

... Perspectives en cosmologie ...

LST

Legacy Survey of Space and Time



VERA C. RUBIN
OBSERVATORY

Emmanuel Gangler – 50 ans IN2P3 – 18 juin 2021



Prenons du recul...

- 1998 : découverte de l'Énergie noire
- 2011 : Prix Nobel



Photo: U. Montan

Saul Perlmutter



Photo: U. Montan

Brian P. Schmidt



Photo: U. Montan

Adam G. Riess

Énergie Noire
69 %

Baryons 4,9 %

Matière Noire
26 %

Neutrinos
<0.5 %
Photons
0,00916 %

Contenu de l'Univers

- 2021 : on ne sait toujours pas ce que c'est ...

2011 : Création de l'équipe **COSMO** au **LPC**



Une question de statistique

- 1998 : 42 supernovae

→ Découverte :

- Expansion accélérée

- 2021 : 1500 supernovae

→ Etudes combinées :

- Modèle de concordance
- *Incertitudes systématiques*

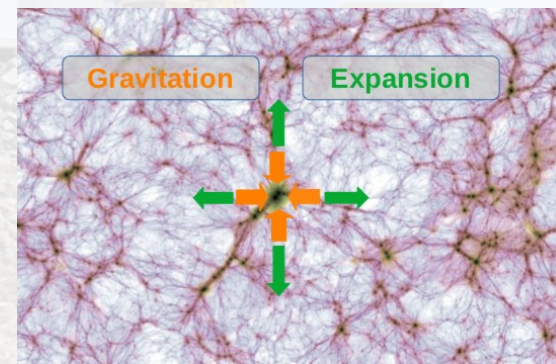
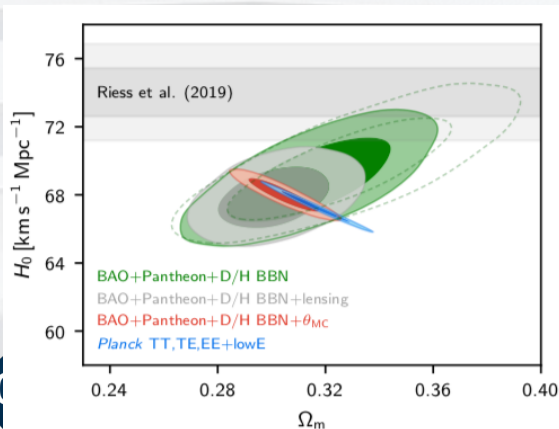
- 2033 : 200 000 supernovae

→ Nouvelle science :

- *vitesse*, magnification



18/06/21 Emmanuel Gangler

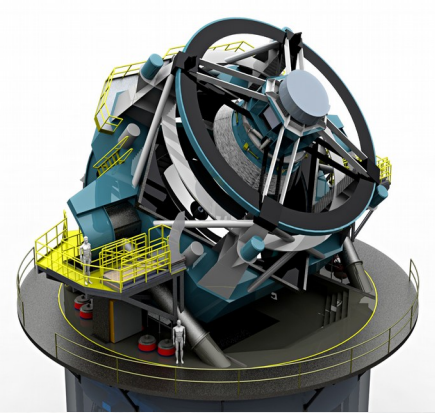


3/10

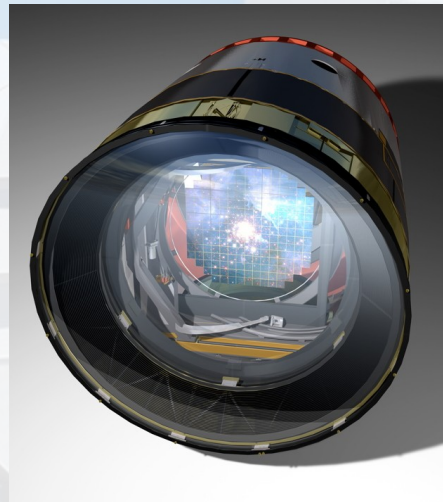
LSST : le relevé de tous les possibles

- **Le défi** : collecter assez de lumière.
... et l'analyser

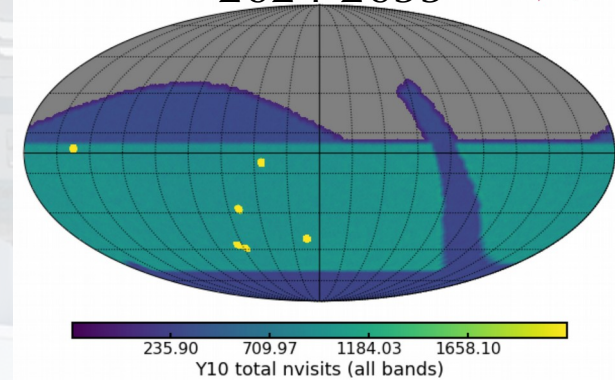
Un télescope de 8,4 m



Une **caméra** de 3,2 Gpix



10 ans d'observation :
2024-2033



Un (des) centre de calcul !





Le **LPC** dans la construction

- **2012** : Décision de construire un *banc de test*
- **2016** : *Inauguration* aux Cézeaux
(Hall de l'INRAE)
- **2021** : *Livraison des dernières pièces*

RECHERCHE ■ Avec sa caméra unique au monde, il débutera sa cartographie de l'univers à partir de 2022

Le super télescope mis au point à Clermont

Le Laboratoire de physique corpusculaire à Clermont a l'habitude des projets hors norme. Ses capacités d'ingénierie pour sonder les particules élémentaires ont été employées à la mise au point d'un tout autre outil : un super télescope !

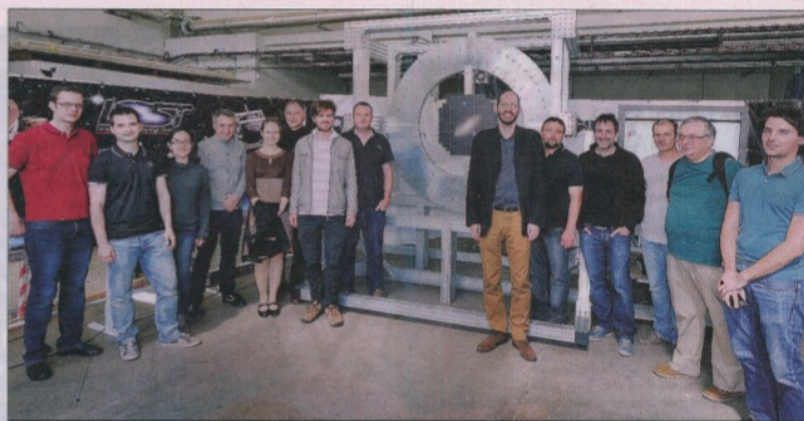
Geneviève Thivrot

C'est au milieu des Andes chiliennes que se construit actuellement un tout nouvel appareil d'astronomie : le Large synoptic survey telescope (LSST). Un projet porté par les Etats-Unis.

Et c'est en France, au Laboratoire de physique corpusculaire (LPC) de Clermont-Ferrand, qu'une partie de ce super-télescope qui va cartographier l'univers a été mise au point.

Capter des images du ciel

Un élément essentiel du projet : le banc de test mécanique du changeur de filtres du LSST, « capable de positionner une charge d'une tonne, au dixième de millimètres près », souligne Emmanuel Gangler, en charge de



L'ÉQUIPE DU LPC. Formé d'un support permettant de balayer toutes les positions angulaires du télescope, le banc mécanique déployé au laboratoire de physique corpusculaire (LPC) a nécessité près de 12.000 heures de travail de la part de l'équipe du LPC réunie vendredi lors de l'inauguration du banc de test dans le hall de montage de l'IRSTEA, sur le campus des Cézeaux. PHOTO RICHARD BRUNEL

cette contribution au LPC. Automatisé, robuste et très rapide, il permettra de capturer chaque image du ciel dans six bandes optiques différentes en un minimum de temps ! Car le LSST, ce sera un télescope d'un diamètre de 8,4 mètres et équipé de la plus

grande caméra digitale jamais construite. Avec ses 3,2 milliards de pixels (200 fois la définition d'un appareil photo haute résolution) et son balayage complet du ciel austral toutes les trois nuits, la caméra du LSST va prendre des images d'une qualité ex-

trême de façon à repérer et mesurer les objets célestes les moins lumineux et leurs déplacements, comme les astéroïdes traversant le système solaire. Le LSST va débuter, en 2022, son relevé du ciel et peut-être participer à résoudre l'un des plus grands mystères de l'univers : celui de l'énergie noire (1).

Au sein de ce projet international, la France, représentée par l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules du CNRS (2), contribue en particulier à la construction d'éléments de la caméra et

à l'exploitation des données. Car l'outil va produire « un flux considérable d'informations, comparable à celui généré lors des expériences pour sonder l'infiniment petit, au sein de l'accélérateur de particules, le LHC, au Cern à Genève », explique Philippe Rosnet, enseignant chercheur au LPC.

Actuellement, le banc de test mécanique continue d'être testé sur le campus des Cézeaux, dans le hall de montage de l'IRSTEA (3) afin de garantir son efficacité et sa robustesse, avant l'installation du dispositif définitif au Chili. ■

(1) Forme d'énergie hypothétique ayant la particularité d'avoir une pression négative.

(2) Le LPC est une unité mixte de recherche UBP-IN2P3-CNRS.

(3) Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.

INFO PLUS

Université. En marge de ce projet lancé en 2012, l'Université Blaise-Pascal a ouvert des cursus universitaires en cosmologie, relativité générale, astrophysiques et astrophysique.

Le voyage du changeur de filtre

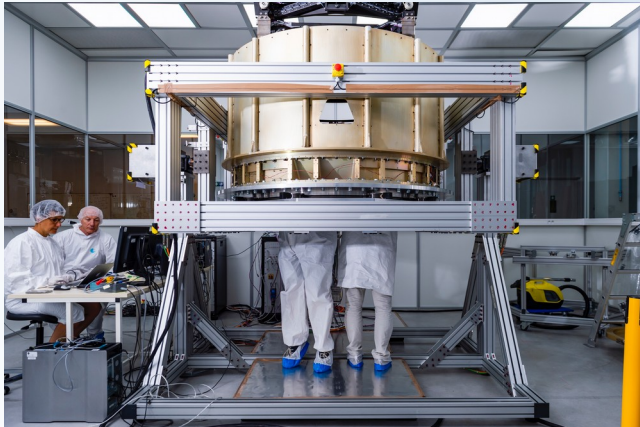
50 ANS

2021 :



2021-23 : Intégration

2018 : *LPNHE*

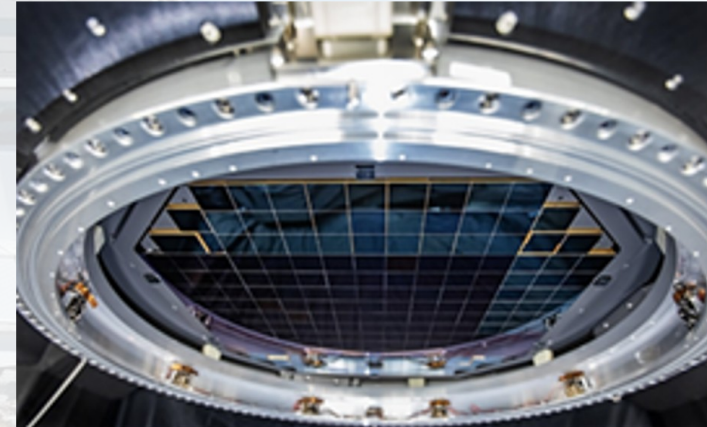


Un effort combiné de 5 laboratoires IN2P3

2020 : *SLAC* (Standford)



Et : Visite des RI du CNRS et du bureau de Washington à SLAC



Commissioning et premières images



Un défi pour les données

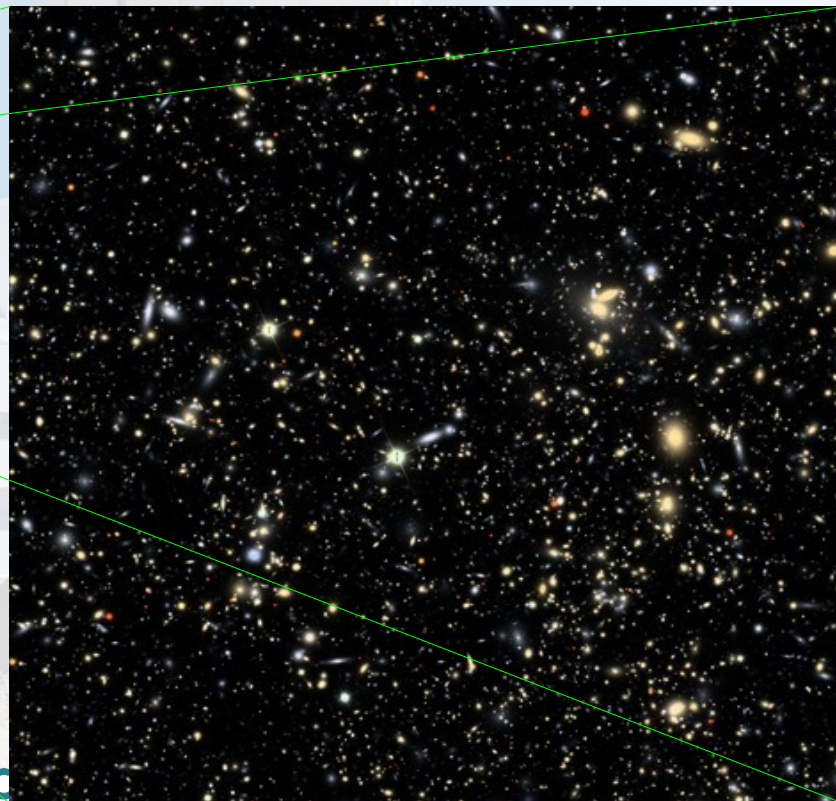
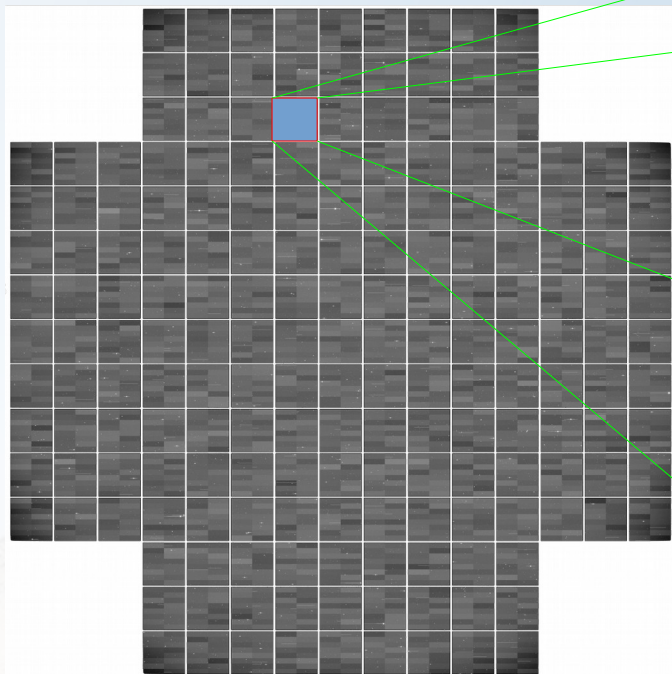
2024 – 2033 :

Camera : 189 CCD → 3,2 G pixels !

~ 1 images / 20 secondes

850 images / nuit → 20 TB

~ 1/1 000 000 000 of LSST data (sim)





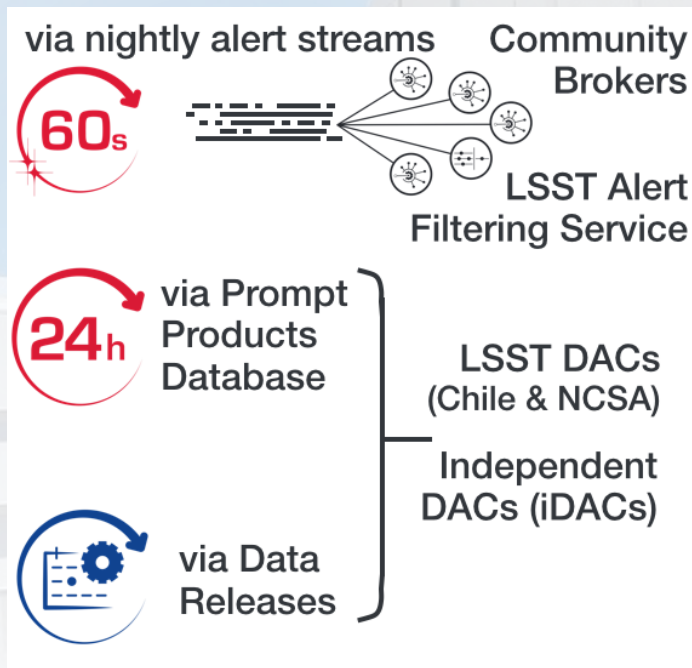
Le LSST et les Big Data

• 2012-2019 : financement sur projet

- Post-doc UBP
- Prof. Invité UCA
- MITI (**PetaSky**, Qualisky, TransiXplore)
 - Avec LIMOS et al.
- COST BigSkyEarth
- Maestro @ GdR MaDics,
- Momentum CNRS



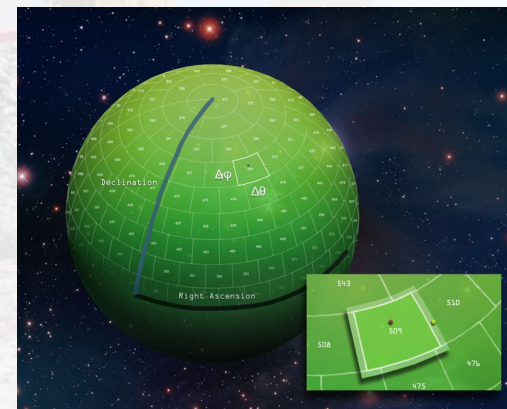
Accès aux données



2019 - ... : *Fink*



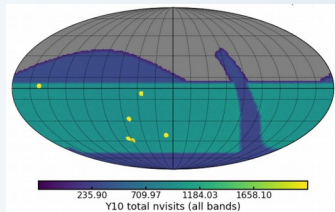
2012 → ~2025 : *Qserv*





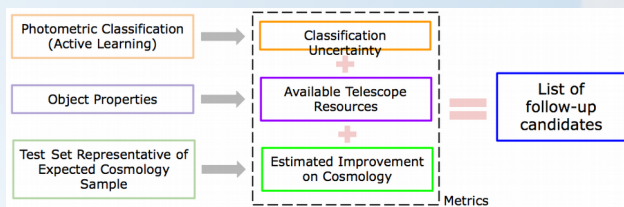
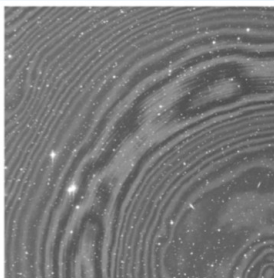
Préparation scientifique :

Optimisation du relevé

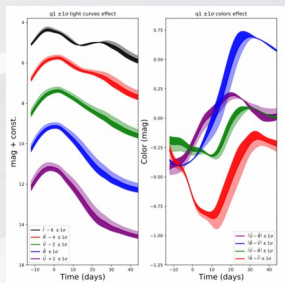


Sélection des objets

Calibration



Modélisation



Et dans ~10 ans...



Equation d'état de l'Energie Noire

... Le chemin sera long !

Des retombées pour le site

- Collaborations nationales et internationales :

- SLAC (Stanford)
- Berkeley
- Lomonosov Moscow State University
- Swinburne (Australie, en cours...)
- Réseau COIN



18/06/21 Emmanuel Gangler

- Evénements locaux

- Invitations nationales et internationales



- Actions grand public

- ... et des retombées pour l'enseignement

