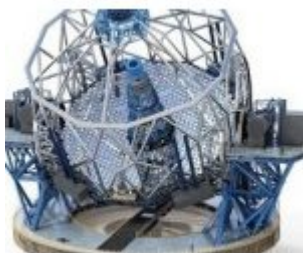


# **L'ELT sera le plus grand télescope jamais construit**



Date de mise en ligne : mardi 5 mai 2020

---

**Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et  
astrophysique**

---

**L'organisation européenne ESO s'est lancée dans la construction au milieu du désert chilien du Extremely Large Telescope, dit « ELT ». Le télescope et sa structure atteignent un volume comparable à huit fois celui de l'Arc de Triomphe de Paris.**

### Avis au lecteur

L'Observatoire de Paris - PSL est impliqué dans la réalisation de 2 des 6 instruments scientifiques qui équiperont à terme le télescope géant européen :

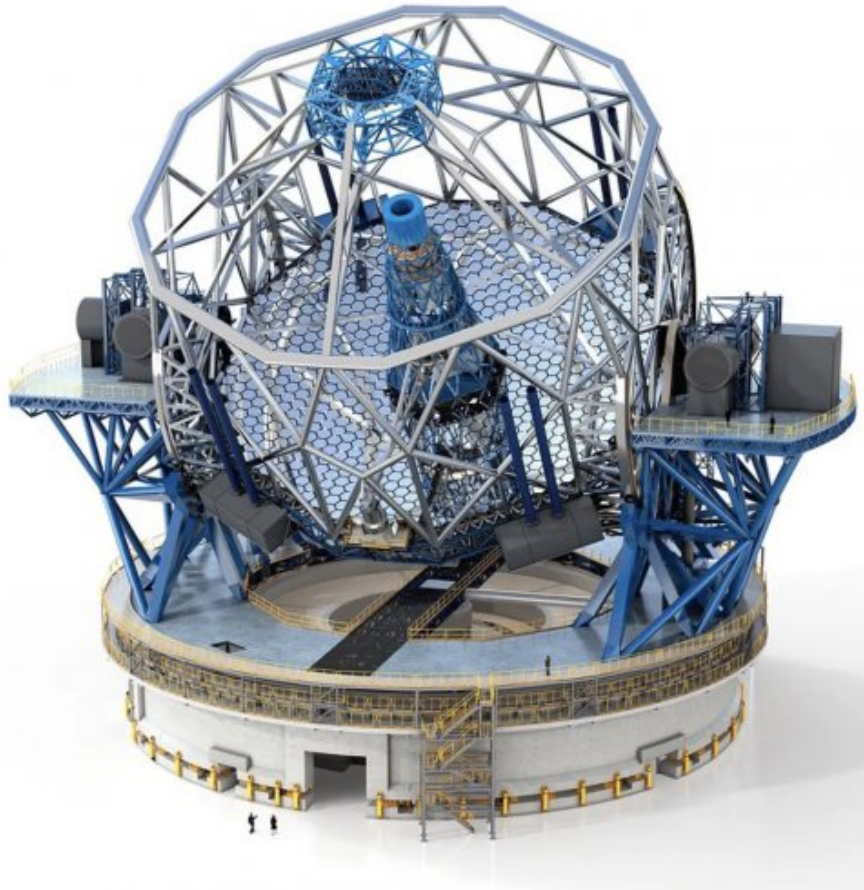
- **le spectrographe multi-objets MOSAIC** développé par le département Galaxies, Étoiles, Physique et Instrumentation - GEPI ;
- **et la caméra proche infrarouge MICADO** développée par le Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique - LESIA et le département Galaxies, Étoiles, Physique et Instrumentation - GEPI.

## Un monstre de technologie

La puissance collectrice de son miroir ultra géant, de 39 mètres de diamètre, équivaut à rassembler les 16 télescopes les plus grands existants au monde. Quand il sera construit, probablement un peu après 2026, l'ELT sera capable d'observer les sources les plus faibles du ciel. Il permettra d'étudier des objets si lointains qu'ils sont inaccessibles aux autres télescopes, levant le voile sur de nombreux mystères en cosmologie, sur la formation de galaxies, par exemple la nature de petites galaxies ou amas d'étoiles bien au-delà de notre Galaxie ou du Groupe Local.

Par ailleurs, comme le pouvoir de résolution d'un télescope dépend de sa taille, l'ELT sera capable de résoudre les astres ayant les plus petites tailles apparentes : la taille apparente des galaxies les plus lointaines est bien plus petite qu'une seconde d'arc (pour comparaison, celle de la Lune est de 1800 secondes d'arc). À ces échelles, les observations sont très affectées par la turbulence atmosphérique terrestre, nécessitant des techniques de pointe pour s'en affranchir, comme l'optique adaptative.

Dès l'origine du projet, l'ESO a fait l'énorme pari de concentrer tous ses efforts à garantir la résolution spatiale la plus élevée possible. C'est équivalent à compter les pétales d'une marguerite située à 100 kilomètres ! Le but est de distinguer une planète extrasolaire de son étoile jusqu'à des distances faisant approximativement l'épaisseur d'un bras spiral de notre Galaxie, afin d'étudier en détail le contenu planétaire d'un nombre considérable d'étoiles proches et moins proches.



**Structure interne de l'ELT.** © Dorling Kindersley/ESO, CC BY

C'est un pari qui n'est pas anodin puisque le principal miroir sera constitué de 798 segments chacun de 1,40 mètre, qui devront être alignés avec une précision inégalée de seulement 15 millièmes de millimètre ! Les quatre autres miroirs du télescope devront garantir la même précision. Plus particulièrement, deux de ces miroirs pourront être déformés mécaniquement pour compenser les minuscules variations de la trajectoire de la lumière due à la turbulence atmosphérique. Cette ambition est rendue possible par l'optique adaptative qui s'appuie sur des systèmes complexes d'analyse de la turbulence.

Au défi de construire un télescope mastodonte capable de résoudre les sources les plus petites de l'univers, l'organisation européenne ESO a fait un pari encore plus risqué : installer d'abord les instruments les plus sophistiqués permettant d'obtenir les résolutions spatiales les plus fines, et seulement dans un second temps les deux instruments qui utilisent plutôt la puissance collectrice maximale du télescope (celle-ci étant garantie, quelque soient les performances du télescope et de son énorme structure).

## **Pour observer les sources les plus faibles et les plus petites en taille apparente**

Grâce à sa résolution spatiale, l'ELT pourra distinguer les atmosphères de planètes géantes via la spectroscopie, et permettre d'établir une théorie solide sur la naissance des systèmes planétaires. Il pourra directement observer les toutes premières sources de l'univers, en particulier dès qu'il sera équipé d'un spectrographe permettant d'observer un grand nombre d'objets à la fois. Ce sera une véritable révolution en cosmologie, car on pense que les premières sources de l'univers sont nées lorsque celui-ci n'avait que quelques pour cent de son âge actuel. Ces sources sont si

## L'ELT sera le plus grand télescope jamais construit

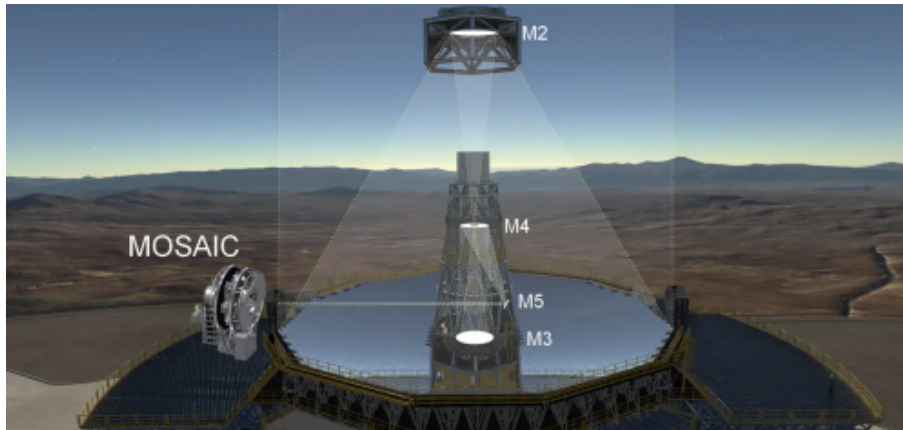
---

lointaines que les télescopes actuels ne peuvent observer qu'une minuscule fraction d'entre elles. L'ELT permettra de comprendre comment l'univers actuel s'est formé - la difficulté est qu'à l'origine, l'Univers était seulement constitué de gaz d'hydrogène et d'hélium, qui absorbent l'essentiel des rayons lumineux. En d'autres termes, l'Univers était opaque.



**Cette photo représente l'Ultra-Deep Field, le champ le plus profond accessible actuellement, obtenu par le télescope spatial.** Parmi les sources les plus ténues à peine visibles sur cette image, quelques-unes font partie des plus lointaines galaxies de l'Univers. Il s'agit de chercher une aiguille dans une botte de foin, et l'instrument MOSAIC est le seul à pouvoir trouver puis observer ces galaxies. © NASA

Tout en participant à la réalisation des instruments sophistiqués visant à la haute résolution spatiale, la France est responsable du spectrographe multi-objets MOSAIC qui exploitera au mieux la puissance collectrice de l'ELT. En particulier, c'est grâce à MOSAIC que l'on pourra évaluer la quantité et l'évolution de la matière sombre - qui pourrait constituer la majorité de la masse de l'univers, et que l'on pourra observer les premières étoiles, amas d'étoiles ou galaxies ayant permis à l'univers de devenir transparent. Cet instrument pèsera près de 35 tonnes, occupera un volume comparable à celui d'un appartement de 100 mètres carrés, et inclura six spectrographes, les fibres et leur positionneur, ainsi que les systèmes de guidage et d'optique adaptative. Si elles étaient mises bout à bout, les fibres de MOSAIC pourraient couvrir la distance Paris-Amsterdam. MOSAIC pourra observer plusieurs centaines de galaxies à la fois, étudier leur dynamique et leur composition chimique et donc leur évolution.



**Position du spectrographe MOSAIC dans l'ELT. MOSAIC fonctionnera selon deux modes : un mode multiplex permettant l'observation de nombreuses sources optiques, et un mode avec moins de sources mais une plus haute définition dans l'infrarouge proche. © MOSAIC-ELT, Author provided**

Il y a encore de nombreuses étapes à franchir avant que l'ELT ne décrypte les mystères les plus ténus de l'univers. Il faut garantir que les performances attendues en résolution spatiale puissent être tenues. On peut s'interroger sur l'impact du télescope et son gigantesque dôme sur les conditions de la turbulence atmosphérique, ainsi que sur la difficulté à atteindre des résolutions spatiales inaccessibles aujourd'hui. Sera-t-il possible de tenir les performances en surface collectrice ? Un des problèmes est que l'atmosphère terrestre, outre sa turbulence, émet un signal lumineux continu bien plus intense (jusqu'à plusieurs centaines de fois) que celui des sources les plus faibles de l'univers car elle contient oxygène, azote et vapeur d'eau émettant aux longueurs d'onde visibles et infrarouge. Des techniques très précises de « soustraction des émissions atmosphériques » (dites « soustraction du ciel ») sont à l'étude.

## Un chemin semé d'embûches pour les télescopes ultra-géants

Il y a aujourd'hui plusieurs projets d'installation de télescopes ultra-géants dans le monde, dont un en Europe, l'ELT, et deux aux États-Unis, le Thirty Meters Telescope (livraison prévue au plus tôt en 2030) et le Giant Magellanic Telescope. Les projets américains souffrent d'une difficulté d'implémentation ou de financements encore très incomplets. Mais bien que moins avancés, les projets américains sont conduits de façon pragmatique, en utilisant en premier lieu le pouvoir collecteur puis en implémentant progressivement une série d'instruments de haute technologie pour garantir une fine résolution spatiale.

## Les premières composantes hexagonales du miroir primaire sont fondues par l'entreprise Schott à Mayence. Schott/ESO, CC BY

Le budget de l'ELT, dont une petite fraction (10 à 15 %) reste à compléter, ne permet pas à l'organisation européenne ESO de financer l'instrument français MOSAIC. Au-delà des complexités techniques, l'équipe de MOSAIC a dû mettre en place un système original d'autofinancement, avec l'aide de nombreux responsables scientifiques en France, en Europe, aux États-Unis et au Brésil. Les pays les plus importants de la collaboration sont le Royaume-Uni, l'Allemagne et les Pays-Bas, et bien sûr la France. Les capacités de l'instrument attirent de nombreuses contributions financières mises en place progressivement, par exemple du Space Telescope Science Institute (qui gère le télescope spatial), ou d'instances européennes, finlandaises, suisses, etc. La mise en place progressive du nouveau mastodonte de

## **L'ELT sera le plus grand télescope jamais construit**

---

l'astronomie, l'Extremely Large Telescope et de sa série d'instruments est une des aventures les plus excitantes et prometteuses de l'astronomie moderne.

La Région Ile-de-France finance des projets de recherche relevant de Domaines d'intérêt majeur et s'engage à travers le dispositif Paris Région Phd pour le développement du doctorat et de la formation par la recherche en cofinançant 100 contrats doctoraux d'ici 2022. Pour en savoir plus, visitez [iledefrance.fr/education-recherche](http://iledefrance.fr/education-recherche).