



Deuxième Conférence des Utilisateurs Meudon 10-12 Mai 1989

La seconde conférence des utilisateurs du TCFH a eu lieu à l'Observatoire de Paris-Meudon les 10, 11 et 12 Mai 1989. Trois ans après la première conférence à Montréal, les trois communautés se sont retrouvées pour discuter le futur ouvert aux observateurs avec le TCFH à l'aube d'une nouvelle génération d'instruments et du lancement de projets concurrents de très grands télescopes au sol et d'observatoires spatiaux. Pendant trois jours, la communauté CFH a pu ainsi exposer ses aspirations. L'excellent environnement mis en place par nos collègues de l'Observatoire de Paris-Meudon a facilité de nombreux échanges fructueux.

Le directeur exécutif, R. McLaren, commença avec une revue des accomplissements scientifiques et techniques de la première décennie d'utilisation du TCFH. Les progrès techniques sont illustrés par l'amélioration constante de la qualité d'image et des possibilités des instruments. Les programmes scientifiques entrepris au TCFH ont couvert le spectre entier des observations au sol et ont été honorés à quatre reprises par l'attribution du prix Mulhman de la Société Astronomique du Pacifique (F. et M. Spite, 1983; A. Stockton, 1987; J. Kormendy, 1988; B. Campbell, G. Walker, S. Yang, 1989).

Regardant vers le futur, Bob a demandé à la communauté de considérer la question suivante: "quelle est la mission du TCFH dans la prochaine décennie?". On doit répondre à cette question dans le contexte d'un observatoire puissant et versatile situé dans un site superbe mais difficile. Cet observatoire doit servir une communauté diverse et dispersée géographiquement. Le TCFH a maintenant 20 ans d'âge en termes de sa conception et les télescopes de 8 m vont produire des résultats scientifiques dans la prochaine décennie. Quel sera le rôle du TCFH dans cet environnement? La figure 1 présentée par le directeur montre les progrès techniques et scientifiques les plus significatifs des dix dernières années.

Le directeur exécutif adjoint, G. Monnet, enchaîna sur les problèmes posés par l'instrumentation. Au niveau du développement d'instruments, la CFH bénéficie d'une communauté active et créative (parfois trop?), mais doit jouer un

rôle plus important de coordination si l'on veut éviter les délais et parfois les incohérences du passé. Un point essentiel dans les prochaines années sera que la communauté fournisse des astronomes du staff très orientés vers le développement instrumental. Au niveau opération, il est capital d'améliorer l'interface entre l'observateur et l'instrument (télescope compris), ce qui fait l'objet d'un plan à long terme au CFHT. Ceci est particulièrement important dans les conditions difficiles du site. De toutes façons, des choix instrumentaux sont nécessaires par suite des limitations — par ordre d'importance croissante — en argent, en hommes, et finalement en capacités opérationnelles. Guy l'a résumé en soulignant que les leçons tirées dans ce domaine à partir du colloque seront: "Que construire? Que supprimer?"

La première journée fut ensuite consacrée aux instruments de seconde génération envisagés pour le TCFH. Après une présentation détaillée des différentes options ouvertes pour remplacer l'actuel spectrographe coudé par J. Glaspey, le débat était clairement lancé entre un spectrographe f/3.7 permettant une résolution $R = 120000$ et un spectrographe à dispersion croisée permettant $R = 40000$, l'enveloppe budgétaire et les capacités de la CFH n'autorisant le développement que d'un seul de ces instruments. Une présentation détaillée des différents problèmes actuels pouvant être résolus avec une haute résolution spectrale fut ensuite attentivement suivie. D. Gray plaida en faveur de la très haute résolution $R > 100000$ pour avoir un meilleur accès aux profils des raies stellaires dont l'observation est nécessaire à aussi haute résolution pour un grand nombre de problèmes. C. Catala nous a ensuite présenté les problèmes à résoudre pour mieux comprendre l'évolution des atmosphères stellaires et a conclu à la nécessité d'avoir accès à tout un éventail de résolutions de 10^4 à $> 10^5$. R. Ferlet quant à lui a exposé les raisons qui rendent la haute résolution spectrale, $R > 10^5$, nécessaire pour l'étude de la matière interstellaire. Pour finir ces exposés scientifiques, D. Morton a ensuite décrit le genre de travail possible sur les objets du halo galactique et, tout en concluant sur la meilleure adéquation d'un spectrographe à dispersion croisée, identifiait aussi certains problèmes ou une résolu-



CANADA — FRANCE — HAWAII TELESCOPE CORPORATION
A DECADE OF ACHIEVEMENTS AND CHANGE



1980	1981	1982	1983	1984
<ul style="list-style-type: none"> • Primary Mirror Support • PF Pedestal • Cabling • PF Photographic • Coudé + Reticon • UV Prime • PRV Program • Pluto / Charon 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminate Heat Leaks • Dome Drive & Shutter • TCS I • IR Upper End Rebuilt • Cassegrain Bonnette • Image Tube • Grens, UV Corrector • InSb Photometer • Jet in M87 	<ul style="list-style-type: none"> • Waimea Base Facility • Insulate Telescope Base • Handling Ring • TCS Cabling • Mirror Cover Drive • f/8 First Light • FTS • Coudé Slit Environment • Glob.Clusters in Distant Galaxies • Quasar Fuzz 	<ul style="list-style-type: none"> • Mid-level Facility • Vax 11/750 + 1stS • f/8 Modifications • Cass. Environment • TCS II • Autoguider • RCA1 • Fabry-Pérot + PC • Bolometer • Muhlmann Prize (F. & M. Spite) • IR Photometry of Cepheids 	<ul style="list-style-type: none"> • 18-Day Shutdown <ul style="list-style-type: none"> - dome & shutter drives - horseshoe realigned • New PF Cage • New Absolute Encoders • CASSHAWEC Commissioned • Multislit Spectroscopy • Carbon Stars • Galaxy Clusters
1985	1986	1987	1988	1989
<ul style="list-style-type: none"> • Tripartite Agreement Amended • Thermal Imaging • Balance Weights Control • Dome Skirt Seal • Herzberg Commissioned • PF Bonnette Control • New Detectors for FTS • Volcanoes on Io, Arcs around Neptune • Stellar Nonradial Pulsations • X-ray Source in M15 • IR Spectra of Protostars 	<ul style="list-style-type: none"> • Dome Thermal Monitoring • Coudé Tube Insulation • New Incremental Encoders • RCA2 • IVAS + IRAF • Seg. Pupil Imager • Lithium in F Stars • Doppler Imaging • Protoplanetary Nebulae • Novae in Virgo Cluster • Arc Structure in A370 	<ul style="list-style-type: none"> • Waimea Base Extension • Sun Workstations + LAN • Chilled Hydraulic Fluid • Seeing Campaign • Auto Dome Rotation • RCA4 + TH1 • UV Prime Commissioned • Muhlmann Prize - Alan Stockton • D₂ on Mars, CH₃D on Neptune • IR Imagery of "Frosty Leo" • Glob Clusters: C-M, Vel Disp. • Velocity Imaging • Z = 3.4 Galaxy 	<ul style="list-style-type: none"> • Commercial Electric Power • Shack Hartmann • Control Room Renovations • HP 9000's + LAN • MOS/PUMA Commissioned • MOS/SIS + Laser Puma • DAO VHR Camera • TIGER Field Spectrograph • Muhlmann Prize - John Kormendy • H₂ Aurorae on Jupiter • Star Counts in M71 • Imaging of 3CR Galaxies • Primordial Galaxies • Cosmic String? 	<ul style="list-style-type: none"> • TCS Working Group • XY Guiding at Coudé • TI Link + Permanent Record • HP 9000 Conversion • PHXI CCD Commissioned • FORD 1024² Ordered • Muhlmann Prize - Campbell, Walker, Yang

Figure 1

tion $R > 10^5$ serait nécessaire. Une discussion animée suivit ces exposés, où l'aspect unique d'un spectrographe coudé à très haute résolution fut souligné comparé à un spectrographe à dispersion croisée. L'assemblée s'est de toute façon accordée pour dire que quelque soit l'instrument choisi, il était urgent de lancer le projet.

Le projet d'instrument MOS/SIS (Multi-Object Spectrograph/Subarcsecond Imaging) en cours de réalisation fut ensuite présenté en détail par G. Monnet avec toutes les options actuellement envisagées (voir bulletin n° 20). J.P. Picat a montré la complexité des procédures d'observation en mode multi-spectroscopique et a insisté sur la nécessité de les optimiser avec des softwares d'aide à la décision et à l'évaluation. Les exposés scientifiques de G. Soucail, S. Lilly and M. McCall sont ensuite venus illustrer l'intérêt des observations multi-spectroscopiques et d'objets faibles. Une discussion a suivi soulignant l'intérêt de ce nouvel instrument et où il est apparu qu'une voie UV pourrait se révéler nécessaire pour le MOS/SIS.

Pour clore cette journée, une conférence de presse s'est tenue dans la salle Cassini de l'Observatoire de Paris pour célébrer le 10^{ème} anniversaire du télescope CFH en présence des organismes de tutelle et sous le patronage du Ministère de la recherche et de la technologie.

Le second jour a débuté avec une série d'exposés sur la haute résolution spatiale au télescope CFH et les moyens de l'améliorer d'avantage. F. Roddier nous a convaincu que

les télescopes sur le site du Mauna Kea n'atteignent pas la qualité d'image exceptionnelle offerte par l'atmosphère du site, et donc que la contribution de l'ensemble télescope + dôme est importante. Il a montré que des différences de température entre le miroir primaire et l'air qui en est proche provoquent une redistribution du flux similaire à une diffusion de la lumière. Enfin, il a discuté la qualité optique du TCFH, montrant l'astigmatisme du miroir primaire et suggérant également la présence d'aberration sphérique, avec un total contribuant pour environ 0.4 de la qualité d'image finale. R. Salmon nous a ensuite expliqué la provenance de l'astigmatisme lié à un mauvais supportage du miroir primaire, mais a mis en doute la présence d'aberration sphérique. Cette session s'est poursuivie avec les exposés qui ont montré, chacun avec des techniques originales, comment améliorer la qualité d'image. R. Foy a décrit l'utilisation des tavelures pour obtenir une image limitée par la diffraction. R. McClure a présenté la caméra HR du DAO capable de recentrer les images tout en sélectionnant les meilleurs moment de l'atmosphère et a montré des images impressionnantes du centre de M15 avec une qualité d'image de FWHM = 0.36 obtenues avec le miroir primaire diaphragmé à 1.2 m. Finalement, G. Lelièvre a présenté les résultats obtenus en imagerie à segmentation de pupille avec des images reconstituées de lentilles gravitationnelles d'une qualité exceptionnelle meilleure que 0.35. La discussion finale a montré le besoin d'un instrument d'usage général permettant une amélioration substantielle de la qualité d'image.

L'après-midi était consacré aux observations dans l'in-

fra-rouge. R. McLaren a présenté les recommandations du groupe de travail mis en place par le TCFH (voir les recommandations complètes du groupe de travail plus loin dans le bulletin). Le besoin de détecteurs IR dans la bande 1-5 μm avec 256x256 pix² a été clairement identifié ainsi que le besoin de changer l'actuel miroir IR à bord rabattu. La discussion qui a suivi a permis de noter la possibilité pour la caméra 128x128 pix² de D. Nadeau d'être un intermédiaire et la nécessité pour les groupes liés au satellite ISO de développer leur propre caméra. Le développement des capacités IR du TCFH est ainsi apparu comme une des futures priorités de la communauté. F. Roddier a ensuite montré qu'il était possible de développer des systèmes d'optique adaptative donnant des images limitées par la diffraction en infra-rouge. Du côté spectroscopie, J.P. Maillard a exposé une modification (testée début 89 au TCFH) du spectrographe à transformation de Fourier pour permettre la spectroscopie à 2 dimensions dans l'IR ou le visible, avec des performances probablement comparables au Fabry-Pérot à balayage, mais pouvant accéder aussi aux spectres en absorption. Les exposés de T. Encrenaz, G. Joncas, F. Lacombe ont ensuite illustré les différents domaines astrophysiques rendus accessibles par les techniques IR en pleine expansion. L. Cowie a montré comment l'imagerie à très haute sensibilité du visible à 2 μm montre un ciel couvert de galaxies et permet de sélectionner des objets qui peuvent être des galaxies en formation.

Un dîner au Sénat organisé de main de maître par P. Felenbok a permis à tous de se relaxer ce soir là devant bonne chère et bon vin dans un des hauts lieux de la politique Française.

Après ces deux intenses premières journées, la troisième matinée fut encore plus prospective. L. Vigroux a identifié les secteurs scientifiques spécifiques au TCFH en notant que d'ici 1995 le TCFH sera un télescope 'ancien' dans le contexte de la nouvelle génération de télescopes au sol et dans l'espace. Après avoir remarqué la qualité UV unique du site, il a insisté sur la fenêtre IR 1-2.5 μm où le fond est faible et non thermique et dans laquelle les télescopes au sol ont une grande efficacité en détection et en résolution spatiale, à opposer à la spécificité des télescopes IR dans l'espace qui auront plutôt comme domaine de prédilection la partie du spectre dominée par un bruit de fond thermique. P. Hickson a ensuite discuté l'avenir des cibles CCD en montrant l'intérêt scientifique d'avoir des CCD de plus en plus grands formats tout en préservant la résolution spatiale. Une discussion de détail sur les CCD actuellement disponibles ou sur le point de l'être l'a conduit à suggérer la construction de mosaïques de plusieurs CCD 2048x2048 pix² pour couvrir le champ utile au foyer primaire. P. Felenbok a ensuite discuté l'intérêt des systèmes à fibres optiques pour certains programmes de spectroscopie multi-objets. Les deux exposés de J.R. Roy et R. Bacon ont présenté l'intérêt de la spectroscopie de champ avec ses variantes connues actuellement: Fabry-Pérot à balayage spectral, spectrographe à réseau avec (multi) fentes et balayage spatial, spectrographes intégraux comme SILFID ou TIGER, à petit champ, mais sans perte de sensibilité liée au balayage. S. Kwok a insisté sur l'intérêt de la spectroscopie IR jusqu'à 12-20 μm pour l'étude physique du milieu interstellaire. S. Bensammar a décrit le projet CASIMIR utilisant un instrument avec un Fabry-Pérot refroidi. A. Moffat a montré un moyen de faire de la spectro-polarimétrie au

TCFH en insérant un module polarimétrique au niveau du deuxième miroir du train Coudé. Finalement, R. Foy a conclu cette session en discutant les possibilités d'interférométrie optique des tavelures pour obtenir des 'vraies' images d'objets — même faibles — limitées par la diffraction.

Le dernier après-midi fut lancé par une discussion générale. L'amélioration des performances du télescope, le maintien des facilités existantes, imagerie, coudé, MOS, UV et FTS et le développement de nouveaux instruments comme MOS/SIS, nouveau Coudé, développement de l'imagerie IR, insertion d'optique adaptative, furent au coeur du débat. Le problème du grand nombre d'instruments visiteurs et son impact sur le fonctionnement du TCFH fut clairement posé. Une synthèse des résultats de la conférence remarquablement présentée en temps réel par G. Fahlman et J. Bergeron a clairement montré la nouvelle vague d'instruments nécessaires pour la croissance du TCFH, soit en cours de réalisation comme le MOS/SIS, en projet comme le coudé, les cibles IR, l'imagerie à grand champ et à haute résolution spatiale. La nécessité de définir un plan d'action instrumentale couvrant les 5 prochaines années a été avancé en conclusion.

Cette conférence a permis une interaction vivante dans un esprit très constructif entre les utilisateurs du TCFH présents et a laissé entrevoir des augures favorables à une future croissance du TCFH.

Galaxies at Very High Redshift

1. Introduction

Our current lack of understanding of how and when galaxies formed in the early Universe, and how they then evolved towards their familiar appearances today, is one of the most obvious missing links in our present view of Cosmology. While the basic idea that the galaxies condensed out of an initially very homogeneous medium is well established, the details of this process and exactly when in the expansion of the Universe it occurred, are still very uncertain. Consequently, this topic is the subject of much observational and theoretical study.

Observationally, the problem can be approached in many different ways. For instance, detailed study of the dynamics, compositions and ages of stars and star-clusters in our own Galaxy can give information on star-formation and other processes during the collapse of the Galaxy, the timescale of the collapse and the relationships of the various components of the Galaxy to each other. Such detailed information on one particular galaxy, our own, is supplemented by statistical studies of the local population of galaxies. One would like to see any satisfactory theory of galaxy formation account for the simple scaling laws that have been found between the masses and luminosities of galaxies, their characteristic sizes and their dynamical properties. A crucial discovery has been the demonstration that galaxies are surrounded by massive 'dark' haloes, comprising up to 90% of the mass of the galaxy, material whose nature must be accounted for in any satisfactory theory of galaxy formation. Since it is suspected that the formation of structure on