



NUITS DE CHINE...

Mouvement des astres, découpage du ciel en constellations, découvertes de comètes et d'explosions d'étoiles, l'astronomie chinoise a marqué l'histoire de la connaissance de l'humanité. Mais quelle astronomie pratiquent aujourd'hui les scientifiques chinois ?

Visite guidée dans l'Empire du Milieu.

par Jean-Marc BONNET-BIDAUD
astrophysicien au CEA

SI un jour vous vous trouvez dans le centre de Pékin, à deux pas de la Cité interdite et de la désormais trop célèbre place Tien an Men (porte de la Paix céleste), et que vous demandiez à un passant de vous indiquer le chemin de l'observatoire de Pékin, il vous aiguillera sans coup férir vers le pont Liaojiaoquiao à 2 km vers l'est, près de la porte Jianguomen. Vous pourrez alors découvrir un bâtiment gris et carré, sorte de bastion à l'allure fortifiée avec sur sa terrasse supérieure une collection impressionnante d'instruments en bronze : secteurs, quadrants et autres sphères armillaires de grande taille.

Il s'agit bien du premier observatoire de Pékin, fondé en 1279 par l'empereur de la dynastie mongole, Kublaï Khan, celui-là même qui accueillit Marco Polo, et qui poursuivait ainsi l'œuvre des dynasties précédentes de la vallée du fleuve Jaune. Cet ancien observatoire est maintenant un musée et a cessé toute activité astronomique en 1929. Les instruments qui y sont conservés sont les derniers vestiges d'une école astronomique qui, s'étendant sur plusieurs millénaires, a fait de la Chine le pays à la plus longue tradition astronomique du monde.

Désormais, la Chine est tournée vers le futur. En une vingtaine d'années, elle a entrepris de combler son retard sur le reste

du monde, et partiellement réussi. Après la mise en service d'un télescope de 1 m dans le sud de la Chine à Kunming (province du Yunnan) en 1975, puis celui de 1,56 m à Shanghai en 1985, c'est maintenant à Pékin que vient d'être inauguré le plus grand télescope chinois, un 2,16 m qui





2,16 m, mais également une dizaine d'autres coupoles qui abritent notamment deux télescopes de 60 et 85 cm, un télescope de Schmidt de 90/60 cm et un télescope infrarouge de 1,26 m. Des bâtiments techniques, dont un important atelier de mécanique et une maison d'hôtes, le tout entouré d'un mur, complètent l'ensemble du panorama.

Le choix du site de Xinglong a résulté pour les astronomes chinois d'un compromis entre l'accessibilité du lieu, un élément important dans un pays où l'infrastructure routière reste très limitée, et les qualités astronomiques du site (transparence et stabilité). C'est sans doute le meilleur site actuellement en activité en Chine avec 180 à 200 nuits claires par an et une humidité très réduite. D'octobre 1988 à mai 1989 en effet, aucune goutte d'eau n'est tombée sur la région de Pékin. De plus, à la différence des observatoires de Kunming et Shangai situés à seulement une dizaine de kilomètres des villes correspondantes, Xinglong au milieu des monts du Yanshan bénéficie d'un ciel très « noir ». En revanche, sa faible altitude lui impose les effets pervers et nuisibles de l'atmosphère résiduelle. La qualité des images reste très médiocre, de

Ci-contre, le premier observatoire de Pékin, fondé en 1279 par Kublaï Khan est aujourd'hui un musée. Ces secteurs et sphères armillaires d'un autre âge rappellent que la Chine est le pays à la plus longue tradition astronomique.

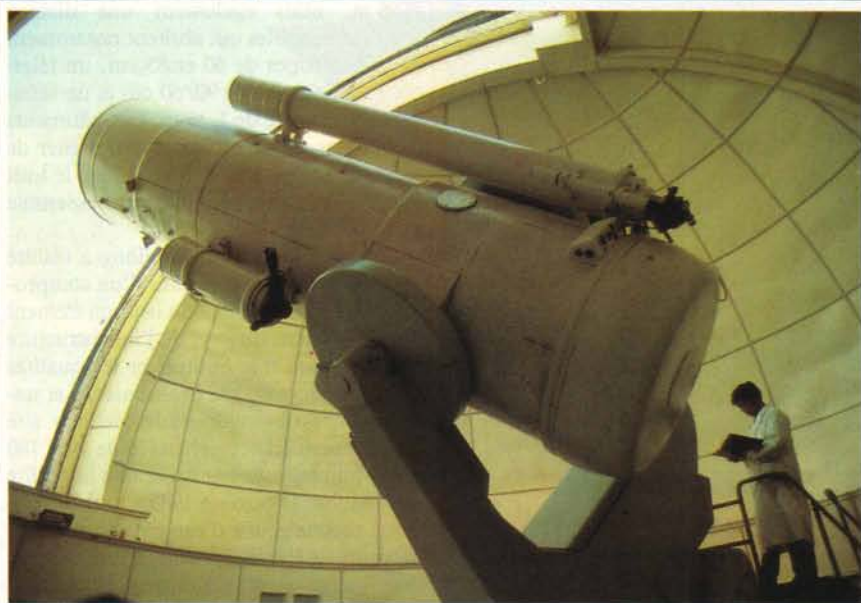
Ci-dessous, l'observatoire de Pékin moderne se trouve en fait à 150 km de la capitale chinoise, sur la commune de Xinglong, dans les montagnes du Yanshan.

a vu sa première lumière en décembre 1989. Avec cet instrument de grande taille dans un site de très bonne qualité, Pékin reprend ainsi sa place de capitale astronomique chinoise.

La station astronomique de l'observatoire de Pékin (longitude 117°34' E, latitude 40°13' N) est située à 150 km au nord-est de Pékin sur la commune de Xinglong, dans les montagnes du Yanshan. Un bon augure pour l'observatoire puisque « xinglong » en chinois signifie « prospère ». Grâce à sa relative proximité de Pékin, on peut atteindre Xinglong en quatre heures de route après quelques contrôles et plusieurs détours pour travaux. L'estafette qui vous y conduit, en général remplie de bonbonnes d'azote liquide, emprunte une route étroite qui traverse la Grande Muraille et serpente dans un paysage de terre jaune au milieu des montagnes de faible hauteur. L'observatoire lui-même est au sommet d'une falaise de 960 m de haut où l'on découvre non seulement le dôme fraîchement terminé du



Empire céleste



1'' à 3'' d'arc, principalement affectée par la présence fréquente des vents de Mongolie du Nord-Ouest. Pour cette raison, d'autres sites sont actuellement prospectés pour l'extension de l'observatoire, sur lesquels nous reviendrons.

L'histoire même de la station de Xinglong vaut auparavant d'être racontée car elle illustre bien les hauts et les bas qu'ont vécus, avant d'aboutir, les astronomes chinois ballottés par les nombreux bouleversements politiques de leur pays. Le télescope de 2,16 m qui vient d'être achevé est en fait un projet qui remonte à... 1957 et qui, sans des conditions particulièrement rocambolesques, aurait dû aboutir deux ans plus tard. En 1957 en effet, l'astronome chinois de renommée mondiale, Chen Maolen, qui venait de séjourner plus de trente ans en France, notamment à l'observatoire de Lyon et celui de Haute-Provence (OHP), rentre en Chine. Il soumet à Zhou Enlai, premier ministre de Mao Zedong, l'idée d'acheter clés en main, à la société anglaise Parson, un télescope exactement similaire à celui de 1,93 m qui venait d'équiper l'OHP. Pour redonner à Pékin, centre de la Chine socialiste, la place prépondérante en astronomie que lui avait soufflée Nankin, capitale de l'ancienne république, l'accord est obtenu sans difficulté et la commande passée sans délai. La société Parson s'est engagée à livrer en 1959. Malheureusement, une grève surprise paralyse l'activité de la société qui, pour poursuivre la construction, demande alors au gouvernement chinois une avance financière. La réponse tombe inévitable et définitive : la nouvelle Chine-socialiste ne peut contribuer par son intervention à briser une

grève. Le contrat, de ce fait, est rompu.

Survient alors le Grand Bond en avant, un mouvement politique de grande ampleur lancé par Mao et destiné à dynamiser la production chinoise en l'engageant à « compter sur ses propres forces ». L'enthousiasme des jeunes étudiants et chercheurs est immense : la Chine construira donc seule son télescope géant ! Pour marquer l'enjeu, sa taille sera de 2,16 m, de 2 cm supérieure au grand télescope de Kitt Peak (USA). En moins de trois mois, plus de 100 000 dessins sont

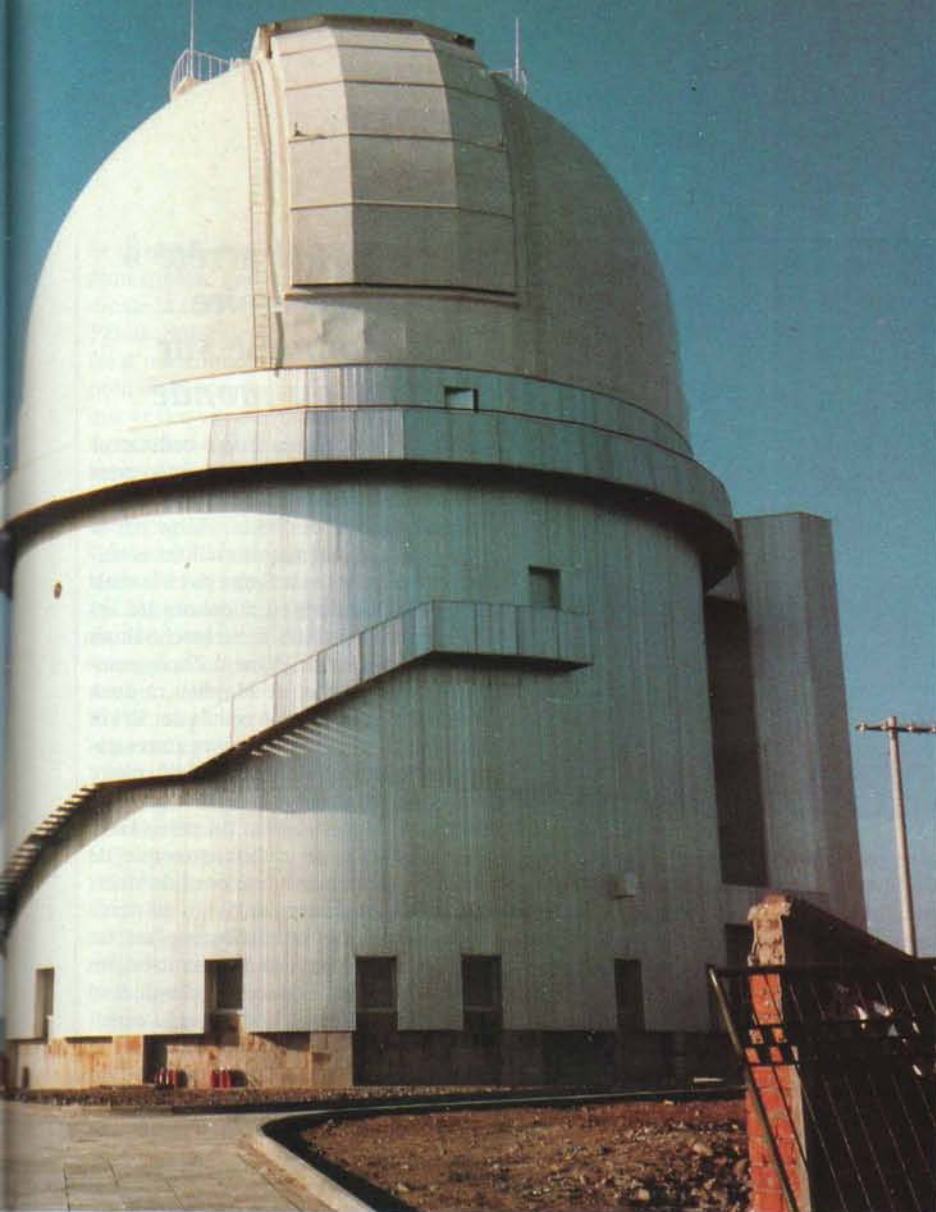
◀ Le télescope de Schmidt de Xinglong est équipé d'un miroir primaire de 90 cm et d'une lame de fermeture de 60 cm. Ouvert à $F/D : 3$, il offre un champ de $5,5^\circ \times 5,5^\circ$.

exécutés dans une atmosphère fiévreuse et le télescope prend forme. Pourtant, l'expérience manque. On décide donc sagement de réaliser tout d'abord un télescope plus petit de 60 cm. Ce premier télescope entièrement chinois ne verra pourtant le jour qu'en... 1968 !

ENTRE-TEMPS arrivent les années noires de 1960-64 ; les effets de la crise qui suivit le Grand Bond se font cruellement sentir. La construction du 60 cm ne peut reprendre qu'en 1964 et a juste le temps de s'achever pour 1966... le début de la Révolution culturelle, cette nouvelle vague de fond de contestation des cadres et des intellectuels. Interrompant toute activité scientifique, plus d'une centaine d'astronomes viennent planter des arbres à Xinglong. En 1969, ils réussissent pourtant, pour la première fois, à utiliser leur nouveau télescope de 60 cm pour tenter d'observer... le débarquement Apollo sur la Lune !

L'activité scientifique normale ne reprit qu'en 1974 et avec elle le projet initial de grand télescope. Finalement mis en construction en 1987, celui-ci voit son aventure s'achever le 8 décembre 1989, soit 32 ans plus tard, date à laquelle les premiers résultats scientifiques ont été obtenus grâce à une collaboration franco-chinoise.





Ci-dessus : le long réveil de la Chine ; le plus grand télescope du pays, achevé il y a quelques mois à peine, est un projet qui remonte à 1957. Installé dans cette coupole de 30 m de haut, le nouvel instrument est équipé d'un miroir de 2,16 m de diamètre.

Ci-contre : coopération franco-chinoise à l'observatoire de Pékin. L'équipe de Claude Catala, de l'observatoire de Meudon, a installé un spectrographe à fibres optiques et récepteurs CCD au foyer du télescope de 2,16 m.

Ce télescope de 2,16 m, à l'exception de son miroir actuel, a été réalisé entièrement en Chine, principalement par la Société d'instruments astronomiques de Nankin (NAIF). La coupole du télescope, haute de 30 m et surmontée d'un dôme de 21 m de diamètre pesant près de 250 tonnes, est particulièrement imposante. Elle semble démesurée par rapport au télescope, mais aurait été minutieusement étudiée à partir de l'expérience acquise avec le 1,52 m de Shanghai. Le télescope est situé à 20 m du sol, centré sur une monture de type allemand identique à celle de son modèle initial de l'OHP. L'axe horaire de 43 tonnes a été mis en place grâce à l'ingéniosité des mécaniciens chinois en équilibrage et

répartition des charges, car la structure porteuse du dôme ne pouvait supporter que 40 tonnes. Le miroir qui équipe actuellement le télescope est celui qui fut commandé à l'URSS au début du projet, dans les années soixante. C'est un miroir en Pyrex d'une épaisseur de 32 cm. Il devrait être remplacé courant 1990 par un des trois miroirs de 2,16 m en Zérodur coulés par la société Xinhua et polis par la NAIF. Les deux autres exemplaires vont servir de base à des projets futurs.

LE prix de revient total du télescope *made in China*, 20 millions de yuans pour le dôme et 10 millions pour le télescope soit l'équivalent de 60 millions de F en tout, est particulièrement compétitif. La maîtrise démontrée par les équipes d'ingénieurs chinois a d'ailleurs d'ores et déjà convaincu les astronomes espagnols qui leur ont commandé deux télescopes, un de 1,5 m et un de 90 cm pour équiper l'observatoire de Grenade.

Le 2,16 m chinois est un tube ouvert d'allure classique avec une structure tubulaire soutenant le secondaire et une mar-

guerite en deux demi-cercles pour protéger le primaire. Il possède un foyer coudé ouvert à f/45 (focale de 97 m) et un foyer Cassegrain ouvert à f/9 (focale de 19 m) offrant un champ utile de 16' x 16' d'arc sans correcteur et de 56' x 56' avec correcteur. Le pointage est piloté par un micro-ordinateur qui peut néanmoins être suppléé grâce à un chercheur de 2° x 2° de champ et deux lunettes guide de 20' d'arc de champ.

Ils tentent de voir le débarquement de l'homme sur la Lune !

En dehors des classiques plaques photos, l'instrumentation actuelle se limite à une cible CDD française Thomson (576 x 384 pixels) qui possède un excellent bruit de lecture et dont le cryostat a été fourni par l'Institut technologique de Californie (Caltech). Cette caméra CCD est utilisée pour la photométrie bidimensionnelle mais elle a également servi de récepteur pour un spectrographe à fibres optiques de l'observatoire de Meudon, installé temporairement en décembre 1989 par Claude Catala et son équipe lors d'une campagne multi-site. Cette observation a constitué le baptême scientifique du télescope. Hormis quelques problèmes mineurs avec le codage des coordonnées et un léger effet de « coma » dû au mauvais alignement du secondaire, le télescope a remarquablement fonctionné.

L'acquisition des données est réalisée par un ordinateur Microvax. Plusieurs autres instruments dont un spectrographe stellaire à moyenne résolution pour le foyer Cassegrain sont en cours de construction, et une nouvelle cible Texas (512 x 512 pixels) sensible dans le bleu est également attendue. Une immense salle située juste sous le plancher du télescope était également destinée à recevoir un spectrographe Coudé construit à Nankin, mais ce projet est en passe d'être abandonné. Le spectrographe ne comportait pas moins de six miroirs sur le trajet optique réduisant considérablement son rendement lumineux. Depuis l'arrivée sur le marché de fibres optiques de faible coût, la conception a été entièrement revue et la NAIF étudie à l'heure actuelle un spectrographe multi-objet à fibres à partir du foyer primaire. Le 2,16 m doit être utilisé dans le futur pour la spectroscopie d'objets faibles extragalactiques principalement par le groupe de cosmologie dirigé par le célèbre astrophysicien chinois Fang Lizhi.

Empire céleste



▲ Les astronomes chinois cherchent de nouveaux sites d'observation en haute altitude : au Tibet, la région de Ting-ri est particulièrement intéressante, avec quelque 330 jours d'ensoleillement par an. Un observatoire pourrait être installé sur le haut-plateau tibétain, entre 4 000 et 5 000 m. Les astronomes, en plus des étoiles, pourront profiter là-haut du spectacle du « Toit du monde », qui culmine à 8 848 m d'altitude. Photo Jean-Michel Asselin.

En dehors du nouveau bâtiment du 2,16 m, trois coupôles en file indienne au nord-est abritent respectivement un télescope de 60 cm, un télescope Schmidt de 90/60 cm et un télescope de 85 cm. Le 60 cm, premier instrument installé sur le site, est principalement utilisé pour la photométrie stellaire, en particulier pour l'étude des pulsions radiales d'étoiles brillantes comme Spica et δ -Scuti par Guo Shoujing, l'un des astronomes chinois les plus dynamiques et compétents. Le 85 cm est le dernier instrument arrivé à Xinglong avant le 2,16 m. En 1988, il a remplacé dans une coupôle déjà existante, un double astrographe de 40 cm, acheté à Carl Zeiss pour l'observation d'astres faibles du Système solaire. Son foyer Cassegrain à f/16 (focale 13,5 m) fonctionne actuellement avec plaques photos pour la photométrie de galaxies, mais devrait recevoir prochainement une caméra CCD. Enfin, le télescope de Schmidt de Xinglong est un instrument respectable avec un miroir collecteur de 90 cm et une lame de fermeture de 60 cm. Ouvert à f/3, il offre un champ

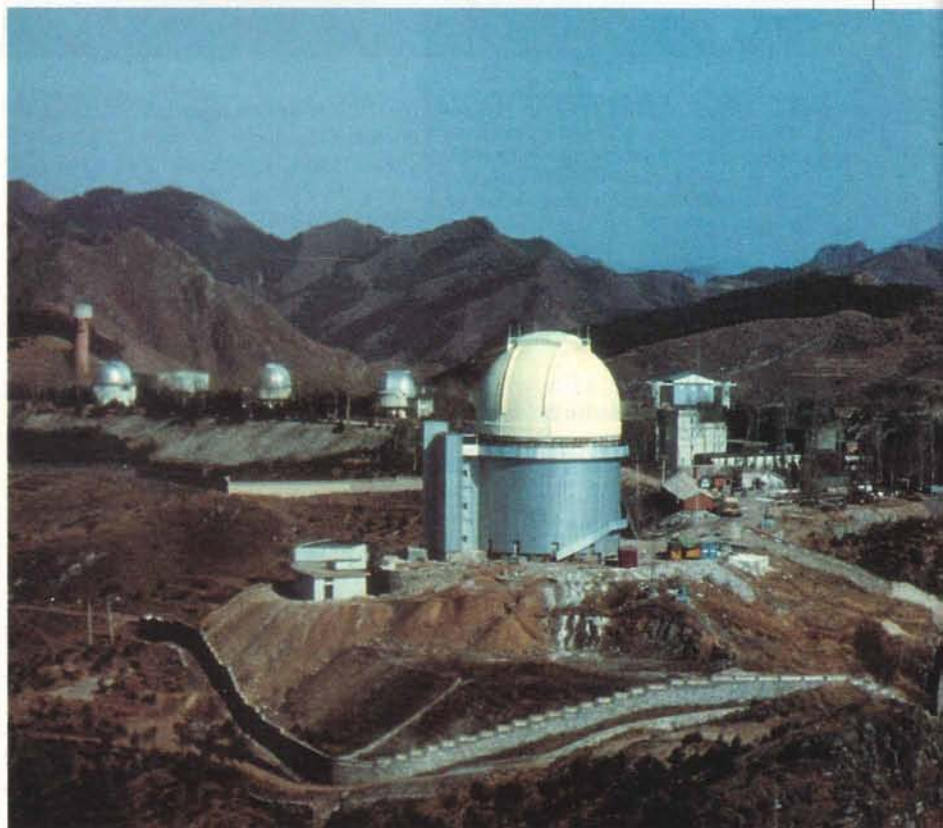
L'observatoire de Pékin regroupe 500 personnes, et gère actuellement 5 stations d'observation. En plus de celle de Xinglong, visible ici, cet institut possède l'observatoire solaire de Huairou, les radiotélescopes de Miyun, et les observatoires de géophysique et d'observation de satellites de Shahe et Tianjin. ▶

« Le Soleil arrêté » un observatoire astronomique sur le Toit du monde

moine) associé à un micro-ordinateur Datamax, il est dédié plus particulièrement à l'étude d'étoiles actives du type T-Tauri.

L'observatoire de Pékin, dirigé par le professeur Li Qibin auquel on doit ces réalisations récentes, ne se limite pas à la seule station de Xinglong. En dehors de ses bureaux et laboratoires de recherche situés dans le nord-ouest de Pékin, à Zhongguancun dans le quartier de Haidian, à deux pas de la grande université de Pékin (Beida), il gère également quatre autres stations radioastronomique (Miyun), solaire (Huairou), d'observations de satellites (Shahe) et du mouvement du pôle (Tianjin). La station de radioastronomie de Miyun est située sur la rive nord du réservoir de Miyun, à environ 10 km au nord-est de Pékin. Le radiotélescope est un interféromètre à synthèse d'ouverture comprenant 28 antennes paraboliques de 9 m de diamètre chacune. Il effectue la cartographie du ciel en ondes métriques et la recherche de restes de supernovae et d'objets extragalactiques variables. A Huairou, 60 km au nord de Pékin, sur une

utile de $5^{\circ}5 \times 5^{\circ}5$ pour une taille au foyer de 16 cm \times 16 cm. Il est intensément utilisé pour la recherche d'étoiles variables dans les amas ouverts et d'objets bleus extragalactiques. Le dernier télescope important de Xinglong est un télescope infrarouge de 1,26 m, mis en service en 1985. Il est contenu à grand peine dans une coupôle exiguë située dans la partie sud de l'observatoire. Équipé d'un photomètre infrarouge de type InSb (indium-anti-



île au milieu d'un autre réservoir, dans une atmosphère particulièrement calme, se dresse la tour solaire de l'observatoire de Pékin. Sorte de botte renversée surmontée d'une coupole, elle abrite un télescope pour la cartographie du champ magnétique et des vitesses radiales du Soleil. Les deux autres stations, à Shahe (dans la banlieue nord-ouest de Pékin) et à Tianjin (à 140 km au sud) sont respectivement utilisées pour la surveillance de satellites artificiels et l'étude de la variation de la latitude et de la position du pôle terrestre.

L'observatoire de Pékin regroupe plus de 500 personnes dont une centaine de scientifiques que j'ai pu rencontrer pendant un séjour de 9 mois et qui travaillent sur de nombreux sujets comme la cosmologie et l'extragalactique (Fang Lizhi, Liu Yulin, Ma Er), les étoiles binaires (Zhai Disheng, Shen Liangzhào) les novae (Zhang Erher)... En dépit des incidents politiques graves qui se sont déroulés en juin dernier et qui ont abouti à la réclusion d'un de leurs principaux animateurs scientifiques, Fang Lizhi, réfugié dans la prison dorée de l'ambassade des États-Unis, les astronomes de l'observatoire de Pékin ont conservé leur enthousiasme et leur confiance dans l'avenir.

L'expérience acquise par les ingénieurs chinois pour la construction de grands télescopes optiques leur offre de nombreu-



▲ Un vent de liberté soufflait sur la place Tien an Men, en juin 1989... L'un des principaux animateurs scientifiques du mouvement rénovateur, l'astrophysicien Fang Lizhi, actuellement réfugié à l'ambassade des États-Unis, attend des jours meilleurs pour observer de nouveau le ciel.

ses possibilités de développement, et c'est la raison pour laquelle de nouveaux sites sont actuellement prospectés. La Chine avec son immense territoire peut se payer le luxe d'imaginer quelques observatoires de rêves ! Dans une première étape, c'est un projet de télescope de Schmidt géant (2,16 m/11,5 m) qui est sur la table des techniciens chinois. Cet instrument, le plus grand de sa catégorie au monde, utilisera un des miroirs de 2,16 m produits par la NAIF comme collecteur et une lame de fermeture de 1,50 m dont la difficile réalisation a été confiée à l'Observatoire européen austral (ESO). Ce dernier fournira également une machine de type Cosmos pour mesurer les clichés de Schmidt. Le site retenu n'est distant que de 20 km à vol d'oiseau de Xinglong, mais cette fois-ci au sommet d'un pic de 2 100 m d'altitude qui devrait garantir la qualité des images. L'installation récente d'un relais de télévision a résolu de problème de l'accès routier.

AU-DELA de ce projet en cours, les astronomes de Pékin ont également lancé en 1988 une campagne d'étude de nouveaux sites. Partis en expédition du côté du Yunnan et du Tibet, ils sont revenus avec du bleu plein les yeux ! Un premier lieu a tout d'abord retenu leur attention, celui de Yang-ba-jing (littéralement « le Puit aux huit moutons ») sur le haut plateau du Tibet, à 90 km de Lhassa. Seulement 200 nuits claires par an, pourrait-on dire, mais avec une atmosphère extrêmement calme à 4 200 m d'altitude troublée seulement par quelques vents de printemps et d'automne. Le second site a déjà un nom à faire rêver : Ting-ri tout simplement « le Soleil arrêté », un nom

qui caractérise son exceptionnel ensoleillement. Sur une statistique de plus de dix ans, une moyenne de 330 jours de soleil par an (3 500 heures) a été relevée à la station météorologique la plus proche, à 4 200 m d'altitude près de Xigaze, la seconde ville du Tibet. Le site lui-même est à 130 km au sud-ouest et culmine à 5 500 m d'altitude, vers la frontière du Népal, à seulement 100 km de l'Everest, près de la route qu'empruntent de nombreuses expéditions d'alpinistes vers les monts de l'Himalaya. Aucune statistique n'est disponible sur le site, mais on enregistre à la station météo proche de Xigaze, environ 230 à 250 nuits claires par an, auxquelles on peut ajouter 70 nuits partiellement couvertes, avec un record de... 150 nuits claires d'affilée ! Et la situation sur le site à 5 500 m ne peut être que meilleure !

Les astronomes de Pékin, comme Guo Shoujing, envisagent sérieusement dans le futur l'installation d'un télescope, peut-être muni du troisième miroir de 2,16 m disponible actuellement. Une bonne constitution physique est à entretenir pour ceux qui voudront, à 5 500 m d'altitude, supporter les nuits certes blanches... mais ô combien étoilées. Un spectacle à couper le souffle ! Pour le moment, les scientifiques chinois attendent toujours de l'opinion internationale un soutien pour que le plus célèbre d'entre eux, l'astrophysicien Fang Lizhi puisse au moins revoir le ciel. ■

Sauf mention contraire les photographies de ce reportage sont de Jean-Marc Bonnet-Bidaud.

