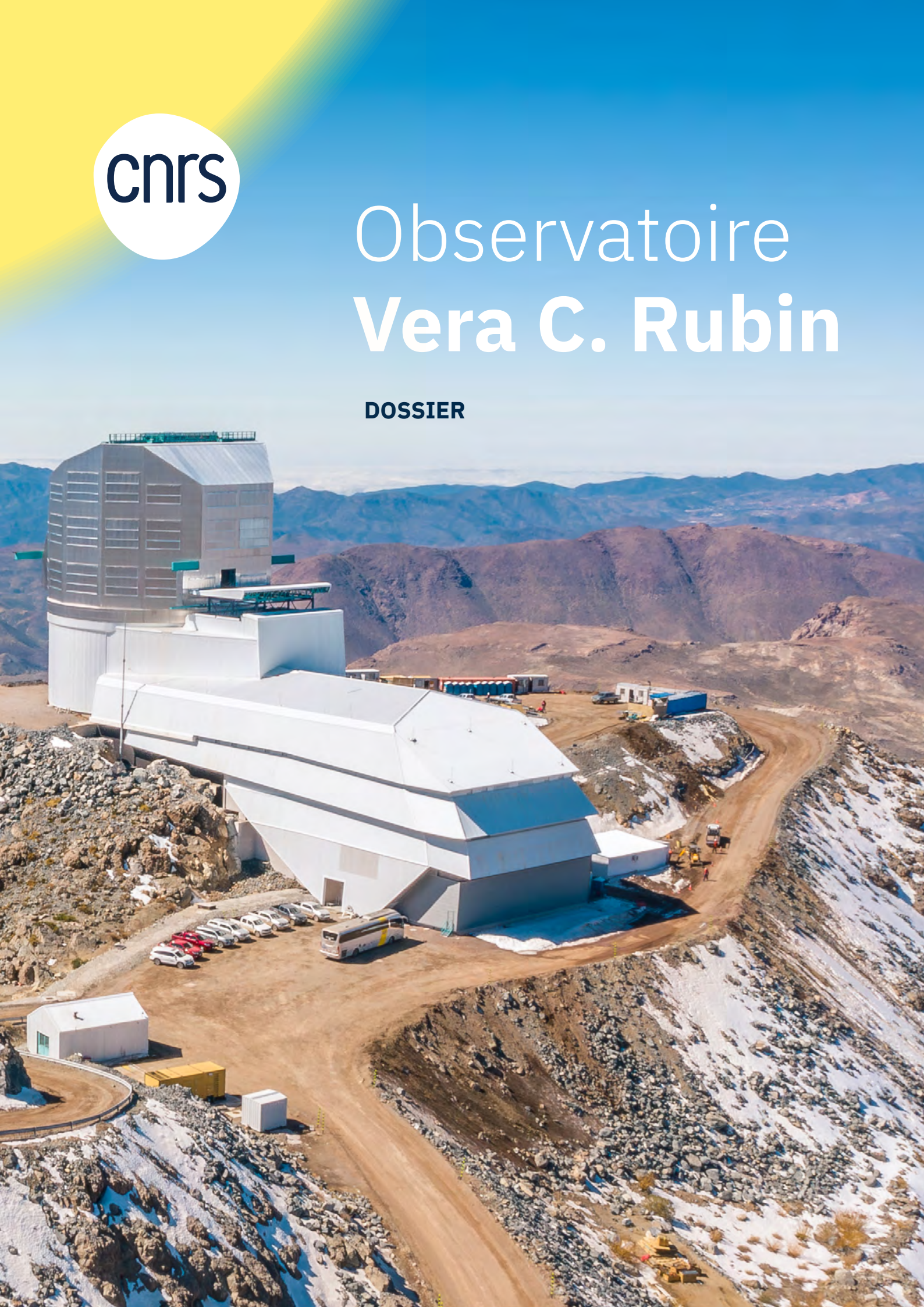




cnrs

Observatoire Vera C. Rubin

DOSSIER



GRÂCE À SES CAPACITÉS D'OBSERVATION SANS PRÉCÉDENT,
L'OBSERVATOIRE VERA C. RUBIN OUVRE UNE NOUVELLE ÈRE
DE L'ASTRONOMIE MODERNE.

À partir de 2025 son relevé du ciel austral durera 10 ans.

RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS SUR [CNRS.FR](https://cnrs.fr).

[LINKEDIN](#)

[INSTAGRAM](#)

[BLUESKY](#)

[YOUTUBE](#)

[FACEBOOK](#)

[X](#)

CONTACT PRESSE

Manon Landurant
+33 1 44 96 51 37
manon.landurant@cnrs.fr

Sommaire

01	LE PROJET RUBIN EN BREF	4
02	QUELQUES CHIFFRES	5
02	UN INSTRUMENT UNIQUE !	6
03	OBJECTIFS SCIENTIFIQUES	7
04	LA PLUS GRANDE CAMÉRA NUMÉRIQUE DU MONDE	8
05	LE SYSTÈME DE CHANGEUR DE FILTRES	10
07	TRAITEMENT DES DONNÉES	12
08	LABORATOIRES CNRS	14
09	RESSOURCES MULTIMEDIAS	14

LE PROJET RUBIN EN BREF



À partir de 2025, l'Observatoire Vera C. Rubin réalisera durant dix ans un relevé d'images de l'Univers visible depuis l'hémisphère sud. Appelé Legacy Survey of Space and Time (LSST). Équipé de la plus grande caméra numérique du monde, l'Observatoire Rubin prendra chaque nuit, 800 clichés du ciel, chacun d'une surface équivalente à 40 fois celle de la Lune. Objectifs ultimes : étudier et cartographier en 3D l'Univers observable dit « statique » et surveiller les phénomènes célestes dits « transitoires ».

Le relevé LSST va permettre d'améliorer notre connaissance de l'Univers en précisant la nature des énigmatiques énergie noire et matière noire, en constituant un inventaire des petits corps du système solaire et une cartographie de la Voie lactée.

Le projet Rubin est une grande collaboration internationale pilotée par les Etats- Unis et dans laquelle la France, via le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), joue un rôle fondamental. Fondé en 2003, le projet Rubin implique plusieurs centaines de physiciens et physiciennes, ingénieurs et ingénieures, techniciens et techniciennes. Le siège du Project Office est situé à Tucson, en Arizona.

Outre les États-Unis, deux pays participent à la construction de l'Observatoire Rubin : la France, à travers plusieurs laboratoires du CNRS, et le Chili, qui héberge l'observatoire.

Plus de 1 000 chercheurs et chercheuses du monde entier analyseront les données produites par l'Observatoire Rubin.

CHIFFRES CLÉS

1

pixel de la caméra
couvre la surface d'un
terrain de football sur
la lune

3,2

milliards de pixels, c'est
l'équivalent de 201
appareils photo de 16
mégapixels chacun

8,4

c'est en mètres la taille du plus
grand miroir du télescope, soit
la largeur d'un court de tennis

10

c'est le nombre d'années
que va durer le relevé

20

téraoctets de données à
traiter chaque nuit

37

milliards d'étoiles et
de galaxies observées

40

chaque image prise par la
caméra couvre l'équivalent
de 40 pleines lunes.

670

c'est en millions de
dollars le coût de
l'observatoire.

10 millions

d'alertes sur les objets
transitoires (astéroïdes,
supernovae, ...)
générées chaque nuit

UN INSTRUMENT UNIQUE !

L'Observatoire Rubin est situé sur le Cerro Pachón, dans la Cordillère des Andes au Chili. Son télescope embrasse d'un seul tenant une surface de ciel équivalent à 40 pleines Lunes.

La région du Cerro Pachón a été choisie en raison de son environnement préservé et propice aux observations astronomiques. L'altitude élevée (2 647 mètres) limite la masse d'air et le site est réputé pour ses nuits claires et sa faible hygrométrie.

L'Observatoire Rubin est composé de trois éléments essentiels et innovants : le télescope Simonyi, la caméra LSST, la plus grande caméra numérique jamais construite, et un système de gestion de données qui permettra de traiter, stocker et cataloguer des millions d'images astronomiques.

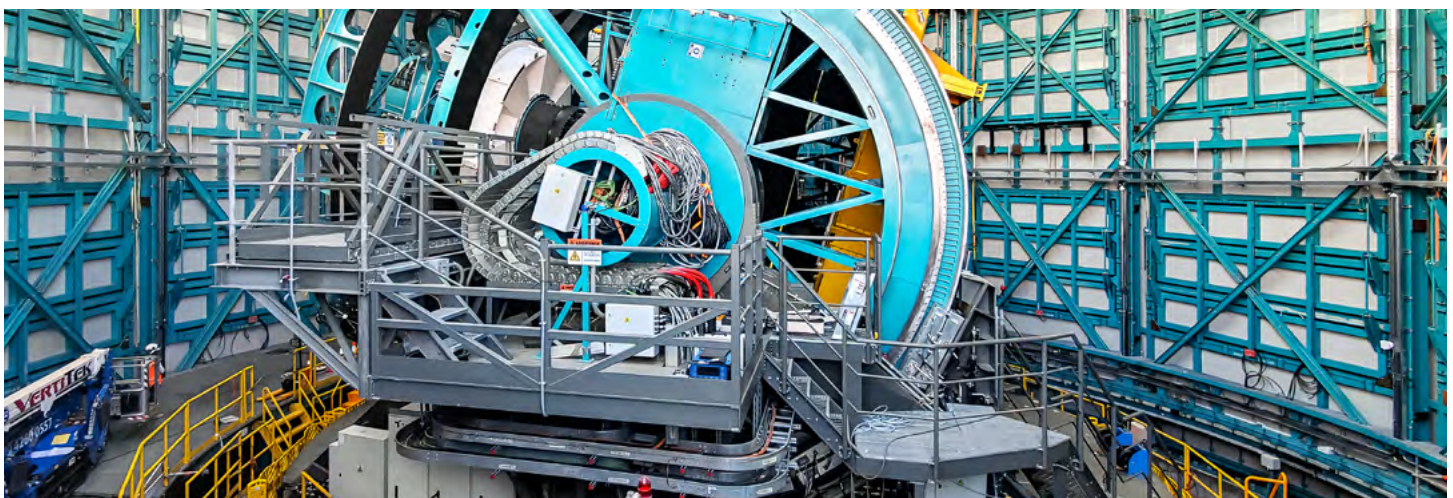
D'un diamètre de 8,4 mètres, le télescope Simonyi Survey repose sur une conception Paul-Baker avec trois miroirs pour obtenir un champ de vision très large (9,6 degrés carrés), ce qui correspond à 40 pleines lunes.

D'une conception unique au monde qui lui confère un champ de vision exceptionnellement large, le télescope conserve une forme compacte qui lui permet de se déplacer sur la surface du ciel rapidement.



L'observatoire a été baptisé du nom de l'astronome américaine Vera C. Rubin, qui fut la première à établir la présence de matière noire dans les galaxies.

Image : Carnegie Institution for Science



La monture du télescope de l'observatoire Rubin en mai 2023. Crédit : Observatoire Rubin/AURA/DOE/NSF

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif du relevé d'images est de répondre aux questions encore en suspens sur la structure et l'évolution de l'Univers.



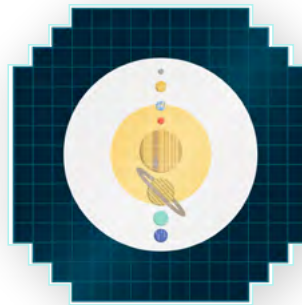
Comprendre la nature de la matière noire et de l'énergie noire

En observant des milliards de galaxies, Rubin permettra d'étudier la nature de la matière noire et de l'énergie noire.



Cataloguer le système solaire

Rubin entreprendra une exploration approfondie de notre système solaire avec deux objectifs : apprendre comment il s'est formé et détecter les astéroïdes géocroiseurs proches de la Terre.



Explorer le ciel changeant

En prenant des images de l'ensemble du ciel nocturne de façon répétée, en profondeur et avec une excellente qualité d'image, Rubin révélera de nouvelles informations sur les étoiles variables et permettra de découvrir de nouvelles classes d'événements transitoires.



Formation et structure de la voie lactée

Rubin permettra de connaître le mouvement de millions d'étoiles de la Voie lactée. Mises ensemble, on obtiendra une collection d'images bien supérieure à celui des relevés précédents, cataloguant précisément les couleurs et la luminosité de milliards d'étoiles.

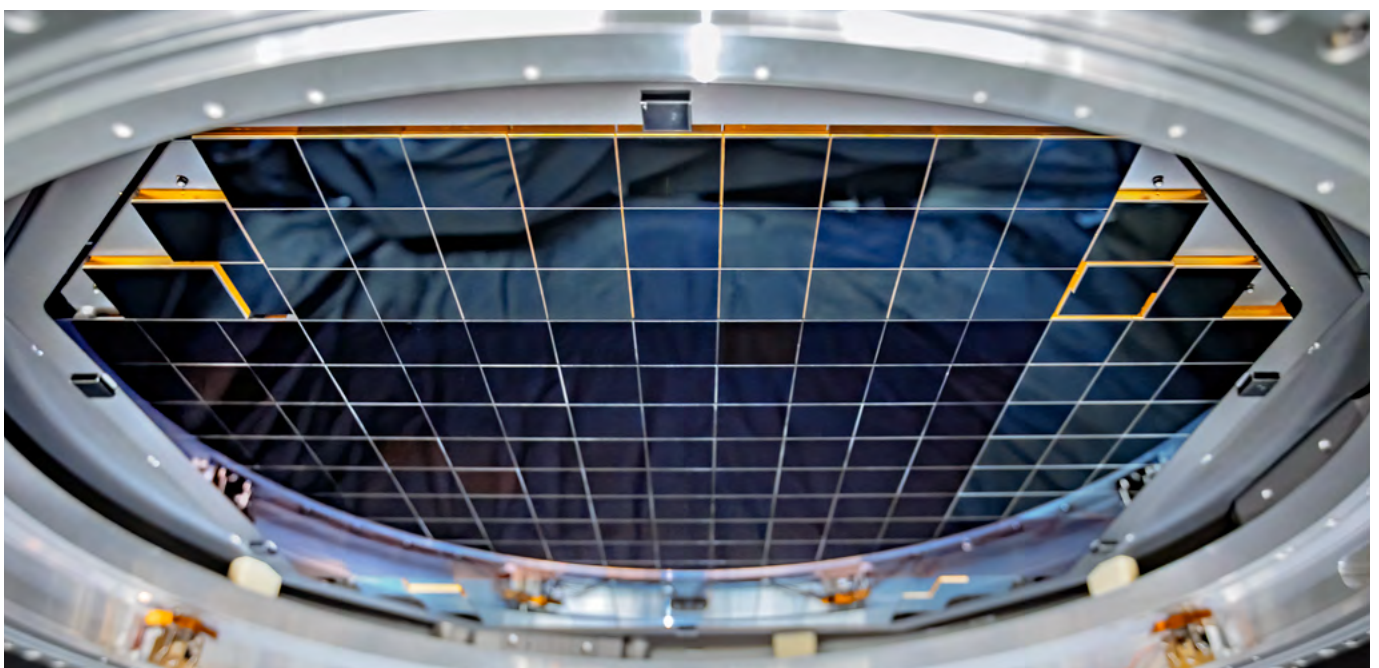
LA PLUS GRANDE CAMÉRA NUMÉRIQUE DU MONDE

Officiellement inscrite dans le livre Guinness des Records, la caméra LSST est la plus grande caméra numérique jamais construite. De la taille d'une petite voiture, elle pèse près de 2,8 tonnes. Doté de 3,2 milliards de pixels, cet énorme appareil photo à grand champ prendra des images du ciel d'une qualité jusqu'ici jamais atteinte. Elle permettra d'observer des objets astronomiques à très faible luminosité, donc très lointains.

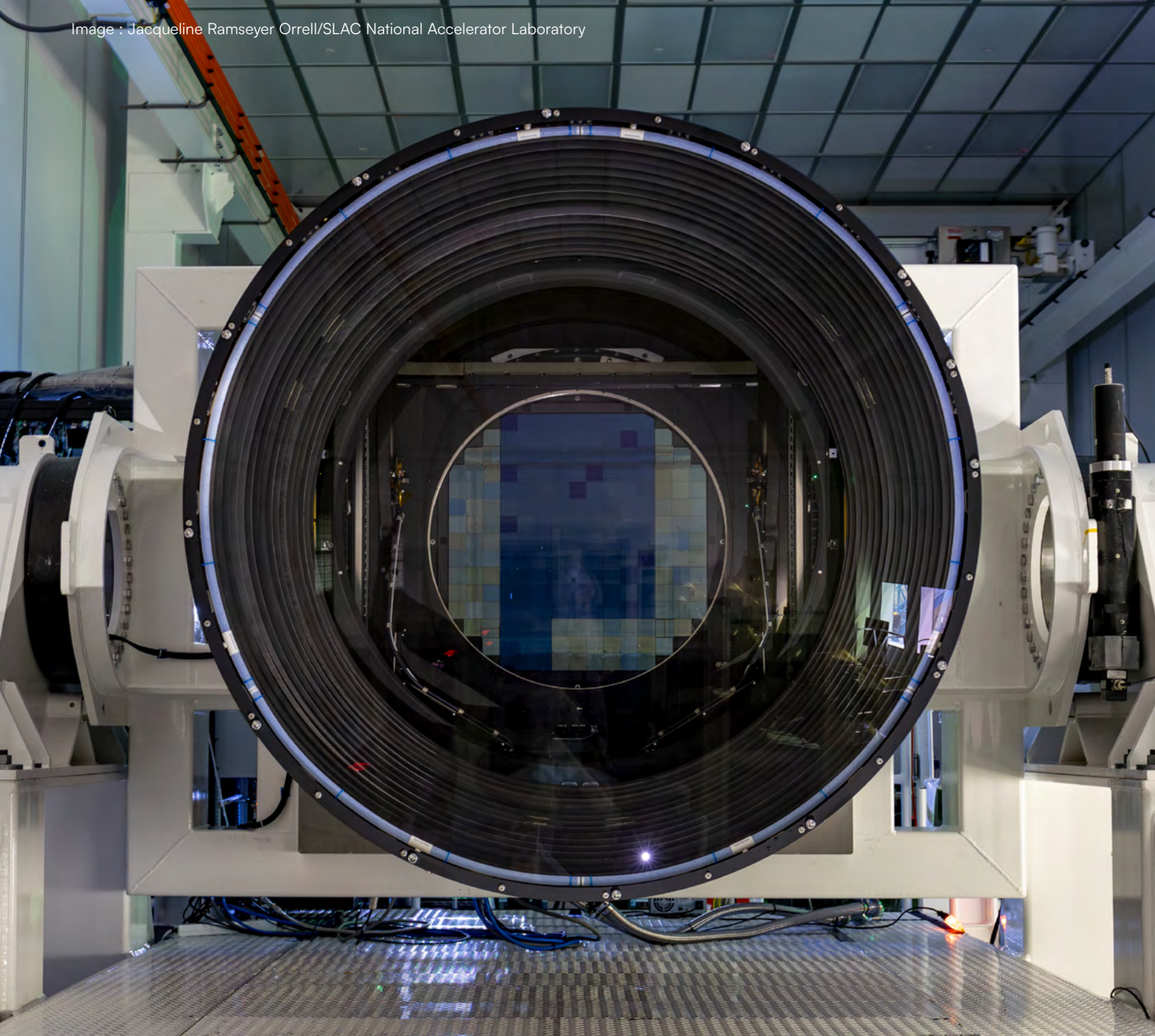
Pendant dix ans, toutes les 40 secondes, la caméra prendra une image du ciel d'un champ équivalent à 40 pleines lunes, soit un total de 800 clichés par nuit. Toutes les 3 nuits, elle reviendra sur la même portion du ciel. Elle est conçue pour nécessiter un minimum de temps d'arrêt et de maintenance.

Son plan focal est composé d'une mosaïque de 189 capteurs CCD individuels. Le SLAC National Accelerator Laboratory (Californie, États-Unis) a dirigé la construction de la caméra.

Le succès du relevé repose fortement sur la compréhension de la réponse de la caméra. Les équipes du CNRS ont participé à la conception, à la construction et à l'optimisation de son plan focal unique.



Le plan focal complet de la caméra LSST mesure plus de 60 cm de large et contient 189 capteurs individuels qui produiront des images de 3200 mégapixels. *Image : SLAC National Accelerator Laboratory*



Elles ont développé un circuit intégré à application spécifique (ASIC) pour l'électronique de lecture des CCD (Charge-Coupled Device) et contribué à l'optimisation de leur fonctionnement. Elles ont enfin conçu le banc d'étalonnage optique qui permet la caractérisation de ces mêmes CCD. La conception des filtres de la caméra a aussi été l'un des sujets d'étude des équipes de recherche. Plus généralement, des efforts impliquant des équipes du CNRS sont en cours dans divers sites astronomiques pour préparer l'étalonnage de l'Observatoire Rubin.

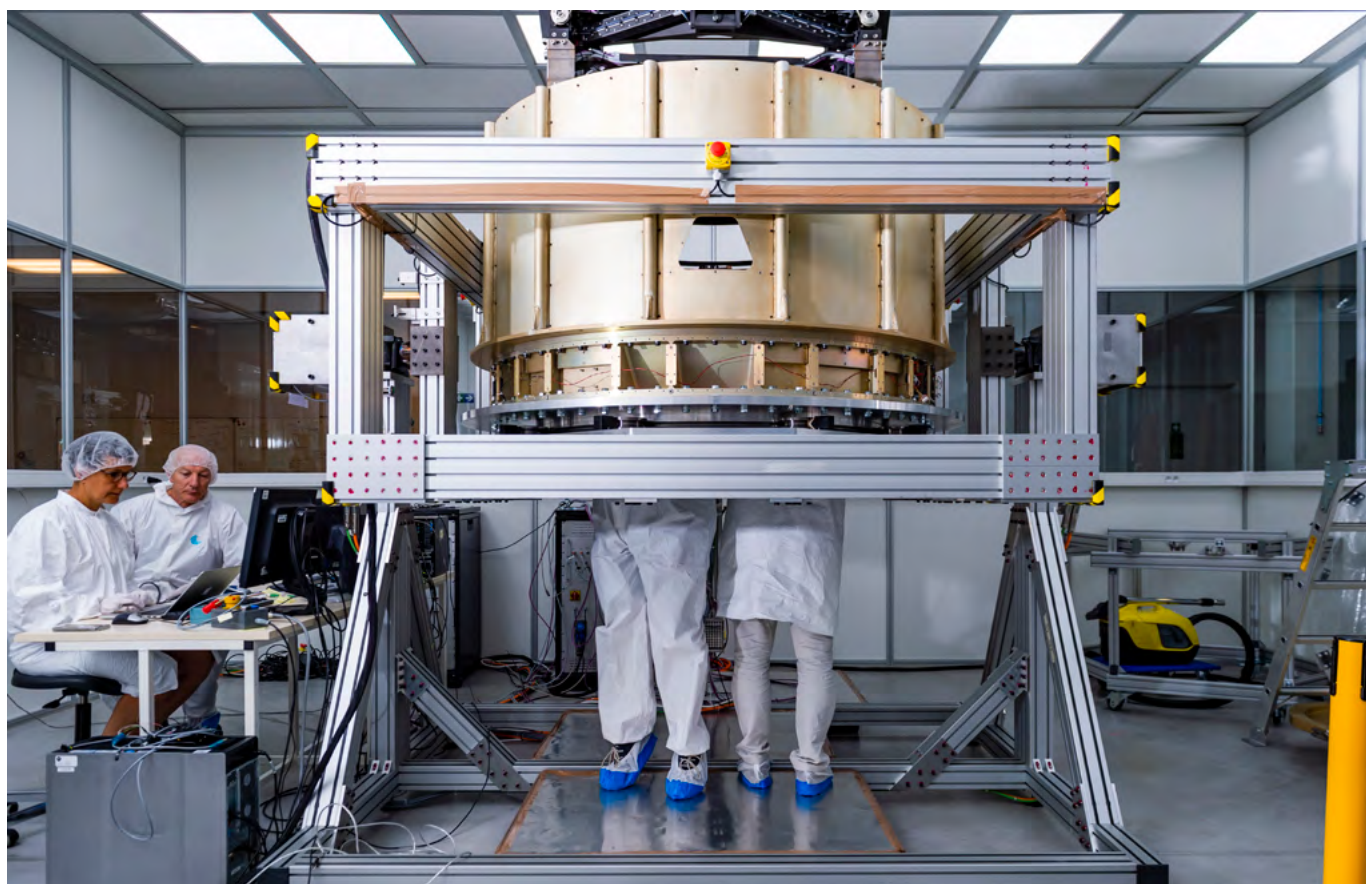
Les sous-systèmes de la caméra sont enfin surveillés et contrôlés par le système de contrôle de la caméra (CCS), qui a été conçu à l'origine au laboratoire APC (CNRS / Université Paris Cité), à Paris, et dont les principales caractéristiques sont développées conjointement par ce laboratoire français et le SLAC National Accelerator Laboratory.

Les équipes du CNRS ont également conçu le système de changeur de filtres qui permet à la caméra d'observer la lumière depuis le proche ultraviolet jusqu'au proche infrarouge (voir ci-après).

LE SYSTÈME DE CHANGEUR DE FILTRES, UNE RÉALISATION FRANÇAISE

Pour mesurer la distance des galaxies, on analyse le spectre de la lumière qu'elles émettent. À l'Observatoire Rubin, ces mesures seront effectuées sur la base des informations fournies par six filtres installés sur la caméra. Les filtres pèsent entre 24 et 38 kg et ont un diamètre d'environ 70 cm. Au cours d'une nuit donnée, cinq de ces filtres seront présents dans la caméra et le système de changeur de filtres permettra d'utiliser n'importe lequel d'entre eux pour observer le ciel pendant une fraction de la nuit, en gardant les quatre autres hors de vue du télescope.

Ce système robotique est composé de trois sous-systèmes construits par plusieurs laboratoires du CNRS et contrôlés par un système de contrôle/commande développé par le laboratoire APC (CNRS Université Paris Cité). Assemblé au LPNHE (CNRS / Sorbonne Université / Université Paris Cité), il a été expédié au SLAC National Accelerator Laboratory fin 2019 pour y être assemblé à la caméra. L'ensemble a été envoyé au Chili début mars 2024 pour être intégré au télescope (<https://www.cnrs.fr/fr/presse/la-plus-grande-camera-astronomique-du-monde-bientot-prete-scruter-le-ciel>)



Montage et réglage des dernières pièces du carrousel du changeur de filtres Rubin/AURA/DOE/NSF.

Image : Cyril Frésillon / LSST / CNRS Images



Le carroussel est conçu pour stocker jusqu'à cinq filtres et positionner le bon filtre devant le changeur automatique en moins de 15 secondes. Son système de verrouillage permet de maintenir les filtres à leur emplacement en toute sécurité. Il a été construit au LPNHE, à Paris.

L'autochangeur a été conçu pour prendre un filtre dans le carroussel et le placer devant le plan focal de la caméra avec une précision de 0,1 mm. Ce composant a été développé à Marseille par une équipe du CPPM (CNRS / Aix-Marseille Université).



Le LPSC (CNRS / Université Grenoble Alpes) a construit **le loader** (chargeur) qui permet le chargement initial dans la caméra de cinq filtres puis l'échange, pendant la journée, de tout filtre par un autre situé dans une zone de stockage.

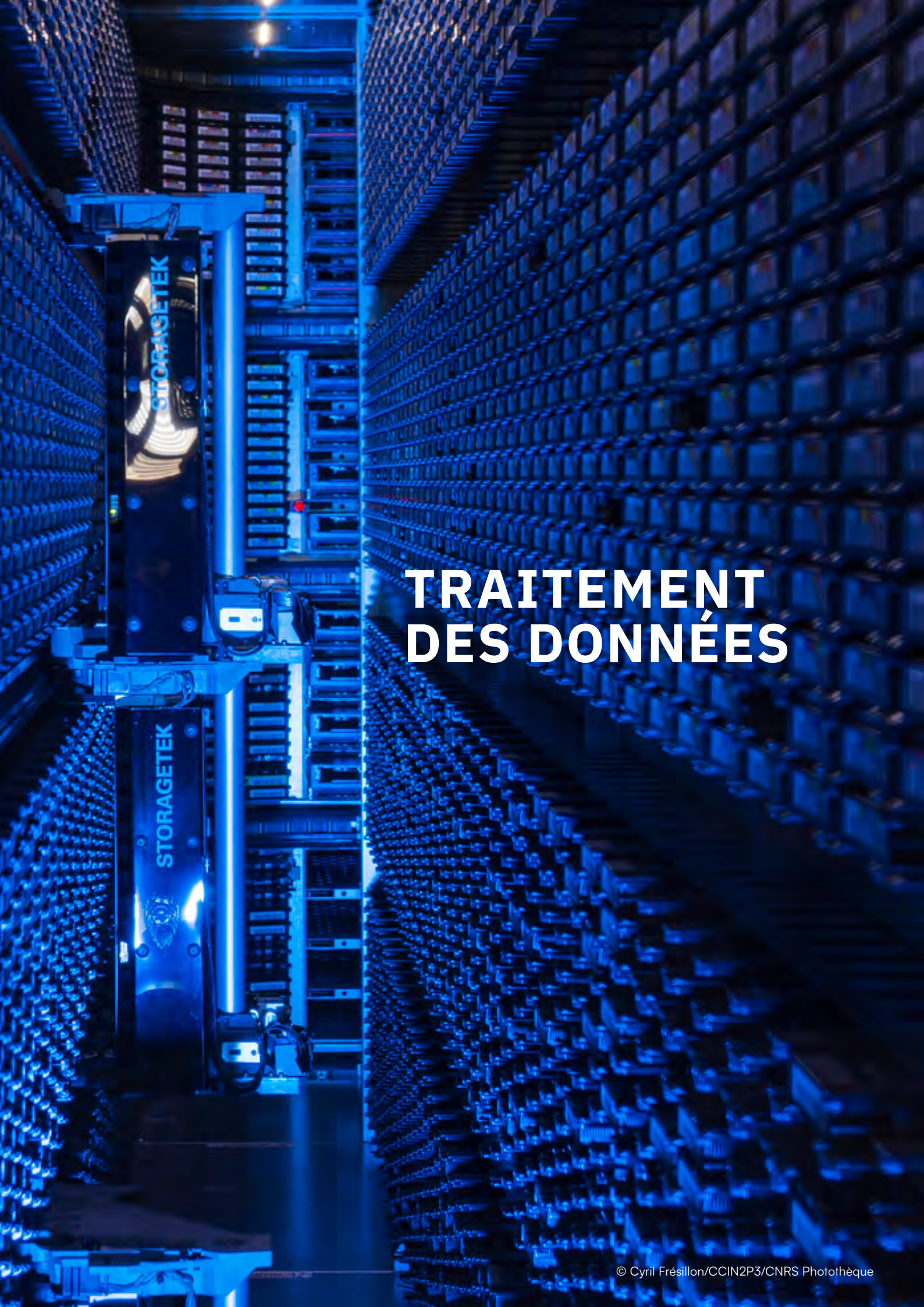


Un banc de test mécanique

a été fabriqué par le LPCA (CNRS / Université Clermont Auvergne) afin de qualifier les différents composants du système d'échange de filtres avant leur intégration dans la caméra. Son support permet de scanner toutes les positions angulaires du télescope et de simuler les rotations de la caméra LSST.



Le projet Rubin s'est appuyé sur l'expertise du laboratoire IP2I (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1), à travers la plateforme technique LMA, pour proposer une **caractérisation des traitements antireflets** des lentilles de la caméra et des filtres de la bande u-g-r-i-z.



TRAITEMENT DES DONNÉES



La caméra générera plus de 20 Téraoctets¹ de données par nuit, correspondant aux images de milliards d'étoiles et de galaxies. Des données qu'il va falloir traiter, stocker et classer. À l'issue des dix années, le relevé aura permis de produire le catalogue astronomique le plus complet du monde et en accès libre.

La vitesse à laquelle la caméra va cartographier le ciel austral et la profondeur de son champ d'observation vont engendrer un énorme volume de données.

Chaque image sera analysée informatiquement en moins d'une minute afin d'identifier tout déplacement ou toute modification de luminosité d'un astre. Les étoiles et galaxies présentes dans chaque image seront ensuite cataloguées pour permettre leur exploitation scientifique. **Compilées, ces images permettront d'obtenir, au terme du projet, un véritable film en 3D de l'Univers observé depuis les montagnes chiliennes.**

20 Téraoctets de données seront ainsi analysées et stockées chaque nuit. Au total, ce sont 500 Pétaoctets² de données qui seront produites durant les dix années et 15 Pétaoctets de données stockées dans le catalogue.

Traiter un aussi grand volume de données, convertir les images brutes en une représentation fidèle de l'Univers et archiver les résultats dans une forme utilisable par les scientifiques est un défi majeur.

Situé à Lyon, le Centre de Calcul de CNRS Nucléaire & Particules (CC-IN2P3) stockera l'ensemble des images prises par la caméra et traitera 40% de ses images brutes, conjointement avec le SLAC National Accelerator Laboratory et un centre au Royaume Uni.

UN SYSTÈME D'ALERTE EN TEMPS RÉEL

Né au CNRS, **le projet Fink** analysera la montagne d'alertes envoyées par la caméra LSST et préviendra, en temps réel, les scientifiques de tout changement notoire dans le ciel. Grâce à des techniques issues du traitement de données massives (big data) et de l'apprentissage automatique (machine learning), ces alertes seront traitées, recoupées avec d'autres données puis redistribuées avant d'être stockées et classées sur toute la durée du relevé. Elles seront en particulier très utiles pour la science autour des phénomènes transitoires (objets du système solaire, supernovae, sursauts gamma, etc.).

1. Un Téraoctet (To) correspond 10^{12} octets. 2. Un Pétaoctet (Po) correspond 10^{15} octets.

Liste des laboratoires CNRS impliqués dans la construction et l'exploitation des données de l'observatoire Vera C. Rubin :

CNRS Nucléaire & Particules :

Centre de Calcul de l'IN2P3
Tutelles: CNRS

Centre de physique des particules de Marseille
Tutelles: CNRS / Aix-Marseille Université

Laboratoire Astroparticule et cosmologie
Tutelles: CNRS / CEA / Université Paris Cité / Observatoire de Paris

Laboratoire d'Annecy de physique des particules
Tutelles: CNRS / Université Savoie Mont-Blanc

Laboratoire de physique de Clermont Auvergne
Tutelles: CNRS / Université Clermont Auvergne

Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie
Tutelles: CNRS / Université Grenoble Alpes

Laboratoire de physique nucléaire et de hautes énergies
Tutelles: CNRS / Sorbonne Université / Université Paris Cité

Institut de physique des 2 infinis de Lyon
Tutelles: CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1

Laboratoire de physique des 2 infinis Irène Joliot-Curie
Tutelles: CNRS / Université Paris-Saclay / Université Paris-Cité

Laboratoire Univers et particules de Montpellier
Tutelles: CNRS / Université de Montpellier

CNRS Terre & Univers :

Laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM - PYTHEAS) - DR12 Provence et Corse
Tutelles: CNRS / Aix Marseille Université / CNES

Laboratoire Joseph-Louis Lagrange (LAGRANGE - OCA) - DR20 Côte d'Azur
Tutelles: CNRS / Observatoire de la Côte d'Azur / Université Côte d'Azur

Observatoire astronomique de Strasbourg (ObAS) - DR10 Alsace
Tutelles: CNRS / Université de Strasbourg

Laboratoire Temps Espace (LTE - Observatoire de Paris) - DR05 Île-de-France Meudon
Tutelles: CNRS / Observatoire de Paris-PSL / LNE / Sorbonne Université / Université de Lille

Univers, Temps-Fréquence, Interfaces, Nanostructures, Atmosphère et Environnement, Molécules (UTINAM - THETA) - DR06 Centre Est
Tutelles: CNRS / Université de Franche-Comté

Laboratoire d'Étude de l'Univers et des Phénomènes Extrêmes (LUX - Observatoire de Paris) - DR05 Île-de-France Meudon
Tutelles: CNRS / Observatoire de Paris-PSL / Sorbonne Université

Astrophysique, Instrumentation, Modélisation (AIM - OSUPS) - DR04 Île-de-France Gif-sur-Yvette
Tutelles: CNRS / CEA / Université Paris Cité

Institut d'astrophysique de Paris (IAP) - DR02 Paris Centre
Tutelles: CNRS / Sorbonne Université

RESSOURCES MULTIMÉDIAS :

- [Images Rubin Observatory](https://rubinobservatory.org/gallery)

(<https://rubinobservatory.org/gallery>)

- [Photothèque IN2P3](https://phototheque.in2p3.fr) (contact phototheque@in2p3.fr)

(<https://phototheque.in2p3.fr/index.php?category/2328>)

- Playlist sur la chaîne [YouTube CNRS](https://www.youtube.com/channel/UCvKdVgcEBYMDKQY-s)

(<https://youtube.com/playlist?list=PL-GL80g20IE2C4wRpDc2V66LRp3PrKdGf&si=-PDkVgcEBYMDKQY-s>)

- Playlist sur la chaîne [Youtube CNRS En Direct Des Labos](https://www.youtube.com/channel/UCvKdVgcEBYMDKQY-s)

(<https://youtube.com/playlist?list=PLtILbuEpXFoE3TT-XYsAHlsYS76PZQZje&si=5pyrt9miErocZNsN>)

Informations pratiques

Contact presse :

Manon Landurant

+33 1 44 96 51 37 / +33 6 13 84 40 63

manon.landurant@cnrs.fr

RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS SUR [CNRS.FR](https://www.cnrs.fr)

RÉSEAUX SOCIAUX CNRS :

[X](#)

[LINKEDIN](#)

[BLUESKY](#)

[FACEBOOK](#)

[INSTAGRAM](#)

[YOUTUBE](#)



The CNRS logo, consisting of the lowercase letters 'cnrs' in a dark blue, sans-serif font, enclosed within a white circle. The background of the entire page is a photograph of an astronomical observatory on a mountain peak at sunset or sunrise, with a large white building and a smaller dome structure. A yellow curved shape is at the bottom of the page.

cnrs

CONTACTS PRESSE

Manon Landurant
+33 1 44 96 51 37 / +33 6 13 84 40 63
manon.landurant@cnrs.fr

CNRS

3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
+ 33 1 44 96 40 00
www.cnrs.fr | [X](#) | [LinkedIn](#) | [YouTube](#)