

# En bonne compagnie

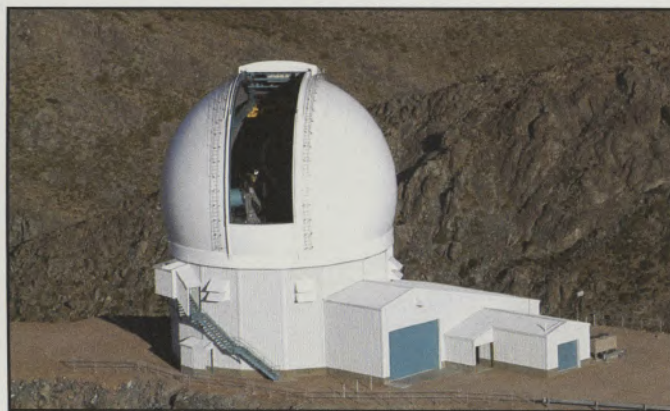
L'entrée en fonctionnement du télescope Soar propulse le pays au rang des plus grands centres d'observation du monde

CARLOS FIORAVANTI

Publié en avril 2004

**I**l y a quinze jours, Alexandre Soares de Oliveira a déménagé avec sa femme et son fils de 3 ans pour s'installer au Chili. En compagnie de son collègue Eduardo Cypriano, également marié mais sans enfants et déjà installé au Chili depuis le mois de janvier, Oliveira fera partie de l'équipe de soutien brésilienne du Soar, un télescope financé par des institutions brésiliennes et nord-américaines qui entrera en fonctionnement ce mois-ci. Ce télescope qui est actuellement en phase d'expérimentation et dont le montage du projet et la construction ont duré dix ans, se situe sur le sommet d'une montagne des Andes Chiliennes à 2.701 mètres d'altitude, à la limite du désert d'Atacama. Les deux jeunes physiciens, Oliveira âgé de 34 ans et Cypriano de 30 ans, savent qu'ils font partie d'un projet historique qui représente un bond qualitatif notable pour la recherche brésilienne en matière d'astrophysique.

Dans deux ou trois mois, le Soar (Southern Observatory for Astrophysical Research – Observatoire du Sud pour la Recherche en Astrophysique) fournira de nombreuses images beaucoup plus précises que celles obtenues jusqu'à présent par les équipements utilisés dans le pays pour étudier l'univers. Le Soar, équipé d'un miroir principal de 4,2 mètres de diamètre, sera 1,6 mille fois plus puissant que le plus



PHOTOGRAPHIES: SOAR

grand des télescopes brésiliens qui possède un miroir de 1,6 mètre de diamètre et qui fonctionne depuis février 1981 à l'observatoire du Pico dos Dias à 1.860 mètres d'altitude, dans la commune de Brasópolis située dans l'état de Minas Gérais.

Le Soar éliminera le décalage existant en matière d'équipements de base pour la recherche dans ce domaine au Brésil depuis dix ans et propulsera le pays au rang des plus grands observatoires du monde. Sur la même montagne, le Cerro Pachon, à 400 mètres de là, se trouve une des unités de l'observatoire Gemini, un des plus puissants télescopes du monde, qui est entré en fonctionnement il y a quatre ans. Ce télescope est le fruit d'un partenariat entre sept pays, y compris le Brésil qui bénéficie modestement de 17 nuits maximum d'observation par an. De cette montagne au sol pierreux sans végétation et couverte de neige quelques jours par an, on peut apercevoir à environ quinze kilomètres au nord-est, l'Observatoire Inter-Américain Cerro Tololo (CTIO), contrôlé par les États-Unis et équipé d'une dizaine de télescopes, le plus grand d'entre eux ayant la même portée que le Soar mais doté d'équipements vieux de 40 ans.





Dans les Andes, à 2.701 mètres d'altitude: parmi les plus grands observatoires de l'Univers

Le télescope qui sera inauguré le 17 avril en présence d'une centaine d'invités, ressemble également sous de nombreux aspects aux télescopes spatiaux. En effet, son miroir est pratiquement deux fois plus grand que celui de Hubble et son image d'une qualité équivalente. Le Soar éliminera les distorsions lumineuses dues à l'atmosphère terrestre grâce à un ensemble de miroirs complémentaires. Le télescope Hubble n'est pas affecté par ces distorsions lumineuses en fonction de sa position orbitale à 500 kilomètres de la Terre, mais le prix de cet avantage s'élève à près de 2 milliards de dollars US.

Le Soar n'a coûté que 28 millions de dollars US. La contribution financière du Brésil dans ce projet s'élève à 12 millions de dollars US répartis entre le Conseil National de Développement Scientifique et Technologique (CNPq) pour un montant de 10 millions de dollars et la FAPESP pour un montant de 2 millions de dollars. Grâce à cet apport finan-

cier, les chercheurs brésiliens bénéficieront de 34% du temps d'observation du Soar ce qui correspond à 127 nuits d'observation par an dans un ciel pratiquement toujours clair, sec et dégagé. Ceci représente un avantage supplémentaire par rapport aux trois télescopes du Pico dos Dias soumis à des précipitations fréquentes durant l'été. Les trois autres partenaires sont nord-américains, il s'agit du National Optical Astronomy Observatories (Noao), qui est également responsable de l'observatoire voisin à Cerro Tololo, et qui bénéficiera de 33% du temps d'observation du Soar; l'Université de la Caroline du Nord (UCN), qui bénéficiera de 16% du temps et l'Université d'État du Michigan (MSU), de 14%. Chaque participant cèdera 10% de son temps aux astronomes chiliens en échange de la cession du territoire, comme c'est le cas pour une dizaine de télescopes étrangers construits dans les Andes.

**Instruments complémentaires** - "Avec l'entrée en fonctionnement du Soar et l'accès au Gemini, la communauté scien-

tifique brésilienne comptera sur de nombreux instruments qui développeront et complèteront les projets de recherches", déclare Albert Bruch, directeur du laboratoire National d'Astrophysique (LNA), institution responsable des trois télescopes de Brasópolis et qui administre également la participation brésilienne dans le projet Gemini et le Soar. L'Observatoire du Pico dos Dias qui a servi de base à l'astrophysique brésilienne ne sera pas oublié. "Nous aurons besoin de tous les télescopes pour répondre aux besoins de la recherche astronomique au Brésil", déclare-t-il.

Le Soar, construit pour répondre aux besoins d'environ 200 groupes brésiliens de recherche en astrophysique, et répartis dans les universités de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia, Rio Grande do Norte, Espírito Santo e Paraná, est selon Bruch; "un bond quantitatif pour la recherche brésilienne". Le Soar examinera le ciel dans un spectre lumineux visible au début de l'infrarouge, et une longueur d'onde variant entre 6 mille et 22 mille ang-



tröms (1 angströms correspond à 1 milliardième de mètre). Il sera utilisé pour étudier l'origine des étoiles, des galaxies, de l'univers et pour mener des recherches sur les trous noirs, corps célestes se comportant comme des monstres affamés capables de dévorer tout ce qui se trouve sur leur passage, même la lumière. Ces trous noirs qui sont étudiés de manière intensive par des équipes de São Paulo, de Santa Catarina et du Sud du Brésil paraissent être plus nombreux qu'on ne le pensait et sont même capables d'influencer le destin des galaxies (voir *Pesquisa FAPESP n° 96, février 2004*). Un autre travail qui sera probablement développé concerne les lentilles gravitationnelles, nom donné aux galaxies qui dévient la lumière émise par d'autres galaxies encore plus éloignées. La compréhension de l'effet de ces lentilles gravitationnelles permettra de déterminer avec précision l'origine des distorsions lumineuses qui arrivent sur la Terre.

Le nouveau télescope sera principalement utile dans des recherches réclamant des observations continues ou une vaste couverture du ciel, dans des projets ambitieux comme le recensement d'étoiles ou de galaxies d'une région de l'espace, quel que soient leurs types. Le centre d'observation Gemini qui possède deux télescopes plus puissants équipés de miroirs de 8,1 mètres de diamètre, un au Chili et l'autre à Hawaï à 4.220 mètres d'altitude, va compléter les recherches, mais il ne permettra pas de réaliser de nombreuses et de longues observations car son temps d'utilisation est partagé entre les équipes de sept pays qui en ont financé la construction (États-Unis, Royaume Uni, Canada, Chili, Australie, Argentine et Brésil).

De nos jours, il est commun qu'une même recherche utilise plusieurs télescopes. C'est grâce à une équipe internationale de chercheurs, y compris de la brésilienne Silvia Rossi, qu'il a été possible de découvrir l'étoile possédant la plus faible quantité d'éléments chimiques avec une masse supérieure à celle de l'hydrogène ou de l'hélium (la plus ancienne déjà découverte, âgée de 12 à 15 milliards d'années) à l'aide de quatre



Travaux dans les Andes: anneau de 20 mètres...

télescopes situés aux États-Unis, au Chili et en Australie (voir *Pesquisa FAPESP n° 83, janvier 2003*). "Les observations réalisées à l'aide de télescopes possédant des miroirs de 2,2 ou de 4 mètres de diamètre, permettent de sélectionner des cibles pour ensuite réaliser des observations plus détaillées avec de plus grands télescopes, car la nuit d'observation est très courue et onéreuse, comme c'est le cas pour le VLT (Very Large Telescope, au Chili) ou pour le Gemini", déclare Silvia.

**Fierté et stress** - "Nous entrons dans la première division de la recherche mondiale. Nous avons jusqu'à présent d'excellents joueurs, mais nous jouons en deuxième division", déclare avec fierté Mr. João Evangelista Steiner, chercheur à l'Université de São Paulo (USP) et président du Consortium et du Conseil Directeur du Soar. Mr. Steiner a participé au projet du télescope en 1993, "depuis les premières idées", comme il le dit lui-même. Une décennie plus tard, à 54 ans, après avoir aidé à surmonter les diverses difficultés en matière de logistique, de montage de projet, de sélecti-

on d'entreprises et d'achat d'équipements, il ne cache pas sa satisfaction et sa fierté de voir le projet finalement conclu. "Construire un télescope comme celui-ci est une expérience unique dans la vie", déclare-t-il. Mais bien sûr tout a un prix. En mars 1999, en plein milieu des travaux, ce qu'il appelle "une quantité indescriptible de problèmes" a miné sa patience habituelle et a entraîné son hospitalisation, victime d'un grave stress.

En 1993, lors d'une réunion réalisée à Tucson en Arizona Steiner a représenté le Brésil dans le projet Gemini. Pendant une pause, il a proposé à l'astrophysicienne représentant le Nao, Sidney Wolff, de construire un autre télescope pour que la recherche brésilienne ne prenne pas de retard. "L'observatoire du Pico dos Dias était la base et Gemini le sommet, mais il manquait le corps pour répondre aux futures demandes de la recherche brésilienne", raconte Steiner. "Il était impossible de soutenir à long terme les programmes d'enseignement universitaire au Brésil avec ces seuls télescopes."

Sidney a trouvé l'idée intéressante car elle avait déjà réalisé un projet identique avec une université nord américaine, mais ils n'avaient guère avancé. De retour au Brésil, Steiner s'est efforcé de convaincre les agences de financement de l'importance de ce nouveau télescope pour la recherche brésilienne. "Nous n'annulons pas les projets en cours, mais nous en choisissons un en priorité pour les besoins des groupes de recherche brésiliens et de nos partenaires nord-américains qui ont déjà accepté, car cela répondait également à leurs besoins", déclare-t-il. "Nous n'avons cédé en rien dans le dessin du projet." Quand l'avant projet et les demandes de financement ont été approuvés, la construction a pu démarrer à la fin de l'année 1997.

La première tâche était de préparer l'emplacement, ce qui n'était pas si simple car il s'agissait du sommet d'une montagne éloignée de 80 kilomètres de La Serena, la ville la plus proche située au bord de l'océan pacifique et qui possédait son propre aéroport avec des vols journaliers pour Santiago. Au bout d'un



an, les machines de terrassement ont découpé la pointe du cône, retirant 13 mille mètres cubes de pierre et ont créé une zone plane de 3,6 mille mètres carrés. C'est là qu'a été érigé l'édifice comportant le télescope et les salles de contrôle, équipé de mur en acier (acier brésilien, il faut le signaler) pour éviter l'interférence des sources de chaleur sur la lumière des étoiles, pour résister également à la variation de température qui varie de -25°C à 30°C et même aux tremblements de terre. Un anneau de 20 mètres de diamètre pesant 50 tonnes a été installé sur la structure métallique. Cet anneau a été fabriqué par l'entreprise Santin, de Piracicaba, état de São Paulo et transporté au sommet du Cerro Pachon en quatre parties par quatre camions, en une seule fois.

C'est sur cet anneau que les grues ont soigneusement déposé la coupole (ou dôme), une demie sphère de 14 mètres de haut, construite par l'entreprise Equatorial de São José dos Campos. Le dernier jeudi du mois de février, deux jours après le Carnaval, le miroir principal a été installé sous la coupole, sous une autre structure métallique. Il s'agit d'un miroir de 4,2 mètres de diamètre et de seulement 10 centimètres d'épaisseur, fabriqué et poli aux États-Unis. C'est une pièce fascinante. Elle a la forme d'une gigantesque lentille de contact et est quasi lisse. Sa rugosité est si faible que si on l'étirait pour atteindre une superficie équivalente à celle du Brésil, sa plus grande élévation n'atteindrait pas plus de 2 centimètres.

Le miroir principal du Soar est très fin pour éviter que les dilatations et les contractions du verre interfèrent sur la lumière des étoiles. Ces interférences sont communes aux autres miroirs de télescope qui ont parfois 50 centimètres d'épaisseur. Comme il est très fin, il est malheureusement très flexible. Mais ce problème a été contourné grâce à ses 220 appuis (ou tuteurs) sur lesquels il repose. Ces tuteurs donnent avec une précision admirable une forme idéale au miroir. Le déplacement maximum de chacun de ces points correspond à cent millionième de l'épaisseur d'un fil de cheveux.



...de diamètre et dôme de 14 mètres de hauteur

Ce miroir fonctionnera en même temps que deux autres miroirs ajustés grâce à un mécanisme connu sous le nom d'optique active et qui permet d'obtenir une meilleure qualité d'image. Le télescope possède également deux miroirs supplémentaires capables de corriger les distorsions dues à l'atmosphère terrestre. L'objectif de ce deuxième jeu de miroirs (optique adaptative), déjà adopté par d'autres télescopes comme Gemini, est d'obtenir la même qualité d'image que Hubble qui échappe aux interférences de l'atmosphère pour la simple raison d'être dans l'espace. À partir de l'année pro-

chaine, le Soar sera équipé d'un spectrographe qui décomposera et analysera la lumière et qui est en train d'être construit par une équipe de l'USP et du LNA dans le cadre d'un projet thématique coordonné par Beatriz Barbuy et financé par la FAPESP pour un montant d'environ 1 million de dollars. En accord avec le projet réalisé sous la responsabilité technique de Jacques Lépine, directeur de l'Institut d'Astronomie, Géophysique et Sciences Atmosphériques (IAG) de l'USP, la version finale de ce spectrographe, dont le prototype fonctionne depuis l'année dernière au Pico dos Dias, possèdera environ 1,3 mille points de captation équipés de fibres optiques qui vont indiquer en permanence les variations de chaque fréquence lumineuse venant de galaxies, d'amas de galaxies et de nébuleuses, entre autres objets astronomiques.

L'imprévisible en vue. Les premières images fournies par le Soar serviront uniquement à ajuster les équipements, les miroirs et les programmes informatiques. Les deux chercheurs brésiliens qui sont déjà sur place apporteront leur soutien aux équipes qui arriveront et quand cela sera possible mèneront leurs propres recherches. L'observatoire ne sera utilisé dans des projets de recherche que dans deux ou trois mois, selon un chronogramme qui sera définie par le LNA en fonction des demandes des physiciens. Selon Bruch, le Soar traitera environ 50 projets brésiliens par an, la moitié du volume de travail au Pico dos Dias, alors que Gemini ne traite qu'environ 15 projets par an.

Selon Steiner, le Soar favorisera un accroissement qualitatif de la production d'articles scientifique brésiliens qui représente actuellement 2% de la production mondiale en astrophysique, soit 250 articles. Cependant la perspective de découvrir ce qui n'a même pas été imaginé est une chose beaucoup plus passionnante. "Nous sommes face à l'imprévisible, sans avoir la moindre idée de ce qui peut apparaître et qui généralement surgit quand un télescope, équipé de nouvelles technologies, entre en fonctionnement", déclare Steiner. •

## LE PROJET

*Télescope Soar*

**MODALITÉ**  
Projet Spécial

**COORDINATEUR**  
JOÃO STEINER – IAG/USP

**INVESTISSEMENT**  
10 millions de dollars US (CNPq) et  
2 millions de dollars US (FAPESP)