

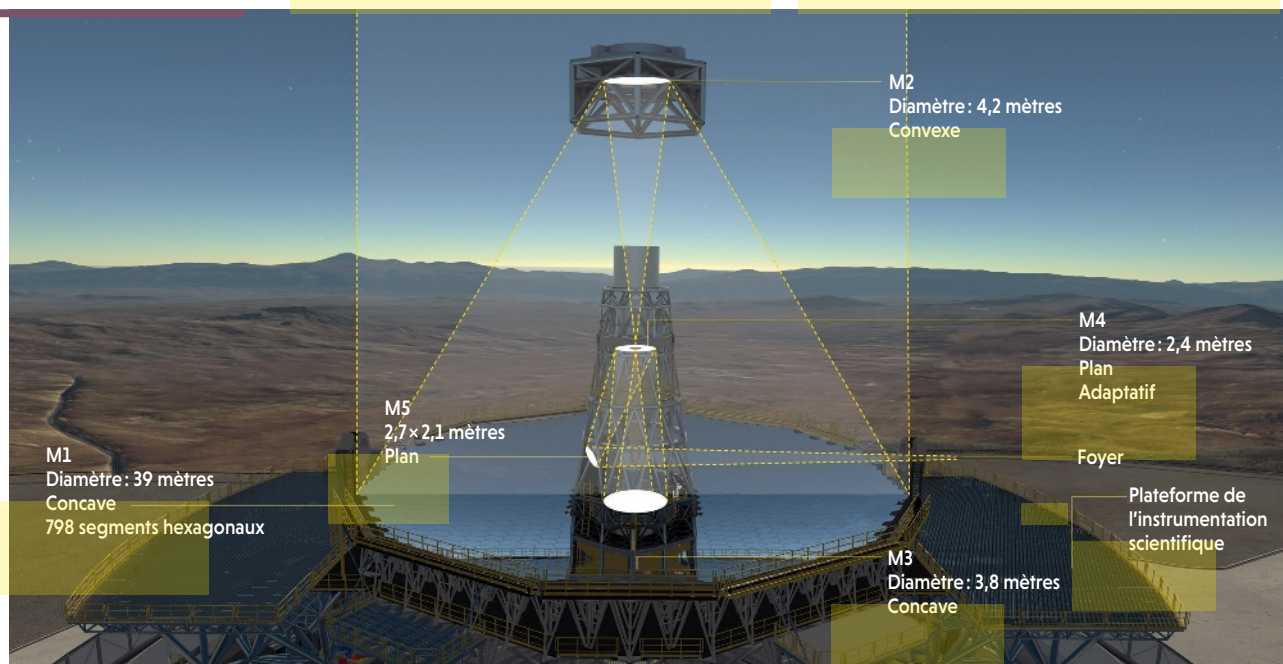
Avec une telle taille de miroir, les coûts et les difficultés techniques explosent. Les plus grands télescopes en service actuellement se divisent en deux groupes selon que leur miroir est constitué d'une seule pièce, comme les quatre télescopes qui composent le *VLT* du mont Paranal, ou qu'il est segmenté, c'est-à-dire composé d'un assemblage de pièces plus petites. C'est le cas des deux télescopes de l'observatoire *Keck*, du *GTC* et ce sera aussi celui de l'*ELT*.

UN MIROIR SEGMENTÉ

La raison de ce choix est simple: à partir d'une certaine taille, il est techniquement impossible de tailler et de polir un miroir d'un seul bloc. La solution est donc de fabriquer plusieurs pièces et de les assembler. Toutefois, pour qu'un miroir segmenté puisse remplir sa

mission scientifique, en particulier en ce qui concerne la qualité de l'image, le véritable défi consiste à disposer et maintenir toutes les parties de façon que l'ensemble se comporte comme un miroir géant d'un seul tenant.

Dans le cas de l'*ELT*, le miroir primaire sera composé de 798 segments hexagonaux, d'environ 1,4 mètre de diamètre entre 2 sommets opposés. Chacun sera équipé de 12 capteurs et 3 actionneurs ainsi que d'autres mécanismes de contrôle de sa position. Le tout fait du miroir primaire le système le plus complexe de l'observatoire. La tolérance maximale de décalage vertical entre deux segments adjacents est de quelques dizaines de nanomètres et les défauts de surface ne peuvent excéder 20 nanomètres, ce qui requiert un procédé de polissage extrêmement long et coûteux de 6 ans. Au-delà ➤

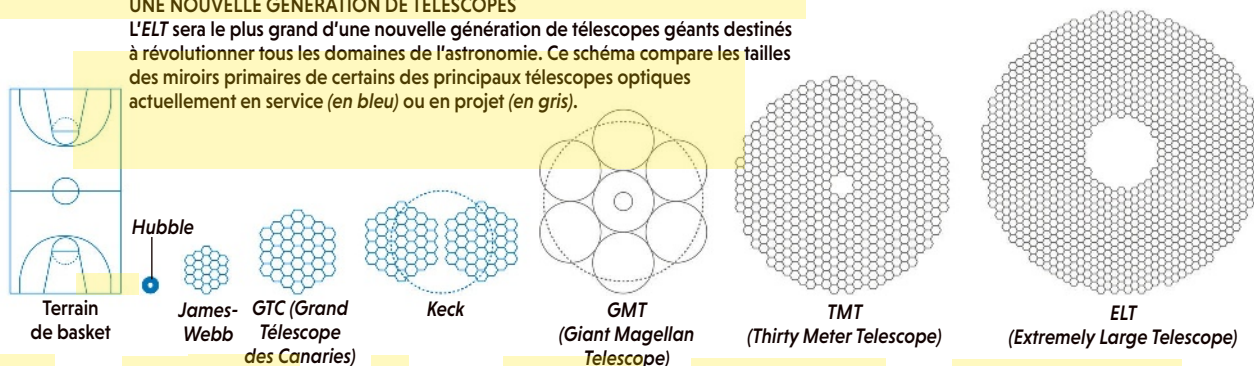


FORMATION DE L'IMAGE

L'*ELT* compte une succession de six miroirs qui guident les rayons lumineux (zones ombrées) jusqu'au foyer où ils forment une image. Ce schéma montre les cinq premiers miroirs (de M1 à M5). Le sixième (M6, non représenté) se trouve sur la plateforme d'instrumentation scientifique. Sa fonction est de diriger la lumière vers l'un des instruments qui y sont installés. Le télescope comprend deux plateformes de ce type, chacune équipée de son propre M6.

UNE NOUVELLE GÉNÉRATION DE TÉLÉSCOPES

L'*ELT* sera le plus grand d'une nouvelle génération de télescopes géants destinés à révolutionner tous les domaines de l'astronomie. Ce schéma compare les tailles des miroirs primaires de certains des principaux télescopes optiques actuellement en service (en bleu) ou en projet (en gris).



LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DE L'ELT

L'ELT étudiera avec une grande précision tous types d'objets aussi bien proches que lointains. Grâce à une instrumentation de pointe, ses objectifs scientifiques seront nombreux et concerneront aussi bien le Système solaire, l'atmosphère des exoplanètes et les disques protoplanétaires que les galaxies lointaines, les trous noirs ou la première génération d'étoiles de l'Univers.

SYSTÈME SOLAIRE



Saturne, photographiée par la sonde *Cassini* en 2010.

Avec l'avalanche de missions spatiales destinées à étudier les objets du Système solaire *in situ*, on peut penser qu'un télescope situé sur Terre n'a pas grand-chose de nouveau à apporter. Toutefois, étant donné l'abondance et la diversité des corps, leur variabilité dans le temps et l'éloignement de certains d'entre eux, nombreux sont les aspects qui restent à explorer.

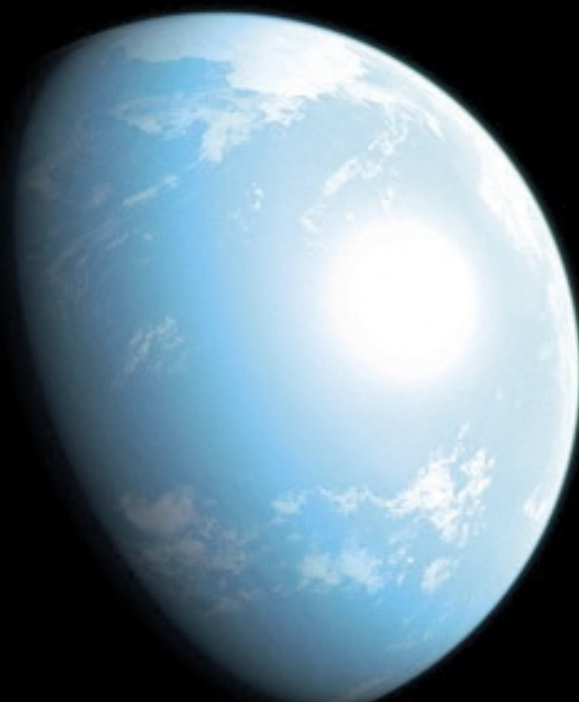
L'étude des corps primordiaux tels que les astéroïdes, les comètes ou les objets transneptuniens révélera de précieuses données sur le passé du Système solaire. Les satellites de certaines planètes sont le siège de phénomènes transitoires que l'ELT suivra en direct et caractérisera. Parmi eux : les nuages, lacs et océans de méthane de Titan (une lune de Saturne), l'activité volcanique d'Io (satellite de Jupiter) ou les geysers et panaches aqueux d'Europe (Jupiter) ou d'Encelade (Saturne) qui sont d'un grand intérêt pour l'astrobiologie.

Par ailleurs, étant donné l'absence de missions spatiales vers Uranus ou Neptune avant au moins 2030, l'ELT étudiera en détail la météorologie, le climat, les vents et l'atmosphère de ces mondes lointains.

EXOPLANÈTES

Plus de 4 000 planètes en orbite autour d'autres étoiles ont été cataloguées depuis la découverte de la première, en 1995. Leur diversité est immense et nous connaissons certaines caractéristiques de leurs orbites ainsi que leurs masses et leurs tailles, ce qui permet parfois d'en déduire s'il s'agit de mondes rocheux, gazeux ou gelés. Cependant, on en sait très peu sur leurs caractéristiques physiques. On a déterminé la présence de certains composés chimiques ou de brumes d'altitude seulement pour certaines des plus grandes exoplanètes. L'ELT accédera aux propriétés physicochimiques des atmosphères de nombreuses exoplanètes. En fait, son objectif le plus ambitieux, et l'une des raisons qui ont motivé sa construction, sera la caractérisation des planètes semblables à la Terre, en particulier celles qui se trouvent dans la « zone habitable » de leur étoile hôte, la région où la présence d'eau liquide à la surface de la planète est possible.

À l'aide de techniques coronographiques (qui masquent la lumière de l'étoile pour mieux discerner celle réfléchie par la planète), comme celles qui seront mises en œuvre par l'instrument *Metis*, l'ELT analysera les atmosphères d'exoplanètes et déterminera leur température à partir de la lumière réfléchie ou de leur rayonnement thermique propre. On pourra aussi rechercher des traces de vapeur d'eau, d'oxygène et d'autres gaz qui sont potentiellement des biomarqueurs, tels le méthane et l'oxyde nitreux, sur des planètes plus petites. La recherche de « signes de vie » sera l'un des principaux objectifs.



Vue d'artiste de l'exoplanète GJ 357 d, distante de 31 années-lumière.

Vue d'artiste du disque protoplanétaire de l'étoile HD 21997, distante de 235 années-lumière.

SYSTÈMES PLANÉTAIRES

La formation des systèmes planétaires constituera une autre voie de recherche pour l'ELT. L'observatoire *Atacama*, a déjà observé en détail la structure de disques protoplanétaires autour d'étoiles jeunes. Grâce à sa haute résolution aussi bien spectrale que spatiale, l'ELT analysera la façon dont la matière se regroupe dans ces disques pour former des planètes, déterminera ses mouvements ainsi que la distribution du gaz et de la poussière. Cela permettra de mieux comprendre comment se forment les systèmes planétaires autour des différents types d'étoiles.