

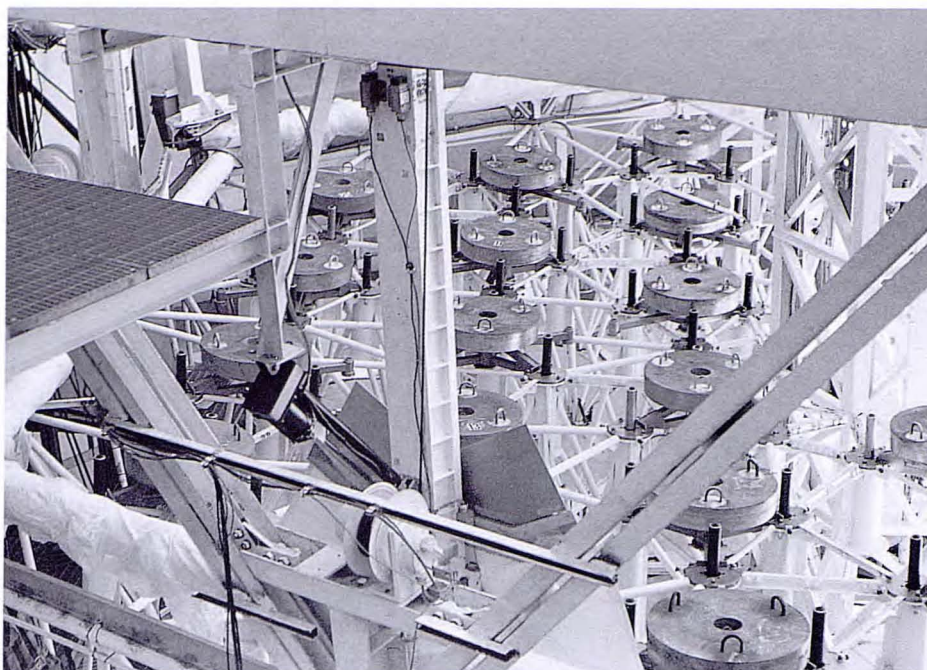
# TECHNOLOGIE CATALANE DANS LE TÉLÉSCOPE KECK



© JOSEP M. FUERTES

GRÂCE À SON GRAND POUVOIR DE RÉOLUTION,  
LE NOUVEAU TÉLÉSCOPE KECK PERMETTRA D'OBSERVER  
DES OBJETS PLUS ÉLOIGNÉS DANS LE TEMPS ET D'OBTENIR  
DAVANTAGE D'INFORMATIONS SUR LA FORMATION DES  
ÉTOILES ET DES GALAXIES. UN CERTAIN NOMBRE DE  
CHERCHEURS CATALANS ONT FAIT PARTIE DE L'ÉQUIPE  
RESPONSABLE DU DESSIN DU NOUVEAU SYSTÈME DE  
CONTRÔLE, ET LA CONSTRUCTION DE SA COMPLEXE  
STRUCTURE MOBILE PORTE LA MARQUE DE FABRICATION  
D'UNE ENTREPRISE DE NOTRE PAYS.

JOSEP M. FUERTES | ARMENGOL DÉPARTEMENT D'INGÉNIEURIE DE SYSTÈMES, AUTOMATIQUE  
ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE. UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BARCELONE



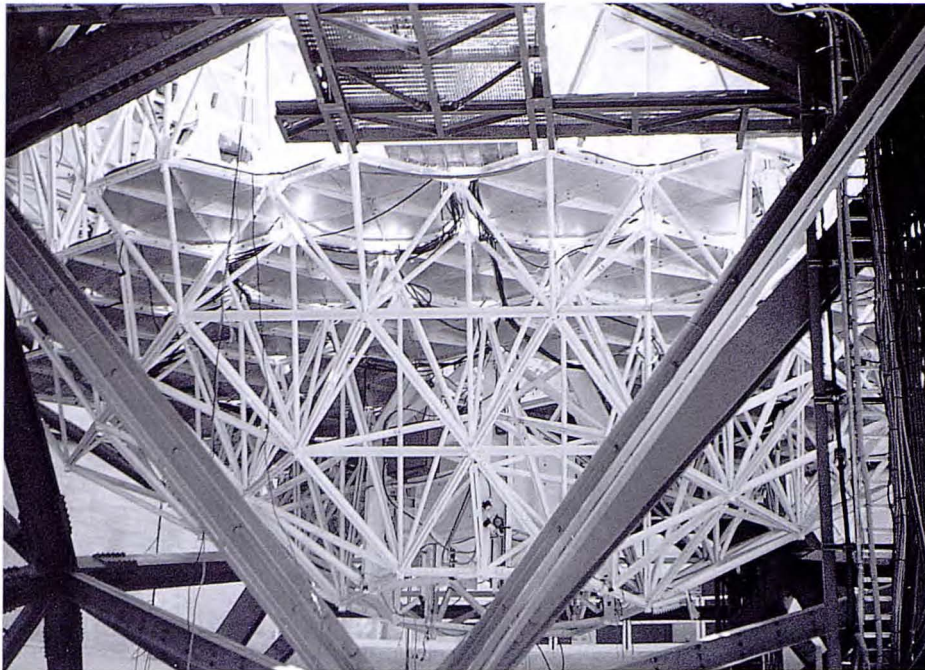
© JOSEP M. FUERTES

L'observation des objets astronomiques est un fait scientifique de longue tradition. On sait que toutes les cultures, depuis l'antiquité la plus reculée, ont mené à bien des travaux en la matière. Au début du XVII<sup>e</sup> siècle, Galilée construisit un instrument rudimentaire qui, avec une ouverture de 3 cm, réussissait à augmenter de façon spectaculaire le nombre d'objets détectables. La progression des observations a été extraordinaire, depuis les détections initiales des planètes et de leurs satellites dans le système solaire jusqu'aux quasars, pulsars, lentilles gravitationnelles, galaxies qui se heurtent ou nuages de matière sombre qu'on a pu observer en utilisant des télescopes opérant dans différentes parties du spectre d'observation, des rayons X aux spectres optique, infrarouge ou ultraviolet. Cependant, ces améliorations quant à la connaissance de l'Univers n'apportèrent toujours pas de réponse à une série de questions fondamentales, notamment celles concernant l'origine et la formation des étoiles, galaxies et objets astronomiques. En utilisant des systèmes technologiquement avancés, les nouveaux instruments permirent de progresser dans ce domaine et de confirmer ou de rejeter des théories. Ce succès entraîna toute une série d'améliorations qui aboutirent au dessin de télescopes optiques chaque jour plus grands et plus puissants. On s'ef-

força à chaque fois d'utiliser, jusqu'à la limite de leurs possibilités, toutes les ressources technologiques disponibles. L'évolution du dessin des télescopes optiques classiques culmina avec la construction, vers le milieu de notre siècle, du télescope Hale, installé au Mont Palomar en Californie, qui possède un miroir primaire monolithique de 5 m de diamètre, 70 cm d'épaisseur et pesant 20 tonnes. Étant donné qu'un télescope doit pouvoir être orienté vers différentes positions dans l'espace –et qu'il doit compenser le mouvement de rotation de la Terre afin de pouvoir observer avec précision des points "fixes" de l'espace–, la structure supportant le miroir est massive, rigide et extrêmement lourde. Ainsi, le poids de la partie mobile d'un télescope (miroir, tube, support, systèmes de rotation et inclinaison du tube) peut arriver à peser jusqu'à 500 tonnes.

À partir du télescope Hale, on se rendit compte que si l'on voulait construire des télescopes plus grands et puissants, il fallait opter pour un nouveau dessin qui permette de surmonter la barrière technologique antérieure. En effet, si on doublait, en suivant la même structuration, le diamètre du miroir, on multiplierait par huit le poids de la partie mobile. On arriva ainsi à une nouvelle génération de télescopes possédant de plus grands miroirs et pesant moins lourd. Le télescope W. M. Keck est un bon

exemple de ces nouveaux instruments. Comme il fallait réduire le poids de la structure mobile, on décida donc de diviser le miroir, de 10 m de diamètre, en une réticule ou mosaïque formée de 36 segments hexagonaux de 2 m de diamètre et 7,5 cm d'épaisseur. Le choix de ces caractéristiques se fit en tenant compte à la fois de la facilité de manipulation, construction, complexité des supports et coût des segments –dont la qualité augmente plus leur diamètre est petit–, et de la complexité de contrôle qui augmente avec le nombre de miroirs. L'ensemble de ces segments doit former une surface parabolique de rotation autour de l'axe du télescope et ayant un très grand degré de précision. La structure supportant le miroir a été construite moyennant l'entrelacement de barres rigides, en utilisant des systèmes de dessin assisté par ordinateur (CAD), ce qui a réduit le poids de la structure et augmenté la rigidité de la déformation. On a ainsi obtenu un miroir de 15 tonnes et une partie mobile pesant en tout 270 tonnes. La construction de cette structure fut commandée à l'entreprise catalane Schwartz-Haumont de Vilaseca-Salou. C'est une entreprise qui possède une grande expérience dans la construction de structures métalliques spéciales pour des applications telles que, par exemple, les antennes de transmission de grandes dimensions. En utilisant un système automatisé



© JOSEP M. FUERTES

de dessin assisté de la fabrication, elle produit toutes les pièces de la structure, les présente et vérifie leur opérativité. Ensuite, elles furent envoyées à Hawaï, à l'observatoire installé au sommet d'un volcan éteint de 4 200 m d'altitude.

Le succès de ce télescope ne réside pas uniquement dans sa partie structurelle. Le système dynamique de contrôle de la position des segments a garanti que les erreurs soient négligeables pour que les images observées aient une qualité suffisante. Vu que les déformations mécaniques peuvent atteindre un millimètre et que les tolérances de la surface optique doivent être inférieures à 50 nanomètres, il fallait prévoir un automatisme qui, à chaque instant de temps, détecte à travers des capteurs de position et d'inclinaison de chacun des miroirs, un algorithme de contrôle qui interprète les lectures des capteurs pour décider où il fallait que les segments soient situés. On avait également besoin d'un servosystème qui place les segments dans la position désirée. Ce système de contrôle utilise les mesures de 168 capteurs de position installés dans les segments et envoie des consignes à 108 moteurs qui provoquent le déplacement individualisé des 36 segments. Le support informatique du système dynamique de contrôle est composé d'un système à processeurs multiples comprenant 12 processeurs

de grande vitesse travaillant parallèlement. Neuf d'entre eux sont chargés du traitement préalable des signaux provenant des capteurs, et préparent les signaux de commande pour les transmettre au dispositif de déplacement des segments. Les autres effectuent les tâches de computation des algorithmes de contrôle, de communication avec l'opérateur du télescope, de supervision et de coordination des différentes tâches de contrôle.

C'est le Lawrence Berkeley Laboratory de l'université de Californie qui fut chargé de dessiner ce système de contrôle. Une équipe d'ingénieurs et de techniciens réalisa le système ordinateur et les programmes de contrôle. Participèrent à cette tâche deux scientifiques catalans: le physicien Jordi Llacer, du Lawrence Berkeley Laboratory, et l'ingénieur Josep M. Fuertes, de l'Université polytechnique de Catalogne, qui participa pendant un an au programme scientifique entre les universités catalanes et l'université de Californie. Leurs contributions à ce télescope consistèrent à réaliser des études du comportement dynamique du système actif de contrôle des segments du télescope et à évaluer les résultats par rapport aux caractéristiques du dessin.

L'observatoire fut officiellement inauguré fin 1991. Le télescope, dont 9 segments seulement sur les 36 du miroir

avaient été installés, présenta sa première lumière. Bien qu'incomplet, il possédait déjà la même surface collectrice que le télescope d'Hale. Les segments restants seront mis en place au cours de l'année 1992 et on pourra alors évaluer au plan expérimental les résultats de ces nouveaux dessins et technologies. Les résultats obtenus jusqu'ici sont tellement positifs qu'on a déjà financé la construction d'un télescope jumeau, situé au sommet du même volcan Mauna Kea, à Hawaï, à moins de deux cents mètres du premier. Par ailleurs, un consortium européen a entrepris les travaux de dessin d'un télescope de 15 m de diamètre reposant sur une segmentation similaire du miroir primaire.

La télescope sera utilisé à des fins scientifiques en rapport essentiellement avec les théories cosmogoniques actuelles. Son grand pouvoir de résolution permettra d'observer des objets plus éloignés dans le temps, d'obtenir davantage d'information sur la formation des étoiles et des galaxies, d'analyser l'activité se produisant au centre de notre Voie lactée et d'observer des objets très peu lumineux. Les résultats que l'on obtiendra des observations nous encouragerons vraisemblablement à mieux connaître notre monde et serviront en même temps à consolider les avancées technologiques développées dans le domaine du dessin et de la construction de cet instrument. ■