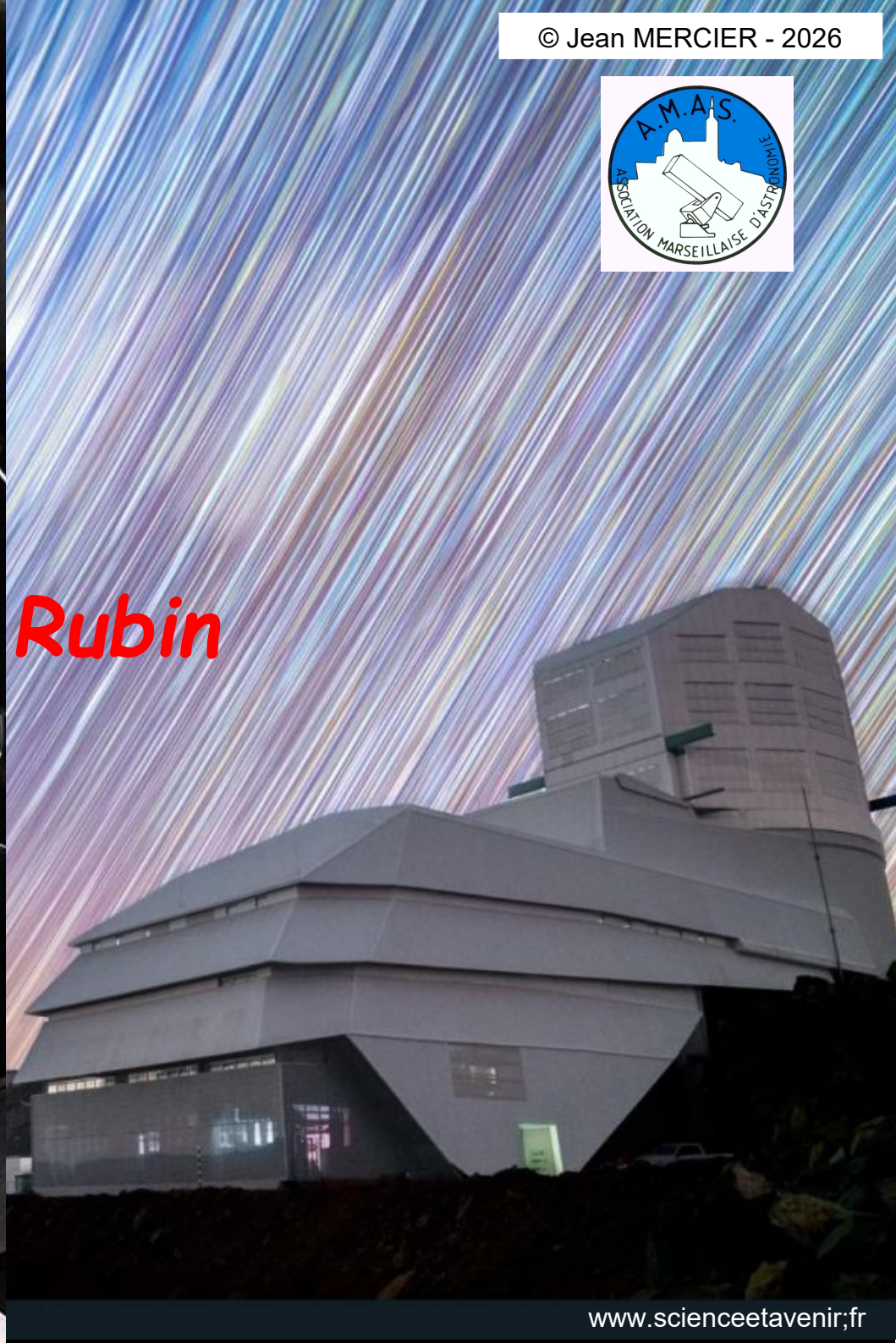


Vera Rubin



## Premiers pas

**Vera Florence COOPER**, fille de **Philip Cooper** et de **Rose Appelbaum**, est née le 23 juillet 1928 à Philadelphie (Pennsylvanie, États-Unis) et morte le 25 décembre 2016 à Princeton.

En 1939, la famille déménage à Washington, où elle habite une petite maison :

*« Dans ma chambre à coucher, le lit était sous une fenêtre orientée au Nord. À 10 ans j'ai commencé à regarder le ciel. À 12 ans, je restais éveillée pour observer les étoiles pendant des heures... Il n'y avait rien de plus intéressant que les regarder toutes les nuits. »*

In Nathaniel Herzberg, « Vera Rubin, astronome américaine », Le Monde, 29 décembre 2016, p. 19.

Vera Rubin entre en 1945 au Vassar College. Elle a choisi Vassar parce que **Maria MITCHELL (1818-1889)**, la première astronome américaine reconnue, y avait enseigné. Elle y bénéficie d'excellents professeurs, d'excellentes camarades et d'une bibliothèque bien fournie. Elle dispose aussi d'un télescope de 12 cm.

Pour son examen de fin d'études elle présente un travail sur Gamma Cassiopée. Elle obtient son diplôme de Bachelor of Arts en 1948.

Pendant les étés 1946-1947-1948, Vera travaille au Laboratoire de Recherche de la Marine. En 1946, une fusée ramène le spectre UV du Soleil. En 1947, Vera se voit confier l'étude des propriétés optiques de la lentille qui a pris le spectre.

## Formation

En 1947, ses parents lui présentent un jeune homme, Robert Rubin, fils d'une famille du voisinage. Robert a fait une année d'études à l'Université Johns-Hopkins et s'est engagé dans la marine, laquelle l'envoie à l'Université Cornell (photo) pour étudier la chimie et poursuivre sa formation d'officier. La première question que Vera pose à son possible futur époux est :

« *Connais-tu Richard Feynman ?* »,  
à laquelle il répond :  
« *C'est un de mes professeurs à Cornell.* ».

Vera Cooper, 19 ans, et Robert Rubin, 21 ans, se marient le 25 juin 1948.

À l'automne 1948, ils retournent ensemble à Cornell. Vera s'inscrit aux cours de physique de **Richard FEYNMANN (1918-1988, prix Nobel de Physique 1965)**, **Phil MORISSON (1915-2002)** et **Hans BETHE (1906-2005, prix Nobel de Physique 1967)** En parallèle, elle suit le cours d'astronomie et apprend la mécanique avec Martha Stahr, une jeune docteure de l'Université de Berkeley.



sach1tb — <https://www.flickr.com/photos/sach1tb/274991658/>,  
CC BY-SA 2.0

## Premières recherches

Pour son diplôme de maîtrise, Vera étudie la distribution des vitesses des galaxies pour lesquelles il existe des données. Il n'y en avait que 108 à l'époque. Lorsqu'elle remet sa copie au directeur du département, celui-ci trouve le travail intéressant et estime qu'elle devrait le présenter à la réunion de la Société Américaine d'Astronomie à Haverford en décembre 1950, alors qu'elle venait juste d'accoucher de son premier enfant David.

*« J'ai récité mon exposé de dix minutes, appris par cœur, et je l'ai trouvé acceptable. Puis, un à un, plusieurs hommes à l'air furieux se sont levés pour m'expliquer pourquoi je ne pouvais pas faire « ça ». Tous, sauf un petit homme à la voix fluette (identifié plus tard comme Martin Schwarzschild), qui a dit ce qu'on dit à un jeune étudiant : « C'est très intéressant, et quand nous aurons plus de données, nous en saurons plus » .... Le lendemain, la une du Washington Post titrait, à tort, « Une jeune mère découvre le centre de la création » ou quelque chose d'approchant. Cinquante ans plus tard, des amis ont créé une fausse une : « Une grand-mère reçoit la médaille des sciences ». Ils étaient persuadés que je me souviendrais de l'original. Et c'était le cas. »*

[5] Autobiographie – Annual review of astronomy and astrophysics – vol 49, 2011

## Premieres recherches

« Après quelques mois d'absence scolaire, j'ai eu envie d'en apprendre davantage. J'emmenais David au parc, le faisais asseoir dans le bac à sable et lisais l'*Astrophysical Journal*. C'est la douce persévérance de Bob qui m'a poussée à m'inscrire à l'Université de Georgetown, la seule université de la région à proposer un doctorat en astronomie. À l'Université de Georgetown, tous les cours de troisième cycle avaient lieu le soir. C'est ainsi que je me rendais à Georgetown enceinte [de Allan] ... deux fois par semaine de 1952 à 1954. Après le travail, Bob prenait ma mère en voiture et la ramenait à la maison, elle portait le dîner pour mon père et elle. Arrivés à la maison, elle sortait de la voiture et je montais, après avoir donné le biberon à l'enfant ... portant le dîner pour Bob ; il dînait dans la voiture après mon entrée à l'observatoire.

Des scientifiques de renom de la région y dispensaient les cours. Je me souviens d'un remarquable cours de spectroscopie donné par Carl C. Kiess, un éminent spectroscopiste travaillant au Bureau national des normes.

Il a tenté de me convaincre d'identifier les raies non identifiées du spectre solaire pour ma thèse de doctorat, mais j'ai décliné, poliment je l'espère. »

[5] Autobiographie – Annual review of astronomy and astrophysics – vol 49, 2011

## Thèse sous la direction de Gamow

« [**Georges GAMOW (1904-1968)**] s'intéressait particulièrement à mon mémoire de maîtrise. Une question qu'il m'a posée, « Existe-t-il une longueur d'échelle dans la distribution des galaxies ? », était particulièrement intéressante, et j'ai donc décidé de l'étudier pour ma thèse de doctorat. Le père Francis Heyden, directeur du département d'astronomie de Georgetown, a accepté. Travailler avec Gamow était amusant. Il ne s'intéressait pas aux détails ; il se souciait peu de ce que je faisais, de la façon dont je gérais les mathématiques ou des recensements de galaxies de Harvard. J'ai beaucoup appris de nos discussions, même si peu de choses étaient liées à ma thèse.

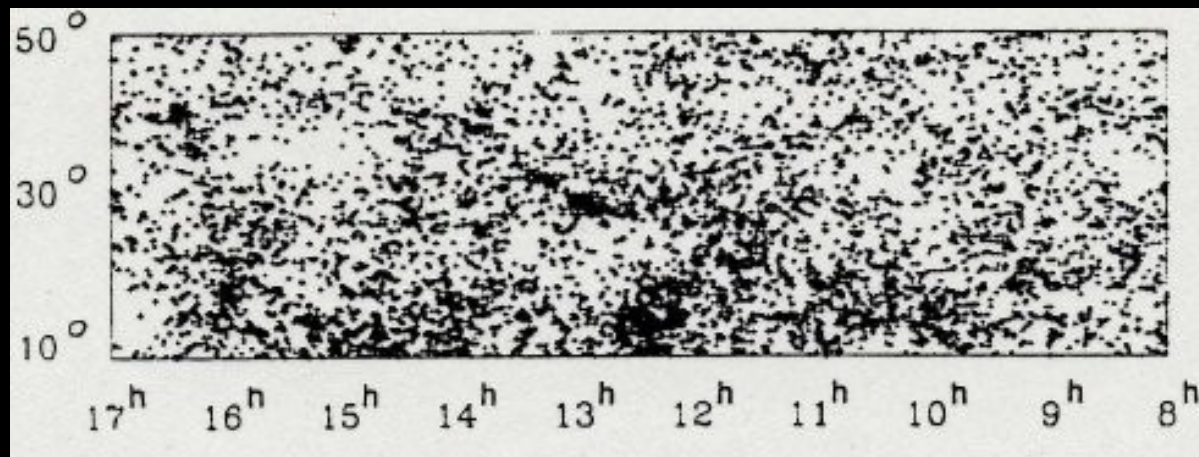
[En 1954] Lorsque j'envoyai par la poste une première ébauche de ma thèse à ... Gamow ..., il me répondit (avec son orthographe bien à lui) : « Cela semble plutôt bien. Je ne vais pas me plonger dans les détails des calculs ou de l'assemblage des plaques, mais je suppose que tout est parfait. » [**CHANDRASEKHAR (1910-1995, Prix Nobel de physique 1983)**] , alors rédacteur en chef de l'*Astrophysical Journal*, a refusé mon article. Il a écrit qu'un de ses étudiants travaillait sur le même sujet et que je devais donc attendre la fin des travaux de son étudiant. Gamow m'a envoyé une carte avec ces quatre mots énormes : « JE VOUS L'AVAIS BIEN DIT ! » Ma thèse a été publiée dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Une dizaine d'années plus tard, lors d'une réception au Texas, à l'occasion d'un congrès sur l'astrophysique relativiste, le rédacteur en chef actuel de l'*Astrophysical Journal* m'a demandé pourquoi je n'avais pas publié mon précédent article dans cette revue. Quand je lui ai dit que l'*Astrophysical Journal* l'avait refusé, il m'a demandé de lui envoyer la lettre. J'ai refusé, lui disant de la chercher dans ses archives. »

## Thèse sous la direction de Gamow

Sa thèse conclut que les galaxies ne sont pas réparties uniformément dans l'Univers, certaines régions étant plus riches en galaxies tandis que d'autres le sont moins. Ses résultats furent confirmés [bien] plus tard, mais, au moment de sa publication, sa thèse — qui allait à l'encontre de l'Univers homogène proposé par la théorie du Big-Bang de l'époque — ne suscita guère d'intérêt de la part de ses confrères. [Elle] reprend[ra] ses travaux ... [avec] les mêmes conclusions que précédemment. [Des] débats houleux qui s'ensuiv[ront], jusqu'à la demande de certains astronomes d'arrêter ces travaux, [elle s'orienta] vers des domaines de recherche plus calmes.

[6-1] Vera Rubin

A partir de 1976, Marc DAVIS entrepris une analyse systématique du décalage spectral des galaxies, conférant ainsi à l'Univers une structure évoquant celle d'une gigantesque éponge.



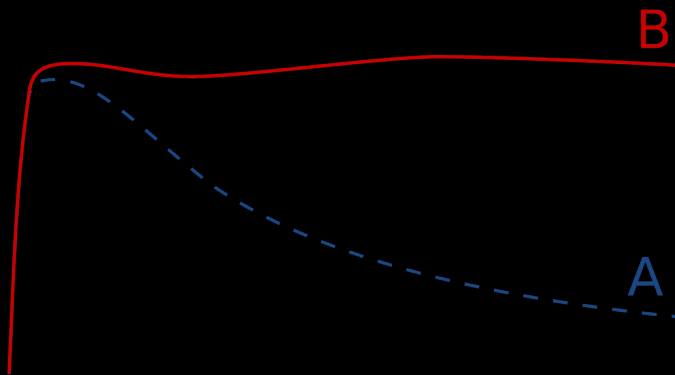
Première carte montrant la distribution d'environ un millier de galaxies de l'Univers proche. Chaque petit point représente une galaxie. Un filament de galaxies est bien visible vers le centre de la figure.

Geller M. & Huchra J. (1989) Science 246, 897

## Enseignante

« En 1962, à Georgetown, j'enseignais un cours de troisième cycle en astronomie statistique. Ma classe comptait six étudiants ... experts en catalogues d'étoiles. Je leur ai donc proposé un problème de recherche : peut-on utiliser les étoiles cataloguées pour déterminer la courbe de rotation d'étoiles éloignées du centre de notre Galaxie ? Au printemps 1962, nous avons finalisé un article (Rubin et al., 1962), dont une partie a été rédigée par sept d'entre nous .... Nous avons soumis notre article à l'Astronomical Journal. Le rédacteur en chef m'a appelé pour m'annoncer qu'il l'acceptait, mais qu'il ne publierait pas les noms des étudiants. Lorsque j'ai dit : « Alors je retire l'article », il a cédé. Le résumé indiquait : « Pour  $R > 8,5$  kpc, la courbe de rotation stellaire est plate et ne décroît pas comme on s'y attendrait pour les orbites képlériennes » (Rubin et al. 1962, p. 491). Suite à sa publication, les nombreux commentaires que j'ai reçus étaient négatifs, voire très désagréables : cela ne pouvait pas être correct, ou les données étaient insuffisantes. C'était la première fois que j'observais une courbe de rotation plate ; pourtant, l'article est encore cité régulièrement. »

[5] Autobiographie – Annual review of astronomy and astrophysics – vol 49, 2011



Les résultats impliquent l'existence, à la périphérie des galaxies, de halos massifs dont la masse augmente avec la distance au centre galactique.

A : courbe attendue

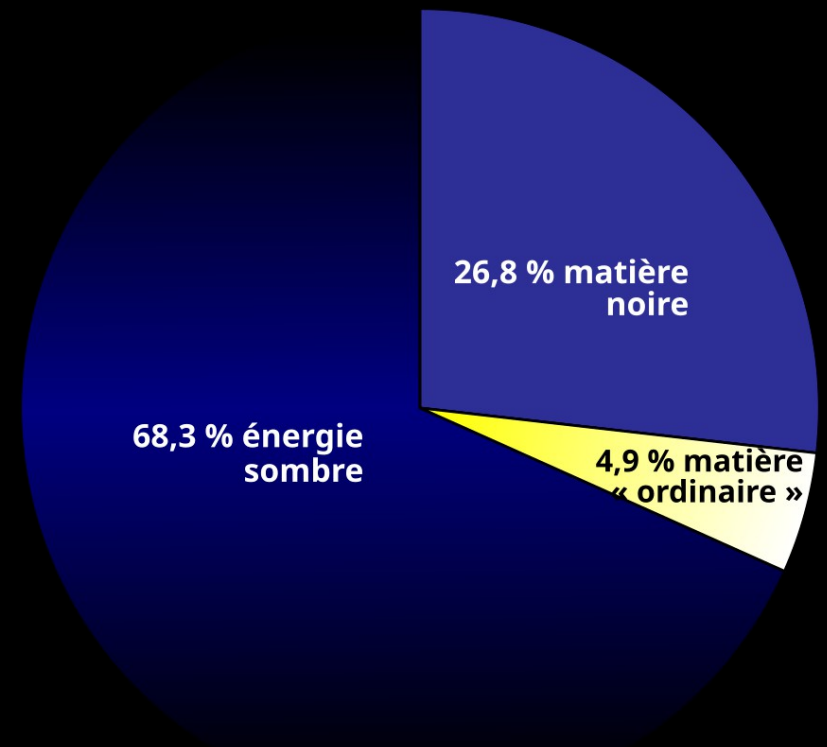
B : courbe constatée

# Matière noire

En 1933, **Fritz SWICKI (1898-1974)** est le premier à suggérer la présence d'une matière invisible entre les galaxies, à la suite de ses observations à l'Observatoire du Mont Wilson de sept d'entre elles dans l'amas de Coma, mais il ne convaincra guère ses confrères de l'importance de sa découverte, qui sera oubliée pendant près de quarante ans. L'existence de la « **matière noire** » sera à nouveau proposée en 1970 par Vera Rubin et Kent Ford à partir d'observations plus solides.

La notoriété de Vera Rubin sur le sujet de la matière noire résulte de trois facteurs. D'une part, la clarté d'exposition de ses publications, très bien illustrées, qui rendent la « platitude » des courbes de rotation incontestables. D'autre part, le fait qu'elle ait poursuivi ses observations pour établir l'universalité du phénomène. Enfin, les nombreuses conférences qu'elle a données dans lesquelles de multiples auditeurs se sont laissé convaincre par la clarté de ses exposés.

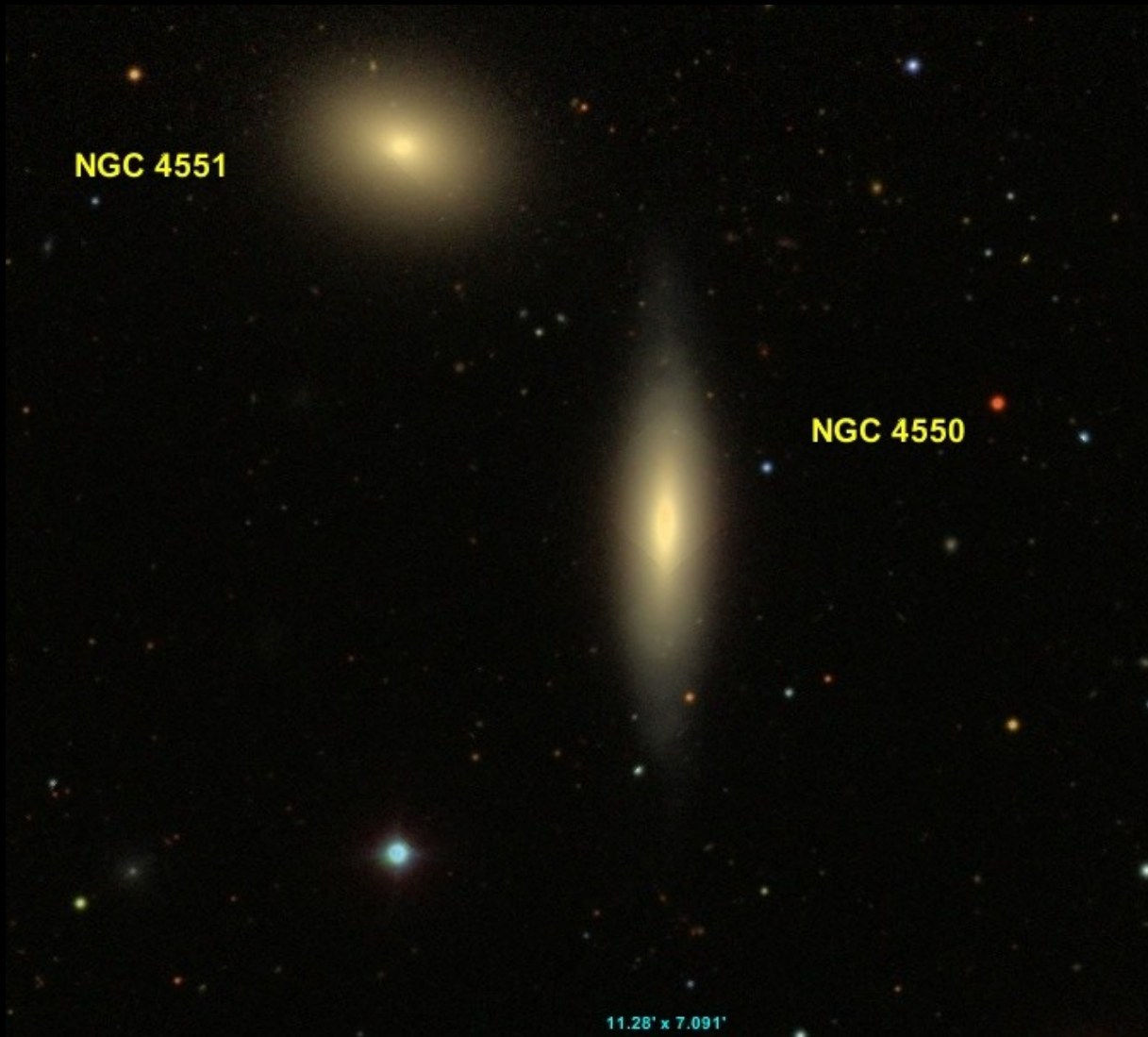
Source : Wikipedia [6-1]



Szczureq, Simon Villeneuve

La « matière noire » est 5 fois plus importante que la « matière ordinaire » et représente 27 % de la densité d'énergie totale de l'Univers.

# Fusion de galaxies



Au début des années 1990, Vera Rubin observe que la moitié des étoiles de la galaxie NGC 4550 tournent dans le sens des aiguilles d'une montre, tandis que l'autre moitié tourne dans le sens inverse. Elle émet l'hypothèse que ce phénomène est dû à la **fusion de deux galaxies** dont les étoiles tournaient en sens inverses. Cette découverte, publiée en 1992, est d'abord reçue avec scepticisme. Elle est aujourd'hui universellement acceptée et corroborée par l'observation de nombreuses galaxies dont les étoiles ne tournent pas toutes dans le même sens.

Source : Wikipedia [6-1]

## Femme ...

Elle eut 4 enfants qui l'ont accompagnée, dont elle s'occupa avec application. Lorsqu'en 1965, Vera Rubin est recrutée à l'Institut Carnegie, elle demande à pouvoir quitter son bureau à 15h pour s'occuper de ses enfants. L'Institut accepte mais son salaire est réduit d'un tiers. Elle avouait : « *J'ai accompli presque toute ma carrière à temps partiel. À 3 heures, j'étais à la maison pour m'occuper des enfants.* »

Tous obtenu un doctorat en sciences : David (1950) et Allan (1960) en géologie, Judith (1952-2014) en astronomie et Karl (1956) en mathématiques.

Lorsque George Gamow, son directeur de thèse, l'invita au Laboratoire de Physique appliquée, ils durent se parler dans l'entrée du laboratoire, car les femmes n'étaient pas autorisées à pénétrer dans les bureaux.

En 1965, elle est la première femme autorisée à travailler à l'Observatoire du Mont Palomar. Les femmes n'y étaient pas autorisées pour la seule raison qu'il n'y avait pas de toilettes pour femmes.

Source : Wikipedia [6-1]

## **... de science ...**

En 1981, Vera Rubin est élue membre de l'Académie nationale des sciences américaine. Elle est la deuxième femme astronome élue à l'Académie, après Margaret Burbidge.

En 1993, le président Bill Clinton lui remet la National Medal of Science « *pour ses recherches pionnières en cosmologie qui ont démontré que la plus grande partie de l'Univers est sombre, et pour ses contributions significatives à la connaissance du fait que l'Univers est plus complexe et plus mystérieux qu'on ne l'imaginait.* ».

En 1996, elle reçoit la médaille d'or de la Royal Astronomical Society pour sa « *distinction scientifique* » et pour « *sa détermination et son courage à promouvoir le rôle des femmes en astronomie.* » Elle est la deuxième femme honorée de cette médaille après Caroline Herschel en 1828.

Elle n'a pas reçu le prix Nobel bien que beaucoup de ses collègues pensent qu'elle le méritait. Elle ne s'en soucie pas outre mesure. Dans ses mémoires en 1997, elle écrit : « *Mes résultats m'importent plus que mon nom. Si les astronomes utilisent encore mes données dans les années à venir, ce sera le plus grand compliment qu'ils pourraient me faire.* ».

Source : Wikipedia [6-1]

## **... et féministe**

Elle s'engage à susciter des vocations scientifiques féminines et déclare :

*« Je me suis battue avec l'Académie des Sciences. Je suis choquée du faible nombre de femmes élues chaque année. C'est la partie la plus sombre de ma vie. Il y a trente ans, je pensais que tout était possible »*

*« Je vis et je travaille en partant des trois principes suivants :*

- il n'existe aucun problème scientifique qu'un homme peut résoudre et qu'une femme ne pourrait pas ;*
- à l'échelle de la planète, la moitié des neurones appartiennent aux femmes ;*
- nous avons tous besoin d'une permission pour faire de la science mais, pour des raisons profondément ancrées dans notre histoire, cette permission est bien plus souvent donnée aux hommes qu'aux femmes ».*

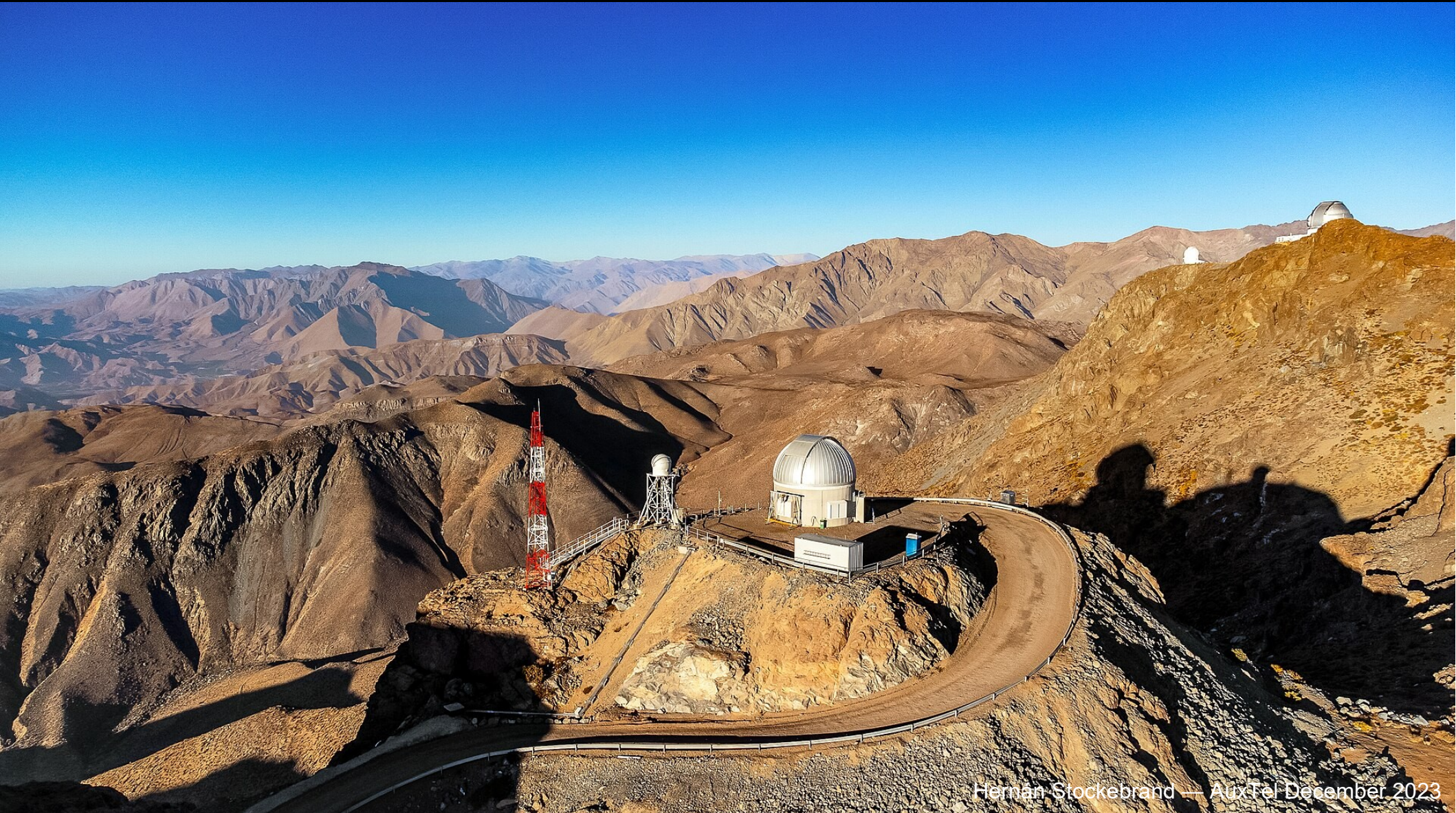
Source : Wikipedia [6-1]



NASA – Domaine public

**En 2009**

*En hommage :  
l'observatoire Vera Rubin*



## *Qu'est-ce que l'Observatoire Rubin (alias LSST) ?*

NSF-DOE Vera C. Observatoire Rubin, financé conjointement par les États-Unis National Science Foundation et les États-Unis Le Département de l'énergie, Office of Science, est une toute nouvelle installation d'astronomie et d'astrophysique sur Cerro Pachón au Chili. Il porte le nom de l'astronome Vera Rubin, qui a fourni les premières preuves convaincantes de l'existence de la matière noire.

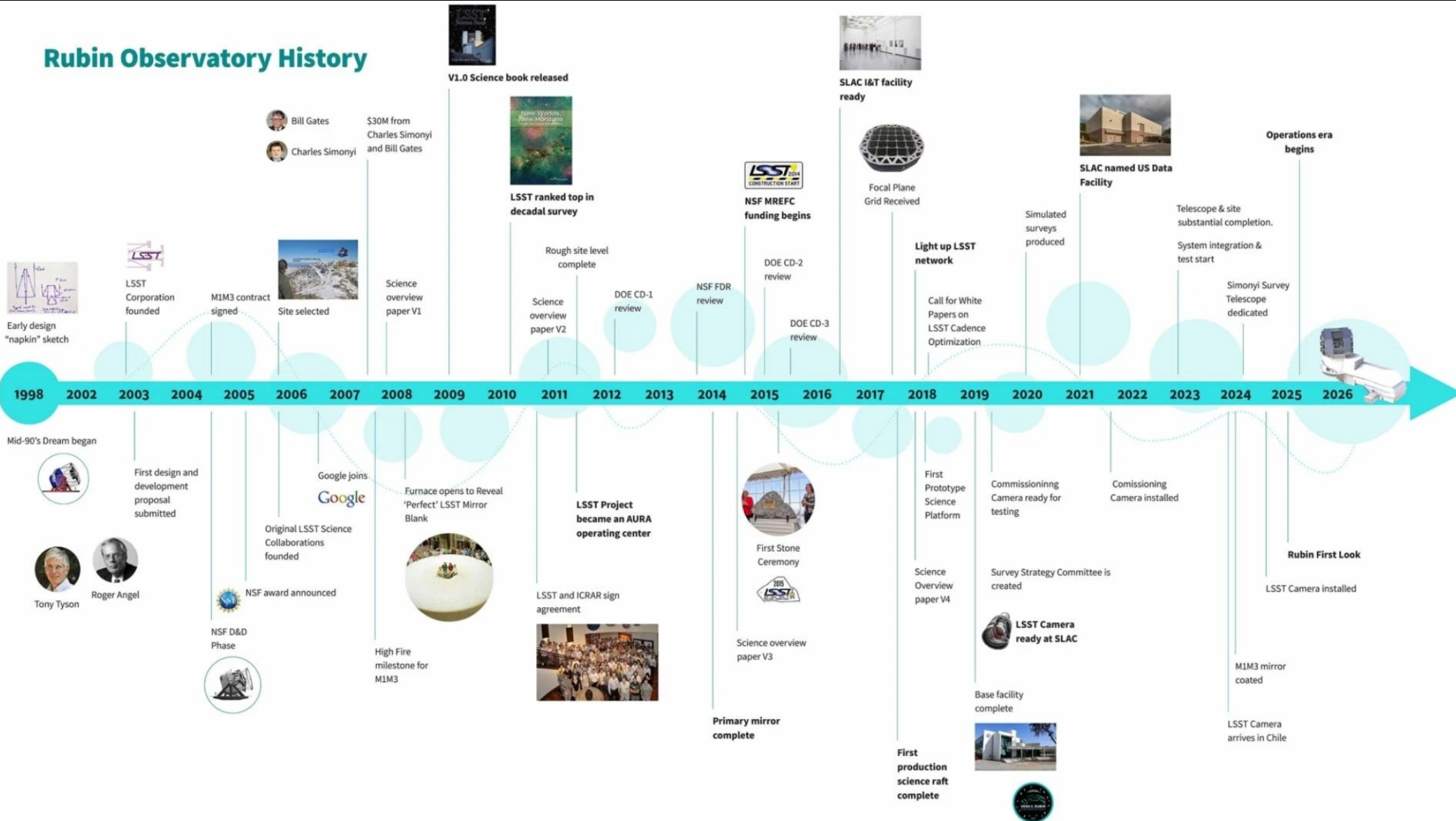
Rubin Observatory est le premier du genre: sa conception de miroir, sa sensibilité à la caméra, sa vitesse de télescope et son infrastructure informatique sont chacun dans une toute nouvelle catégorie.

Le télescope Simonyi Survey de 8,4 mètres de l'observatoire Rubin, équipé de la caméra LSST - le plus grand appareil photo numérique jamais construit - prendra des images détaillées du ciel de l'hémisphère sud pendant 10 ans, couvrant tout le ciel toutes les quelques nuits et créant un record ultra-large, ultra-haute définition, time-lapse - le plus grand film astronomique de tous les temps. Ce film unique donnera vie au ciel nocturne, donnant un trésor de découvertes: astéroïdes et comètes, étoiles palpitantes et explosions de supernova.

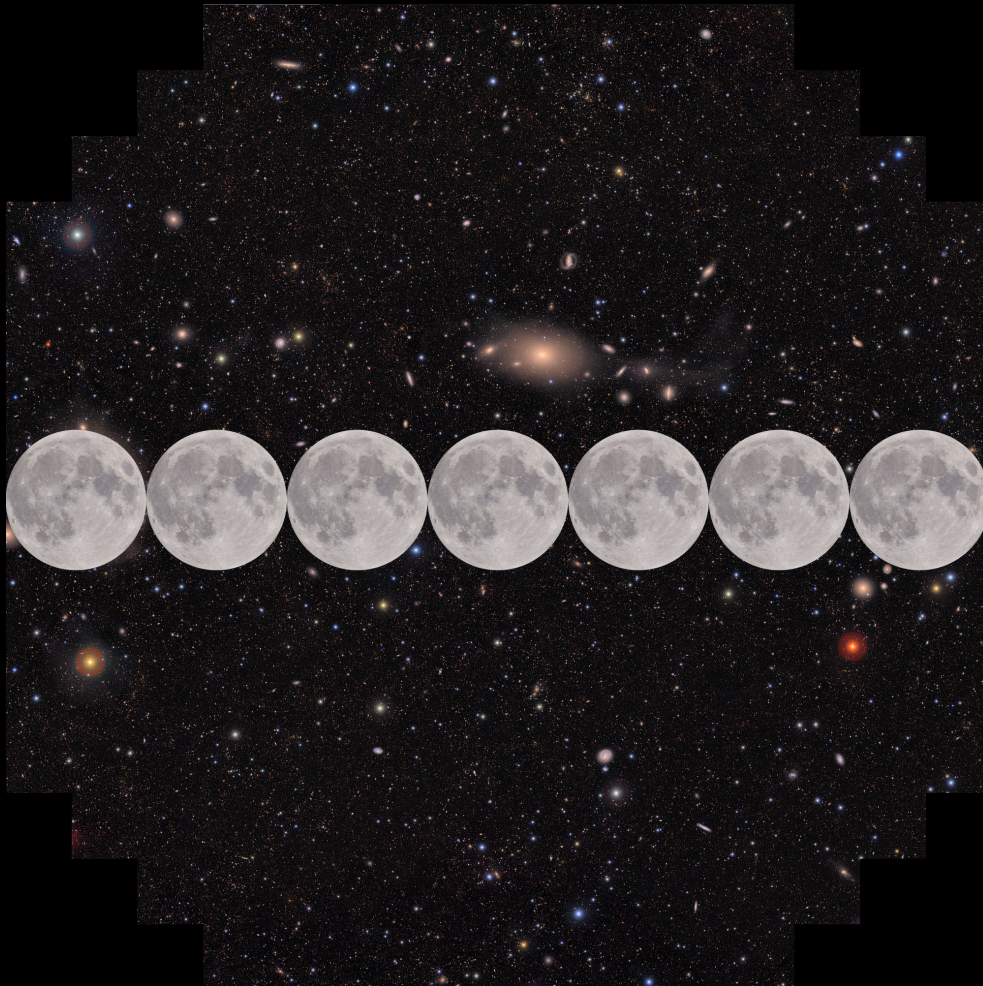
Avec les données Rubin, nous allons mieux comprendre notre Univers, plonger dans les mystères de l'énergie noire et de la matière noire, et révéler des réponses aux questions que nous n'avons pas encore imaginées.

# Historique

## Rubin Observatory History



## Concept



(Crédit: NSF-DOE Rubin Observatory/NOIRLab/SLAC/AURA)

Le LSST est caractérisé par un champ d'observation très large (3,5 degrés de diamètre, soit 49 fois la surface apparente de la Lune, qui a un diamètre de 0,5 degré). Les caractéristiques de ce télescope de relevé astronomique lui permettent de photographier l'ensemble du ciel austral (18 000 degrés carrés) en un peu plus de trois jours, avec une sensibilité lui permettant de fournir des images d'objets dont la magnitude apparente est inférieure ou égale à 24. Sa résolution spatiale est de 0,2 seconde d'arc. Le mode d'observation est optimisé pour détecter les phénomènes transitoires (variation de luminosité ou changement de position). Au cours des 10 années d'observation programmées, l'observatoire doit photographier 825 fois l'ensemble du ciel austral, ce qui permettra, en fusionnant les différentes images, d'atteindre une magnitude apparente de 27.

[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)

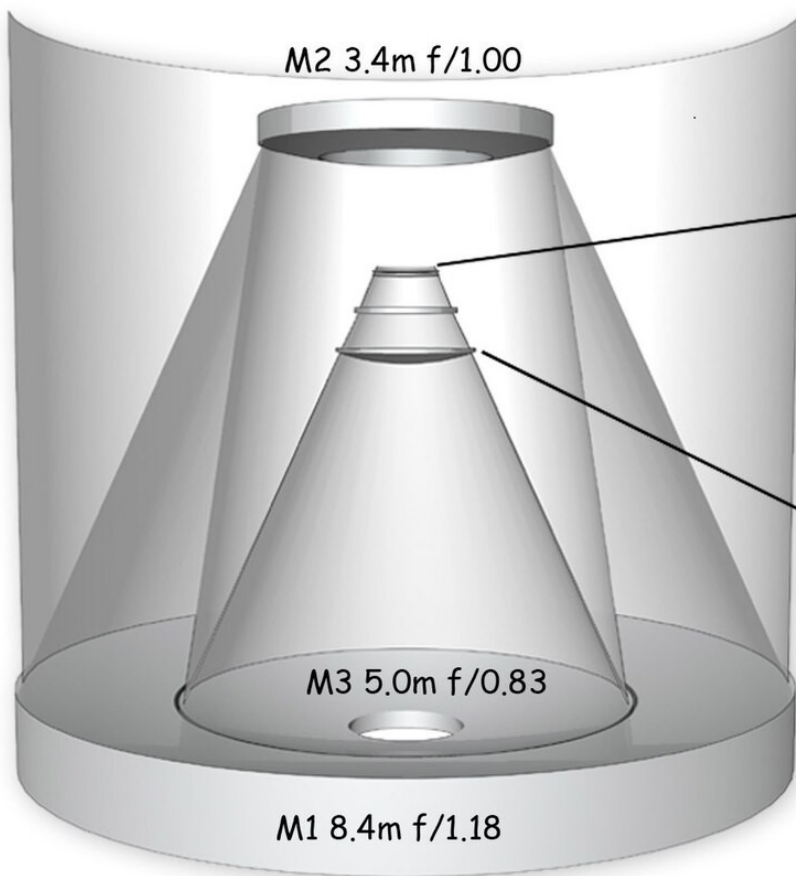
## Monture

La monture azimutale supportant le télescope est conçue de manière à être compacte et à remplir les conditions d'utilisation particulière du LSST : le pointage du télescope doit pouvoir être modifié de  $3,5^\circ$  en moins de 4 secondes pour permettre d'enchaîner les prises d'image du ciel. Pour permettre ce mouvement, la monture repose sur un palier hydrostatique composé d'un fin film d'huile. Les moteurs électriques utilisés pour faire pivoter le télescope utilisent l'énergie stockée dans 360 condensateurs pour fournir le mégawatt nécessaire pour déplacer le télescope (monture, optique et caméra) d'une masse totale de 350 tonnes.

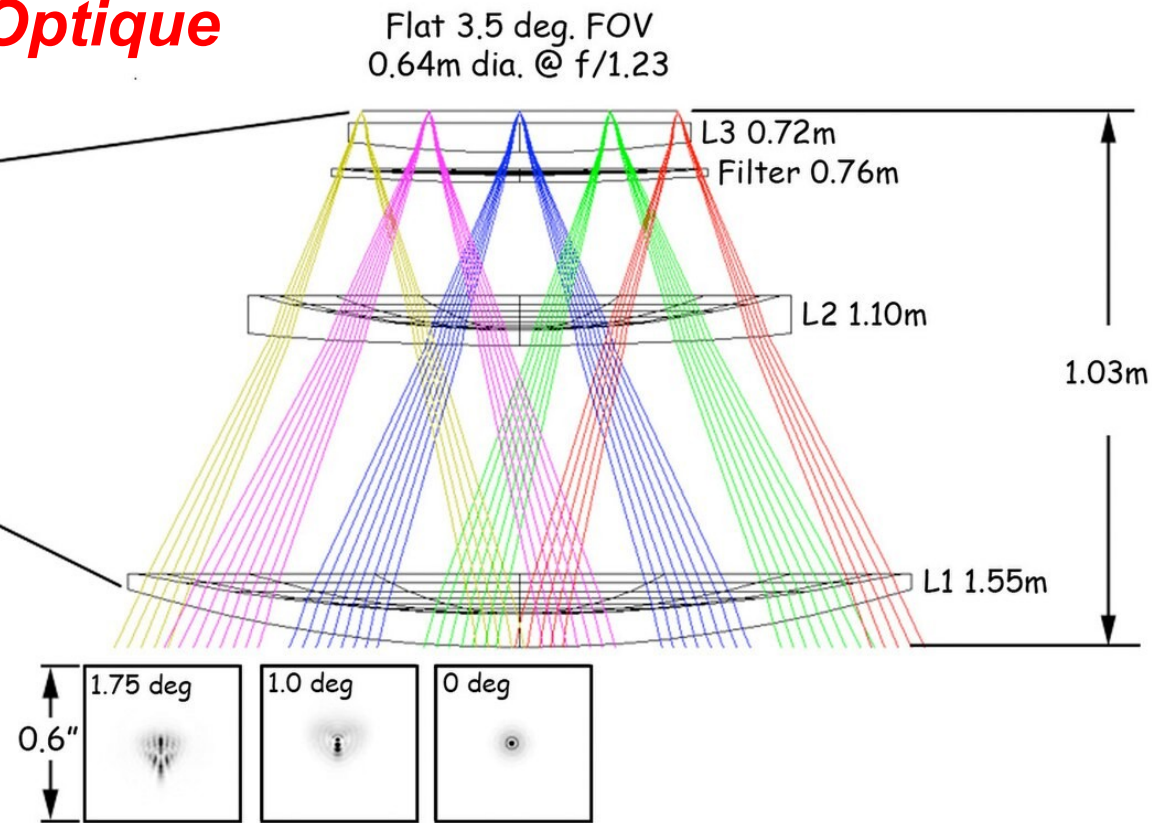
Deux plateformes situés de part et d'autre de l'axe de l'élévation permettent d'accéder à la caméra et au miroir secondaire pour des opérations de maintenance lorsque le télescope est au repos c'est-à-dire lorsque l'élévation du tube est à l'horizontale.

[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)





## Optique



LSST consortium — <https://www.lsst.org/sites/default/files/photogallery/EPA-full.jpg>

La formule optique est composée de 3 miroirs courbés asphériques :

- M1 ;
- M2 ;
- M3 intégré au centre de M1 avec lequel il forme une pièce unique qui permettent la réduction des trois types d'aberration optique : l'aberration sphérique, le coma et l'astigmatisme.

et d'une caméra dotée :

- d'un capteur plat, refroidi à  $-100^{\circ}\text{C}$  à l'azote, disposant de 3,2 milliards de pixels ;
- 3 lentilles L1, L2, L3 destinées à corriger les aberrations ;
- d'un jeu de filtres ( de l'ultraviolet à l'infrarouge).

[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)

[7] <https://rubinobservatory.org>

## Miroir M1-M3



Le miroir de 8,4 mètres a été fabriqué au Richard F. Caris Mirror Lab à Tucson, Arizona, et a mis environ sept ans à terminer!

Bien qu'il s'agisse d'un seul morceau de verre, l'arrière est une structure en nid d'abeilles creuse et rigide qui réduit massivement le poids global du miroir, aidant à rendre le miroir plus léger, plus rigide et plus facile à maintenir à une température stable.

Pour fabriquer le miroir, les techniciens ont superposé des morceaux de verre spécial ultra-pur sur un moule résistant à la chaleur de la structure en nid d'abeille, puis toute la configuration a été filée dans un four ... pour faire fondre le verre [sous forme d'] une surface parabolique .... Le verre a ensuite été refroidi, ... et poli dans sa forme finale.

L'observatoire ne dispose pas d'un système d'optique adaptative corrigeant les perturbations atmosphériques. Seule la solution d'un système d'optique active a été retenue permettant de corriger les aberrations provoquées par la gravité terrestre ainsi que les variations locales de température.

L'ensemble, d'une masse de 19 tonnes, repose sur le barillet, une structure métallique ajourée de 9 x 9 x 2 mètres et d'une masse de 19 tonnes. La partie supérieure du barillet comporte 112 vérins à deux axes et 44 vérins à axe unique actionnés par un système pneumatique qui supportent le miroir et contrôlent sa forme. Au sein du barillet se trouvent 96 ventilateurs qui font circuler l'air conditionné à travers 1 800 ouvertures pour ventiler le cœur du miroir. Enfin 6 vérins formant un hexapode et fixés sur le barillet permettent de régler avec précision la position des miroirs M1/M3.

[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)

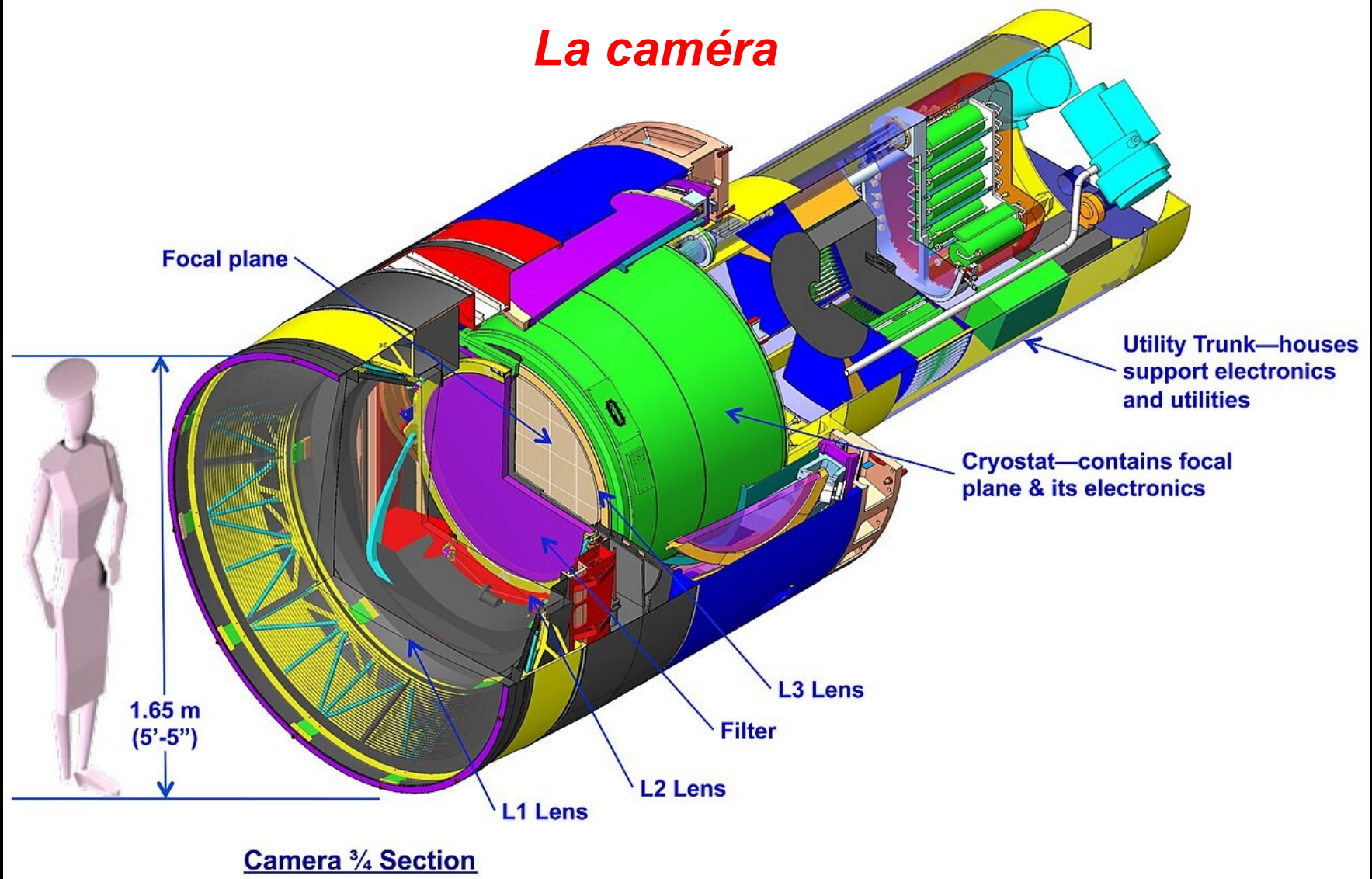
## Miroir M2

Le miroir M2 de 3,42 mètres de diamètre comporte en son centre un trou d'un diamètre de 1,8 mètre de diamètre qui correspond à la partie masquée par la caméra. Il s'agit du plus grand miroir convexe jamais construit. Il est réalisé à partir d'un bloc brut de 10 centimètres d'épaisseur réalisé à partir de verre à faible taux de dilatation. La partie arrière du miroir est en partie évidée ce qui permet de réduire sa masse de plus de 50 %. Avec la structure qui le porte l'ensemble a une masse de 2 714 kg dont 680 pour le miroir proprement dit. 72 vérins axiaux électro-mécaniques permettent de contrôler la forme du miroir tandis que 6 vérins tangents réduisent son stress et sa déformation.

[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)

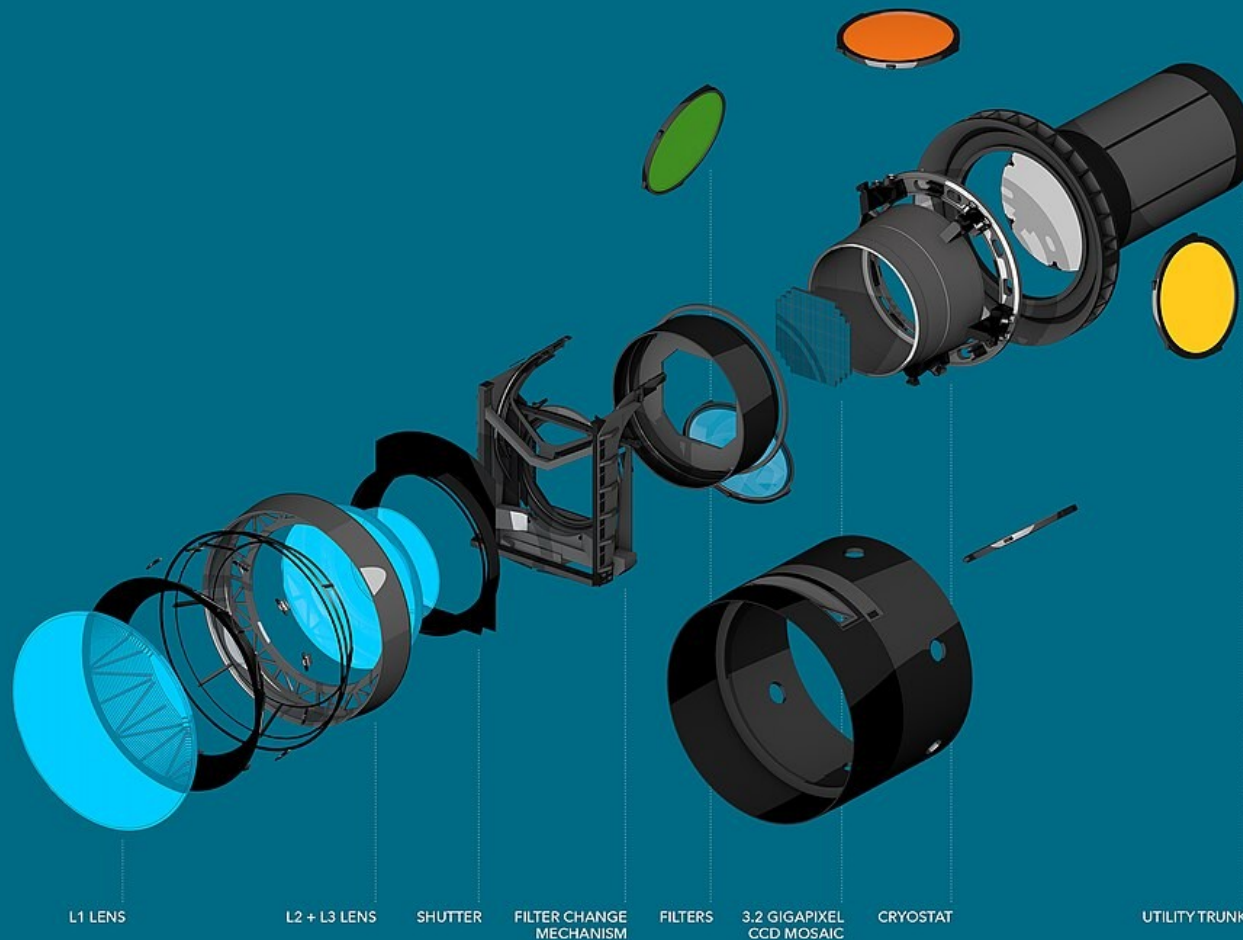


# La caméra



LSST Corporation — [https://www.lsst.org/sites/default/files/photogallery/Camera\\_CU-](https://www.lsst.org/sites/default/files/photogallery/Camera_CU-)

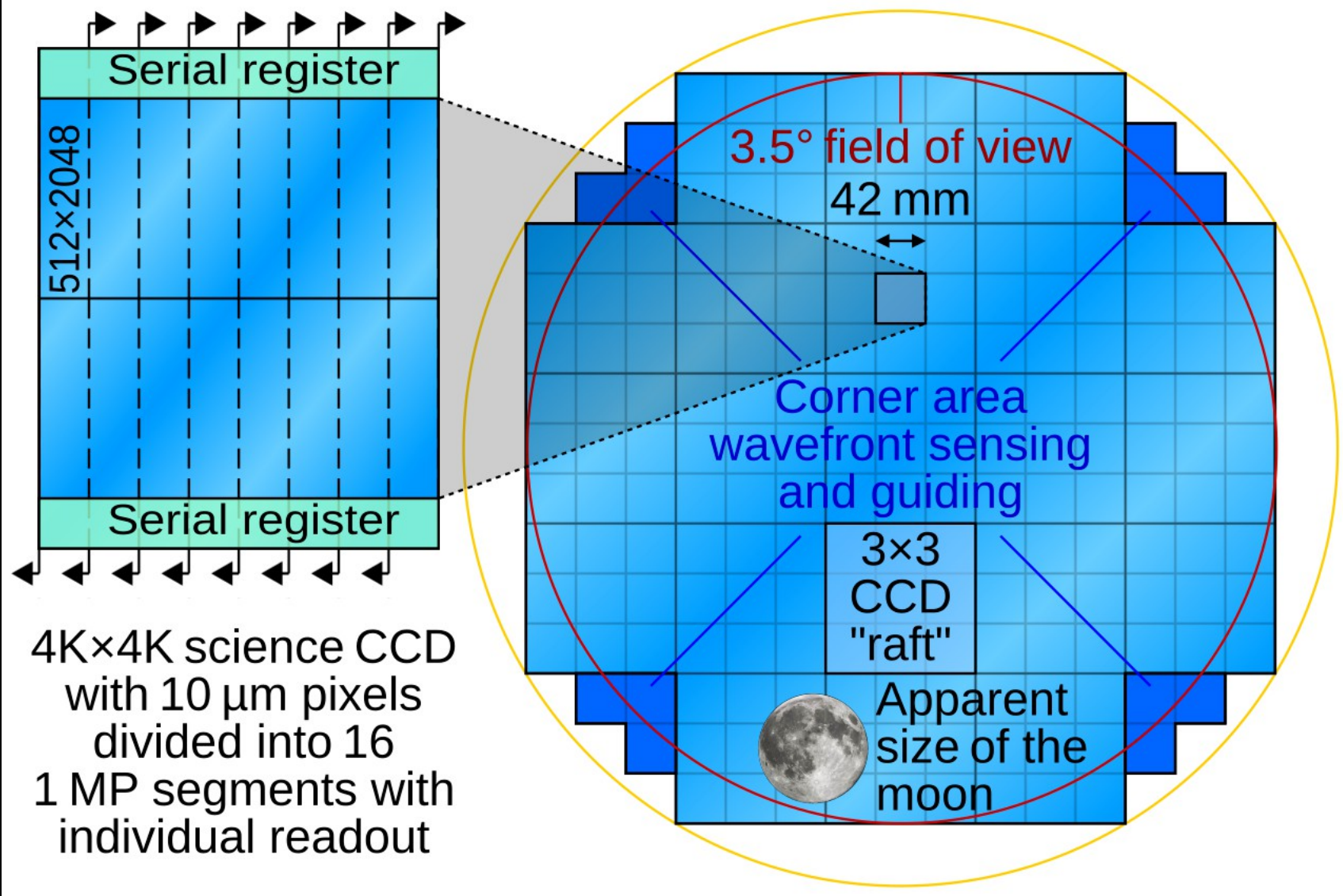
À peu près de la taille d'un SUV et pesant environ 2800 kg , la caméra LSST est la plus grande caméra jamais construite. Il dispose d'un énorme tableau CCD de 3200 mégapixels qui capturera [une] vue la plus détaillée du cosmos. Il faudrait environ 400 écrans de télévision Ultra HD pour afficher une seule image Rubin.



<https://www.lsst.org/sites/default/files/LSSTexploded-lg.jpg>

Un carrousel comportant 5 filtres permet de le remplacer en quelques minutes. Un sixième filtre peut être placé manuellement. L'obturateur à lames placé après le filtre est conçu pour que chaque pixel soit éclairé durant la même durée.

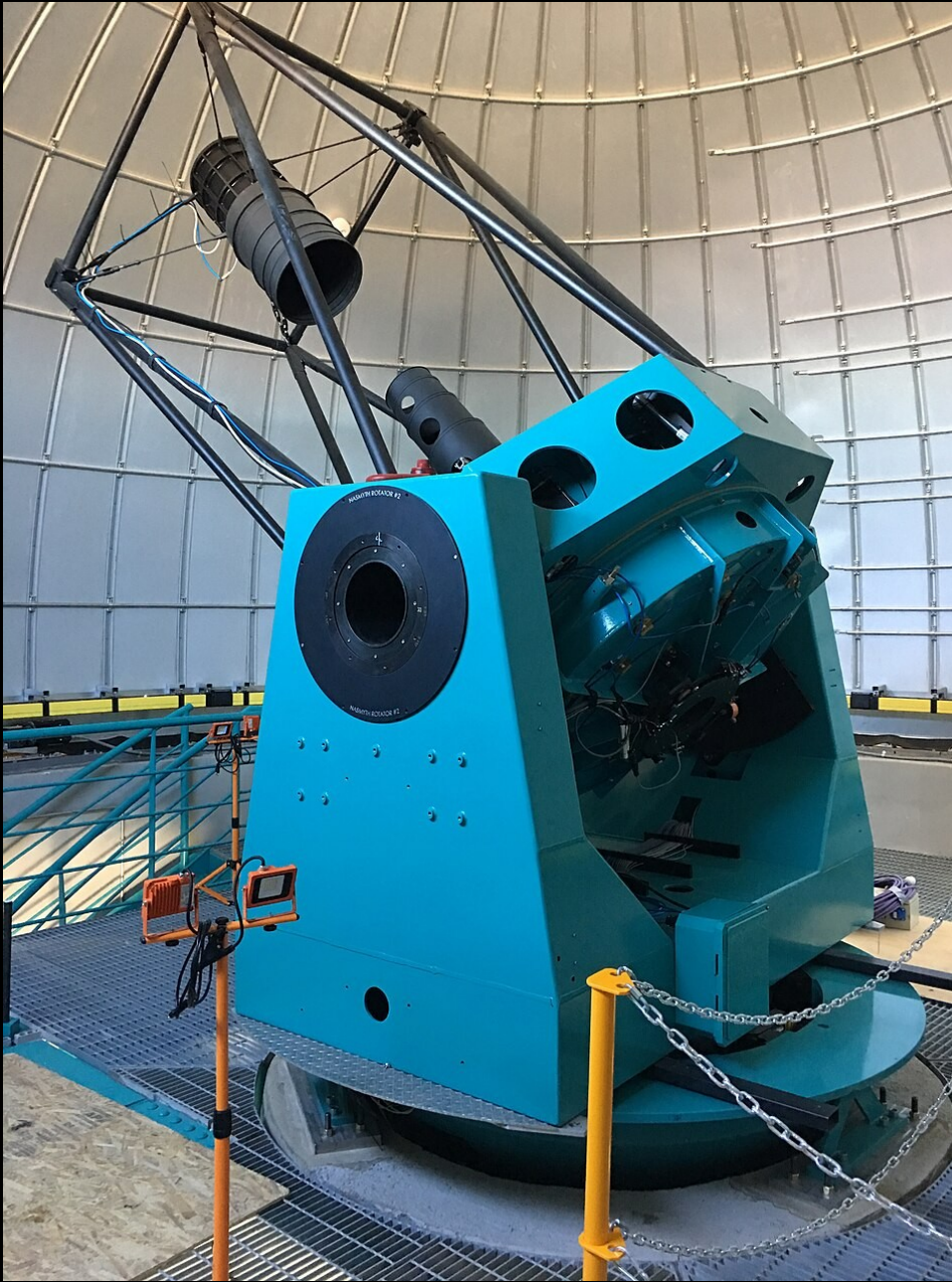
[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)



Cmglee — Travail personnel

Le capteur numérique d'un diamètre de 64 centimètres est constitué de 3,2 milliards de pixels de 10 microns de côté obtenus en juxtaposant 189 capteurs CCD au silicium de 16 mégapixels chacun[38]. Le capteur est sensible à une plage de longueurs d'onde qui va du proche ultraviolet au proche infrarouge en passant par le visible (0,1 à 1 micron).

## Télescope auxilliaire

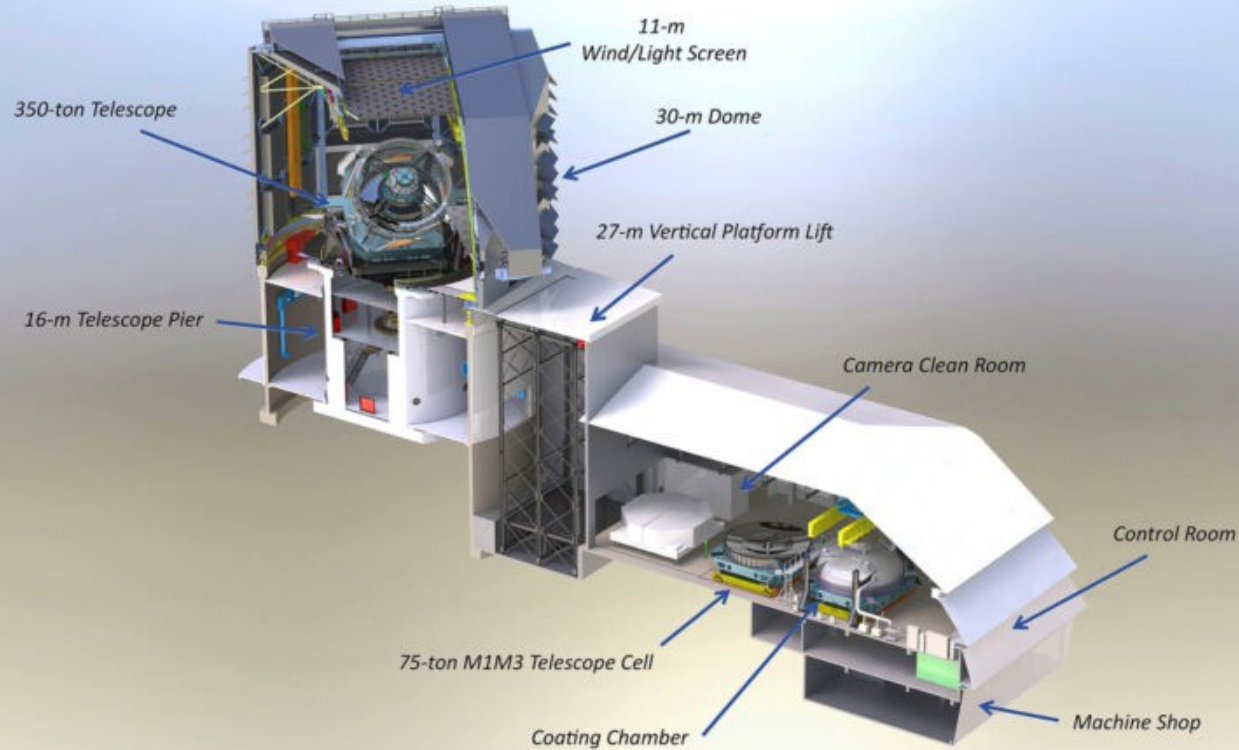


B Shoening/Rubin Observatory/NSF/AURA

Un petit télescope de 1,2 mètre d'ouverture [est] utilisé pour étalonner les images produites en prenant en compte les perturbations atmosphériques. Ce télescope était à l'origine installé à Kitt Peak. Il a été cédé par son propriétaire Edgar Smith et transporté au Chili après avoir été remis en état.

[6-2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)

## Site



[L]'observatoire Rubin [est un] long et bas bâtiment de 2500 m<sup>2</sup>... qui supporte le dôme rotatif. [Il] abrite toutes sortes de systèmes de soutien complexes (par exemple, électriques, chauffage et refroidissement) qui sont nécessaires au fonctionnement et à l'entretien du télescope et de la caméra. Il y a aussi un plancher de service dédié, où l'équipement spécialisé est stocké et les tâches d'entretien de routine peuvent être effectuées. Un équipement de support particulièrement grand logé dans le bâtiment est la chambre de revêtement miroir ... Les miroirs peuvent être nettoyés à une station de lavage dédiée (également sur le plancher de service) et enduits dans la chambre de revêtement, le tout sans jamais quitter le bâtiment.

# Objectifs

Comment la voie lactée s'est-elle formée ? De quoi est fait 95% de l'univers ? Que révélera un inventaire complet des objets du système solaire ? Qu'apprendrons-nous en regardant des millions de changements dans le ciel nocturne sur 10 ans ? Ce ne sont que quelques-unes des questions que les scientifiques aborderont avec l'Observatoire Rubin.

Au cours des 10 années d'observation programmées, 11 catalogues d'objets seront mis à disposition (environ 1 par an). Le premier (DR1 pour Data Release 1) sera publié 12 mois après le début des observations et contiendra environ 18 milliards d'objets. Le dernier DR11 contiendra 37 milliards d'objets et 5,5 images de 3,2 gigapixels.

## ***Une avalanche de données ... parfois secrètes***

Chaque nuit 20 téraoctets de données brutes sont collectées ... [qui] sont d'abord corrigées sur le site avant d'être transférées à la base de La Serena par une liaison fibre optique dont le débit est de 600 gigabits par seconde et où elles sont stockées (copie 1). Les données sont ensuite transmises au site au centre d'archivage de la NCSA via deux liaisons ayant un débit de 100 gigabits par seconde ... [où sont traitées] les données. Le centre génère les alertes en quasi temps réel (phénomènes variables/transitoires) et réalise la moitié du traitement de production permettant de préparer le catalogue. Le centre archive une deuxième copie des données. Le centre sert également de serveur pour tous les utilisateurs souhaitant effectuer des recherches dans les données collectées. Enfin une copie des données est transmise au centre de calcul de l'IN2P3 en France où la moitié des calculs pour la réalisation du catalogue est effectuée. Le traitement des données nécessite une puissance de calcul de 150 téraflops lors de la production du premier catalogue et de 950 téraflops pour la production de la dernière version 10 ans plus tard.

[il a été] convenu avec le gouvernement américain que les images du télescope ne seraient pas diffusées immédiatement, mais qu'elles seraient envoyées à une agence militaire spécialisée ... pour y être analysées afin d'éviter la diffusion prématurée d'images sensibles. Les images de tout nouvel objet autre qu'un satellite espion seront envoyées immédiatement aux astronomes, ainsi que les parties de l'image contenant leur environnement immédiat, l'image complète devant être publiée dans un délai de 80 heures à dix jours. Cet embargo vise à éliminer le risque de permettre à des tiers de déterminer en temps réel l'orbite des satellites espions. Les images différées ne sont pas considérées comme une menace car l'orbite de ces satellites peut changer fréquemment. Cela évite de devoir expurger les images.

# ***Au travail, maintenant !***

**L'amas de la Vierge photographié par l'observatoire Vera-C.-Rubin,  
l'une des premières photos (23/06/2025).**



RubinObs/NOIRLab/SLAC/NSF/DOE/AURA

## Documents consultés

[1] Ciel et espace :

[1-1]

<https://www.cieletespace.fr/actualites/disparition-de-vera-rubin-figure-cachee-de-la-matiere-noire>

[1-2]

<https://www.cieletespace.fr/actualites/l-observatoire-vera-rubin-devoile-ses-premieres-images>

[2] Yael Naze : « Vera Rubin, la femme qui a changé la face de l'Univers » in Ciel et Espace Octobre 2006 – pages 59-62

[3] « La fille dans la lune » : <https://lafilledanslalune.fr/vera-rubin/>

[4] « La matière noire » : <https://lamatierenoire.fr/vera-rubin/>

[5] Autobiographie – Annual review of astronomy and astrophysics – vol 49, 2011 :

<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-astro-081710-102545>

[6] Wikipedia :

[6-1] Vera Rubin : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Vera\\_Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vera_Rubin)

[6-2] Observatoire Vera Rubin :

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Vera-C.-Rubin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Vera-C.-Rubin)

[7] Site de l'observatoire Vera Rubin : <https://rubinobservatory.org/>