

SCIENCES | ESPACE | REPORTAGE
09:02 • 23 décembre 2019



Au Chili, le télescope LSST filmera l'Univers en continu

par [Alan Loquet](#)

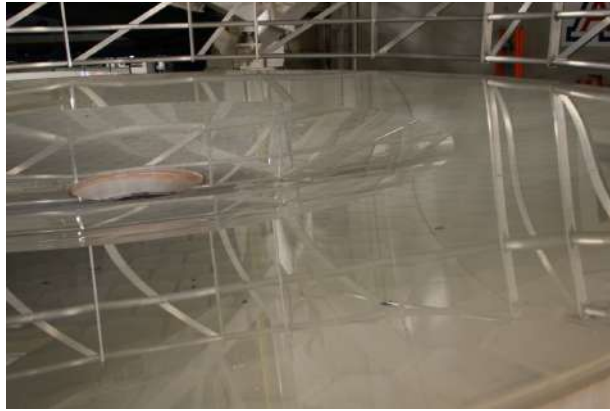


Le LSST est un projet piloté par les États-Unis, avec le soutien de la France et du Chili, depuis Tucson, en Arizona. | © LSST Project - NSF - AURA

Implanté en bord de falaise, à près de 2 700 m d'altitude sur le mont Pachón, au Chili, le télescope LSST (pour *Large synoptic survey telescope*) ouvrira grand les yeux en direction de l'espace en 2022. Son objectif: observer l'Univers... en 3D. Encore en cours de construction, cet outil photographiera le ciel austral pendant dix ans. Reportage.

Pourquoi c'est nouveau. Le LSST pourrait révolutionner l'astrophysique. En une seule prise, il sera capable de photographier une surface équivalente à 40 fois celle d'une pleine lune. Une carte complète du ciel austral sera réalisée en trois jours, à l'aide de 800 clichés pris chaque nuit, pour constituer au bout de dix ans le plus grand catalogue astronomique jamais réalisé.

Semblable à un immense appareil photo numérique, le *Large synoptic survey telescope* pourra voir loin, très loin, grâce à la plus grande caméra jamais construite avec ses 3,2 milliards de pixels et un miroir principal de 8,4 m de diamètre.



L'un des miroirs du LSST | © LSST Project - NSF - AURA

L'intérêt.

Le LSST se distingue des autres télescopes optiques par un point: il aura pour mission d'observer le ciel en continu et non de se focaliser sur un élément précis.

En plus de cartographier la Voie lactée, cet outil offrira la possibilité de dresser un inventaire du système solaire, d'identifier de nombreux astéroïdes-géocroiseurs – jusqu'à 80 m de diamètre – susceptibles de rentrer un jour en collision avec la Terre, des supernovas, des étoiles variables, des ondes gravitationnelles ou encore de déterminer l'existence d'une 9e planète rocheuse massive.

Il aidera aussi les scientifiques à comprendre comment l'Univers est constitué, et en particulier à percer les mystères de la nature de la matière noire et de l'énergie noire.



©M.Park - LSST Project - NSF - AURA

Les mystères de la cosmologie. En mesurant l'évolution de l'Univers, le LSST se consacrera à l'une des grandes questions de l'astronomie actuelle: mettre au jour l'origine et la nature de la matière noire et de l'énergie noire, qui représentent, en masse, 95 % du cosmos.

Dominique Boutigny, directeur de recherche au CNRS, physicien des particules et cosmologiste, en charge du calcul à LSST-France, explique:

«On est dans le brouillard le plus total. Pour avancer, nous avons besoin de mesures globales, ce que nous ne permettent pas les télescopes en fonctionnement aujourd'hui; cela sera possible demain avec LSST. Des découvertes dans ce champ seront à portée de main.»

Les protagonistes.

LSST est un projet piloté par les États-Unis, avec le soutien de la France et du Chili. L'École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich figure également parmi les partenaires minoritaires du LSST.

Il est intimement lié à la découverte de l'énergie noire en 1998.

Au début des années 2000, un noyau de scientifiques souhaite étudier le ciel sur une grande échelle, à l'aide d'un outil capable de scanner la voûte céleste.

À partir de 2003 commence la recherche d'un site pour implanter le télescope. Espagne, Hawaï, Mexique... c'est finalement le Chili qui sera retenu, en 2006.

Dans le même temps, l'université d'Arizona, via le *Mirror lab*, spécialiste de la conception de miroirs à grand diamètre, a donné une impulsion décisive à ce dessein.



Vue d'artiste du futur télescope | © Mason Productions Inc. - LSST Project - NSF - AURA

Le financement.

Une donation de 30 millions de dollars émanant de plusieurs mécènes – dont Bill Gates – permettra au LSST de lancer l'élaboration du plus grand miroir primaire jamais construit.

Fort de cette prouesse technologique, le projet a été décrété priorité n°1 pour la décennie 2010-2020 par le *Decadal survey*, une publication du Conseil national de la recherche aux États-Unis servant à flécher les investissements en matière de recherche astronomique.

La première pierre de ce projet ambitieux est posée en avril 2015. Le coût total ? Assumé en majorité par la *National science foundation* (NSF), il est estimé à un milliard de dollars, avec une moitié consacrée à la construction et l'autre à l'exploitation de l'outil.

Le traitement des données. En dix ans, le télescope va fournir 60 Pétaoctets d'images brutes, qui seront traitées pour fournir de nouvelles images exploitables. **Au total, 500 Pétaoctets d'images seront accumulés en une décennie, soit l'équivalent d'environ 524 millions de fichiers de film.**

Fabio Hernandez, ingénieur de recherche à l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules à Villeurbanne (France), précise:

«À partir de cette base, nous allons créer de nouvelles images qui seront exploitées par les scientifiques.»

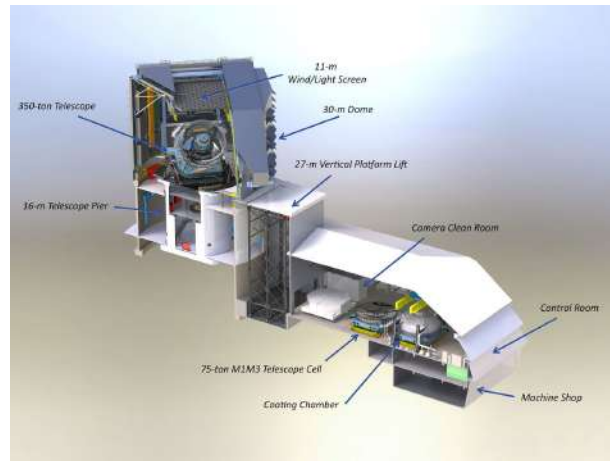
Une photo du ciel sera prise toutes les 40 secondes. Chaque cliché sera directement stocké dans le centre de calcul de La Serena (Chili), à une centaine de kilomètres du LSST, avant d'être envoyé au *National center for supercomputing applications* (NCSA), dans l'Illinois (États-Unis). Fabio Hernandez complète:

«Une troisième copie sera transmise au centre de Villeurbanne. Une première partie des données sera traitée aux États-Unis et l'autre moitié en France, afin qu'elles soient scientifiquement exploitables. Nous sommes au début de la chaîne de production de connaissances.»

Pas question d'attendre la mise en service du LSST pour s'entraîner à l'exploitation des résultats. Dominique Boutigny explique que la préparation est déjà en cours:

«Ce télescope sera d'une extrême complexité. On n'a pas besoin des images pour effectuer des simulations. Des data challenges sont organisés en ce sens : par exemple, on invente un univers, on lui donne certaines caractéristiques, avec des galaxies placées à tel endroit, etc. L'idée est de

réussir à faire de la science à partir de ces données. On souffre énormément... mais cela nous permettra d'être préparés le jour J. »



Vue en coupe du télescope | © LSST Project - NSF - AURA

Les alertes. Les 800 clichés pris chaque nuit devraient générer environ 10 millions d'alertes... Une quantité impossible à analyser à la main pour la vingtaine de personnes en charge du traitement des données! D'où la mise en place d'un système d'alertes. Dominique Boutigny reprend :

«Une alerte sera envoyée par un système automatisé à chaque fois que quelque chose changera par rapport aux clichés précédents. Si beaucoup d'alertes seront insignifiantes, une petite partie devrait intéresser les scientifiques. Ça sera la première fois que l'on pourra observer le ciel transitoire de cette façon.»

Des données en accès libre au bout de deux ans. Les instantanées fourniront des données qui intéresseront une communauté mondiale de chercheurs. Une sorte de droit de rétention des images sera appliqué pendant deux ans en faveur de la dizaine de collaborations scientifiques impliquées dans le projet LSST. Après cette durée, ces images seront en accès libre. Tout un chacun aura alors l'opportunité de consulter les relevés. Jacques Sebag, astronome et ingénieur français, responsable de la construction du télescope au Chili et présent depuis le début du projet en 2003, est très enthousiaste:

«Cela va révolutionner la façon de faire de l'astronomie. On devrait assister à une démocratisation sans précédent de l'astronomie.»

Les obstacles.

Les constellations de satellites Starlink, que Space X a commencé à déployer – 42 000 unités à terme –, mais aussi par Samsung, OneWeb ou encore Amazon préoccupent la

communauté scientifique. Cette concurrence féroce pour offrir une couverture internet partout sur le globe pourrait mettre en péril une partie des relevés du LSST. Ces satellites réfléchissent en effet la lumière du soleil et la renvoient sur Terre; elle entre alors dans les télescopes, laissant une traînée blanche sur les clichés et empêchant une observation satisfaisante des corps célestes. Dominique Boutigny s'inquiète:

«Cela peut potentiellement tuer l'astronomie au sol, nous avons une épée de Damoclès au-dessus de la tête et nous manquons de données pour en connaître les véritables conséquences. Des personnes au LSST travaillent sur ce sujet.»

La grave crise sociale secouant actuellement le Chili a occasionné des retards dans la construction de l'instrument. Le ralentissement s'est surtout fait ressentir en octobre et au début du mois de novembre. L'évolution incertaine du mouvement social pourrait néanmoins avoir des conséquences sur la suite du calendrier du LSST.



La monture du futur télescope | © LSST Project - NSF - AURA

Les prochaines étapes. Jacques Sebag, responsable de la construction, se réjouit:

«Nous sommes dans la dernière ligne droite. Nous venons de recevoir la monture, envoyée d'Espagne. Nous en avons pour neuf à douze mois pour l'assembler et la tester.»

Ce sera alors au tour des miroirs et, enfin, de la caméra. La première lumière est prévue vers la fin 2021 et les premières observations se feront au dernier trimestre 2022.

Cela ne fait pas de doute pour Jacques Sebag:

«On est à un tournant. Pour établir un parallèle, on se trouve au moment où la photographie existe depuis des années et que le cinéma est sur le point d'être inventé. Le LSST sera au cœur de cette transition dynamique pour l'astronomie.»

Le LSST en quelques chiffres.

40 milliards d'astres, dont 17 milliards d'étoiles (10 % de la Voie lactée), seront immortalisés par le LSST.

La couverture céleste du LSST sera d'environ 60 %.

Le système de changeur de filtres, fabriqué par cinq laboratoires français, est une pièce centrale de la caméra du LSST. Il permettra de prendre chaque cliché avec des filtres optiques différents et ce environ 15 fois plus rapidement que ce qui est possible aujourd'hui.

Le LSST est un projet piloté par les États-Unis, avec le soutien de la France et du Chili, depuis Tucson, en Arizona. Il est porté par l'Aura (Association des universités pour la recherche en astronomie), un organisme américain. L'École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich figure parmi les partenaires minoritaires du LSST.

Chili **Télescope** **Espace**
