du récepteur Schottky à 3 mm déjà en place dans la cabine récepteurs. Après des essais approfondis sur le télescope, on a trouvé que tous les récepteurs SIS pouvaient être accordés de façon à supprimer le bruit dans la bande latérale supérieure. Ce mode de fonctionnement est maintenant employé couramment, et permet des températures de bruit plus basses et une plus grande vitesse d'observation des raies spectrales.

## Oberflächengenauigkeit des 30 m-Teleskops

Die letzte Oberflächennachstellung des ursprünglichen Justierprogramms wurde im Juli durchgeführt. Wie in den vorhergegangenen Justierungen wurde der Orion-Wasserdampf-Maser als Quelle für die Holographievermessung bei 22 GHz benutzt. Eine verbesserte Korrektur der Phasenempfindlichkeit des Horns wurde bei der Justierung ebenfalls benutzt. Eine Überprüfung des neuen Oberflächenprofils wurde im August durch Phase-Retrieval-Holographie bei 86 GHz durchgeführt. In diesem Fall wurde ein CW-Sender auf dem Pico Veleta, bei einer Elevation von 11°, als Signalquelle benutzt. Nach einer Korrektur der berechneten Schwerkraftdeformation bei 45° wurde der r.m.s.-Fehler als Abweichung von der Idealoberfläche mit  $64(+10, -2) \mu\text{m}$  bestimmt. Dies gilt für das gesamte Teleskop und enthält Fehlereinflüsse vom zweiten, dritten und vierten Spiegel. Als entsprechender Oberflächenfehler in Richtung der Normalen ergibt dies  $71(+10, -2) \mu\text{m}$ .

Untersuchungen über die Ursache der Oberflächenfehler (Herstellung, Schwerkraft, Wind, Temperatur, usw.) ergeben, daß eventuell unter ruhigen Bedingungen ein Oberflächenfehler von etwa  $50 \mu\text{m}$  über einen grossen Elevationsbereich erreicht werden kann.

## Empfänger

1987 wurde der 1,3 mm SIS-Empfänger zusätzlich zu den bereits vorhandenen 2- und 3 mm SIS-Empfängern und dem 3 mm Schottky-Empfänger in der Empfänger kabine eingebaut. Durch umfangreiche Versuche am Teleskop konnte festgestellt werden, daß durch besondere Abstimmung der SIS-Empfänger das Rauschen im oberen Seitenband unterdrückt werden kann. Dieser Betriebszustand wird nun routinemäßig benutzt, so daß niedrigere Rauschtemperaturen und höhere Beobachtungsgeschwindigkeit bei Spektrallinien-Beobachtungen erreicht werden.

## Surface Precision of the 30-m Telescope

The most recent surface adjustment in the initial program of panel setting was made in July 1987. As in the preceding two adjustments, the Orion water vapour maser was used as source for holography at 22 GHz. A redetermined correction for the feed phase response was also included in the adjustment. A check of the new surface profile was made in August 1987, by phase retrieval holography at 86 GHz. In this case, a CW transmitter on Pico Veleta, at elevation 11 degrees, served as signal source. After correction for the predicted gravitational deformations, to refer to elevation 45 degrees, the root mean square phase error, expressed as a surface deviation, was derived to be  $64(+10, -2) \mu\text{m}$ . This is for the whole telescope and contains contributions from the secondary, tertiary and quaternary mirrors. Expressed as the equivalent normal surface error, it becomes  $71(+10, -2) \mu\text{m}$ .

Study of the sources of surface errors (fabrication, gravity, wind, temperature changes, etc.) indicates that, under calm conditions, a surface error of about  $50 \mu\text{m}$  should be eventually attainable over a large elevation range.

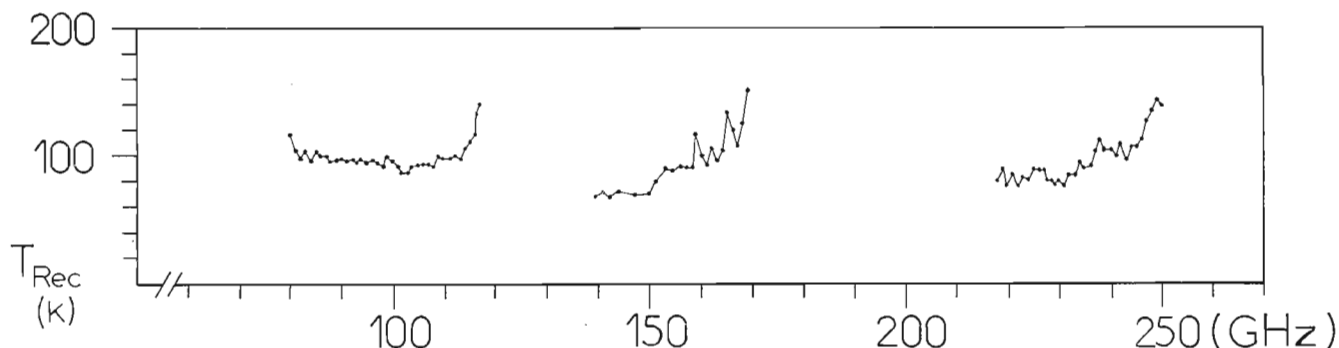
## Receivers

During 1987, the 1.3-mm SIS receiver was installed next to the 2- and 3-mm SIS receivers and the 3-mm Schottky receiver already mounted in the receiver cabin. Through intensive trials at the telescope, it was found that all SIS receivers can be tuned to suppress the noise in the upper side-band. This mode is now routinely used, yielding lower noise temperatures and increased observing speed of spectral line observations.

Malheureusement, la tête froide du récepteur SIS à 2 mm est tombée en panne, ce qui a exigé le renvoi du récepteur à Grenoble pour réparation.

Unglücklicherweise trat am Kompressor des 2 mm SIS-Empfängers ein Defekt auf, so dass der Empfänger nach Grenoble zur Reparatur geschickt werden musste.

Unfortunately, the compressor of the 2-mm SIS receiver broke down, which required shipping the receiver back to Grenoble for repair.



*Les récepteurs SIS de l'IRAM : températures double-bande dans les fenêtres à 3, 2 et 1.3 mm.*

*IRAM SIS-Empfänger : Doppel-Seitenband Temperaturen bei 3, 2 und 1.3 mm.*

*IRAM SIS receivers: double side band temperatures in the 3, 2 and 1.3 mm windows.*

L'aménagement de la cabine récepteurs a été changé, de façon à permettre, en principe, des observations simultanées avec jusqu'à 4 récepteurs. Un système d'alignement par laser a été mis en service pour faciliter l'alignement des récepteurs et des composants optiques dans la cabine récepteurs.

Die Anordnung innerhalb der Empfänger kabine wurde so geändert, daß im Prinzip bis zu vier Empfänger gleichzeitig betrieben werden können. Ein Laser-Meßsystem wurde installiert, das das Ausrichten von Empfängern und optischen Komponenten in der Kabine vereinfacht.

The arrangement in the receiver cabin was changed to allow, in principle, the simultaneous operation of up to 4 receivers. A laser alignment system was brought into operation to facilitate the alignment of receivers and optical components in the receiver cabin.

Au cours d'une période d'observation avec le bolomètre du MPIfR, le couplage de cet instrument avec le télescope a été amélioré au point d'obtenir la sensibilité inégalée d'environ  $70 \text{ mJy Hz}^{-1/2}$  en routine, à une longueur d'onde de 1,2 mm.

Während einer Beobachtungszeit mit dem MPIfR-Bolometer wurde die Ankoppelung dieses Gerätes an das Teleskop verbessert, so dass jetzt eine bisher unerreichte Kontinuum-Empfindlichkeit von ungefähr  $70 \text{ mJy Hz}^{-1/2}$  bei einer Wellenlänge von 1,2 mm routinemässig erreicht wird.

During an observing session with the MPIfR bolometer, the coupling of this instrument to the telescope was improved so that now an unrivalled continuum sensitivity of about  $70 \text{ mJy Hz}^{-1/2}$  is reached in a routine way at a wavelength of 1.2 mm.

L'installation d'un nouvel oscillateur local à état solide, et de tripleurs, a permis de démarrer un programme d'entraînement des opérateurs à la procédure d'accord des récepteurs.

Der Einbau eines neuen Festkörper-Lokaloszillators und Tripler-Systems gestattete den Beginn eines Einweisungsprogramms für Operateure im Abstimmen von Empfängern.

The installation of a new solid state local oscillator and tripler system permitted the start of a program to train operators in the tuning of the receivers.

## Backends

La distribution FI de la batterie de filtres 1 MHz a été modifiée pour permettre la permutation contrôlée par l'ordinateur, entre les modes de fonctionnement série et parallèle : on évite ainsi de réaccorder les récepteurs, d'où une meilleure efficacité d'observation. Le premier groupe de 1024 canaux de l'autocorrélateur a été mis en service avec succès.

## Backends

Die IF-Verteilung der 1 MHz-Filterbank wurde abgeändert und ermöglicht jetzt ein computergesteuertes Umschalten zwischen seriellen und parallelen Betriebsarten, was die Neuabstimmung der Empfänger vermeidet und damit die Beobachtungen beschleunigt. Die ersten 1024 Kanäle des Autokorrektors wurden erfolgreich in Betrieb genommen.

## Backends

The IF distribution of the 1 MHz filterbank was modified to allow computer-controlled changeover between the serial and parallel mode of operation, thereby avoiding retuning of the receiver and enhancing observing efficiency. The first 1024 channels of the autocorrelator have been brought into operation successfully.

Des configurations de l'autocorrélateur avec des bandes de 40, 80 et 160 MHz sont maintenant disponibles pour les observations astronomiques. Le travail continue sur le second groupe de 1024 canaux, l'horloge de référence et la partie FI.

Un spectromètre acoustico-optique avec une bande de 400 MHz et une résolution de 1 MHz, développé par l'Observatoire de Meudon, a été testé d'une façon approfondie dans la perspective de la future utilisation sur le télescope de 30 m d'appareils de ce type. Tous les problèmes relatifs à l'adaptation FI et aux interfaces sont résolus, tandis que les instabilités de ligne de base — qui interdisent son emploi astronomique — et qui sont dues au fonctionnement non-optimal de la cellule de Bragg, subsistent.

Avec la qualité et le nombre croissant des récepteurs, il devient évident que ce sont les back ends qui limitent l'enregistrement des données astronomiques. Actuellement seulement deux récepteurs peuvent être utilisés simultanément, à cause du nombre limité des back ends disponibles.

## Ordinateurs, matériel et logiciels

L'autocorrélateur, le spectromètre acoustico-optique, le bolomètre du MPIfR, et le mécanisme faisant osciller le réflecteur secondaire, ont été complètement intégrés dans les programmes de contrôle et d'acquisition des données.

Une vaste gamme d'essais a été réalisée dans la perspective du remplacement de l'ordinateur VAX 780, vieux de 7 ans, par des systèmes modernes  $\mu$ VAX en 1988. Après avoir résolu de sévères problèmes d'interface CAMAC, on a pu faire fonctionner avec succès, sous contrôle  $\mu$ VAX, la commande du télescope, l'acquisition des données, et la réduction en temps réel. Un  $\mu$ VAX II a été installé dans les locaux de Grenade. Il fournit aux astronomes locaux ou visiteurs tous les programmes de dépouillement en temps différé, tels

Autokorrelatorkonfigurationen mit 40, 80 und 160 MHz Bandbreite stehen ab jetzt für astronomische Beobachtungen zur Verfügung. Die Arbeiten an dem zweiten Satz von 1024 Kanälen, dem Zeitgeber und dem IF-Teil werden fortgesetzt.

Ein akusto-optisches Spektrometer mit 400 MHz Bandbreite und 1 MHz Auflösung, das vom Observatorium Meudon entwickelt wurde, konnte im Hinblick auf den späteren Einsatz dieses Spektrometertyps am 30-m-Teleskop ausgiebig getestet werden. Alle Probleme hinsichtlich IF-Anpassung und Ankoppelung sind gelöst, obwohl noch Basislinien-Instabilitäten vorhanden sind. Diese sind auf den nicht optimalen Gebrauch der Bragg-Zelle zurückzuführen und gestatten z.Zt. nicht den Einsatz für astronomische Beobachtungen.

Mit der steigenden Zahl der Empfänger und ihrer verbesserten Qualität beschränken die Backends jetzt die astronomische Datenerfassung, da aufgrund der beschränkten Anzahl verfügbarer Backends nur zwei Empfänger gleichzeitig benutzt werden können.

## Komputer Hardware und Software

Der Autokorrelator, das akusto-optische Spektrometer, das MPIfR-Bolometer und der Wobbel-Mechanismus des Subreflektors sind vollständig in die Teleskop-Kontroll- und Datenerfassungssysteme integriert.

Umfangreiche Untersuchungen wurden durchgeführt im Hinblick auf den Austausch des 7 Jahre alten VAX 780 Computers gegen ein modernes  $\mu$ VAX-System im Jahre 1988. Nachdem erhebliche CAMAC Interface-Probleme beseitigt wurden, haben das Teleskop-Kontrollsystem, die Datenerfassung und die On-line-Datenverarbeitung einwandfrei unter  $\mu$ VAX-Kontrolle gearbeitet. Im Granada-Büro wurde eine  $\mu$ VAX II aufgestellt, die den ansässigen und besuchenden Astronomen alle Off-line-Reduktionsprogramme, wie am

Autocorrelator configurations with 40, 80 and 160 MHz bandwidth are now available for astronomical use. Work is continuing on the second set of 1024 channels, the master clock and the IF section.

An acoustic optical spectrometer with 400 MHz bandwidth and 1 MHz resolution, developed by the Meudon Observatory, was extensively tested in view of future use of this type of spectrometer on the 30-m telescope. All problems with respect to IF matching and interface are solved, while the base-line instabilities, which prevent astronomical use and which are due to non-optimal operation of the Bragg-cell, still remain.

With the increasing number and quality of the receivers, it became evident that the backends limit the astronomical data taking, as only 2 receivers can be used simultaneously due to the limited number of backends available.

## Computer Hardware and Software

The autocorrelator, the acoustic optical spectrometer, the MPIfR bolometer and the wobbling mechanism of the sub-reflector have been fully integrated in the telescope control and data acquisition programs.

Extensive tests were made in view of the replacement of the 7 year old VAX 780 computer by modern  $\mu$ VAX systems in 1988. After solving severe CAMAC interface problems, the telescope control, the data acquisition and on-line reduction have operated successfully under  $\mu$ VAX control. In the Granada Office, a  $\mu$ VAX II has been installed which provides the local and visiting astronomers with all off-line reduction programs, as available on the telescope, and permits the development of software as required for new



qu'ils sont disponibles sur le télescope et permet le développement de logiciel nécessité par la nouvelle instrumentation, sans obliger à loger le personnel sur la montagne.

## Bâtiment observatoire

Trois nouveaux bureaux ont été créés dans la zone de la salle de contrôle, permettant la transformation de trois bureaux en dortoir, ce qui était nécessaire pour améliorer la situation, souvent critique, de l'hébergement. On a aussi effectué des réparations mineures, des peintures, et le renouvellement de la fosse septique.

## Organisation

Le transport depuis et vers l'Observatoire a été amélioré notablement par l'achat d'un nouveau bus VW, l'échange de la Land Rover pour un 4 × 4 moderne, et le remplacement d'organes importants du Ratrac après une vérification et un entretien minutieux.

Aujourd'hui 8 personnes ayant des connaissances astronomiques sont employées à l'Observatoire, et avec cet effectif il y a toujours un astronome maison au télescope pour aider et conseiller les astronomes visiteurs. L'effectif total employé en Espagne était de 29 personnes à la fin de 1987.

Teleskop vorhanden, zur Verfügung stellt und dadurch die Entwicklung von Software ermöglicht, wie sie für neue Geräte notwendig ist, ohne dass Personal auf dem Berg untergebracht werden muss.

## Observatoriumsgebäude

Drei neue Büros wurden im Bereich des Kontrollraums geschaffen, was die Umwandlung von drei Büros in Schlafräume ermöglichte. Dies war notwendig, um die oftmals kritische Unterbringungslage zu verbessern. Ebenfalls wurden kleinere Reparaturen und Anstriche ausgeführt und die Klärgrube erneuert.

## Organisation

Der Transport vom und zum Observatorium wurde erheblich verbessert durch den Ankauf eines neuen VW-Bus, den Tausch des Landrovers gegen ein neues Fahrzeug, und die Erneuerung wesentlicher Teile am Ratrac.

Zur Zeit sind 8 Personen mit astronomischer Ausbildung am Observatorium angestellt. Dadurch ist ständig ein verantwortlicher Astronom am Teleskop, um Besucher-astronomen zu helfen und zu beraten. Das gesamte Personal, das Ende 1987 in Spanien beschäftigt war, betrug 29 Personen.

instrumentation without the necessity to lodge the staff on the mountain.

## Observatory Building

Three new offices were created in the control room area, allowing the transformation of three offices into dormitories, which was necessary to ease the often critical lodging situation. Also completed were minor repairs and repainting, and the renewal of the septic tank.

## Organisation

The transport to and from the Observatory was improved significantly by the purchase of a new VW bus, the exchange of the Landrover against a modern 4-wheel drive car, and the replacement of main parts in the ratrac after a thorough maintenance check-up.

At present, 8 persons with astronomical background are employed in the Observatory, and with this number there is always a Staff Astronomer at the telescope to assist and advise visiting astronomers. The total staff employed in Spain, by the end of 1987, was 29 persons.

# L'Institut à Grenoble

## Activité du groupe récepteur

En plus de la construction des récepteurs mentionnée dans l'introduction, le groupe récepteur a continué en 1987 l'étude et le développement de sources oscillatrices à l'état solide, avec les résultats qui suivent :

- installation d'une combinaison d'un oscillateur local à accord YIG et de tripleurs sur le récepteur SIS à 3 mm en service sur le télescope de 30 m. Ce nouveau système élimine l'emploi des klystrons peu fiables et coûteux utilisés jusqu'alors ;
- construction d'un certain nombre d'oscillateurs Gunn pour les fréquences de 26 à 40 GHz. Avec deux de ces oscillateurs, combinés avec des tripleurs conçus à l'IRAM, on couvre de façon continue et avec une puissance suffisante toute la bande d'observation des 3 mm ;
- le développement d'un tripleur de fréquence pour la bande 1,3 mm ;

# Das Institut in Grenoble

## Empfängergruppe

Neben dem Bau der Empfänger, wie bereits in der Einleitung erwähnt, beschäftigte sich die Empfänger-Gruppe mit der Entwicklung von Festkörper-Oszillatorquellen mit folgenden Ergebnissen :

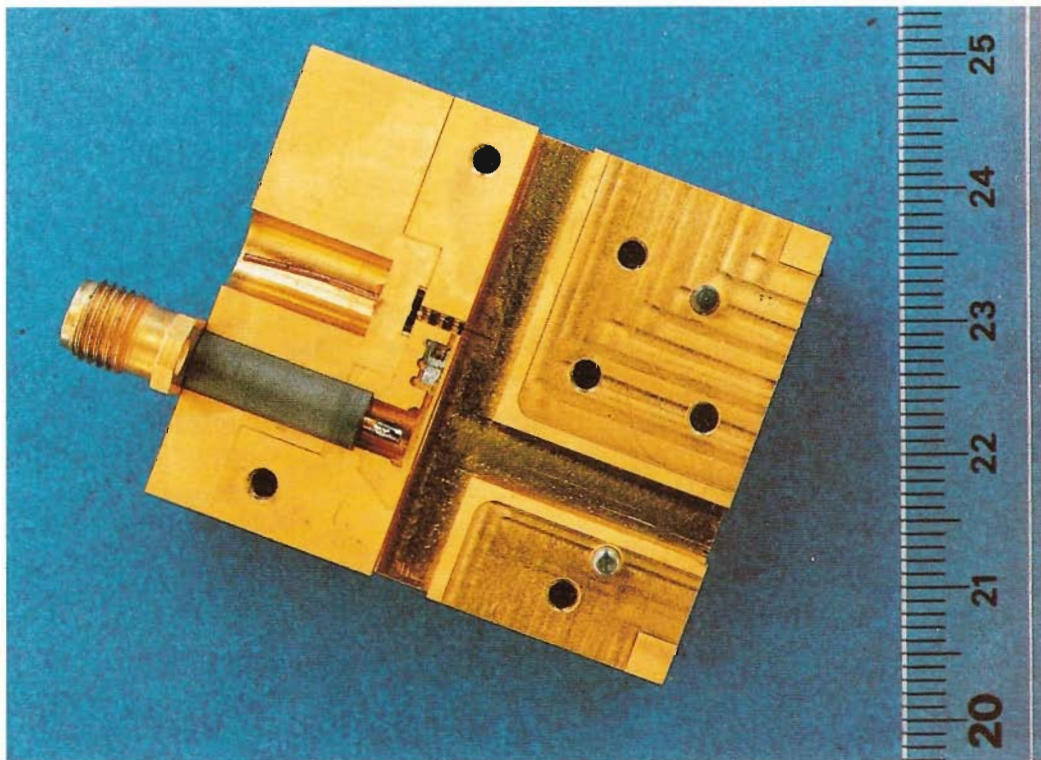
- Einbau einer YIG-abstimmbaren Lokaloszillator/Frequenztrippler-Kombination in den 3 mm SIS-Empfänger, der am 30-m-Teleskop in Betrieb ist. Dieser neuartige Lokaloszillator ermöglicht den Ersatz der weniger zuverlässigen und teureren Klystrons, die bisher eingesetzt wurden ;
- Bau einer Anzahl von Gunn-Oszillatoren für den Frequenzbereich 26 bis 40 GHz. Zwei dieser Oszillatoren liefern zusammen mit den von IRAM entwickelten Frequenztripplern eine Frequenzüberdeckung und ausreichende Ausgangsleistung für das gesamte 3 mm-Beobachtungsband ;
- Entwicklung eines Frequenztripplers für den 1,3 mm-Wellenlängenbereich ;

# Grenoble Institute

## Receiver Group Activity

Besides the construction of the receivers mentioned in the introduction, the receiver group continued in 1987 the study and development of solid state oscillator sources which resulted in:

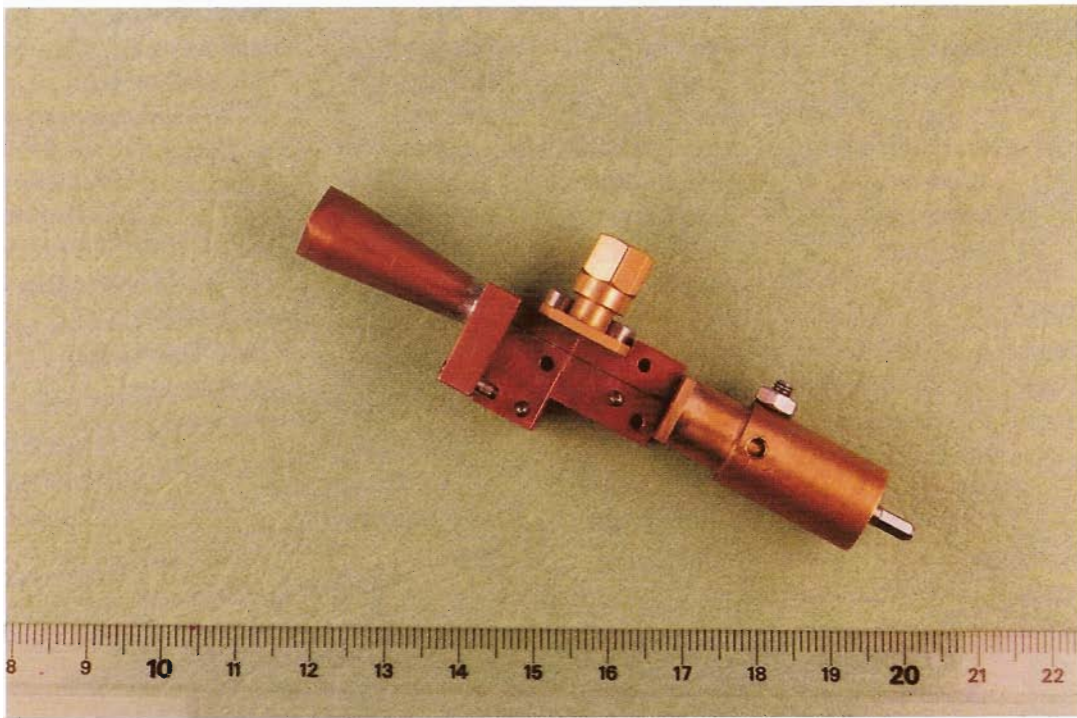
- the installation of a YIG-tuned local oscillator/frequency tripler combination in the 3-mm SIS receiver in operation in the 30-m telescope. This new local oscillator eliminates the use of unreliable and expensive klystrons used up till now;
- the construction of a number of Gunn oscillators for the frequencies 26 to 40 GHz. Two of these oscillators combined with frequency triplers designed by IRAM provide continuous frequency coverage and adequate output power for the whole observing band at 3 mm;
- the development of a frequency tripler for the 1.3 mm wavelength range;



*Tripleur de fréquence développé à l'IRAM.*

*Von IRAM entwickelter Frequenzverdri-facher.*

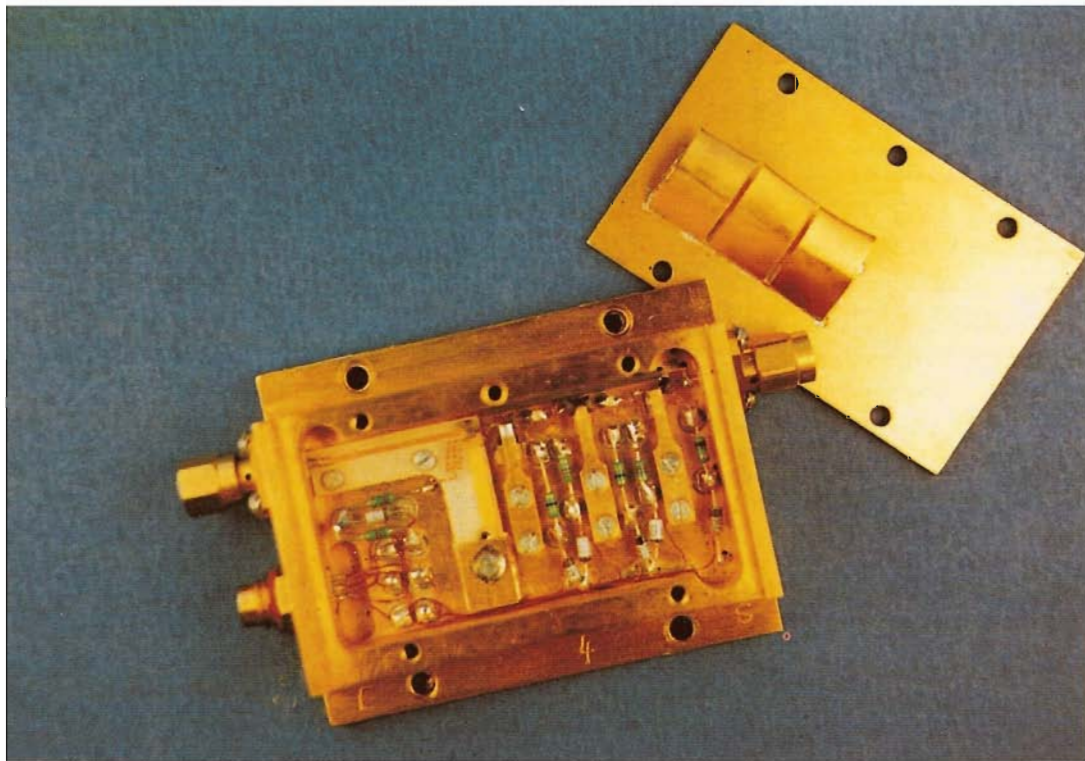
*Frequency tripler developed by IRAM.*



*Mélangeur 1,3 mm*

*1,3 mm Mischer.*

*1.3 mm Mixer.*



*IRAM Amplificateur FET 1,5 GHz.*

*IRAM FET Verstärker 1,5 GHz.*

*IRAM FET Amplifier 1.5 GHz.*

- l'achat d'oscillateurs Gunn et de phase lock nouvellement commercialisés couvrant la bande 90-120 GHz, pour remplacer par la suite les oscillateurs, tripleurs et systèmes phase lock utilisés jusqu'à présent. Leur usage doit permettre de concentrer le travail du personnel disponible exclusivement sur la construction de récepteurs supplémentaires.

La chambre anéchoïde déjà installée a été développée et automatisée à l'aide d'un PC de chez IBM. En effet, l'examen détaillé des combinaisons cornets-lentilles utilisées à l'entrée des récepteurs s'est avérée très utile. De plus, une étude a été faite d'antennes cigares diélectriques qui pourraient être intégrées dans de futurs mélangeurs SIS à la longueur d'onde de 1,3 mm.

Le prototype de cryogénérateur en circuit fermé, conçu et construit par l'Air Liquide sous contrat, a été soumis à des essais cryogéniques détaillés par le CENG, et livré à l'IRAM tard dans l'année.

En même temps le nouveau cryostat, conçu par l'IRAM pour être utilisé avec ce cryogénérateur a été livré, et l'intégration du système a commencé. Un tel système élimine le transport et l'emploi d'hélium liquide pour les récepteurs SIS. Ceci sera particulièrement important pour le fonctionnement de l'interféromètre dans l'avenir.

Des mesures en laboratoire d'un mélangeur SIN à 1,3 mm ont donné des résultats extrêmement intéressants, et suggèrent que, pour des fréquences élevées, ce type de mélangeur mérite d'être développé davantage.

- Kauf von neuerdings kommerziell erhältlichen 90-120 GHz Gunn-Oszillatoren und Phasenregelkreissystemen, um eventuell Oszillatoren, Tripler und Phasenregelkreissysteme bisheriger Bauart abzulösen. Diese Möglichkeit würde den ausschließlichen Einsatz des vorhandenen Personals für den Bau von Empfängern gestatten.

Der Antennenmeßplatz, der bereits früher aufgebaut worden war, wurde weiter entwickelt und mit einem IBM PC automatisiert. Dieser Meßplatz hat sich als sehr nützlich erwiesen für die Untersuchungen von Linsen-Horn-Kombinationen als Empfängereinspeisung. Außerdem wurden dielektrische Stabantennenstrukturen untersucht, die in Zukunft in SIS-Mischer für 1,3 mm-Wellenlänge eingebaut werden könnten.

Der Prototyp eines Kryogenerators mit geschlossenem Kreislauf, von Air Liquide unter Vertrag entworfen und gebaut, wurde umfangreichen Kälteversuchen beim CENG unterworfen und IRAM gegen Ende des Berichtsjahres ausgeliefert.

Zur gleichen Zeit wurde der neue Kryostat, der von IRAM entworfen wurde und der mit dem Kryogenerator zusammen benutzt werden soll, ausgeliefert, und die Anpassung der Systeme hat begonnen. Das integrierte System macht den Transport und Einsatz von flüssigem Helium für die SIS-Empfänger unnötig. Dies wird sich besonders beim zukünftigen Betrieb des Interferometers bemerkbar machen.

Labormessungen an einem 1,3 mm SIN-Mischer ergaben vielversprechende Ergebnisse, die die weitere Entwicklung dieses Mischertyps für Anwendungen im Hochfrequenzbereich wünschenswert erscheinen lassen.

- the purchase of new commercially available 90-120 GHz Gunn oscillators and phaselock systems to eventually replace the oscillators, triplers and phaselock systems designed so far. Their use would allow the concentration of the available staff exclusively on the construction of additional receivers.

The anaechoic chamber previously installed was further developed and automated with an IBM PC. It has proved very useful in investigating in detail lens-horn combinations designed as feeds for the receivers. Furthermore, a study was made of dielectric rod antenna structures which might be integrated in future SIS mixers operating at 1.3-mm wavelength.

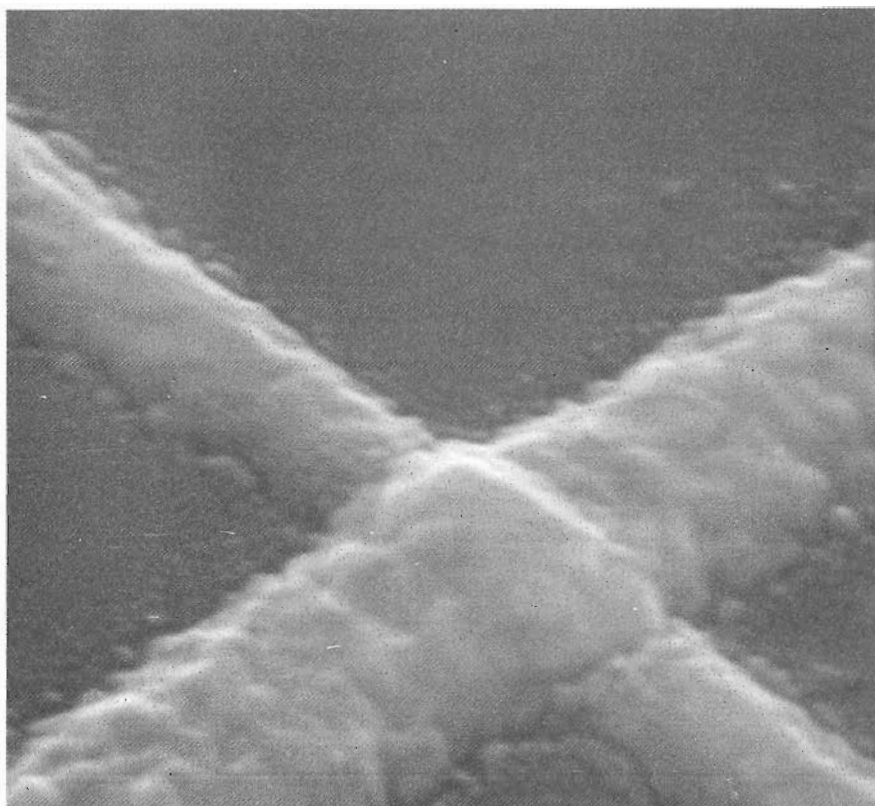
The prototype closed cycle cryogenerator, designed and constructed by Air Liquide under contract, was submitted to extensive cryogenic testing by CENG and delivered to IRAM late in the year.

At the same time the new cryostat designed by IRAM, to be used together with the cryogenerator, was delivered and integration of the systems has begun. The integrated system eliminates the transport and use of liquid helium for the SIS receivers. This will be particularly important for the operation of the interferometer in the future.

Laboratory measurements of a 1.3-mm SIN mixer gave extremely interesting results suggesting that, for high frequency operations, this type of mixer should be further developed.

## Laboratoire SIS

Un nouveau canon à électrons a été installé en 1987 pour la fabrication des premières jonctions au niobium. D'autre part, une scie automatique de haute précision facilite la fabrication des jonctions à l'IRAM, depuis son installation dans le courant de l'année. Plus de 100 jonctions Pb-Bi-In, utilisées jusqu'à présent dans les récepteurs de l'IRAM, ont été réalisées en 1987.



## SIS Laboratory

A new electron gun was installed in 1987 for the manufacture of the first Nb junctions. The manufacture of junctions in IRAM has been facilitated by a high precision automatic saw, installed in the course of the year. More than 100 Pb/Bi/In junctions used in the IRAM receivers so far have been manufactured in 1987.

## SIS-Labor

1987 wurde eine Elektronenstrahlkanone für die Produktion der ersten Nb-Dioden installiert. Die Herstellung von SIS-Dioden bei IRAM wurde durch eine hochgenaue automatische Säge erleichtert; diese Säge wurde im Laufe des Jahres aufgestellt. Mehr als 100 Pb/Bi/In-Dioden für IRAM-Empfänger wurden 1987 gebaut.

*Jonction SIS, surface  $2 \mu^2$   
(agrandie 20 000  $\times$ ).*

*SIS Diode, Oberfläche  $2 \mu^2$   
(20 000  $\times$  vergrößert).*

*SIS diode, surface  $2 \mu^2$   
(20 000  $\times$  enlarged).*

## Backends

Le montage du corrélateur spectral a débuté. Cependant l'activité principale du groupe Backends en 1987 a été l'achèvement et les essais du corrélateur continuum pour l'interféromètre.

Le projet ambitieux de construire un corrélateur 4-bit pour 3 antennes, une polarisation, fonctions sinus et cosinus, s'est terminé cette année. Le nombre de bits du système d'échantillonnage détermine la dégradation du rapport signal sur bruit; les corrélateurs standards 2-bit ont une perte de 15% par rapport à un

## Backends

Mit dem Zusammenbau des Spektalkorrelators wurde angefangen. Die Haupttätigkeit der Backend-Gruppe konzentrierte sich jedoch auf die Vervollständigung und Tests des Kontinuumkorrelators für das Interferometer.

Das ehrgeizige Projekt, wie 1983 geplant, einen 4-Bit-Korrelator für drei Antennen, eine Polarisation, sinus- und cosinus-Funktionen zu bauen, wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Die Zahl der Bits des sampling-Schemas bestimmt den Abfall des Signal-/Rauschverhältnisses. Normale 2-Bit-Korrelatoren haben eine

## Backends

The assembly of the spectral correlator was started. However, the main activity of the Backend Group in 1987 was the completion and testing of the continuum correlator for the interferometer.

The ambitious project of building a 4-bit correlator for 3 antennas, one polarisation, sin and cos functions, conceived in 1983, was achieved this year. The number of bits of the sampling scheme determines the degradation of the signal-to-noise ratio. Standard 2-bit correlators have a 15% loss relative to a non-

systeme non quantifié, tandis que le corrélateur 4-bit a une perte de 4% seulement. Cependant ce gain en sensibilité est obtenu au prix de la quantité de matériel à fabriquer, qui est approximativement 4 fois plus grande.

Pour illustrer ceci, au début de 1987, le groupe a mis au point et essayé 40 cartes d'échantillonnage, 40 de retards et 80 de multiplication. En même temps a eu lieu l'évaluation d'un prototype pour décaler la phase de 90°, et en septembre la décision a été prise d'équiper l'interféromètre de tels dispositifs. A la fin de l'année, 44 rotateurs de phase digitaux étaient construits et le montage final de toutes les cartes achevé (6 500 m de fil et 21 000 points de connection ont été employés).

15%-Verlustrate in bezug auf ein nicht quantisiertes System, während ein 4-Bit-Korrelator nur einen Verlust von 4% hat. Jedoch kann dieser Empfindlichkeitsgewinn nur durch einen etwa viermal größeren geräte-technischen Aufwand erreicht werden.

Zur Erläuterung sei erwähnt, daß die Empfänger-Gruppe Anfang des Jahres 40 Sampler-Platinen, 40 Verzögerungs-Platinen, 80 Verstärker-Platinen erstellte und testete. Gleichzeitig wurde der Prototyp eines 90 Grad Digital-Phasenschiebers untersucht, und im September fiel die Entscheidung, das Interferometer mit diesen Elementen auszurüsten. Am Ende des Jahres waren bereits 44 Digital-Phasenschieber gebaut, und die gesamte Montage aller Karten (unter Benutzung von 6 500 m Kabel und 21 000 Verbindungspunkten) wurde abgeschlossen.

quantized system, while a 4-bit correlator has only 4% loss. However, this sensitivity is gained at the expense of the quantity of hardware to produce, which is roughly four times larger.

As an illustration, in early 1987 the group debugged and tested 40 sampler boards, 40 delay boards, and 80 multiplier boards. Simultaneously, a 90-degree digital phase shifter prototype was evaluated, and by September, the decision was made to implement the interferometer with such devices. At the end of the year, 44 digital phase shifters were built and the final assembly of all boards (using 6,500 metres of wire and 21,000 connector points) was achieved.

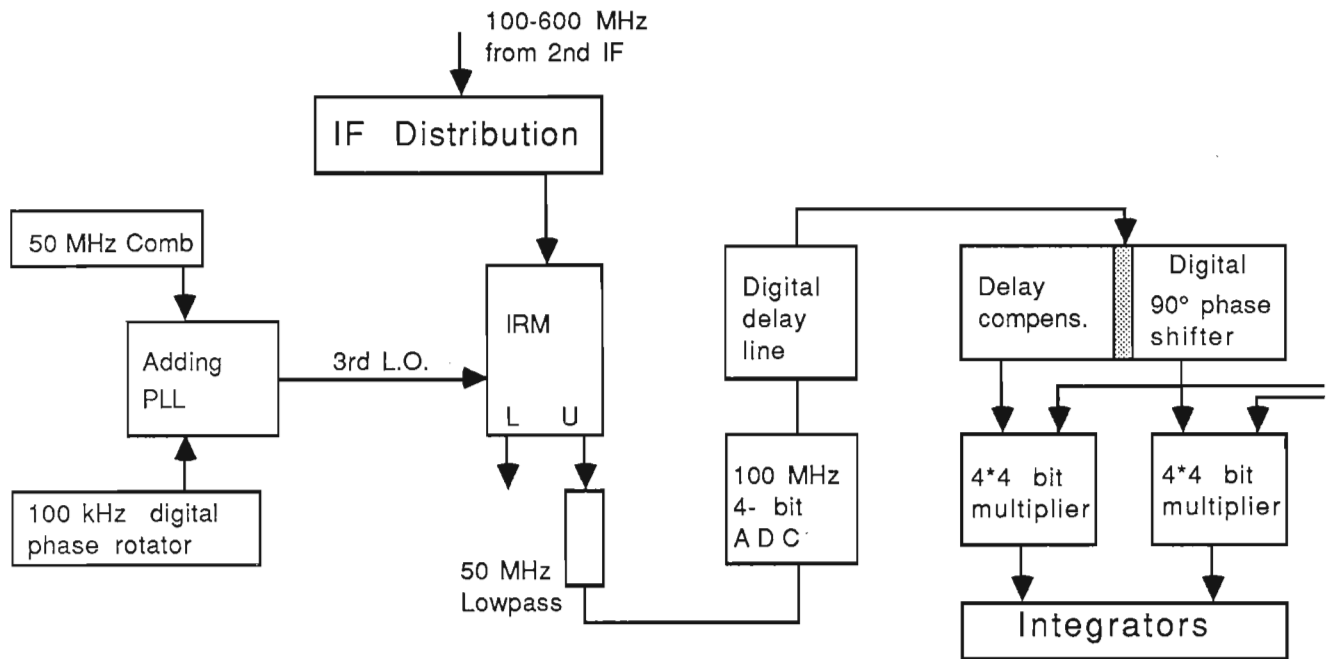


Schéma du corrélateur continuum de l'IRAM (une sous-bande).

Blockdiagramm des IRAM Kontinuum Korrelators (ein Sub-Band).

Block diagram of IRAM continuum correlator (one subband).

Les essais du système ont commencé en décembre, et le logiciel en temps réel a rapidement été opérationnel. La conversion haute fréquence-digital n'a causé aucun problème et le rendement de la commutation de Walsh a été vérifié après suppression d'un offset. Le corrélateur et les lignes à retard digitales ont été vérifiés en balayant les retards avec des bruits corrélés.

## Groupe ordinateur et logiciel

Le personnel du groupe a consacré la majorité de son temps à la mise en service du premier télescope de 15 m, avec le matériel et le logiciel pour le réglage de la surface commandé par ordinateur, le système de verrouillage pour éviter le soleil, et le logiciel en général pour le télescope et la saisie des données.

À la fin de 1987, on trouvait un réseau VAX local, avec un VAX 780, un GPX2 et un micro VAX 3200, en service. Sont connectés à ce réseau, par une ligne à 9600 bauds, la PDP 11/44 et le VAX 730 du Plateau de Bure. Ceci permet une intervention rapide à partir de Grenoble sur le Plateau, et, dans l'avenir, l'observation et l'analyse des données à distance.

## Collaboration avec d'autres instituts

Le télescope SEST a été mis en service en 1987 avec l'aide du personnel de l'IRAM. La surface du télescope a été réglée et mesurée avec la méthode utilisant théodolite et ruban. Après quelques itérations, une précision de surface de 60  $\mu\text{m}$  r.m.s. a été atteinte.

Le bâtiment du télescope POM II de l'Université de Grenoble a été agrandi et un souterrain reliant le bâtiment vie de l'IRAM et le bâtiment POM II a été construit avec l'aide du personnel de l'IRAM.

Die Systemtests begannen im Dezember, und die Realzeit-Programme waren schnell betriebsbereit. RF-Digitalumwandlung verursachte keine Probleme, und die Effizienz der Walsh-Schaltung wurde durch offset-Unterdrückung geprüft. Der Korrelator und die digitalen Verzögerungsleitungen wurden durch Abtasten der Verzögerungen mit korreliertem Rauschen überprüft.

## Komputer- und Software-Gruppe

Viel Zeit dieser Gruppe gehörte der Inbetriebnahme der ersten 15-m-Antenne, einschließlich der Instrumentation und dem Betriebssystem für die komputergesteuerte Oberflächenjustierung, dem System zur Vermeidung von Beobachtungen in Sonnennähe, dem Teleskop-Verriegelungssystem und der Teleskop- und Datenerfassungs- betriebssysteme im allgemeinen.

Ab Ende 1987 war ein lokales VAX-System in Betrieb, bestehend aus einer VAX 780, einem GPX2 und einer  $\mu\text{VAX}$  3200. Mit diesen Rechnern sind ebenfalls über eine 9600 Baud-Leitung die PDP 11/44 und der VAX 730-Rechner vom Plateau de Bure verbunden, was ein schnelles Eingreifen auf dem Plateau von Grenoble aus, und später auch Fernbeobachtung und Datenverarbeitung, gestattet.

## Zusammenarbeit mit anderen Instituten

Während des Berichtsjahres wurde das SEST-Teleskop auf La Silla unter Beihilfe von IRAM-Personal in Betrieb genommen. Die Oberfläche des Teleskops wurde eingemessen und justiert. Mit Hilfe der Theodolit- und Maßbandmethode wurde in wenigen Schritten eine Oberflächengenauigkeit von 60  $\mu\text{m}$  r.m.s. erreicht.

Das Gebäude des POM II-Teleskops der Universität Grenoble wurde erweitert und über einen unterirdischen Tunnel mit den IRAM-Wohngebäuden verbunden. IRAM-Personal half bei diesen Arbeiten.

System tests began in December and real-time software was quickly operational. RF to digital conversion caused no problems and Walsh switching efficiency was checked by offset cancellation. The correlator and the digital delay lines were checked by scanning the delays with correlated noise.

## Computer and Software Group

Much of the time of the staff of the group was dedicated to the commissioning of the first 15-m telescope, including the hardware and software for the computer-controlled surface adjustment, the sun-avoidance and the telescope interlock systems and the telescope and data acquisition software in general.

As of the end of 1987, there is a local area VAX cluster including a VAX 780, a GPX2 and a micro VAX 3200 in operation. To this cluster are also connected with a 9600 baud link, the PDP 11/44 and VAX 730 computers on the Plateau de Bure site, which allows rapid intervention on the Plateau from Grenoble and remote observing and data analysis in the future.

## Collaboration with Other Institutes

The SEST telescope on La Silla was commissioned in 1987 with the assistance of IRAM staff. The surface of the telescope was adjusted and measured using the theodolite and tape method. In a few iterations, a surface accuracy of 60  $\mu\text{m}$  r.m.s. was obtained.

The building of the POM II telescope of the University of Grenoble was extended and an underground tunnel connecting the IRAM living quarters with the POM II building was constructed with the help of the IRAM staff.

Un effort considérable de conception et de calculs de structure, dans le cadre d'un contrat avec l'INSU, a été consacré à un télescope optique, dans la classe des 2 m, optimisé pour l'interférométrie en optique. Dans cette étude, les critères sont : nombre minimal de miroirs, excellente stabilité mécanique, niveau de vibrations extrêmement bas, légèreté, et bas prix. On a étudié et analysé nombre de montures différentes et de conception nouvelle.

Une description mathématique a été réalisée pour des télescopes se déplaçant de façon continue, dans la perspective d'interférométrie optique (visible et infra-rouge). Ce type de fonctionnement permettrait d'éliminer les lignes à retard optiques et pourrait augmenter considérablement la vitesse pour couvrir le plan (u, v) pour obtenir des images avec un réseau ayant un petit nombre de télescopes (mode en « hypersynthèse »).

Le laboratoire SIS, dans le cadre d'un contrat BMFT, a livré au MPIfR des jonctions spécialement étudiées pour les hautes fréquences. De plus, des jonctions standard ont été livrées à l'Ecole Normale, et au MPI pour la Physique Extra-terrestre, à Munich.

Erheblicher Konstruktionsaufwand und Strukturrechnungen wurden, entsprechend einem Vertrag mit dem INSU, für ein optisches Teleskop der 2 m-Klasse erbracht, um eine Optimierung als Teil eines optischen Interferometers zu erreichen. Die Kriterien für diese Studie sind ein Minimum an Spiegeln, sehr hohe mechanische Stabilität, sehr niedrige Schwingungsanfälligkeit, geringes Gewicht und niedrige Kosten. Viele verschiedene Montierungen neuartiger Konstruktion wurden untersucht und bewertet.

Eine mathematische Beschreibung kontinuierlich beweglicher Teleskope für optische (d.h. sichtbare und Infrarot-) Interferometrie wurde erstellt. Diese Betriebsart würde es ermöglichen, die optischen Verzögerungsleitungen zu unterdrücken und könnte erheblich die Geschwindigkeit zur Überdeckung der (u, v-) Ebene erhöhen, besonders bei Bilderfassungen mit nur einer geringen Anzahl von Teleskopen im Interferometersystem (« Hypersynthese-Modus »).

Das SIS-Labor lieferte im Rahmen des BMFT-Vertrages speziell entwickelte Hochfrequenz-SIS-Dioden an das MPIfR. Ausserdem wurden Standard-Dioden an die Ecole Normale und das MPI für Extraterrestrische Physik in München geliefert.

Much design effort and structural calculations were made under contract with INSU for an optical telescope in the 2-m class optimized for optical interferometry. The criteria in this design study are a minimum number of mirrors, very high mechanical stability, very low level of vibrations, light weight and low cost. Many different mounts of novel design were studied and analysed.

A mathematical description has been made of continuously moving telescopes for optical (= visible and infrared) interferometry. This type of operation would allow the elimination of optical delay lines and could greatly enhance the rapidity of coverage of the (u, v) plane, for imaging with an array having only a small number of telescopes ("hypersynthesis" mode).

The SIS laboratory delivered especially designed high frequency junctions to the MPIfR in the framework of the BMFT contract. Furthermore, standard junctions were delivered to the Ecole Normale and the MPI für Extraterrestrische Physik in Munich.





## L'Interféromètre du Plateau de Bure

### Réception du premier téléscope

De mai 1986 à mars 1987 des tests de pointage ont été faits avec la monture du télescope N° 3, équipée d'un contre-poids et d'un petit télescope optique.

Ces essais ont permis de vérifier le logiciel de base de commande du télescope, les modèles de pointage, la réduction des coordonnées astronomiques, les variations de pointage entre les stations d'observations, etc. Ils ont donné la première confirmation de l'ordre de grandeur de la précision de pointage très probablement réalisable, soit 1 à 2 secondes d'arc.

## Das Plateau de Bure Interferometer

### Inbetriebnahme des ersten Teleskops

Von Mai 1986 bis März 1987 wurden Pointierungstests mit der nicht isolierten Montierung des Teleskops Nr. 3 durchgeführt, die hierzu mit einem Gegengewicht und einem kleinen optischen Teleskop ausgerüstet war.

Diese Tests erlaubten eine Überprüfung der elementaren Teleskopkontrollsysteme, des Pointierungsmodells, der astronomischen Koordinatenverarbeitung, Veränderungen des Pointierungsverhaltens auf verschiedenen Beobachtungsstationen usw. und führten zu einer ersten Bestätigung, daß Pointierungsgenauigkeiten im 1- bis 2-Bogensekundenbereich erreicht werden können.

## Plateau de Bure Interferometer

### Commissioning of the First Telescope

From May 1986 to March 1987, pointing tests were made with the uninsulated mount of telescope n° 3 equipped with a counterweight and a small optical telescope.

This test allowed the checking of the basic telescope control software, pointing models, astronomical coordinate reduction, pointing variations between the observing stations etc. and led to the first confirmation that pointing accuracies in the range 1 to 2 arc sec are well within reach.

Au début d'avril le premier télescope avec sa protection thermique et équipé d'un récepteur Schottky était disponible ; les essais radio ont débuté le 16 avril. Ils ont été interrompus le 6 juin et pour un mois à la suite de dommages aux systèmes électroniques causés par la foudre. De nombreux petits problèmes d'instrumentation, de commande du télescope, et de logiciel ainsi qu'une météorologie défavorable et le manque de personnel ont rendu l'avancement plus lent que souhaité. Néanmoins, à la fin de décembre, les essais donnaient de nombreux résultats encourageants, comme :

- un rendement d'ouverture à 86,2 GHz de 63 % et de 83 % pour le lobe principal ;
- un pointage en azimuth stable et dans les spécifications, mais des sauts irréguliers sur le pointage en site. L'hystérésis mécanique a été suspecté d'abord d'être à l'origine de ces sauts ; mais les tests ont éliminé cette hypothèse. La cause probable serait plutôt la mauvaise qualité des codeurs donnant la position du réflecteur secondaire : ils sont en cours d'amélioration ;
- les corrections homologiques ont été partiellement essayées, et sont apparues correctes en première approximation ;
- les effets du vent sur le pointage ont été détectés pour une vitesse moyenne du vent supérieure à 10 m/s.
- la chaîne récepteur complète, le système de transmission de l'O.L., les batteries de filtres et tout le logiciel correspondant, pour le fonctionnement en miroir unique sont complètement vérifiés.

Les données nécessaires pour étudier l'influence des effets thermiques sur le pointage ont été rassemblées, mais non analysées.

Anfang April stand das erste Teleskop zur Verfügung, einschließlich thermischer Isolierung und Schottky-Empfänger. Die Radiotests begannen am 16. April. Sie wurden unterbrochen, als die Elektronik am 6. Juni aufgrund eines Blitzschlages beschädigt wurde. Viele kleine Probleme in der Instrumentation, dem Teleskopkontrollsystem und der Software sowie schlechtes Wetter und mangelndes Personal verlangsamten mehr als gewünscht den weiteren Fortschritt. Trotzdem zeigten die Tests Ende Dezember vielversprechende Ergebnisse :

- der gemessene Flächenwirkungsgrad bei 86.2 GHz ist 63 % und der Hauptkeulenwirkungsgrad 83 % ;
- die Pointierung ist stabil und im Azimut innerhalb der Spezifikationen. Sprunghafte Fehler ereignen sich in der Elevationspointierung. Zunächst wurde eine mechanische Hysterese vermutet, diese konnte aber durch Versuche ausgeschlossen werden. Die vermutete Ursache sind die Positionskoder des Subreflektors, welche ausgetauscht werden sollen ;
- die Homologiekorrektur wurde teilweise überprüft und in erster Annäherung als richtig bestätigt ;
- windbeeinflusste Pointierungseffekte wurden bei Windgeschwindigkeiten oberhalb 10 m/s festgestellt ;
- das Gesamtsystem, bestehend aus Empfänger, Lokaloszillatorübertragung, Filterbank und dazugehöriger Software für Einzelantennenbetrieb, ist vollständig getestet.

Es wurden Messungen durchgeführt, um den Einfluss thermischer Effekte auf die Pointierung zu überprüfen ; diese Messungen sind z.Zt. noch nicht ausgewertet.

In the beginning of April, the first telescope became available, with thermal protection and equipped with a Schottky receiver. Radio tests started on April 16th. Tests were interrupted due to lightning damage of electronic systems on June 6th for a month. Many small problems in instrumentation, telescope control and software, as well as unfavourable weather and lack of staff, made progress slower than desired. Nevertheless, by the end of December, tests were giving many encouraging results, such as:

- the measured aperture efficiency at 86.2 GHz is 63 % and the main beam efficiency is 83 % ;
- the pointing is stable and within specifications in azimuth. Erratic jumps occur in the elevation pointing. Mechanical hysteresis was the suspected origin of these jumps but has been eliminated by tests. The likely cause is the poor position encoders of the sub-reflector which are being improved ;
- the homology corrections were partially tested and found to be correct in first approximation ;
- wind-induced pointing effects were detected above a mean wind speed of 10 m/s ;
- the total chain: receiver, L.O. transmission system, filter bank and all relevant software for single dish operation is fully tested.

To study the influence on the pointing of thermal effects, data have been taken but are not yet analysed.

## Montage de la seconde antenne

En décembre 1987, la seconde antenne complètement montée fut sortie du hall de montage pour la première fois. Le travail de montage avait débuté en septembre après la livraison par MAN de tous les composants du réflecteur. Cette courte période pour le montage a permis de réduire les coûts et n'a pas bloqué le hall de montage pour une durée déraisonnable.

Le montage du réflecteur débute par la fixation de la partie centrale du réflecteur sur la monture en acier, sans tension. Ensuite la structure support, composée de montants en fibre de carbone renforcée et de nœuds, est assemblée. Lors de cette opération les nœuds doivent être alignés sur leurs positions spécifiées à quelques dixièmes de millimètre près. Cette précision est indispensable pour installer les panneaux et leurs actionneurs motorisés avec une exactitude suffisante pour atteindre la précision de surface désirée, de moins de 50  $\mu\text{m}$  r.m.s. hors tout.

## Autres travaux sur les télescopes

L'isolation thermique de l'ensemble des trois télescopes a été terminée en 1987, et des dispositifs améliorés pour verrouiller les télescopes sur les stations le long des voies, ont été conçus et construits. Ces améliorations étaient requises pour garantir que les télescopes puissent être correctement verrouillés sur les stations en toutes circonstances, et tout particulièrement en présence des conditions difficiles causées par la neige et la glace sur le site.

## Montage der zweiten Antenne

Im Dezember wurde die zweite vollständig montierte Antenne zum ersten Mal aus der Montagehalle gefahren. Die Montagearbeiten hatten im September begonnen, nachdem alle Reflektorteile von MAN geliefert worden waren. Die kurze Montagezeit erbrachte geringere Kosten und blockierte die Halle nicht über unnötig lange Zeit.

Die Reflektormontage beginnt mit der spannungsfreien Befestigung der Reflektorzentralteile auf der Stahlmontierung. Danach wird die Tragstruktur montiert. Sie besteht aus kohlefaserverstärkten Streben und Knoten. Bei diesem Montageschritt müssen die Knoten mit einer Genauigkeit von einigen Zehntel Millimetern gesetzt werden. Diese Genauigkeit ist notwendig, damit die Paneele mit ihren motorgetriebenen Aktuatoren mit genügender Präzision befestigt werden können, so daß eine angestrebte Oberflächengenauigkeit von weniger als 50  $\mu\text{m}$  r.m.s. erreicht werden kann.

## Sonstige Arbeiten an den Teleskopen

Die thermische Isolation wurde an allen drei Teleskopmontierungen fertiggestellt. Verbesserte Einrichtungen wurden entworfen und gebaut, um die Teleskope auf den Stationen entlang der Schienen zu befestigen. Diese Mechanismen mußten verbessert werden, damit die Teleskope unter allen Umständen, insbesondere bei schwierigen Schnee- und Eisbedingungen, sicher auf den Stationen befestigt werden können.

## Assembly of the Second Antenna

In December 1987, the completely assembled second antenna was rolled out of the assembly hall for the first time. The assembly work had started in September after delivery of all reflector components by MAN. The short assembly period allowed reduced costs, and did not block the assembly hall over unreasonably long periods.

The reflector assembly starts with the tension-free fixation of the central part of the reflector on the steel mount. Next, the support structure, consisting of the carbon fibre reinforced struts and nodes, is assembled. In this operation, the nodes must be aligned to within a few tenths of a millimetre of the designed positions. This precision is required to be able to install the panels with their motor-driven actuators with sufficient accuracy to achieve the desired overall surface accuracy of less than 50  $\mu\text{m}$  r.m.s.

## Other Work on the Telescopes

Thermal insulation of all three telescopes was completed in 1987, and improved devices were designed and constructed to lock the telescopes to the stations along the tracks. These locking mechanisms needed improvement to guarantee that the telescopes can be properly locked onto the stations under all circumstances, especially in the difficult snow and ice conditions on the site.

## Instrumentation

Pour les essais en miroir unique du premier télescope de 15 m, le récepteur Schottky 3 mm a été installé dans la cabine récepteur, sur un support conçu spécialement. Le récepteur est couplé à l'antenne par l'intermédiaire d'un dispositif optique permettant l'inclusion d'un « chopper », indispensable pour les essais de pointage. Deux backends sont aujourd'hui disponibles, chacun avec une batterie de 256 canaux, la résolution étant de 1 MHz et 100 KHz.

L'oscillateur local de référence et son système de distribution, tels qu'ils sont conçus pour l'interféromètre, ont été utilisés lors des essais. Le récepteur est équipé avec un oscillateur Gunn et des triplers conçus à l'IRAM.

## Programme de commande des antennes de 15 m

Un ordinateur PDP 11/44 contrôle le télescope et la saisie des données. La machine est commandée par un ensemble de dispositifs MCR. L'emploi d'une PDP 11/44 avec une mémoire limitée a exigé l'écriture d'un nouveau logiciel en temps réel pour le télescope de 15 m.

L'interface avec l'utilisateur et les programmes d'examen rapide des données et d'étalonnage en temps réel sont similaires aux programmes utilisateurs OBS et RED sur le télescope de 30 m. A part les différences imposées par la machine, l'interface utilisateur est identique sur les télescopes de 15 m et de 30 m.

Tout le logiciel pour le fonctionnement en miroir unique a été installé, essayé et en grande partie mis au point en 1987.

## Instrumentierung

Für die Tests des ersten 15-m-Teleskops als Einzelantenne wurde der 3 mm Schottky-Empfänger auf einer speziell hierfür gebauten Montierung in der Empfängerkabine installiert. Der Empfänger ist über ein optisches System an den Hauptstrahl gekoppelt, was die Benutzung eines Choppers erlaubt, der für die Pointierungstests erforderlich ist. Zwei Backends stehen z.Zt. zur Verfügung, d.h. zwei 256 Kanal-Filterbänke mit einer Auflösung von 1 MHz und 100 KHz.

Der Referenzlokaloszillator und sein Verteilersystem, wie für das Interferometer vorgesehen, wurden bei den Tests benutzt. Der Empfänger ist mit einem Gunn-Oszillator und Triplern der IRAM-Bauart ausgerüstet.

## Das Betriebssystem der 15 m-Antennen

Teleskop- und Datenerfassungssysteme werden von einer PDP 11/44 geliefert. Die Betriebssysteme werden von einer Reihe von MCR-Befehlseinheiten überwacht. Der Einsatz der PDP 11/44 und die beschränkte Speichermöglichkeit erforderten das Erstellen neuer Realzeit-Software für die 15-m-Teleskope.

Das Benutzer-Interface und das direkte quick-look-Programm für Datenerfassung und Realzeitkalibrierung sind ähnlich dem OBS- und RED-Benutzerprogramm des 30-m-Teleskops. Ausser den durch die Hardware gegebenen Unterschieden ist das Benutzer-Interface identisch für die 15- und 30-m-Teleskope.

Die gesamte Software für den Betrieb als Einzelantenne wurde eingebaut, getestet und 1987 weitgehend betriebsbereit gemacht.

## Instrumentation

For the single-dish tests of the first 15-m telescope, the Schottky 3-mm receiver was installed in the receiver cabin, on a specially-designed support. The receiver is coupled to the main beam via an optical system which allows the incorporation of a chopper, as needed for the pointing tests. Two backends are available at present, both 256 channel filter banks with resolutions of 1 MHz and 100 KHz.

The reference local oscillator and its distribution system, as designed for the interferometer, has been used in the tests. The receiver is equipped with a Gunn oscillator and triplers of IRAM design.

## Control Program for the 15-m Antennas

Telescope and data acquisition controls are provided by a PDP 11/44 computer. The hardware is controlled by a set of MCR commands. The use of the PDP 11/44 and the limited memory made it necessary to write new real-time software for the 15-m telescope.

The user interface and the on-line quick-look program for acquisition and real-time calibration are similar to the OBS and RED user program at the 30-m telescope. Except for differences imposed by the hardware, the user interface is identical for the 15-m and 30-m telescopes.

All the software for the single-dish operation was installed, tested and largely debugged in 1987.

## Bâtiments et infrastructure

Les dégâts causés par la foudre ont montré qu'une faible résistance de mise à la terre, telle qu'elle est mesurée, ne donne pas une protection suffisante contre les coups de foudre. Pour améliorer cette protection, l'impédance du réseau de mise à la terre doit être abaissée considérablement par une meilleure interconnexion de terre entre rails et stations, par beaucoup de mises à la terre supplémentaires le long des voies et aussi par des grillages de mise à la terre en bout de voie. De plus, des conducteurs supplémentaires pour les décharges ont été installés sur les bâtiments et les télescopes, et la mise à la terre de la station météo et des câbles arrivant dans la salle de commande a été améliorée.

La vérification annuelle de l'étanchéité du hall de montage a eu lieu, et tous les boulons fixant le revêtement sur la structure d'acier ont été inspectés.

A la fin de l'année, le câble dit d'évacuation de secours du téléphérique a été supprimé et remplacé par un nouveau système d'évacuation. Le téléphérique a été utilisé sans interruption ni panne depuis.

## Gebäude und Infrastruktur

Der Blitzschaden zeigte, daß die gemessenen niedrigen Erdwiderstände nicht genügend Schutz liefern. Zur Verbesserung des Blitzschutzes mußte die Impedanz des Erdungsnetzes beträchtlich abgesenkt werden, indem die Erdverbindung zwischen den Schienen und Stationen verbessert und viele zusätzliche Erdungspunkte entlang den Schienen und Erdungsgitter am Ende der Schienen angebracht wurden. Ausserdem wurden zusätzliche Blitzableiter an Gebäuden und Teleskopen installiert sowie die Erdung der Wetterstation und der Leitungskabel zum Kontrollraum verbessert.

Wie jedes Jahr wurden die Dichtungen der Montagehalle gegen Regenwasser überprüft, und alle Befestigungsbolzen der Aussenhaut auf den Stahlrahmen wurden nachgezogen.

Am Ende des Jahres wurde das sogenannte Rettungskabel der Seilbahn abgenommen und durch ein neues Rettungssystem ersetzt. Die Seilbahn hat seitdem ohne jegliche Unterbrechung oder Störung funktioniert.

## Buildings and Infrastructure

The lightning damage demonstrated that the measured low earth resistance does not provide sufficient lightning protection. In order to improve the protection, the impedance of the earthing network had to be lowered considerably by better earth interconnections between the rails and stations, and by many additional earthing points along the tracks, as well as earthing grids at the end of the tracks. Furthermore, additional lightning conductors were installed on the buildings and telescopes, and the earthing of the weather station and the ingoing cables to the control room has been improved.

The water tightness of the assembly hall had its yearly checking, and all the bolts fixing the cladding to the steel frames of the hall were inspected.

At the end of the year, the so-called rescue cable of the cable car was suppressed and replaced by a new evacuation system. The cable car has operated without interruption or breakdown ever since.

# Personnel et finances

A la fin de l'année 1987, 94 personnes au total étaient employées à l'IRAM.

Ce personnel est composé de 86 membres de personnel à l'IRAM, 5 étudiants préparant une thèse et 3 post docs dont 2 sont financés par les partenaires de l'IRAM. Dans ce total n'est pas inclus le Co-Directeur espagnol qui est délégué à l'IRAM par l'IGN.

La distribution géographique de ce personnel est la suivante :

• Grenoble	49,5
• Plateau de Bure	11,5
• Granada	3
• Pico Veleta	22
TOTAL	86

Depuis le début de l'année, la comptabilité de l'IRAM-Espagne est traitée par ordinateur, il en résulte que le suivi du budget de l'IRAM en entier est contrôlé par ordinateur.

Malgré beaucoup de temps et d'efforts employés au remboursement de la TVA en Espagne, aucune solution n'a pu être trouvée en 1987.

A la fin de l'année, les investissements à l'IRAM s'élevaient à 286 Mio FF au total.

La situation budgétaire des années 1987 et 1988 est résumée dans les tableaux ci-après. La différence entre dépenses et recettes a été couverte par des liquidités existantes. Dans ces tableaux, les engagements ne sont pas inscrits. Au total, ils s'élèvent à 5 930 Mio FF au 31.12.1987.

# Personal und Finanzen

Am Ende des Jahres 1987 waren bei IRAM insgesamt 94 Personen angestellt.

Von diesen Personen sind 86 Personen IRAM-Angestellte, 5 Doktoranden und 3 post docs, von denen zwei von den IRAM-Partnern finanziert werden. Diese Aufstellung enthält nicht den spanischen Co-Direktor, der von IGN nach IRAM abgeordnet ist.

Die geographische Verteilung ist wie folgt :

• Grenoble	49,5
• Plateau de Bure	11,5
• Granada	3
• Pico Veleta	22
TOTAL	86

Am Anfang des Jahres wurde die Buchhaltung von IRAM-Spanien auf Datenverarbeitung umgestellt, und damit wird die gesamte Haushaltsrechnung und -überwachung per Computer abgewickelt.

Obwohl viel Zeit und Mühe für das Problem der Rückerstattung der Mehrwertsteuer in Spanien aufgebracht wurde, konnte (1987) dieses Problem noch nicht gelöst werden.

Am Ende des Jahres erreichten die gesamten Investitionen von IRAM 286 Mio FF.

Die Haushaltslage für 1987 und 1988 ist in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Der Unterschied zwischen Ausgaben und Einnahmen wurde mit vorhandenen Kassenmitteln gedeckt. In den Tabellen sind die Verpflichtungen am Ende des Jahres nicht aufgeführt. Sie betragen am 31.12.1987 = 5.930 Mio FF.

# Personnel and Finances

At the end of 1987, a total of 94 persons were employed by IRAM.

Of this total, 86 are IRAM staff members, 5 are thesis students and 3 are post docs, 2 of which are financed by the IRAM partners. In the total is not included the Spanish co-director who is delegated to IRAM by IGN.

The geographical distribution of the staff is as follows:

• Grenoble	49,5
• Plateau de Bure	11,5
• Granada	3
• Pico Veleta	22
TOTAL	86

In the beginning of the year, the bookkeeping of the IRAM establishment in Spain was computerized, which brought the whole of IRAM's administration under computer control.

Even though much time and effort were spent on the problem of the reimbursement of value-added taxes in Spain, no solution to this problem was found in 1987.

By the end of the year, the total investment in IRAM reached 286 Mio FF.

The financial situation in 1987 and 1988 is summarized in the tables below. The difference between expenditure and income has been covered by available cash. In the tables, commitments at the end of the year are not inscribed. Total commitments on the 31.12.1987 amount to 5,930 Mio FF.

# Budget 1987 / Haushalt 1987 / Budget 1987

## Dépenses / Ausgaben / Expenditure

Rubrique du budget Haushaltkapitel Budget Heading	Dotation Voranschlag Budget Mio FF	Réalité Ist-Wert Actual Mio FF
Personnel / Personal / Personnel	25,545	24,482
Frais de fonctionnement Betriebskosten Operations	10,955	11,264
Investissements Investitionen Investments	17,297	22,054
TVA Mehrwertsteuer Value-added Taxes	2,910	3,280
	56,707	61,080

## Recettes / Einnahmen / Income

Rubrique du budget Haushaltkapitel Budget Heading	Dotation Voranschlag Budget Mio FF	Réalité Ist-Wert Actual Mio FF
Contribution CNRS Beitrag CNRS Contribution CNRS	23,537	26,014
Contribution CNRS pour TVA Beitrag CNRS für MWSt Contribution CNRS for VAT	2,910	3,280
Contribution MPG Beitrag MPG Contribution MPG	26,550	26,550
Autres recettes Andere Einnahmen Other Income	3,710	4,978
	56 707	60 822

# Prévision Budget 1988 / Voranschlag Haushalt 1988 / Budget Prevision 1988

## Dépenses / Ausgaben / Expenditure

Rubrique du budget Haushaltkapitel Budget Heading	Dotation Voranschlag Approved Budget
Personnel / Personal / Personnel	26,070
Frais de fonctionnement / Betriebskosten / Operations	11,230
Investissements / Investitionen / Investments	10,723
TVA Mehrwertsteuer Value-added Taxes	3,450
	51,473

## Recettes / Einnahmen / Income

Rubrique du budget Haushaltkapitel Budget Heading	Dotation Voranschlag Approved Budget
Contribution CNRS / Beitrag CNRS / Contribution CNRS	22,673
Contribution MPG / Beitrag MPG / Contribution MPG	25,150
Autres recettes / Andere Einnahmen / Other Income	200
Contribution CNRS pour TVA Beitrag CNRS für MWSt Contribution CNRS for Value-added Taxes	3,450
	51,473



# ANNEXE I — Programmes d'observations au télescope de 30 m de l'IRAM

## Beobachtungsprogramme am IRAM 30-m Teleskop

### Record of Observing Programs at the IRAM 30-m Telescope

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

MAY 1985 - JANV 1986

Date	Title	Freq. (GHz)	People
May 21-28, 1985	Observations of Circumstellar Envelopes	89-115	Omont, Lucas, Rieu, Truong-Bach, Ben-Ayoun
	Correlation of $C^{18}O$ with $NH_3$ in a nearby molecular cloud (IC348)	110	Bachiller, Guilloreau, Kahane, Omont
Jun 4-11	$^{12}C^{16}O$ , $^{13}C^{16}O$ and $^{12}C^{18}O$ in the BN/KL and OMC 1/2 Regions	109 110 115	Wilson, Walmsley, Henkel, Mauersberger, Serabyn
	Hot Methanol in Molecular Clouds	84 96	Menten, Walmsley, Henkel, Wilson
Jun 11-18	On the Nature of the Molecular Ring Surrounding the Galactic Nucleus	89 98	Serabyn, Güsten, Wink, Walmsley
	Thermal SiO Emission from Evolved Stars	86 115	Bujarrabal, Martin-Pintado, Planesas, Gomez-Gonzales
	Molecular Lines in Proto-Planetary Nebulae	86-115	Bujarrabal, Martin-Pintado, Gomez-Gonzales, Planesas
Sept 9-15	On the Nature of the Molecular Ring Surrounding the Galactic Nucleus	106 110 115	Güsten, Wink, Walmsley, Serabyn
Sept 16-22	CO observations of Bipolar Outflow Sources	110 115	Güsten, Henkel, Marcaide, Menten, Wilson
Sept 26-28	A Multiline Study of three Bok Globules	86-115	Cernicharo, Gomez-Gonzales, Bachiller, Duvert
	SiO masers in Star Forming Regions	86	Downes
	Fast Sampling of the Galactic Nucleus	86	Downes, Emerson
Oct 14-20	Search for $HCNH^+$ in Interstellar Clouds	74	Guelin, Cernicharo, Denwynck, Destombes, Kahane
	Search for the heavy carbon chain radicals $C_3N$ , $C_3H$ and $C_6H$	85-90	Guelin, Cernicharo, Gomez-Gonzales, Kahane
	Isotopic Abundance ratios in envelopes expelled by evolved stars	86-113	Guelin, Cernicharo, Gomez-Gonzales, Kahane, Thum
Oct 21-27	$^{12}C^{18}O$ in the Orion Region	109	Wilson, Walmsley, Henkel, Mauersberger
	Molecular lines in OMC-1	86-115	Wilson, Henkel, Walmsley
	Hot Methanol in molecular clouds	84 96	Menten, Walmsley, Henkel, Wilson
	$SiC_2$ in Late Carbon stars	93 115	Henkel, Walmsley, Wilson
Oct 29-Nov 4	Continuum mpas of Cas A and the Crab Nebula	90	Emerson, Salter, Greve
Nov 11-Dec 1	Radio Continuum observations of Comet Halley	90	Altenhoff, Schraml, Huchtmeier, Schmidt, Stumpff
Nov 18-Dec 1	Search for parent molecules in Comet Halley	89-115	Crovisier, Despois, Bockelee-Morvan, Gerard, Schraml et al
Dec 9-15	Vibrationally excited and ground state $HC_3N$ observations in Orion	109	Martin-Pintado, Planesas, Gomez-Gonzales, Bujarrabal
	Survey of SiO maser emission in evolved stars	86	Bujarrabal, Gallego, Planesas, Gomez-Gonzales
	Observations of CO and CS in non-virialized condensations in W31	98 115	Martin-Pintado, Barcia, Planesas, Gomez-Gonzales
Dec 16-22	Observations of Circumstellar Envelopes	84-100	Omont, Lucas, Guilloreau, Rieu
Dec 31-Jan 6	Radio Continuum Emission from Pluto	86	Altenhoff
Jan 7-13, 1986	CO in the spiral arms of M31	115	Combes, Casoli, Encrenaz, Stark
	Small-scale structure of high-velocity gas	115	Casoli, Combes, Gerin, Boulanger
	Redshifted $^{12}CO$ absorption in the continuum of BL Lac objects and Quasars		Boissé, Casoli, Combes, Gerin
Jan 14-20	Search for Molecular Oxygen in the galaxies NGC 6240 and Arp 220	109 110 115	Casoli, Gerin, Combes, Encrenaz
	Mass loss in Oxygen-rich envelopes	115	Walmsley, Baudry, Henkel, Thum
	CO toward low-luminosity protostars	115	Walmsley, Menten
Jan 28-Feb 3	CO observations in tails of the interacting Galaxy NGC 4038/39	115	Huchtmeier
	CO $j = 1-0$ in NGC 2264	115	Krügel, Thum, Güsten
	CO in star-forming regions in M33	115	Huchtmeier

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

FEB - JUN 1986

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Feb 4-6, 1986	Molecular Envelopes of Oxygen-rich Mira Variables	115	Gomez-Gonzales, Bujatrabal, Gallego, Planesas
Feb 7-10	MM-Observations of High-Redshift Quasars	90	Steppe
Feb 7-17	3-mm Observation of Optically Selected QSOs	90	Steppe, Strittmatter, Pauliny-Toth, Witzel
Feb 13-14	Search for Parent Molecules in Halley's Comet	89-115	Crovisier, Despois, Bockelee-Morvan, Getard, Schraml
	Search for NH <sub>2</sub> D	110.153	Wilson, Henkel, Walmsley, Serabyn Mauersberger, Hermsen
Feb 15-18	Observations of Polar Molecules toward Three Isolated Bok Globules	86-115	Cernicharo, Duvert, Bachiller, Gomez-Gonzales
Feb 18-24	MPIFR bolometer tests	250	Kreysa, Chini, Mezger
Mar 4-10	New Radicals in IRC + 10216		Guélin, Gomez-Gonzales, Thum
	Fully-sampled Map of a Cloudlet in the Orion Ridge		Kahane
	Isotope Abundances		Cernicharo
Mar 11-17	Orion, OH 231.8 + 4.2	220 230	Serabyn, Henkel, Wilson
	Outflows, W3(OH)	230	Forveille, Lucas + local staff
Mar 18-24	CO search of very cold circumstellar IRAS sources	115	Omont, Forveille, Likkell, M. Morris
	Study of HCN, HC <sub>3</sub> N, CS in O-rich circumstellar envelopes	86 88 90 97	Omont, Guilloreau, Benayoun, Nercessian
	Observations of the circumstellar envelope of OH231.8 + 4.2	86-115	Omont, Morris, Lucas
Mar 25-Apr 1	Comet Halley (continuum)	250	Altenhoff, Chini, Schraml
Mar 25-31	CO in the megamaser galaxy NGC 3079	115	Downes, Salter, Steppe
Apr 1-7	CO associated with the Galactic center Arc feature	110 115	Serabyn, Güsten, Walmsley
	Anomalous refraction	90 226	Altenhoff
	CO in shells of cool giants	115	Heske, Mauersberger
Apr 22-25	Search for Molecules in RCB Stars	89 115	Rieu, Truong-Bach, Zuckerman
	Very Red Objects in the IRAS Catalogue	115	Rieu, Truong-Bach, Zuckerman
Apr 25-28	Observations of IRAS Carbon Stars	115	Rieu, Truong-Bach, Epchtein
May 7-12	Internal structure and lifetime of cloud cores	109 110	Falgarone, Pérault, Puget, Mundy, Evans
May 8-12	Constraints on shock-induced star formation	115	Fiebig, Güsten
May 13-19	Oval distortions in Spiral Galaxies	115	Weliachew, Combes, Génin
May 20-26	New radicals in IRC + 10216		Guélin, Gomez-Gonzales
May 27-Jun 6	Observations of dust emission in radio sources	250	Kreysa, Chini, Mezger
	New radicals in IRC + 10216		Kahane, Cernicharo, Guélin
	CO observations of the Seyfert Galaxy NGC 1068	115	Planesas, del Romero, Martin-Pintado, Gomez-Gonzales
Jun 3-9	Orion, OH 231.8 + 4.2	230	Wilson, Henkel, Serabyn
	Quasars	90	Steppe
Jun 10-16	Momentum Rates in Bipolar Flows	115	Bertout, Thum, Cabrit
Jun 17-23	Proto-planetary nebulae	115	Valentin, Bujarrabel
	O-rich envelopes and SiO Masers	86 115	Martin, Eiroa
Jun 24-29	Galactic center arc	98 150	Serabyn, Güsten
	CS in molecular clouds	98 150	Serabyn, Wouterloot
	Recombination lines in compact HII regions		Wink

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

AUG - OCT 1986

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Aug 19-25, 1986	3-mm Radio continuum mapping of Sgr A	90	Haslam, Downes, Salter, Emerson, Sieber
	Dual-Beam Continuum Mapping of Selected Galactic Emission Regions	90	Emerson, Salter, Steppe, Thum
Aug 26-Sept 1	HCN measurements of the circumnuclear disk around the galactic center	89 98 150	Genzel, Güsten, Wright
	The velocity field of the neutral disk around the galactic center	89 98 150	Serabyn, Güsten, Downes
Aug 26-27	3-mm observations of WR 140	90	Greve, van der Hucht
Aug 27-28	Broad absorption line quasars	90	Steppe
Aug 28-Sept 1	Constraints on the shock-induced star formation process	115	Walmsley, Güsten, Fiebig
Sept 2-5	The molecular disk in S106		Henkel, Wilson, Serabyn, Walmsley, Wouterloot
	Protostar in Orion? (NH <sub>3</sub> maximum)	98 150	Henkel, Wilson, Mauersberger, Olano, Wouterloot
Sept 6-9	CO line observation of proto-planetary nebula candidates	115	Pecker, Pottasch, Karoji, Sahu, Ukita
Sept 7-9	Measurements of molecular lines on Titan and Venus	89 115	Marten, Bézard, Courtin, Gautier
Sept 9-13	<sup>12</sup> CO study of new molecular outflows	115	Casoli, Combes, Dupraz, Gérin
Sept 9-13	Search for HCN, CO and minor species in Jupiter and Saturn	89 115	Lellouch, T. Encrenaz, Combes
Sept 13-16	Silicon-bearing molecules in interstellar molecular clouds	86 90 108	Martin-Pintado, Planesas, Bujarrabal, Bachiller
Sept 16-18	CO in the circumstellar region surrounding B335-IR and L1551-IRS5	110 115	Walmsley, Menten
Sept 17-19	Gas around an HH object associated with a conspicuous optical jet	115	Cernicharo, Lazareff, Bachiller, Duvert
Sept 19-22	Highly perturbed CO gas associated with supernova remnants	115	Fürst, Walmsley, Junkes, Reich
Sept 20-22	Kinetic temperatures in dense clouds	89	Wilson, Mauersberger, Henkel, Walmsley, Serabyn
Sept 23-25	Search for outflow near IRAS sources	115	Wouterloot, Walmsley
Sept 23-25	CO observations in the tails of the interacting galaxy NGC 4038/39	115	Huchtmeier
Sept 26-29	CO and SiO in O-rich envelopes with carbon-star properties in the FIR	115	Wouterloot, te Lintel, Henkel
Sept 26-29	CO observations of the displaced gaseous component of NGC 4438	115	Huchtmeier
Sept 30-Oct 14	mm-emission from BL Lac objects	90	Steppe
	Broad absorption line quasars	90	Steppe
	Observations of Cygnus X-3	90	Johnston, Altenhoff, Baars, Wilson
Oct 14-20	CO in the "Hypergiant" M101 HI-HII Associations	115	Viallefond, Rieu, Olofsson
	Observations of CO in M33	115	Lequeux, Viallefond, Boulanger, Cox, Goss, Welichew
Oct 21-27	Survey of a 30-GHz wide band of the 2-mm spectrum in Orion	130-170	Guélin, Cernicharo, Downes, Ibrügger, Kahane, Navarro
Oct 28-Nov 3	New protostar ?	98	Wilson, Menten, Serabyn
	Multiline Study of three Bok globules		Cernicharo, Gomez-Gonzales et al.
	Outflows in NGC 2261, PV Cep	115	Bachiller, Martin-Pintado et al.

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

NOV 1986 - FEB 1987

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Nov 11-17, 1986	Nova Vulpeculae	90	Greve, Taylor, Steppe
Nov 18-24	Mapping of CO (2-1) in M82	230	Loiseau, Klein, Fürst et al.
Nov 25-Dec 1	High velocity flows around ultracompact HII regions	230	Forveille, Guilloteau, Lucas
Nov 25-2/12	CO absorption in BL Lacs and QSOs	114 76	Boisse, Casoli et al.
Dec 2-9	Observations of HCN, SO <sub>2</sub> and SO in O-rich Stars	90 104	Guilloteau, Ormont, Forveille, Nercessian
	Observations of carbon-rich stars with silicate features	86 115	Ormont, Wannier, Sahai

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

NOV 1986 - FEB 1987

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Dec 9-16	Search for Glycine and Urea in space Fourth linear molecule in IRC + 10216	90 83 80-116, 85-112	Guelin, Cernicharo Cernicharo, Guélin, Kahane, Gomez-Gonzales
Dec 21-23	Single-sideband calibrations	86 98 115 230	Guélin, Thum, Cernicharo, Mauersberger
Dec 23-31	Steady radio emission from Stars	90 250	Altenhoff, Thum, Schmid-Burgk, Wendker
Dec 30-Jan 4	mm-emission from BL Lac Objects Broad-absorption line quasars Steady radio emission from stars	90 250 90 250 90 250	Steppe Steppe Altenhoff, Thum, Schmid-Burgk, Wendker
Jan 6-16, 1987	Nova Vulpeculae mm-observations of the Wolf-Rayet Star WR 140 High-velocity flows around ultracompact HII regions The outflow in W3(OH)	90 90 230 115 230 115	Greve, Taylor, Steppe Greve, van der Hucht, Steppe Forveille, Guilloreau, Lucas Forveille, Guilloreau, Lucas
Jan 18-26	Very cold IRAS sources detected in CO CO Survey of IRAS-selected cold circumstellar envelopes	115 115	Omont, Forveille, Duvert, Likkell, M. Morris Omont, Forveille, Likkell, Morris
Jan 20-26	Nova Vulpeculae mm-observations Wolf-Rayet Star WR 140 Inner spiral arms of the galaxy NGC 6946 CO in a spiral arm of M31 and on the minor axis CO observations of blue compact galaxies	90 90 115 115 115	Greve, Taylor, Steppe Greve, van der Hucht, Steppe Casoli, Combes, Viallefond Combes, Casoli, Encrenaz Combes, Arnault, Kunth, Narai
Feb 3-9	Search for acetone, dimethyl sulfur and the $\text{HN}_2\text{O}^+$ ion Dust cross sections and molecular abundances Observations of protostellar objects Dust and ionized gas within 5 pc of the galactic center	115 250 250 250 250	Combes, Wilodarczak, Encrenaz, Gérin Zylka, Wilson Mezger, Wink Wink
Feb 9-15	Cold dust associated with bipolar and cometary nebulae Dense cores of dark clouds and globules mm-observations of IRAS galaxies	250 250 250	Straude, Neckel Chini, Krügel Zylka, Krügel
Feb 18-23	CO observations at 115 and 230 GHz of NGC 3079 CO observations of nuclei of IRAS galaxies	115 230 115 230	Greve, Downes, Steppe, Thum Greve, Steppe, Downes, McKeith, Götz
Feb 24-Mar 3	Structure of the proto-planetary nebula CRL 618 CO ( $J = 2-1$ ) Observations of IRAS galaxies	230 230	Bujarrabal, Bachiller, Gomez-Gonzales, Planesas Booth, Johansson, Emerson

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

MAR - JUL 1987

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Mar 5-10, 1987	Survey of a 30 GHz-wide band of the 2-mm spectrum in Orion	130-170	Guelin, Cernicharo, Downes, Ibrügger, Kahane, Navarro
Mar 10-13	$\text{H}_2\text{S}$ in interstellar clouds	168	Cernicharo, Guélin
Mar 11-17	Study of 169 GHz $\text{H}_2\text{S}$ emission of evolved stars	168	Omont, Lucas, Morris, Ukita
Mar 31-Apr 6	Molecular gas in starburst galaxies: NGC 1068, 3690, 6240 CO 2-1 emission from optically thin gas in normal spiral galaxies	115 230 115 230	Genzel, Downes, Eckart, Wild, Harris, Jaffe Jaffe, Genzel, Downes, Eckart, Harris, Wild
Apr 7-11	CO in circumstellar regions around pre-main sequence stars	219 220 224	Menten, Walmsley
Apr 12-13	CS in L1551 and B335	96 98 147	Walmsley, Menten
Apr 14-20	Maps of molecular line of OMC-1	80-115 230	Wilson, Henkel, Walmsley, Serabyn

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

MAR - JUL 1987

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Apr 14-20	Maps of molecular line of OMC-1 CO observations of nearby irregulars HDO in compact cores at 80.6 GHz The 226 GHz line of deuterated water in the Orion hot core	80-115 230 115 81 226 226	Wilson, Henkel, Walmsley, Serabyn Becker, Appenzeller, Wilson, Henkel Jacq, Baudry, Walmsley, Henkel Jacq, Baudry, Walmsley, Henkel
Apr 22-25	Gas around an HH object associated with a conspicuous optical jet	98 110 115	Cernicharo, Lazareff, Bachiller, Duvert et al.
Apr 28-May 3	Survey of a 30 GHz-wide band of the 2-mm spectrum in Orion	130-170	Guélin, Cernicharo, Downes, Brügger, Kahane, Navarro
May 4-8	Measurements of molecular lines on Titan	115 145	Marten, Gautier, Paubert, Lecacheux, Rosolen
May 9-11	Evolution of dense molecular cores	92 96 98 109 110	Falgarone, Pétault, Fuller, Myers
May 12-14	Generation of dense cores in turbulent molecular clouds	92 96 98 109 110	Falgarone, Pétault, Puget
May 15-17	Internal structure and lifetime of dense molecular cores	92 96 98 109 110	Falgarone, Pétault, Puget
May 18/5	The small scale structure of high-latitude clouds	110 115	Blitz, Falgarone
May 19-24	A search for vibrationally-excited ammonia CO observations in the unique system OH231.8 + 4.2	140.14 230	Mauersberger, Wilson, Henkel Henkel, Wilson
May 20-24	Molecular gas densities in the nuclear regions of nearby galaxies CO observations in M17 and S140	98 150	Henkel, Guesten
Jun 2	Monitoring of HCN ( $v = 2$ ) maser in CIT-6	219 220 230	Sturzki, Guesten
Jun 3-4	Search for HCN masers in carbon-rich envelopes	89.1	Guilloteau, Lucas, Omont, Liechti
Jun 5-8	The high velocity outflow in B5-IRS1	89.1	Guilloteau, Lucas, Omont
Jun 5-8	High angular resolution dust and gas mapping	115.3	Langer, Goldsmith, Wilson, Guilloteau
Jun 16-19	Molecular observations of Comet Wilson 1986	98 110 115	Harvey, Forveille
Jun 16-19	CO and HCN observations of unidentified IRAS carbon stars	89 115	Crovisier, Bockelée-Morvan, Gérard, Despois, Schraml et al.
Jun 20-22	Vibrationally excited emission in HC <sub>3</sub> N and HCN towards IR sources	90 115	Rieu, Epchrein, Truong-Bach
Jun 23-27	Vibrationally excited emission in HC <sub>3</sub> N/HCN	89 109 155 164	Martin-Pintado, Gomez-Gonzales, Planesas, Fuente
Jun 28-29	Silicon-bearing molecules in interstellar molecular clouds	89 109 155 164	Martin-Pintado, Gomez-Gonzales, Planesas, Fuente
Jun 30-Jul 2	Observations of CO in OH/IR stars	87 91 109 115	Martin-Pintado, Planesas, Bujarrabal, Bachiller
Jul 3-6	The chemistry of high velocity flows The <sup>12</sup> C/ <sup>13</sup> C in C-rich stars and the origin of galactic lithium	115 230 86 88 90 98 104 110 115	Omont, Habing, van der Ween, Forveille, Guilloteau Guilloteau, Forveille, Nercessian, Benayoun Jura, Kahane, Omont, Audouze.

IRAM 30-M TELESCOPE : OBSERVING PROGRAMS

AUG - DEC 1987

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Aug 18-21, 1987	CO in circumstellar envelopes of cool giants	115	Heske, Wendker
Aug 22	Planetary fluxes for calibration	90 226	Baars, Thum, Steppe
Aug 22-23	<sup>12</sup> CO(1-0) observation of the infrared quasar 13349 + 2438	104	Steppe
Aug 25-28 + 31	CO observations of nuclei of IRAS galaxies	115	Greve, Steppe, Downes, McKeith, Götz
Aug 29-30	<sup>12</sup> CO(1-0) observations of the infrared quasar 13349 + 2448	115	Steppe
Sept 1-4 + 7	CO observations of nuclei of IRAS galaxies Star formation in the nearest molecular cloud	115	Götz, Greve, Downes, Steppe, McKeith Henkel, Güsten
Sept 22-28	Deuterated ammonia in warm compact molecular clouds	91 110 115	Henkel, Mauersberger, Walmsley, Wilson, Jacq
Sept 29-Oct 5	Survey of the 1.3-mm spectrum of molecular sources	86 110	Guélin, Cernicharo, Mauersberger et al.
Sept 29-Oct 2	<sup>13</sup> CO(2-17) in M82	215-245	Loiseau, Klein, Reuter
Sept 29-Oct 2	Magnetic fields and molecular clouds in M31	220 230	Berkhuijsen, Beck, Bajaja
		115 230	

Date	Title	Freq. (GHz)	People
Oct 3-5	CO J = 1-0 observations at reddened globular clusters positions in M31	115 230	Bajaja, Brinks, Berkhuijsen
Oct 6-9	Search for CO in warm carbon stars with remote very cold dust	115 230	Loup, Forveille, Omont, Jura
Oct 12	Further studies of three extraordinary IRAS objects	88 98 220 230	Forveille, Omont, Likkel, Morris
Oct 13-16	Excitation of molecular gas in galaxies	115 230	Genzel, Downes, Jaffe
Oct 17-19	Distribution of warm molecular gas in Seyfert galaxies	115 230	Eckart, Harris
Oct 20-26	CO sources near star-forming regions in the galaxy M33	115 230	Perrault, Viallefond, Lequeux, Cox, Boulanger, Goss
Oct 27-Nov 2	CO observations of the giant HI-HII complexes in the galaxy M101	115 230	Perrault, Viallefond, Cox, Lequeux, Olofsson
Oct 27-Nov 2	Test observations for a bolometer array	250 250	Kreysa, Haslam
Nov 3-16	1 mm continuum programs	250	Chini, Mezger, Wink, Haslam et al.
Nov 24-26	CO(2-1) and <sup>13</sup> CO(1-0) in spiral arms of M31	110 230	Casoli, Combes, Encrenaz
Nov 27-30	CO in merger galaxies	115 230	Dupraz, Casoli, Combes, Génin
Nov 27-30	Multiline study of gas in the spiral galaxies NGC 6946 and Maffei 2	110 220 230	Casoli, Combes, Nakai, Sofue
Nov 27-30	The ringed spiral galaxy NGC 4736	115 230	Gérin, Casoli, Combes
Dec 1-5	Giant molecular clouds and star formation in nearby dwarf irregulars	115 230	Becker, Wiklind, Appenzeller, Henkel
Dec 6-7	A search for CO in elliptical galaxies	115 230	Henkel, Wiklind, Becker
Dec 8-14	The CO Arm-Interarm Contrast in M51	230	Guélin, Garcia-Burillo, Cernicharo, Downes, Götz
Dec 8-14	The z-distribution of molecular gas in edge-on galaxies	230	Guélin, Cernicharo, Blundell, Greve, Götz
Dec 12-18	A molecular study of the HH1-2 objects	98 110 115 220	Cernicharo, Martin-Pintado et al.
Dec 15-20	Cooling flows in early-type galaxies	115 230	Huchmeier, Bregman, Roberts et al.
Dec 18-22	Observations of HC <sub>3</sub> N around IRC2	91.9 109.4	Martin-Pintado, Rodriguez, Gomez-Gonzales, de Vicente
Dec 22-Jan 1	Radio Emission from Stars at 1.2 mm	250	Altenhoff, Thum, Wendker
Dec 22-25	Planetary fluxes for calibration	250	Baars, Thum, Steppe
Dec 22-25	Pluto-Charon occultation	250	Altenhoff et al.

ANNEXE IIA — Publications de l'IRAM  
IRAM Veröffentlichungen  
IRAM Publications

1. J. Bieging, D. Downes, T.L. Wilson, A.H.M. Martin, R. Güsten: Formaldehyde in the galactic center region: observations. 1980, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **42**, 163.
2. J. R. Forster, W.M. Goss, T.L. Wilson, D. Downes, H.R. Dickel: A formaldehyde maser in NGC 7538. 1980, *Astron. Astrophys.*, **84**, L1.
3. W.M. Goss, D. Morris: No detectable supernova remnant near the pulsar PSR 1930 + 22. 1980, *Journ. Astrophys. Astr.*, **1**, 189.
4. E.J. Blum: Radioastronomy at millimeter wavelengths. 1981, *Advances in Electronic & Electron Physics*, **56**, 97.
5. E.J. Blum: Millimeter wave astronomy. 1981, *Phys. Technol.*, **12**, 162.
6. D. Downes, R. Genzel, E.E. Becklin, C.G. Wynn-Williams: Outflow of matter in the KL nebula: the role of IRC2. 1981, *Astrophys.*, **244**, 869.
7. R. Genzel, D. Downes, M.H. Schneps, M.J. Reid, J.M. Moran, L.R. Kogan, V.I. Kostenko, L.I. Matveyenko, B. Rönnäng: Proper motions and distances of H<sub>2</sub>O maser sources. II. W51 main. 1981, *Astrophys. J.*, **247**, 1039.
8. R. Genzel, M.J. Reid, J.M. Moran, D. Downes: Proper motions and distances of H<sub>2</sub>O maser sources. I. The outflow in Orion-KL. 1981, *Astrophys. J.*, **244**, 884.
9. R. Greve, D.T. Emerson, R. Wielebinski: The extended radio continuum emission around M31. 1981, *Astron. Astrophys.*, **98**, 260.
10. R. Güsten, D. Downes: High velocity gas toward the galactic center. 1981, *Astron. Astrophys.*, **99**, 27.
11. D.T. Jaffe, R. Güsten, D. Downes: New H<sub>2</sub>O masers associated with far-infrared sources. 1981, *Astrophys. J.*, **250**, 621.
12. D. Morris, D.A. Graham, N. Bartel: A mode change in the radio emission from the pulsar PSR 1822-09. 1981, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **194**, 7 p.
13. D. Morris, D.A. Graham, W. Sieber: Depolarisation of pulsar integrated pulse profiles. 1981, *Astron. Astrophys.*, **100**, 107.
14. M.H. Schneps, A.P. Lane, D. Downes, J.M. Moran, R. Genzele, M.J. Reid: Proper motions and distances of H<sub>2</sub>O maser sources. III. W51 North. 1981, *Astrophys. J.*, **249**, 1 24.
15. J.H. Spencer, A. Winnberg, F.M. Olnon, P.R. Schwartz, H.E. Matthews, D. Downes: First observations with the Effelsberg radio telescope at 7-mm wavelength. II. A survey of stars in the vibrationally excited J = 1 - 0 SiO lines. 1981, *Astron. J.*, **86**, 392.
16. C. Thum, C. Bertout, D. Downes: A search for H<sub>2</sub>O emission from Orion population stars. 1981, *Astron. Astrophys.*, **94**, 80.
17. N. Ukita, N. Kaifu, Y. Chikada, T. Miyaji, K. Miyazawa: Time variation of SiO maser emission. II. Velocity structure of the Orion SiO maser envelope. 1981, *Pub. Astron. Soc. Japan*, **33**, 341.
18. C.G. Wynn-Williams, C.A. Beichman, D. Downes: VLA observations of W 33, W 44 and GL 2591. 1981, *Astron. J.*, **86**, 565.
19. D. Downes, R. Genzel, A. Hjalmarsen, L.A. Nyman, B. Rönnäng: Thermal SiO as a probe of high velocity motions in regions of star formation. 1982, *Astrophys. J.*, **252**, L29.
20. R. Genzel, D. Downes: Infrared and maser sources in region of star formation. 1982, in *Regions of Recent Star Formation* eds. R.S. Roger and P.E. Dewdney, Reidel, Dordrecht, p. 251.
21. D. Morris, D.A. Graham, W. Sieber, N. Bartel, P. Thomasson: Observations of the polarization of average pulsar profiles at high frequency. 1981, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **46**, 421.
22. R. Genzel, E.E. Becklin, C.G. Wynn-Williams, J.M. Moran, M.J. Reid, D.T. Jaffe, D. Downes: Infrared and radio observations of W51: another Orion-KL at a distance of 7 kiloparsecs? 1981, *Astrophys. J.*, **255**, 527.
23. J.H. Bieging, T.L. Wilson, D. Downes: Formaldehyde measurements of selected galactic molecular clouds. 1982, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **49**, 607.
24. R. Genzel, D. Downes, P.T.P. Ho, J. Bieging. NH<sub>3</sub> in Orion-KL: a new interpretation. 1982, *Astrophys. J.*, **259**, L103.
25. N. Ukita: Possible correlations of expansion velocity with period and 1 $\mu$ m intensity variation in MIRA variables. 1982, *Astron. Astrophys.*, **112**, 167.
26. R. Blundell, H. Hein, K.H. Gundlach, E.J. Blum: An SIS receiver for the 3-mm wavelength range. 1982, *Int. J. Infrared Millimeter Waves*, **3**, 793.
27. A. Greve, A.M. van Genderen: Absolute photometry of the Crab nebula. 1982, *Astron. Astrophys.*, **115**, 79.
28. R. Güsten, D. Downes: New H<sub>2</sub>O masers in the galactic center region. 1983, *Astron. Astrophys.*, **117**, 343.
29. A. Greve: Correlation of surface humidity and integrated atmospheric water vapour determined from infrared measurements. 1983, *Infrared Phys.*, **23**, 59.
30. S. Deguchi, J. Good, Y. Fan, X. Mao, D. Wang, N. Ukita: SiO isotopic emission from VY Canis Majoris. 1983, *Astrophys. J.*, **264**, L65.
31. D. Downes, R. Güsten: Radio studies of galactic structure. 1982, *Mitt. Astron. Ges.*, **57**, 207.
32. R. Genzel, M.J. Reid, J.M. Moran, D. Downes, P.T.P. Ho: Maser sources in the Orion-KL region. 1982, in *Symposium on the Orion Nebula to honour Henry Draper*, eds A.E. Glassgold, P.J. Huggins, E.L. Schucking, New York Academy of Sciences, New York, p. 142.
33. N. Ukita, M. Morris: Hydrogen sulfide in a circumstellar envelope. 1983, *Astron. Astrophys.*, **121**, 15.
34. R. Blundell, K.H. Gundlach, E.J. Blum: Practical low-noise quasiparticle receiver for 80-100 GHz. 1983, *Electronics Letters*, **19**, 498.
35. W.A. Sherwood, G.V. Schultz, A. Greve: Atmospheric water vapour measurement at Zelenchukskaya (U.S.S.R.) and La Silla (Chile). 1983, *Infrared Phys.*, **23**, 109.
36. P.T.P. Ho, R.N. Martin, K. Ruf: Temperatures and size scales of giant cloud complexes in the spiral galaxy IC 342. 1982, *Astron. Astrophys.*, **113**, 155.
37. T.A. Pauls, T.L. Wilson, J.H. Bieging, R.N. Martin: Clumping in Orion KL: 2-arcsecond maps of ammonia. 1983, *Astron. Astrophys.*, **124**, 23.
38. R. Genzel, D. Downes: Mass outflow in molecular clouds: a new phase in the evolution of newly-formed stars? 1983, in *Highlights of Astronomy*, ed. R.M. West, Reidel, Dordrecht, **6**, 689.
39. S. Guilloteau, M.T. Stier, D. Downes: Ammonia absorption toward W3 (OH): 0.3'' resolution maps in the (2,2) line. 1983, *Astron. Astrophys.*, **126**, 10.
40. S. Guilloteau, T.L. Wilson, R.N. Martin, W. Bartla, T.A. Pauls: Ammonia toward DR21: a weak maser in ortho-NH<sub>3</sub>? 1983, *Astron. Astrophys.*, **124**, 322.
41. V. Bujarrabal, J. Cernicharo, M. Guélin: The isotopic abundance of interstellar oxygen derived from 18-cm line observations. 1983, *Astron. Astrophys.*, **128**, 355.
42. R.N. Martin, D.T. Emerson, K. Ruf, T.L. Wilson: CO observations toward southern HII regions. 1983, in *Surveys of the Southern Galaxy*, eds W.B. Burton and F.P. Israel, Reidel, Dordrecht, p. 217.

43. M.J. de Jonge: New technology for large optical telescopes. 1983, in *Proc. Workshop on ESO's Very Large Telescope*, eds J.P. Swings and K. Kjar, ESO, Garching, p. 199.
44. P.T.P. Ho, R.N. Martin: VLA observations of extragalactic NH<sub>3</sub> in IC 342. 1983, *Astrophys. J.*, **272**, 484.
45. R.A. Linke, M. Guélin, W.D. Langer: Detection of H<sup>15</sup>NN<sup>+</sup> and HN<sup>15</sup>N<sup>+</sup> in interstellar clouds. 1983, *Astrophys. J.*, **271**, L85.
46. M.H. Schneps, M.J. Reid, R. Genzel, D. Downes, B. Rönning: Proper motions and distances of water maser complexes. 1984, in *VLBI and Compact Radio Sources, IAU Symposium 110*, eds R. Fanti et al., Reidel, Dordrecht, p. 335.
47. C.G. Wynn-Williams, R. Genzel, E.E. Becklin, D. Downes: The Kleinmann-low nebula: an infrared cavity. 1984, *Astrophys. J.*, **281**, 172.
48. W.A. Sherwood, A. Greve: Determination of the atmospheric water vapour content above La Silla and the prospects for FIR observations. 1982, in *Proc. 2nd ESO Infrared Workshop*, eds A.F.M. Moorwood and K. Kjar, ESO, Garching, p. 173.
49. A. Greve: Prediction of wet air refraction at microwaves. 1984, *Int. Journ. Infrared & Millimeter Waves*, **5**, 315.
50. A. Greve: A cassegrain type null-corrector for surface tests of parabolic microwave reflectors. 1984, *Int. Journ. Infrared & Millimeter Waves*, **5**, 761.
51. C.J. Salter, A. Greve, K.W. Weiler, K. Birkle, M. Dennefeld: Observations of the emission nebulae S188 and S274 at 2.7 and 5 GHz. 1984, *Astron. Astrophys.*, **137**, 291.
52. A. Greve, I. Cervera, W. Harth: Modified universal astronomy theodolite kern DKM 3-A on special mission. 1984, *Bulletin Kern*, **36**, 6.
53. R. Blundell, J. Ibrügger, K.H. Gundlach, E.J. Blum: Low-noise 140-170 GHz heterodyne receiver using quasiparticle tunnel junctions. 1984, *Electronics Letters*, **20**, 476.
54. J. Schraml, W. Brunswig, G. Juen: Design and software aspects for the control system of the 30-m MRT. 1984, in *Advanced Technology Optical Telescopes II, Proc. SPIE*, **444**, 122.
55. J. Delannoy, M. Guélin, L. Weliachew: Nouvelles de l'IRAM. 1984, *L'Astronomie*, **98**, 281.
56. U. Beckmann, R. Bardenheuer: High resolution position and velocity measurement with incremental encoders. 1984, in *Advanced Technology Optical Telescopes II, Proc. SPIE*, **444**, 127.
57. J. Ibrügger, K. Okuyama, R. Blundell, K.H. Gundlach, E.J. Blum: Quasiparticle 150 GHz mixer with a submicron Pb/Bi/In-Oxide-Pb/Bi junction. 1984, in *Proc. 17th Low Temperature Physics Conf.*, **LT-17**, p. 937.
58. J. Ellder, L. Lundahl, D. Morris: Test of phase-retrieval holography on the Onsala 20-m radio telescope. 1984, *Electronics Letters*, **20**, 673.
59. L. Weliachew, E.B. Fomalont, E.W. Greisen: Radio observations of HI and OH in the center of the galaxy M82. 1984, *Astron. Astrophys.*, **137**, 335.
- 60a. N. Ukita, P.F. Goldsmith: New SiO maser sources: red supergiants in the vicinity of molecular clouds. 1984, *Astron. Astrophys.*, **138**, 194.
- 60b. J. Ibrügger: Transmission of room-temperature radiation by materials at low temperature. 1984, *Int. Journ. of Infrared & Millimeter Waves*, **5**, 5.
61. N. Ukita, A.M. Le Squeren: Stellar OH masers with polarized features at intermediate velocities. 1984, *Astron. Astrophys.*, **138**, 343.
62. A. Greve, W. Harth: Laser-diode meter in a kern DKM A theodolite. 1984, *Applied Optics*, **23**, 2982.
63. J. Cernicharo, M. Guélin, J. Askne: TMC1-like cloudlets in HCL2. 1984, *Astron. Astrophys.*, **138**, 371.
64. S. Van Paradijs, S. van Amerongen, M. de Kool, M. Pakull, E.R. Deul, J. Lub, A. Greve: Photometry of AO538-66 during active and subsequent inactive state. 1984, *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, **210**, 863.
65. D. Downes, D.T. Emerson: The relevance of quasars to the star formation problem. 1984, in *Proc. of Quasar Workshop*, Vienna, ed. W.R. Burke, ESTEC, Noordwijk, p. 165.
66. C. Henkel, R. Güsten, D. Downes, C. Thum, T.L. Wilson, P. Biermann: Strong H<sub>2</sub>O maser emission from the peculiar galaxy NGC 3079. 1984, *Astron. Astrophys.*, **141**, L1.
67. C.J. Salter, A. Greve, K.W. Weiler, K. Birkle, M. Dennefeld: Observations of the emission nebulae S188 and S274 at 2.7 and 5 GHz. 1984, *Astron. Astrophys.*, **137**, 291.
68. A. Greve, W. Wamsteker: Comparison of UV spectra from solar type stars. 1984, *Solar Physics*, **94**, 3.
69. R. Blundell, J. Ibrügger, K.H. Gundlach, E.J. Blum: SIS-mixer receiver with single and array tunnel junctions for the 140 GHz to 170 GHz range. 1984, in *Proc. of the 14th European Microwave Conference*, Microwave Exhibitions and Publishers Ltd., Tunbridge Wells, p. 581.
70. K.H. Gundlach, N. Konishi: Electric variations of the resistance of superconductive tunnel junctions. 1985, *Appl. Phys. Lett.*, **46**, 441.
71. K.H. Gundlach, R. Blundell, E.J. Blum: Eine neuentwicklung für die radioastronomie: der SIS-Empfänger. 1985, *Mikrowellen Magazin*, **11**, 32.
72. D. Morris: Phase retrieval in radio holography of reflector antennas and radio telescopes. 1985, *Trans. IEEE Antennas and Propagation*, **AP-33**, 749.
73. D. Roux: Reconnaissance d'une forme parabolique. 1985, *Revue Ecole Sup. Géomet. Topograph.*, **97**, 9.
74. A. Greve, A.M. van Genderen: VBLUW photometry of the stars and nebulosity of N70 in the LMC. 1985, *Astron. Astrophys.*, **148**, 397.
75. L. Weliachew, D.T. Emerson, T. Forveille, J.H. Bieging, M.C.H. Wright, J. Ellder: Hydrogen cyanide in the bipolar source CEP A. 1985, *Astron. Astrophys.*, **153**, 139.
76. D. Downes: H<sub>2</sub>O masers in star-forming regions. 1985, in *Naissance et Enfance des Etoiles/Birth and Infancy of Stars*, eds R. Lucas, A. Omont, R. Stora, Elsevier, Amsterdam, p. 557.
77. D. Morris: New radiotelescope for millimetre wavelengths. 1985, IAU General Assembly, New Delhi, *Mandakini*, No. 6, p. 7.
78. D. Plathner: Carbon fibre radio dishes—Why? 1985, IAU General Assembly, New Delhi, *Mandarini*, No. 10, p. 1.
79. L. Weliachew, D. Downes: Status of the IRAM interferometer. 1985, in *Proc. of the ESO-IRAM-ONSALA Workshop on (Sub) Millimeter Astronomy*, Aspenäs, Sweden, p. 51.
80. C. Thum, D. Morris, A. Greve: Status report on the IRAM 30-m telescope. 1985, in *Proc. of the ESO-IRAM-ONSALA Workshop on (Sub) Millimeter Astronomy*, Aspenäs, Sweden, p. 57.
81. J. Delannoy: Statuts of IRAM 15-m antennas and SEST telescope in 1985. 1985, in *Proc. of the ESO-IRAM-ONSALA Workshop on (Sub) Millimeter Astronomy*, Aspenäs, Sweden, p. 25.
82. J. Martin-Pintado, V. Bujarrabal, J.D. Gallego, J. Gomez-Gonzales, A. del Romero: HC<sub>3</sub>N in the Orion molecular cloud. 1985, in *Proc. of the ESO-IRAM-ONSALA Workshop on (Sub) Millimeter Astronomy*, Aspenäs, Sweden, p. 365.



82. J. Martin-Pintado, V. Bujarrabal, J.D. Gallego, J. Gomez-Gonzales, A. del Romero:  $\text{HC}_3\text{N}$  in the Orion molecular cloud. 1985, in *Proc. of the ESO-IRAM-ONSALA Workshop on (Sub) Millimeter Astronomy*, Aspenäs, Sweden, p. 365.
83. D. Morris: Telescope testing by radio holography. 1985, in *URSI Int. Symposium on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy*, Granada, Spain, p. 29.
84. P. Heintz, D.T. Emerson: A 500 MHz bandwidth 4-bit digital cross-correlator. 1985, in *URSI Int. Symposium on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy*, Granada, Spain, p. 183.
85. L. Weliachew: An overview of the IRAM interferometer. 1985, in *URSI Int. Symposium on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy*, Granada, Spain, p. 85.
86. R. Blundell, K.H. Gundlach, E.J. Blum, J. Ibrügger, H. Hein: IRAM SIS receivers. 1985, in *URSI Int. Symposium on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy*, Granada, Spain, p. 117.
87. M. Guélin: Chemical composition and molecular abundances of molecular clouds. 1985, in *Molecular Astrophysics*, ed. G.H.F. Dierckson et al., Reidel, Dordrecht, p. 23.
88. M. Guélin, J. Cernicharo, C. Kahane, J. Gomez-Gonzales: A new free radical in IRC + 10216. 1986, *Astron. Astrophys.*, **157**, L17.
89. K.H. Gundlach, R. Blundell, J. Ibrügger, E.J. Blum: SIS quasiparticle receiver for radio astronomy applications. 1985, in *SQUID '85*, eds. H.D. Hahlbohm, H. Lübbig, de Gruyter, Berlin, p. 987.
90. W. Hilberath, B. Vowinkel, K.H. Gundlach: 145-GHz-frontend with superconductor-isolator-superconductor (SIS) mixer. 1985, *SPIE Vol. 598 Instrumentation for Submillimeter Spectroscopy*, p. 20.
91. R. Blundell, K.H. Gundlach: SIS junction response from the millimeter into the submillimeter wave region. 1985, *SPIE Vol. 598, Instrumentation for Submillimeter Spectroscopy*, p. 16.
92. D. Despois, J. Crovisier, D. Bockelée-Morvan, J. Schraml, T. Forveille, E. Gérard: Observations of hydrogen cyanide in comet Halley. 1986, *Astron. Astrophys.*, **160**, L11.
93. A. Greve: Reflector surface measurements of the IRAM 30-m radio telescope. 1986, *Int. Journ. Infrared and Millimeter Waves*, **7**, 121.
94. A. Greve, A.M. van Genderen: VBLUW photometry of solar-type stars. 1986, *Astron. Astrophys.*, **160**, 392.
95. A. Laval, A. Greve, A.M. van Genderen: The stars and gas in the region of N 63 A (LMC). 1986, *Astron. Astrophys.*, **164**, 26.
96. J. Cernicharo, C. Kahane, J. Gomez-Gonzales, M. Guélin: Tentative detection of the  $\text{C}_5\text{H}$  radical. 1968, *Astron. Astrophys.*, **164**, L1.
97. J.W.M. Baars, B.G. Hooghoudt, P.G. Mezger, M.J. de Jonge: Das 30-m radioteleskop für millimeter-astronomie. 1986, *Sterne und Weltraum*, **25**, 382.
98. D. Downes: Current ideas on star formation. 1986, *Helvetica Physica Acta*, **59**, 1170.
99. J. Cernicharo, C. Kahane, J. Gomez-Gonzales, M. Guélin: Detection of the  $^2\text{I}_{3/2}$  state of  $\text{C}_5\text{H}$ . 1986, *Astron. Astrophys.*, **167**, L5.
100. W.J. Altenhoff, W.K. Huchtmeier, J. Schmidt, J.B. Schraml, P. Stumpff, C. Thum: Radio continuum observations of comet Halley. 1986, *Astron. Astrophys.*, **164**, 227.
101. D. Downes, D.T. Emerson, C.J. Salter, H. Morsi: Kartierung der kontinuierstrahlung galaktischer objekte mit dem IRAM 30-m Teleskop. 1986, in *Astron. Ges. Wiss. Astron. Tagung*, Hamburg, W4-16, p. 71.
102. D. Downes, C.J. Salter, H. Steppe, C. Thum, A. Greve: Beobachtungen von Galaxien mit dem IRAM 30-m Teleskop. 1986, in *Astron. Ges. Wiss. Astron. Tagung*, Hamburg, W4-23, p.74.
103. J.W.M. Baars, W.J. Altenhoff, H. Hein, H. Steppe: Outbursts of Cygnus X-3 observed at 1.3 and 3.3 mm wavelength. 1986, *Nature*, **324**, 39.
104. J. Cernicharo, C. Kahane, J. Gomez-Gonzales, M. Guélin: Detection of  $^{29}\text{SiC}_2$  and  $^{30}\text{SiC}_2$  toward IRC + 10216. 1986, *Astron. Astrophys.*, **167**, L9.
105. W.J. Altenhoff, J.M. Baars, D. Downes, J.E. Wink: Kurzzeitige refraktionsänderungen: anomale refraktion oder szintillation? 1986, U.R.S.I. Symposium, Kleinheubach.
106. C.R. Gwinn, M.J. Reid, M. Schneps, J.M. Moran, R. Genzel, D. Downes: The distance to the center of the galaxy. 1986, *Bull. Am. Astron. Soc.*, **17**, 903.
107. S. Liechti: New lens to improve the efficiency of the IRAM 30-m telescope. 1986, *YERAC Conference*, Havelte, Netherlands, Neth. Found. Radio Astron., Dwingeloo, p. 19.
108. J. Gomez-Gonzales, M. Guélin, J. Cernicharo, C. Kahane, M. Bogey: Detection of interstellar  $^{13}\text{C}$  isotopes of  $\text{C}_3\text{H}_2$ . 1986, *Astron. Astrophys.*, **168**, L11.
109. J. Crovisier, D. Bockelée-Morvan, D. Despois, T. Forveille, E. Gérard, J. Schraml, C. Thum: Molecular observations of comets P/Giacobini-Zinner 1984\* and P/Halley 19821 at millimeter wavelengths. 1986, *Bull. Amer. Astron. Soc.*, **18**, 805.
110. E.J. Blum: A cryostat for radio astronomy receivers using superconducting mixers at millimeter wavelengths. 1986, *Advances in Cryogenic Engineering*, **31**, 551.
111. V. Bujarrabal, P. Planesas, J. Gomez-Gonzales, J. Martin-Pintado, A. Del Romero: Thermal SiO emission in evolved stars. 1986, *Astron. Astrophys.*, **162**, 157.
112. D. Downes: Interferometric image restoration. 1986, in *Proc. of 2nd Symposium on the ESO Very Large Telescope*, eds. S. D'Odorico and J.-P. Swings, p. 205.
113. M.J. Reid, M.H. Schneps, J.M. Moran, C.R. Gwinn, R. Genzel, D. Downes, B. Rönnäng: The distance to the center of the galaxy. 1987, in *Star-Forming Regions*, IAU Symposium 115, eds. M. Peimbert and J. Jungaku, Reidel, Dordrecht, p. 554.
114. D. Downes: Recent ideas on the formation of massive stars in our galaxy. 1987, in *Star-Forming Regions*, IAU Symposium 115, eds. M. Peimbert and J. Jungaku, Reidel, Dordrecht, p. 93.
115. D. Despois, T. Forveille, J. Schraml, D. Bockelée-Morvan, J. Crovisier, E. Gérard: Observations of the HCN molecule in comet Halley. 1987, in *Astrochemistry*, IAU Symposium 120, eds. M.S. Vardya and S.P. Tarafdar, Reidel, Dordrecht, p. 429.
116. M. Guélin: Radio and millimeter observations of less complex molecules. 1987, in *Astrochemistry*, IAU Symposium 120, eds. M.S. Vardya and S.P. Tarafdar, Reidel, Dordrecht, p. 171.
117. J.W.M. Baars, B.G. Hooghoudt, P.G. Mezger, M.J. de Jonge: The IRAM 30-m millimeter radio telescope on Pico Veleta, Spain. 1987, *Astron. Astrophys.*, **175**, 319.
118. D. Downes: Millimeter interferometry. 1987, in *Proc. of the "Modern Instrumentation and its Influence on Astronomy"*, a workshop in honor of R. Hanbury Brown, Royal Greenwich Observatory, ed. J.V. Wall.
119. J. Cernicharo, M. Guélin, C.M. Walmsley: Detection of the hyperfine structure of the  $\text{C}_5\text{H}$  radical. 1987, *Astron. Astrophys.*, **172**, L5.
120. A. Greve, A.M. van Genderen: VBLUW photometry of emission nebulae. 1987, *Astron. Astrophys.*, **174**, 243.

121. M. Guélin, J. Cernicharo, C. Kahane, J. Gomez-Gonzales, C.M. Walmsley: Detection of a heavy radical in IRC + 10216: the hexatriynyl radical  $C_6H$ ? 1987, *Astron. Astrophys.*, **175**, L5.
122. J. Cernicharo, M. Guélin, H. Hein, C. Kahane: Sulfur in IRC + 10216. 1987, *Astron. Astrophys.*, **181**, L9.
123. J. Cernicharo, M. Guélin: The physical and chemical state of HCL2. 1987, *Astron. Astrophys.*, **176**, 299.
124. J. Martin-Pintado, J. Cernicharo:  $NH_3$  observations of the HH1-HH2 region. 1987, *Astron. Astrophys.*, **176**, L27.
125. R.S. Booth, M.J. de Jonge, P.A. Shaver: The Swedish-ESO submillimeter telescope. 1987, *ESO, The Messenger*, No. 48, p. 2.
126. M. Guélin, J. Cernicharo, S. Navarro, D.R. Woodward, C.A. Gottlieb, P. Thaddeus: New doublets in IRC + 10216: vibrationally excited  $C_4H$ ? 1987, *Astron. Astrophys.*, **182**, L37.
127. J. Cernicharo, M. Guélin, K.M. Menten, C.M. Walmsley:  $C_6H$ : astronomical study of its fine and hyperfine structure. 1987, *Astron. Astrophys.*, **181**, L1.
128. J. Cernicharo, M. Guélin: Metals in IRC + 10216: detection of NaCl, AlCl, and KCl, and tentative detection of AlF. 1987, *Astron. Astrophys.*, **183**, L10.
129. D.J. Saikia, C.J. Salter, S.G. Neff, A.C. Gower, R.P. Sinha, G. Swarup: Radio observations of a few selected blazars. 1987, *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, **228**, 203.
130. W.J. Altenhoff, J.W.M. Baars, D. Downes, J.E. Wink: Observations of anomalous refraction at radio wavelengths. 1987, *Astron. Astrophys.*, **184**, 381.
131. S. Yamamoto, S. Saito, M. Guélin, J. Cernicharo, H. Suzuki and M. Ohishi: Laboratory microwaves spectroscopy of the vibrational satellites for the  $\nu_7$  and  $2\nu_7$  states of  $C_4H$  and their astronomical identification. 1987, *Astrophys. J.*, **323**, L149.
132. J. Cernicharo, C. Kahane, M. Guélin, J. Gomez-Gonzales: Tentative detection of  $CH_3NC$  towards SGR B2. 1988, *Astron. Astrophys.*, **189**, L1.
133. W.J. Altenhoff, R. Chini, H. Hein, E. Kreysa, P.G. Mezger, C. Salter, J.B. Schraml: First radio astronomical estimate of the temperature of Pluto. 1988, *Astron. Astrophys.*, **190**, L15.
134. C. Henkel, T. Jacq, R. Mauersberger, K.M. Menten, H. Steppe: The detection of extragalactic methanol. 1987, *Astron. Astrophys.*, **188**, L1.
135. C. Kahane, J. Gomez-Gonzales, J. Cernicharo, M. Guélin: Carbon, nitrogen, sulfur and silicon isotopic ratios in the envelope of IRC + 10216. 1988, *Astron. Astrophys.*, **190**, 167.
136. P.G. Mezger, R. Chini, E. Kreysa, J.E. Wink, C.J. Salter: Dust emission at submillimeter wavelengths from cloud cores and protostellar condensations in NGC 2024 and S255IR. 1988, *Astron. Astrophys.*, **191**, 44.
137. R. Blundell, K.H. Gundlach: A quasiparticle SIN mixer for the 230 GHz frequency range. 1987, *Int. Journ. Infrared and Millimeter Waves*, **8**, 1573.
138. J. Marcus, C. Escribe-Filippini, P.L. Reydet, M. Boujida, J. Devenyi, C. Schlenker, J. Beille, K.H. Gundlach: High temperature superconductivity in  $SrBa_2Cu_3O_{7-x}$ : transport properties and effect of pressure. 1988, *J. Phys. France*, **49**, 111.
139. D. Morris, H. Hein, H. Steppe, J.W.M. Baars: Phase retrieval radio holography in the Fresnel region: tests on the 30-m telescope at 86 GHz. 1988, *IEE Proceedings*, **135**, Part H, 61.
140. R. Chini, H. Steppe, E. Kreysa, Th. Krichbaum, A. Quirrenbach, C. Schalinski, A. Witzel: 3 and 1.3 mm observations of a complete sample of active galactic nuclei. 1988, *Astron. Astrophys.*, **192**, L1.
141. E. Krügel, R. Güsten, A. Schulz, C. Thum: NGC 2264: a molecular line study. 1987, *Astron. Astrophys.*, **185**, 283.
142. T.L. Wilson, R. Mauersberger, J. Brand, F.F. Gardner: Centimeter and millimeter recombination lines from W3 (OH): expansion or champagne flow? 1987, *Astron. Astrophys.*, **186**, L5.
143. D.R. Woodward, J.C. Pearson, C.A. Gottlieb, M. Guélin, P. Thaddeus: Laboratory study of the rotational spectrum of vibrationally excited  $C_2H$ . 1987, *Astron. Astrophys.*, **186**, L14.
144. D. Bockelée-Morvan, J. Crovisier, D. Despois, T. Forveille, E. Gérard, J. Schraml, C. Thum: Molecular observations of comets P/Giacobini-Zinner 1984e and P/Halley 1982i at millimeter wavelengths. 1987, *Astron. Astrophys.*, **180**, 253.
145. J.W.M. Baars, W. Harth, A. Greve, D. Morris: Measurement of the reflector accuracy of the 30-m millimeter telescope. 1987, in *Antennen, IFG-Fachberichte*, **99**, 305.
146. J.W.M. Baars, T.L. Wilson, D. Downes: The 30-m millimeter radio telescope—Performance and observational results. 1987, *Mitt. Astron. Ges.*, **68**, 38.
147. R. Lucas, S. Guilloteau, A. Omont: New HCN masers in stars. 1988, *Astron. Astrophys.*, **194**, 230.
148. J.W.M. Baars, A. Greve, B.G. Hooghoudt, J. Penalver: Thermal control of the IRAM 30-m millimeter radio telescope. 1988, *Astron. Astrophys.*, **195**, 364.
149. R. Mauersberger, C. Henkel, T. Jacq, C.M. Walmsley: Deuterated methanol in Orion. 1988, *Astron. Astrophys.*, **194**, L1.
150. R. Bachiller, J. Gomez-Gonzales, V. Bujarrabal, J. Martin-Pintado: Carbon monoxide in proto-planetary nebulae. 1988, *Astron. Astrophys.*, **196**, L5.
151. D. Downes: Millimeter and submillimeter interferometry. 1988, *Astrophys. Lett. and Communic.*, **26**, 277.
152. J. Martin-Pintado, V. Bujarrabal, R. Bachiller, J. Gomez-Gonzales, P. Planesas: Radiocontinuum and recombination lines toward CRL 618. Evidence for an ionized stellar wind? 1988, *Astron. Astrophys.*, **197**, L15.
153. D. Morris, J.W.M. Baars, H. Hein, H. Steppe, C. Thum, R. Wohlleben: Surface measurement and adjustment of the 30-m millimeter telescope. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
154. A. Eckart, D. Downes, R. Genzel, A.I. Harris, D.T. Jaffe, W. Wild: Warm gas and spatial variations of molecular excitation in the nuclear region of the starburst galaxy IC 342. 1988, *Astron. Ges. Abstr. Ser.*, **1**, 43.
155. D. Bockelée-Morvan, J. Crovisier, D. Despois, T. Forveille, E. Gérard, J. Schraml, C. Thum: A search for HCN and other parent molecules in comets P/Giacobini-Zinner 1984e and P/Halley 1982i. 1987, in *Cometary Radio Astronomy*, Proc. NRAO Workshop, ed. W.M. Irvine, F.P. Schloerb and L.E. Taconi-Garman, NRAO, Green Bank, p. 59.
156. R. Blundell, K.H. Gundlach: Electric variations of the resistance of SIS tunnel junctions: application to quasiparticle heterodyne receivers. 1987, in *Proc. Internat. Superconductivity Electronics Conference*, Jap. Soc. Appl. Phys., P. 388.
157. F. Mattiocco, R. Blundell: A solid-state local oscillator system for radio interferometry at 3-mm wavelength. 1987, in *Solid State Sources at Millimeter and Submillimeter Wavelengths*, European IEEE Workshop Ulm, pub. by W. German MTT Section of IEEE, p. 1.
158. R. Blundell, M. Carter, K.H. Gundlach: A low-noise SIS receiver covering the frequency range 215-250 GHz. 1988, *Int. Journ. Infrared & Millimeter Waves*, **9**, 361.
159. C.E. Tong, R. Blundell, M. Carter: An NRD fed dielectric rod antenna for the short millimeter wave band. 1988, *Int. Journ. Infrared & Millimeter Waves*, **9**, in press.
160. M. Guélin: Organic and exotic molecules in space. 1988, in *Molecules in Physics, Chemistry and Biology*, Ed. J. Maruani, Reidel, Dordrecht, in press.

161. K.H. Gundlach: SIS and SIN-elemente für rauscharme heterodyne-empfänger. 1988, in *Supraleitung Heute: Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten, Neue Materialien*, VDI Bildungswerk, Düsseldorf, in press.
162. L.N. Weliachew and R. Lucas: Millimeter astronomy. 1988, in *Reports on Progress in Physics*, **51**, No. 5.
163. L. Weliachew, F. Casoli, F. Combes: Oval distortions in the center of spiral galaxies: CO observations of NGC 6946 and Maffei 2. 1988, *Astron. Astrophys.*, **199**, 29.
164. M. Reid, M.H. Schneps, J.M. Moran, C.R. Gwinn, R. Genzel, D. Downes, B. Rönnäng: The distance to the center of the galaxy: H<sub>2</sub>O maser proper motions in SGR-B2(N). 1988, *Astrophys. J.*, **330** 809.
165. A. Marten, D. Gautier, L. Tanguy, A. Lecacheux, C. Rosolen, G. Paubert: On the abundance of carbon monoxide in the stratosphere of Titan from millimeter heterodyne observations. 1988, *ICARUS*, in press.
166. M. Vivekanand, D. Morris, D. Downes: Continuously movable telescopes for optical interferometry. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
167. M. Guélin, J. Cernicharo: Mass distribution in the Taurus complex. 1988, *Proc. Conference "Molecular Clouds in the Milky Way and External Galaxies"*, Reidel, in press.
168. R. Mauersberger, T.L. Wilson, C. Henkel: A multilevel study of ammonia in star forming regions: IV. Emission and absorption toward W3 (OH). 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
169. V. Bujarrabal, J. Gomez-Gonzales, R. Bachiller, J. Martin-Pintado: Proto-planetary nebulae: the case of CRL 618. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
170. S. Guilloteau, T. Forveille, A. Baudry, D. Despois, W.M. Goss: H<sub>2</sub>CO and excited OH toward G10.6-0.4: another rotating disk? 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
171. M. Vivekanand, D. Morris, D. Downes: Continuously moving telescopes in optical interferometry. 1988, in *Proc. of the ESO Conference on "High Angular Resolution in Radio Astronomy"*, ed. F. Merkle, ESO, Garching, in press.
172. D. Plathner: A new mount for mobile telescopes in an optical interferometer. 1988, in *Proc. of the ESO Conference on "High Angular Resolution in Radio Astronomy"*, ed. F. Merkle, ESO, Garching, in press.
173. K. Akabane, Y. Sofue, H. Hirabayashi, M. Morimoto, M. Inoue, D. Downes: Continuum observations of SGR B2 at 23 and 43 GHz. 1988, *Pub. Astron. Soc. Japan*, in press.
174. E. Nercessian, S. Guilloteau, A. Omont, J.J. Benayoun: HCN emission and nitrogen-bearing molecules in oxygen-rich circumstellar envelopes. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
175. H. Steppe, C.J. Salter, R. Chini, E. Kreysa, W. Brunswig, J. Lobato-Perez: Millimeter continuum measurements of extragalactic radio sources. 1988, *Astron. Astrophys., Suppl. Series*, in press.
176. R. Mauersberger, C. Henkel, T.L. Wilson: Vibrationally excited ammonia toward Orion-KL. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
177. J. Ibrügger, M. Carter, R. Blundell: A low noise broadband 125-175 GHz SIS receiver for radio astronomy observations. 1987, *Int. Journ. Infrared and Millimeter Waves*, **8**, 595.
178. S. Liechti: Lentille diélectrique pour l'optimisation du gain dans l'axe d'un radiotélescope millimétrique. 1987, Ph. D. Thesis, University of Paris VII.
179. A. Eckart, D. Downes, R. Genzel, A.I. Harris, D.T. Jaffe, W. Wild: Warm gas and spatial variations of molecular excitation in the nuclear region of IC 342. 1988, *Ap.J.*, in press.
180. D. Downes: Interferometry from the ground. 1987, in *Proc. ESA Workshop on Optical Interferometry in Space*, Granada, Spain, 16-18 June, eds. N. Longdon and V. David, ESA SP-273, p. 117.
181. A. Greve, A.M. van Genderen, A. Laval, W. van Driel, J.J. Prein: Photometric reddenings of stars in emission nebulae of the magellanic clouds. 1988, *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.*, **74**, 167.
182. C. Henkel, R. Mauersberger, P. Schilke: Molecules in external galaxies: the detection of CN, C<sub>2</sub>H, and HNC, and the tentative detection of HC<sub>3</sub>N. 1988, *Astron. Astrophys.*, **201**, L23.
183. R. Bachiller, P. Planesas, J. Martin-Pintado, V. Bujarrabal, M. Tafalla: The structure of the molecular gas in young planetary nebula NGC 2346. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
184. M. Vivekanand, D. Morris, D. Downes: Strategies for telescope motion in optical interferometry. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
185. D. Downes, Millimeter Interferometry, 1988, in *Highlights of Astronomy*, Reidel, Dordrecht, in press.

# ANNEXE IIB — Publications des utilisateurs du télescope de 30 m

## Veröffentlichungen der Benutzer des 30-m Teleskops

## Publications of the user community of the 30-m telescope

1. J.W.M. Baars: The 30-m millimeter wavelength radiotelescope. 1981, *Mitt. Astron. Ges.*, 54, 6.
2. J.W.M. Baars: Technology of large radiotelescopes for millimeter and submillimeter wavelengths. 1983, in *Infrared and Millimeter Waves*, ed. K. Button, Academic Press, New York, 9, p. 241.
3. G.A. Ediss, G. Schneider, N.J. Keen, J.W.M. Baars: A two channel receiver at 22 GHz for holographic measurement of reflector antenna profiles. 1983, *Proc. 13th European Microwave Conference*, p. 470.
4. E. Kreysa: Bolometer systems developed at MPIfR. 1985, in *URSI Internat. Symp. on mm and Sub-mm Wave Radio Astronomy*, Granada, p. 153.
5. R. Lucas, A. Omont, S. Guilloteau, Nguyen-Q. Rieu: First observations of circumstellar envelopes with the IRAM 30-m telescope. 1986, *Astron. Astrophys.*, 154, L12.
6. T.L. Wilson, E. Serabyn, C. Henkel, C.M. Walmsley:  $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$  in OCM-1: kinematics, molecular column density and kinetic temperature distribution. 1986, *Astrophys. J.*, 158, L1.
7. E. Serabyn, R. Güsten: Ammonia in the neutral ring around the galactic center. 1986, *Astron. Astrophys.*, 161, 334.
8. S. Guilloteau, R. Lucas, Nguyen-Q. Rieu, A. Omont:  $\text{SO}_2$  and  $\text{SO}$  in circumstellar envelopes. 1986, *Astron. Astrophys.*, 165, L1.
9. A.A. Stark, T.M. Bania: Clump 2: an inner spiral arm? 1986, *Astrophys. J.*, 306, L17.
10. T.L. Wilson, E. Serabyn, C. Henkel: The high velocity CO outflow in Orion. 1986, *Astron. Astrophys.*, 167, L17.
11. E. Serabyn, R. Güsten, C.M. Walmsley, J.E. Wink, R. Zylka: CO 1-0 and CS 2-1 observations of the neutral disk around the galactic center. 1986, *Astron. Astrophys.*, 169, 85.
12. F. Casoli, F. Combes, A.A. Stark: Mapping of a molecular complex in a northern spiral arm of M31. 1986, *Astron. Astrophys.*, 173, 43.
13. J. Martin-Pintado, J. Gomez-Gonzales, A. del Romero, P. Planesas, V. Bujarrabal: Vibrationally excited cyanoacetylene in regions of massive star formation. 1986, in *Space-Borne Sub-Millimetre Astronomy Mission*, ESA, Noordwijk, p. 191.
14. C.M. Walmsley, K.M. Menten: Circumstellar molecular gas toward L1551-IRS5 and B335. 1986, In *Space-Borne Sub-Millimetre Astronomy Mission*, ESA, Noordwijk, p. 205.
15. C. Bertout: Circumstellar matter of young low-mass stars: observations vs. theory. 1987, in *Circumstellar Matter*, IAU Symp. 122, eds. I. Appenzeller, C. Jordan, Reidel, Dordrecht, p. 23.
16. C.M. Walmsley, K.M. Menten: CO observations of gas surrounding B 335 (IR) and L1551-IRS5. 1987, in *Circumstellar Matter*, IAU Symp. 122, eds. I. Appenzeller, C. Jordan, Reidel, Dordrecht, p. 71.
17. E. Kreysa, G. Haslam, E.E. Haller: A  $^3\text{He}$  cooled bolometer array for the IRAM 30-m telescope. 1987, in *Infrared Astronomy with Arrays*, eds. C.G. Wynn-Williams, E.E. Becklin, Univ. Hawaii, Honolulu, p. 263.
18. C.M. Walmsley, W. Hermsen, C. Henkel, R. Mauersberger, T.L. Wilson: Deuterated ammonia in the Orion hot core. 1987, *Astron. Astrophys.*, 172, 311.
19. P. Boissé, F. Casoli, F. Combes: High resolution  $^{12}\text{CO}$  observations of the central parts of the interacting galaxy NGC 3628. 1987, *Astron. Astrophys.*, 173, 229.
20. L. Likkell, A. Omont, M. Morris, T. Forveille: Very cold IRAS objects and pre-planetary nebulae: CO observations. 1987, *Astron. Astrophys.*, 173, L11.
21. R. Bachiller, S. Guilloteau, C. Kahane: Clumps in IC 348: temperature and density profiles of dense cores. 1987, *Astron. Astrophys.*, 173, 324.
22. M. Gérin, H.A. Wootten, F. Combes, F. Boulanger, W.L. Peters III, T.B.H. Kuiper, P.J. Encrenaz, M. Bogey: Deuterated  $\text{C}_3\text{H}_2$  as a clue to deuterium chemistry. 1987, *Astron. Astrophys.*, 173, L1.
23. T.L. Wilson, E. Serabyn, C. Henkel, C.M. Walmsley: A map of Orion-KL in the  $J = 1 - 0$  line of CO made with the IRAM 30-m telescope. 1987, in *Star-Forming Regions, IAU Symposium 115*, eds. M. Peimbert, J. Jugaku, Reidel, Dordrecht, p. 145.
24. T. Forveille, M. Morris, A. Omont, L. Likkell: IRAS 09371 + 1212: an icy evolved, mass-losing star with a unique spectrum. 1987, *Astron. Astrophys.*, 176, L13.
25. S. Guilloteau, A. Omont, R. Lucas: A new strong HCN maser: HCN. 1987, *Astron. Astrophys.*, 176, L24.
26. K.M. Menten, E. Serabyn, R. Güsten, T.L. Wilson: Physical conditions in the IRAS 16293-2422 parent cloud. 1987, *Astron. Astrophys.*, 177, L57.
27. C.M. Walmsley, K.M. Menten: The molecular counterparts of the submillimeter compact sources in L1551 and B335. 1987, *Astron. Astrophys.*, 179, 231.
28. Nguyen-Q. Rieu, N. Epchtein, Truong-Bach, M. Cohen: New CO and HCN sources associated with IRAS carbon stars. 1987, *Astron. Astrophys.*, 180, 117.
29. F. Combes, M. Gérin, A. Wootten, G. Wlodarczak, F. Clausset, P.J. Encrenaz: Acetone in interstellar space. 1987, *Astron. Astrophys.*, 180, L13.
30. M. Morris, S. Guilloteau, R. Lucas, A. Omont: The rich molecular spectrum and the rapid outflow of OH231.8 + 4.2. 1987, *Astrophys. J.*, 321, 888.
31. R. Chini, E. Dreysa, C.J. Salter: 1300  $\mu\text{m}$  detection of the radio-quiet quasar 13349 + 2438. 1987, *Astron. Astrophys.*, 182, L63.
32. P.G. Mezger, R. Chini, E. Kreysa, J. Wink: Observations of cold dust in S106. 1987, *Astron. Astrophys.*, 182, 127.
33. E. Serabyn, R. Güsten: A molecular counterpart to the galactic center arc. 1987, *Astron. Astrophys.*, 184, 133.
34. A. Omont, T. Forveille, S. Guilloteau, R. Lucas, N.G. Rieu, L. Likkell, M. Morris: Millimeter-wave observations of circumstellar envelopes with the IRAM telescope. 1987, in *Circumstellar Matter*, IAU Symp. 122, eds. I. Appenzeller, C. Jordan, Reidel, Dordrecht, p. 511.
35. W.J. Altenhoff: Radio continuum observations—Thermal emission. 1987, in *Cometary Radio Astronomy*. Proc. NRAO Workshop, eds. W.M. Irvine, F.P. Schloerb, L.E. Taconi-Garman, NRAO, Green Bank, p. 25.
36. P.G. Mezger: Star formation in the galactic disk. 1988, in *Galactic and Extragalactic Star Formation*, Whistler, B.C., Canada, in press.
37. E. Krügel, R. Chini, E. Kreysa, W.A. Sherwood: Millimeter observations of Markarian galaxies. 1988, *Astron. Astrophys.*, 190, 47.
38. R. Zylka, P.G. Mezger: Observations of SGR A west and SGR A\* at  $\lambda 1.3$  mm. 1988, *Astron. Astrophys.*, 190, L25.
39. J.G.A. Wouterloot, J. Brand, C. Henkel: Star formation in the outer galaxy. 1988, *Astron. Astrophys.*, 191, 323.
40. F. Casoli, F. Combes, C. Dupraz, M. Gérin, P. Encrenaz, M. Salez: Cold CO mergers:  $^{12}\text{CO}(1-0)$  and  $^{12}\text{CO}(2-1)$  mapping of NGC 2623 and ARP 220. 1988, *Astron. Astrophys.*, 192, L17.
41. E. Krügel, R. Chini, E. Kreysa, W.A. Sherwood: Dust emission from Markarian galaxies. 1988, *Astron. Astrophys.*, 193, L16.
42. R. Bachiller, J. Gomez-Gonzales, V. Bujarrabal, J. Martin-Pintado: Carbon monoxide in proto-planetary nebulae. 1988, *Astron. Astrophys.*, 196, L5.
43. P.M. Harvey, T. Forveille: A remarkable molecular outflow in W 28. 1988, *Astron. Astrophys.*, 197, L19.

44. C.M. Walmsley: Physical conditions in dense cores. 1988, in *Galactic and Extragalactic Star Formation*, Whistler, B.C., Canada, in press.
45. P. Schilke, R. Mauersberger, C. Henkel: Molecules in external galaxies: the detection of CN, C<sub>2</sub>H, and HNC, and the tentative detection of HC<sub>3</sub>N. 1988, *Astron. Ges. Abstr. Ser.*, 1, 43.
46. R. Becker, I. Appenzeller, T. Wiklind, J.G.Q. Wouterloot, C. Henkel, T.L. Wilson, P. Diamond: Giant molecular clouds in dwarf irregulars. 1988, *Astron. Ges. Abstr. Ser.*, 1, 42.
47. C.A. Olano, J. Harju, K.M. Menten, C.M. Walmsley: The immediate surroundings of B335-IR and L1551-IRS5. 1988, *Astron. Ges. Abstr. Ser.*, 1, 32.
48. T. Jacq, C. Henkel, C.M. Walsmsley, A. Baudry, P. Jewell: H<sub>2</sub>O and HDO in hot core regions. 1988, *Astron. Ges. Abstr. Ser.*, 1, 31.
49. L. Likkell, T. Forveille, A. Omont, M. Morris: The molecular shell surrounding the compact planetary nebula IRAS 21282 + 5050. 1988, *Astron. Astrophys.*, 198, L1.
50. W.K. Huchtmeier, J.N. Bregman, D.E. Hogg, M.S. Roberts: Detection of CO in the elliptical galaxy NGC 4472. 1988, *Astron. Astrophys.*, 198, L17.
51. F. Casoli, F. Combes: Molecular clouds in the main disk and warped plane of M31: evidence for two different populations. 1988, *Astron. Astrophys.*, 198, 43.
52. K.M. Menten, C.M. Walmsley, C. Henkel, T.L. Wilson: Methanol in the Orion region: 1. Millimeter-wave observations. 1988, *Astron. Astrophys.*, 198, 253.
53. M. Jura, C. Kahane, A. Omont: Detection of <sup>13</sup>CO radio emission from <sup>13</sup>C-rich carbon stars. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
54. Ph. Arnault, F. Casoli, F. Combes, D. Kunth: Search for the CO(1-0) line in blue compact galaxies: dependence of CO emission on metallicity. 1988, *Astron. Astrophys.*, in press.
55. J. Cernicharo: Matière diffusée et molécules interstellaires. 1988, Thèse d'Etat, Université de Paris VII.



ANNEXE III — Membres du Conseil d'Administration et  
des Comités de l'IRAM, janvier 1987

ANHANG III — IRAM-Verwaltungsrats- und Ausschussmitglieder,  
Januar 1987

APPENDIX III — IRAM Executive Council and Committee Members,  
January 1987.

CONSEIL D'ADMINISTRATION / VERWALTUNGSRAT / EXECUTIVE COUNCIL

Centre National de la Recherche Scientifique

A. Berroir (Président / Vorsitzender / President)  
P. Charvin  
P. Couturier  
Ph. Didier

Max-Planck-Gesellschaft

D. Ranft (Vice-Président / Stellvertretender Vorsitzender /  
Vice-President)  
P. Mezger  
J. Trümper  
H. Völk

CONSEIL SCIENTIFIQUE / WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT / SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

J. Baars  
A. Barcia  
A. Baudry  
F. Combes  
J. Gómez-González  
W.M. Goss

M. Grewing  
J. Lequeux (Président / Präsident / President)  
A. Omont  
R. Wielebinski  
T.L. Wilson (Vice-Président / Vize-Präsident / Vice-President)

COMITÉ DE PROGRAMMES / PROGRAMMAUSSCHUSS / PROGRAM COMMITTEE

R.S. Booth  
V. Bujarrabal  
S. Drapatz

E. Falgarone  
R. Lucas  
T.L. Wilson

COMMISSION DE CONTRÔLE / RECHNUNGSPRÜFUNGSKOMMISSION / AUDIT COMMISSION

C.N.R.S.

J.F. Heyman  
F. Ravier

M.P.G.

E. Kätsch  
A. Bohndorf



**ADRESSES IRAM / IRAM ADRESSEN / IRAM ADDRESSES:**

Institut de Radio Astronomie Millimétrique  
Domaine Universitaire, 38406 St-Martin-d'Hères, France - Tél. (33) 76 82 49 00 - Fax : (33) 76 51 59 38 - Tlx : 980753 F

Institut de Radio Astronomie Millimétrique  
Observatoire du Plateau de Bure, 05250 St-Etienne-en-Dévoluy, France - Tél. (33) 92 53 85 20/23

Instituto de Radioastronomia Milimétrica  
Avenida Divina Pastora, 7, Núcleo Central, 18012 Granada, España Tél. (34) 58-291500 - Fax : (34) 58-207662 -  
Tlx : 78584 IRAM E

Instituto de Radioastronomia Milimétrica  
Estación Radioastronómica IRAM-IGN del Pico Veleta, Sierra Nevada, Granada, España Tél. (34) 58-480413 -  
Fax : (34) 58-480417 - Tlx : 78521 IRAM E

**Sociétaires partenaires de l'IRAM / IRAM-Partner-Gesellschaften / IRAM Partner Organisations**

Centre National de la Recherche Scientifique - Paris, France  
Max-Planck-Gesellschaft - München, Bundesrepublik Deutschland  
en collaboration avec / in Zusammenarbeit mit / in collaboration with  
Instituto Geográfico Nacional - Madrid, España.