

Historique du télescope

par Gaétan Herbinaux

publié le 22 février 2003

Astrocosmos.net

<http://www.astrosurf.com/univers/actualite.htm>

L'instrument scientifique qu'est le télescope a incontestablement influencé l'histoire de la culture. On lui doit la preuve expérimentale de la primauté du système héliocentrique de Copernic sur le système géocentrique de Ptolémée, avec toutes les conséquences scientifiques, philosophiques et religieuses que ce bouleversement a impliquées. On doit aussi aux lentilles et aux miroirs des grands télescopes la découverte de l'univers dans lequel nous vivons et la prise de conscience de la fuite des galaxies depuis le Big Bang. Et pourtant les instruments optiques ont bien peu attiré l'attention des scientifiques au moment de leur apparition.

Les premières lentilles remontent aux maîtres verriers du XIIIème siècle. Il en est fait mention pour la première fois dans les constitutions du métier des verriers vénitiens, datant de 1284 : on y parle de lapides ad legendum e roidi da ogli, c'est-à-dire de " lentilles grossissantes et lentilles pour lunettes ". L'idée d'assembler des lentilles différentes pour mieux voir des objets lointains était dans l'air dès la seconde moitié du XVIème siècle, mais il s'agissait plutôt de tentatives empiriques, sans théorie d'optique géométrique correcte à l'appui. Le Napolitain Giovan Battista Porta (1538 ?-1615), mi-scientifique, mi-charlatan, publia en 1558 un traité s'intitulant Magie naturelle, qui devint un best-seller : 23 éditions latines, 10 traductions italiennes, 8 françaises, ainsi que d'autres en néerlandais, en espagnol et même en arabe. Dans l'édition de 1589 apparut une première description de la lunette. Cette description fut faite plus explicitement dans le De Refractione (de la réfraction) de 1593. Kepler fut certainement un lecteur attentif de ce livre et en tira motif pour construire son propre télescope, le réfracteur képlérien, prototype de tous les réfracteurs modernes, qui utilise une lentille appelée " objectif " pour concentrer la lumière avant que l'image soit grossie par une autre lentille, appelée " oculaire ". Il est moins sûr que Galilée ait lu les œuvres de Porta. Ce dernier, en tous cas, se sentit dépossédé de cette invention, comme il l'écrivit avec dépit en août 1609 dans une lettre à Federico Cesi, où il s'attribuait la découverte de la lunette en faisant référence au De Refractione. Il est vrai que, suivant une lettre de Leonardo Conosciuto au cardinal d'Este, Porta s'apprêtait à " faire un instrument pour voir loin ". Ce même Porta annonça en 1586 au cardinal d'Este qu'il avait construit des " lunettes qui permettent de distinguer un homme éloigné de quelques milles ". Des inventions analogues sont revendiquées par Gualtierotti en 1598 et par Nicola Zucchi en 1600.



Lunette astronomique de Galilée (1610)



Galileo Galilei
Né à Pise en 1564 et mort à Florence le 8 janvier 1642

Bien vite, la technique se répandit. Des modèles de lunettes du type de celle qui sera appelée plus tard " galiléenne " (à objectif biconvexe et oculaire convexe, et redressant les images) furent construits en 1604 par des lunetiers hollandais, parmi lesquels Zacharias Janssen et Hans Lippershey. Isaac Beeckman, un savant qui fréquentait l'atelier du premier, écrivit dans son journal une note très révélatrice : " Hans Janssen dit que son père construisit le premier télescope de ce pays en l'an 1604, en imitant un modèle qui provenait d'Italie sur lequel était écrit : anno 1590 ". Une piste qui nous reconduit vraisemblablement à l'édition de la Magie naturelle de Porta imprimée en 1589. Le fait est qu'il devait déjà circuler quelques lunettes hollandaises dans la république sérénissime de Venise quand Galilée parla pour la première fois de son instrument, dans sa fameuse lettre du 24 août 1609 au doge Leonardo Donato.

Il convient de signaler que Galilée ne s'est jamais attribué la paternité de la lunette, mais plutôt sa redécouverte, son perfectionnement et son application à des études d'astronomie, trois faits qui ne peuvent lui être contestés. Le document le plus éloquent est la lettre que le savant pisan adressa le 29 août 1609 à son beau-frère Benedetto Landucci :

"Vous devez savoir qu'il y a deux mois s'est répandue ici la nouvelle qu'en Flandres a été présentée au prince Maurice une lunette fabriquée par un procédé tel que des choses très lointaines nous apparaissent très proches, de sorte qu'un homme distant de deux milles peut être vu distinctement. Cela me parut être un effet si merveilleux que je me suis mis à y réfléchir ; et, comme il me sembla que cela devait trouver son fondement dans la science de la perspective, je me mis à penser à sa fabrication ; je finis par retrouver le procédé, et de façon si parfaite qu'une de celles que j'ai réalisées dépasse de beaucoup ce que l'on sait de celle des Flandres. Comme la nouvelle que j'en avais fabriqué une atteint Venise, j'ai été appelé il y a six jours par Son Altesse Sérénissime à laquelle je la montrai, aussi qu'à tout le Sénat, provoquant la stupeur infinie de tous."

Le terme " télescope " fut très probablement créé par l'un des membres de l'Académie des Lincei, Demisiani, et employé pour la première fois en public au cours d'un banquet en l'honneur de Galilée, le 14 avril 1611, par Federico Cesi, le mécène qui fonda l'Académie des Lincei. Quant à Galilée, il améliora sans cesse la qualité et la puissance de ses lunettes. La meilleure grossissait trente fois. Celle qui est conservée au musée de l'Histoire des sciences de Florence est formée d'un tube en bois de 92 cm de long, recouvert de cuir et décoré de dorures ; elle a un objectif biconvexe, avec une ouverture utile de 16 mm, une distance focale de 96 cm et un oculaire biconcave (qui n'est pas un original) ; elle grossit 20 fois. Il y a quelques années, à l'observatoire d'Arcetri,

près de Florence, deux lunettes utilisées par Galilée furent placées à des fins didactiques sur la monture de la lunette équatoriale réalisée par Giovanni Battista Amici (opticien renommé et éminent botaniste) ; les observations décrites dans le *Sidereus nuncius* (le messager céleste) furent répétées : elles concernaient la Lune, Vénus (et ses phases), les satellites de Jupiter, Saturne, les taches solaires. Giorgio Abetti, directeur de l'observatoire d'Arcetri de 1921 à 1952, écrivit à cette occasion : " Il apparut que le meilleur objectif est celui qui possède une ouverture plus grande que les autres ; bien qu'il soit maintenant en plusieurs morceaux, il présente la meilleure qualité optique et un pouvoir de résolution d'environ 10 secondes d'arc ; avec cette séparation angulaire, Galilée pouvait donc tout à fait distinguer les satellites de Jupiter. "

Cependant, les observations ne devaient être ni commodes, ni faciles, car on n'a jamais retrouvé ni chevalet, ni système d'appui qui aurait permis à Galilée de rendre sa lunette stable et de faciliter le suivi du mouvement apparent des astres. Ceci ne l'empêcha pas d'effectuer des mesures très précises : selon l'astronome américain Kowal, Galilée aurait même observé sans le savoir la planète Neptune, le 28 décembre 1612 à 3h45 du matin, 234 ans avant sa découverte officielle à partir des calculs de Le Verrier.

Le principal défaut des lunettes galiléennes et des réfracteurs képlériens consistait dans le fait qu'ils n'étaient pas achromatiques. L'objectif, constitué d'une seule lentille, réfractait la lumière, avec le résultat que les couleurs du spectre (le bleu, le vert, le rouge,...) se focalisaient en des points différents. Les objets apparaissaient donc ornés d'un arc-en-ciel indésirable, de sorte que les détails les plus fins étaient noyés dans un mélange de couleurs. Pendant de nombreuses années, la seule solution fut de construire des objectifs à distance focale assez grande, afin de limiter les aberrations chromatiques. Les objectifs de Campani, Divini, Hévelius, Picard, Huygens, Colbert et Perrault rivalisaient en distance focale. On en arriva à des " télescopes en plein air ", sans tube, constitués d'un objectif placé au sommet d'une tour et d'un oculaire situé au niveau du sol, où se trouvait l'observateur : Cassini en utilisa certains qui avaient plus de cinquante mètres de long, en s'aidant de la tour de bois de Marly, à Versailles.

Le problème de l'aberration chromatique fut résolu dans la seconde moitié du XVIIIème siècle par l'opticien anglais Dollond, qui accoupla deux lentilles de verre avec des indices de réfraction différents (crown et flint) de façon à faire, à peu de chose près, coïncider les couleurs dans le plan focal. Fraunhofer (1787-1826) devint un maître de la construction de ces objectifs chromatiques, maintenant universellement répandus ; il fut suivi par d'autres grands opticiens, comme Merz et Alvan Clark. L'apogée de la lunette se situe à la fin du XIXème siècle, époque à laquelle furent construits les plus grands instruments de ce

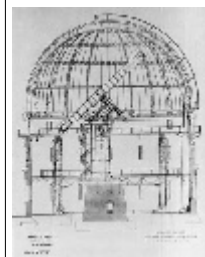
type, qui ne seront probablement jamais dépassés. La lunette la plus grande reste celle de l'observatoire Yerkes, dans le Wisconsin, construite en 1897 : le diamètre de sa lentille est de 1,02 m et sa distance focale est de 19,40 m. Il en existe quelques autres, de dimensions comparables, dont celle de l'observatoire de Meudon (diamètre, 0,83 m ; distance focale, 16,2 m). Il ne fut pas question d'aller plus loin que cet objectif monumental (œuvre de Clark), pour deux bonnes raisons. La première est que la réalisation de lentilles encore plus grandes représente des difficultés considérables et des coûts très élevés par rapport aux réflecteurs (voir plus loin) qui, eux, ne contiennent qu'une seule surface optique, celle du miroir (au lieu des quatre faces des lentilles de l'objectif d'un réfracteur). La seconde est que plus un objectif est grand, plus il est épais, donc plus il absorbe de lumière utile. On en arrive ainsi à un point au-delà duquel toute la lumière acquise grâce à l'augmentation du diamètre est perdue à cause de l'épaisseur des verres. Dans le cas de la lunette de l'observatoire Yerkes, 58 pour cent de la lumière reçue est absorbée par l'objectif.

La solution à ce problème est dans les télescopes à miroirs, dits réflecteurs. Ceux-ci constituent les télescopes proprement dits, par opposition aux lunettes. Dans cet article, le terme " télescope " s'appliquera donc, suivant le contexte, tantôt aux seuls réflecteurs, tantôt à tous les instruments destinés à l'observation à grande distance. Dans le cas des réflecteurs, la concentration de la lumière se faisant avec un miroir, il n'y a plus ni chromatisme, ni absorption de la lumière. Cette solution fut adoptée dès 1661 par l'Anglais James Gregory, mais la théorie en fut mise au point par Isaac Newton (1642-1727) dans ses *Lectures opticae* de 1669, de sorte que ce dernier est communément reconnu comme le père de ce type de télescope, destiné à devenir le plus répandu et le plus puissant. Newton lui-même en construisit un petit prototype avec un miroir de 25 mm de diamètre et une focale de 15 cm. Ce type de télescope devait jouer un rôle décisif dans le développement de l'astronomie. Néanmoins, la fabrication de miroirs de bonne qualité optique se heurtant à de nombreuses difficultés, le développement du réflecteur fut momentanément abandonné.

Longtemps, la lunette fut l'instrument préféré des " professionnels " de l'astronomie, c'est-à-dire ceux qui pensaient que leur principale fonction était de contribuer à la précision des mesures et à l'amélioration de l'inventaire céleste, de l' " histoire céleste ", comme on disait au XVIIIème siècle. Le télescope, à cette époque, satisfaisait plus ceux qu'attiraient avant tout l'ampleur et la richesse du spectacle, ainsi que la spéculation cosmologique. C'est l'un de ces " amateurs " du Ciel, William Herschel (1738-1822), musicien émigré du royaume de Hanovre en Angleterre, qui commença à la fin du XVIIIème siècle à perfectionner la technique de fabrication des miroirs. Il construisit de ses propres mains des télescopes dont les dimensions étaient sans



Joseph von Fraunhofer.
Né à Straubing (Bavière) le 6 mars 1787 et mort à Munich en 1826



Yerkes Observatory
Williams Bay, Wisconsin.
Design and Construction
Drawing for 40-inch Refractor
and Dome, 1897.
(Photo Credit: Yerkes
Observatory)

commune mesure avec les instruments de l'époque. Le diamètre de son plus grand miroir métallique atteignait 1,20 m. Il eut la bonne fortune de découvrir, grâce à l'un d'eux, la planète Uranus. Mais ce qu'il cherchait à comprendre, c'était la " constitution des cieux ", et il fut en effet le premier, après la révolution copernicienne, à tenter de reconstruire une image globale de l'Univers, à partir d'un programme d'observations systématiques des étoiles, amas stellaires et nébuleuses. Malgré les succès de Herschel, les lunettes restèrent prédominantes dans les grands observatoires du monde jusqu'à la fin du XIXème siècle, cela surtout grâce aux excellents objectifs achromatiques de Joseph Fraunhofer.

Les télescopes de Herschel furent longtemps les plus grands de leur catégorie. Mais au milieu du XIXème siècle, un gentilhomme irlandais, William Parsons, comte de Rosse (1800-1867), construisit un télescope encore plus grand : le miroir du " Léviathan de Parsonstown ", mis en service en 1845, avait un diamètre de 1,80 m. Des problèmes d'ordre technique, climatique et social en empêchèrent toutefois une exploitation efficace : le maniement du télescope et son utilisation difficile en raison du climat brumeux de l'Irlande, autant que la famine de l'époque, qui poussa un grand nombre de gens à émigrer, détournèrent l'attention de notre gentilhomme. Son télescope conduisit néanmoins à une découverte fondamentale : il fournit la preuve que certaines " nébuleuses " qui ne pouvaient pas être résolues en étoiles individuelles possédaient une structure en forme de spirale. Les " nébuleuses spirales " devenaient une nouvelle catégorie d'objets célestes dont la véritable nature (galaxies spirales) ne fut définie que septante-cinq ans plus tard.

A peu près à la même époque, le directeur de l'observatoire d'Edimbourg, Charles Piazzi Smith, étudia le climat des îles Canaries. En 1856, il effectua une première expédition à Tenerife, où il construisit un poste d'observation provisoire pour quelques semaines : les conditions de vue sur l'île montagneuse se révélèrent nettement supérieures à celles des observatoires situés à moindre altitude - découverte de la plus grande importance pour l'astronomie.

L'idée de Piazzi Smith de construire des observatoires sur les sommets des montagnes se répandit surtout aux Etats-Unis. Ainsi, la planification et la construction de l'observatoire Lick, près de San Francisco, serviront de modèle aux premiers grands observatoires. Dans un premier temps, il fallait un mécène, prêt à fournir les fonds nécessaires à un tel projet. Il fut trouvé en la personne de James Lick, un ancien menuisier de Californie ayant fait fortune dans la fabrique de pianos à l'époque de la ruée vers l'or. Il avait d'abord envisagé de se faire construire un tombeau en forme de pyramide au centre de San Francisco, mais il changea d'avis et décida de faire un don de 700.000 dollars pour la construction d'un observatoire au sommet du mont

Hamilton (près de San Francisco, à une altitude de 1200 m). La seule condition de Lick était d'être enterré dans les fondations du télescope. Sa volonté fut exaucée à sa mort en 1876.

Les grands observatoires du XIXème siècle étaient tous équipés de lunettes. Le réfracteur de Lick était, lors de son installation, la lunette la plus grande au monde, avec un objectif de 0,91 m de diamètre et une distance focale de 17,60 m. Il permit l'observation d'étoiles doubles ainsi que la prise de clichés photographiques de la surface lunaire. En 1895, l'observatoire fut équipé d'un deuxième télescope, un réflecteur " d'occasion " de 0,93 m, hérité d'un astronome amateur anglais, Crossley. Pendant longtemps, celui-ci ne fut guère utilisé en raison de nombreux problèmes techniques. Mais les astronomes ne voulurent pas en rester là : tandis que Edward E. Barnard, pionnier de la photographie céleste, enregistrait - à l'aide de grandes lentilles sphériques généralement utilisées pour la photographie de portraits - des amas galactiques lumineux et des nébuleuses obscures, James Keeler révisa complètement le télescope de Crossley et commença, en 1898, à s'en servir pour la photographie de nébuleuses gazeuses et spirales. En 1904, le réflecteur de Crossley obtint une nouvelle monture anglaise de type axial. Le télescope sert encore sous cette forme aujourd'hui.

Le grand observatoire américain Yerkes fut construit en 1897 sous la direction de George Ellery Hale (1868-1938), astronome qui découvrit les champs magnétiques du Soleil, gestionnaire passionné et acharné de la recherche astronomique. C'était un don du magnat Charles Yerkes, constructeur de tramways et promoteur immobilier douteux. Son équipement ressemblait à celui de l'observatoire Lick, son réfracteur étant toutefois un peu plus grand (1,02 m de diamètre, 19,40 m de longueur focale). Situé à proximité de l'université de Chicago, l'observatoire Yerkes ne s'élève que peu au-dessus du niveau de la mer. Outre le réfracteur (le plus grand jamais construit), l'observatoire dispose d'un réflecteur de 0,60 m de diamètre, fabriqué par l'opticien George W. Ritchey. Mais Hale ne voulait pas se contenter des deux instruments. Avec ses propres moyens et l'aide généreuse d'un industriel de l'acier, Andrew Carnegie, il érigea en 1908 près de Los Angeles, à 1800 m d'altitude, l'observatoire du mont Wilson, qui dispose, outre des télescopes solaires, de deux grands réflecteurs principaux : un premier miroir de 1,50 m et un second de 2,54 m (le télescope Hooker). Avec ce dernier, le plus grand de l'époque, Edwin Hubble effectua dans les années 1920 ses célèbres études extragalactiques.

Un télescope est essentiellement un instrument qui sert à recueillir la lumière, et à en recueillir le plus possible sans dégrader la qualité du message lumineux. Contrairement à ce que croient les profanes, le grossissement du télescope importe peu. Ce qui compte avant tout, c'est la qualité d'information lumineuse que l'instrument réussit à amener au foyer, où se trouve l'œil de l'observateur, une plaque photographique ou

un récepteur électronique. Le pouvoir de résolution, c'est-à-dire la capacité du télescope de séparer deux points très voisins, est directement lié au diamètre du télescope. La turbulence atmosphérique limite cependant ce pouvoir de résolution. Quant au grossissement, il est difficile en pratique de dépasser le facteur mille. Le facteur sur lequel on peut le plus facilement agir est donc la quantité de lumière recueillie, qui varie comme le carré du diamètre de l'objectif. Intervient aussi, cependant, le besoin d'une focale courte afin d'obtenir, avec des poses relativement brèves, une grande concentration de lumière sur un champ étendu (de quelques degrés plutôt que les 10 à 20 minutes d'arc des télescopes habituels). Pour obtenir ces deux caractéristiques, l'opticien d'origine estonienne Bernhard Schmidt inventa un nouveau type de télescope, qui est un compromis entre le réflecteur et le réfracteur : le miroir y est sphérique plutôt que parabolique et les aberrations sont corrigées par une lame dite " correctrice ", de forme particulière. On doit aux télescopes de Schmidt une grande partie des progrès de l'astronomie récente ; le télescope de Schmidt installé au mont Palomar a notamment photographié tout le ciel boréal jusqu'à la magnitude 21. Naturellement, les difficultés de construction sont immenses. Le télescope de Schmidt du CERGA (Centre d'études et de recherche en géophysique et en astronomie), situé sur le plateau de Calern, au-dessus de Grasse, a un miroir de 150 cm et une lame correctrice de 90 cm, transparente à l'ultraviolet ; l'accessibilité à ces longueurs d'ondes lui donne un atout précieux vis-à-vis des autres télescopes de Schmidt du monde entier.

Le plus grand télescope " conventionnel " du monde a été, jusqu'en 1975, le télescope de 5 m du mont Palomar, capable de recueillir un million de fois plus de lumière que l'œil humain, et donc de voir des étoiles un million de fois plus faibles. Sa réalisation est due à la ténacité de George Ellery Hale.

L'histoire du géant optique situé à 1800 m d'altitude, dans les montagnes de Californie, entre Los Angeles et San Diego, appartient désormais à l'histoire de la technologie. Hale obtint de la fondation Rockefeller le financement nécessaire et lança dès 1928 le projet du nouvel instrument. Les premières tentatives visant à couler un miroir de quartz échouèrent : la General Electric de Lynn, dans le Massachusetts, jeta l'éponge. La société de fonderie de verre Corning, dans l'état de New York, essaya à son tour. Cette fois, le matériau choisi fut du verre Pyrex. Après les préparatifs nécessaires, la fusion advint le 25 mars 1934. Cette tentative ne fut pas satisfaisante, de sorte qu'un second miroir fut fabriqué ; celui-ci réussit parfaitement. Le refroidissement du miroir, de la température initiale de 3000° à la température ambiante, demanda environ dix mois, durant lesquels la Corning fut menacée d'une inondation. Transporté dans un wagon spécial à Pasadena, le disque de verre fut soumis à dix années de travail visant à lui donner

une forme d'abord sphérique (de 34 m de rayon de courbure, le centre étant creusé de 10 cm par rapport au bord), puis parabolique. Celle-ci diffère de la précédente d'un dixième de millimètre.

La réalisation de la partie mécanique ne fut pas facile, elle non plus. Le tube du télescope, long de 17 m, pèse à lui seul 125 tonnes ; le tout pèse 400 tonnes. Un tour de 44 m de diamètre a été nécessaire pour fabriquer la fourche de la monture équatoriale. Le diamètre de la coupole qui abrite cet œil gigantesque est de 42 m. L'ensemble fut inauguré le 3 juin 1948, alors que Hale lui-même, dont le télescope porte à juste titre le nom, s'était éteint depuis dix ans.

Depuis 1975, le record, en terme de surface collectrice, est détenu par le télescope de 6 m placé par les Soviétiques sur le mont Pastoukov, dans le Caucase, à l'altitude de 2070 m. L'optique y est encore conventionnelle, mais la monture est de conception différente. Généralement les télescopes ont une monture équatoriale, c'est-à-dire qu'ils tournent autour d'un axe parallèle à l'axe de rotation terrestre. Ainsi, le mouvement apparent de la voûte céleste peut être compensé par un seul mouvement. Mais, avec les grands télescopes, les choses ne sont pas si simples. Ils tendent à fléchir sous leur poids, de sorte que le miroir subit des sollicitations diverses suivant l'inclinaison. Les techniciens soviétiques ont donc choisi un autre type de monture, dite altazimutale : le télescope est mobile dans le plan horizontal et dans le plan vertical. La monture est plus sobre et plus robuste, et n'exige pas de plan d'étude spécifique au lieu d'observation. Il y a certes le désavantage que le suivi de la voûte céleste demande deux mouvements différents suivant deux axes de rotation, mais aujourd'hui les ordinateurs résolvent très aisément ce problème.

Pour le reste, le télescope soviétique, connu sous le sigle BTA (Bolchoï teleskop altazimoutal'nyi, grand télescope altazimutal) est simplement une version agrandie de celui du mont Palomar. Tous les chiffres y sont imposants, tout à fait conformes au désir soviétique de gigantisme. Le télescope pèse 840 tonnes. Malgré cela, il glisse sur un très mince film d'hélium sous pression et peut être déplacé avec un moteur électrique d'à peine quatre cents watts. La coupole a un diamètre de 46 mètres et pèse 1000 tonnes : deux couches métalliques séparées d'un interstice de 2 m garantissent l'isolement thermique. Le miroir principal pèse 42 tonnes. Il a fallu deux années entières pour que le verre qui le forme (de 65 cm d'épaisseur) se refroidisse sans tension interne et sans former de bulle. La réalisation optique du miroir primaire, aux usines LOMO de Leningrad, ne donna pas de résultat satisfaisant au début. LOMO changea alors de matériel et choisit le Sitall, l'équivalent du Cervit utilisé dans les pays occidentaux. Cette fois, l'entreprise réussit.

Le BTA est en mesure de distinguer des étoiles un million et demi de fois plus faibles que celles qui sont visibles à l'œil nu. Une bougie



Télescope George Ellery Hale. Inauguré le 3 juin 1948, près de mille personnes furent réunies ce jour là.



BTA (Bolchoï teleskop altazimoutal'nyi, grand télescope altazimutal) L'observatoire est situé près du mont Pastukhova à une altitude de 2070 m.



Bloc de Pyrex encore non poli servant de base à l'élaboration des premiers grands miroirs.

placée à trente mille kilomètres ne lui échapperait pas. C'est beaucoup, mais ce télescope ne " descend " qu'une demi-magnitude plus bas que le télescope de 5 m du mont Palomar. Le BTA, sous de nombreux aspects, apparaît en fait comme un épigone. Les télescopes " conventionnels " (mais plus modernes) construits aujourd'hui ont des diamètres d'environ 4 m, ce qui représente le meilleur compromis entre coût et prestation. A cette catégorie appartiennent le télescope Mayall de Kitt Peak, celui de Cerro Tololo au Chili, celui de l'observatoire européen austral, également au Chili, le télescope anglo-australien (AAT) à Siding Spring, en Australie, le télescope hispano-allemand à Calar Alto, en Espagne, ainsi que le télescope Canada-France-Hawaii, situé sur la grande île d'Hawaii, au sommet du volcan Mauna Kea, à 4200 m d'altitude.

Un saut qualitatif important restait à faire par rapport à cette génération de télescopes, dans la quête de plus grandes surfaces collectrices ; il devait reposer sur une conception tout à fait différente des miroirs.

Le prototype des télescopes à miroirs multiples fut réalisé en Arizona, au sommet du mont Hopkins (2800 m) par l'observatoire Smithsonian de Cambridge (Massachusetts). Il s'apparente à l'œil composé des insectes, constitué de multiples petits yeux élémentaires et formant une image mosaïque : six miroirs de 1,8 m de diamètre sont montés en parallèle, réglés par ordinateur à l'aide d'une " étoile artificielle " à laser, de façon à concentrer la lumière en un point unique, où se recompose parfaitement l'image. Prévu pour travailler dans le proche infrarouge, le MMT (Multi-Mirror Telescope) équivaut à un instrument monolithique de 4,5 m de diamètre et se trouve ainsi au troisième rang mondial, en termes de surface collectrice. En fait, le MMT doit être considéré avant tout comme un prototype des grands télescopes de l'avenir.

Ici, comme pour le télescope soviétique, une monture altazimutale a été adoptée. Le caractère innovateur apparaît aussi dans l'architecture. L'édifice qui abrite le MMT ne ressemble en rien aux coupôles des observatoires astronomiques : c'est un parallélépipède blanc, grand comme un immeuble de quatre étages. Mais cet immeuble, haut de 18 m, long de 21 m et pesant 450 tonnes, peut tourner sur lui-même lentement, activé par deux moteurs électriques de quatorze chevaux seulement. Pendant les observations, l'édifice tourne avec le télescope. L'équivalent du cimier des télescopes classiques est une ample fenêtre en forme de L renversé, sur l'un des côtés et sur le toit du parallélépipède. Ainsi, en tournant l'édifice de 270° dans les deux directions, il est possible de couvrir (et même de façon redondante) tout le ciel, donc de pointer le télescope dans n'importe quelle direction.

Le système optique proprement dit ne pèse que le dixième d'un système classique avec miroir monolithique correspondant à la même surface



Nouvelle version du MMT (2000 - Mont Hopkins, Arizona).

Cette nouvelle version possède un miroir unique de 6,5m de diamètre rendu possible grâce aux nouvelles techniques de fabrication des miroirs.

collectrice (3500 kg au lieu de 35000 kg). Pas d'oculaire ni d'endroit privilégié pour l'observateur : les données sont recueillies par des récepteurs électroniques et enregistrées directement sur une bande magnétique reliée à un ordinateur. Il fut mis en service en 1979.

Américains, Soviétiques et Européens ont très vite évalué la possibilité de construire de grands télescopes à miroirs multiples suivant la technique expérimentée au mont Hopkins. Plusieurs congrès sur ce thème ont été organisés à diverses occasions, notamment par l'Observatoire européen austral à Genève, en septembre 1983, et à Garching, près de Munich, en avril 1984.