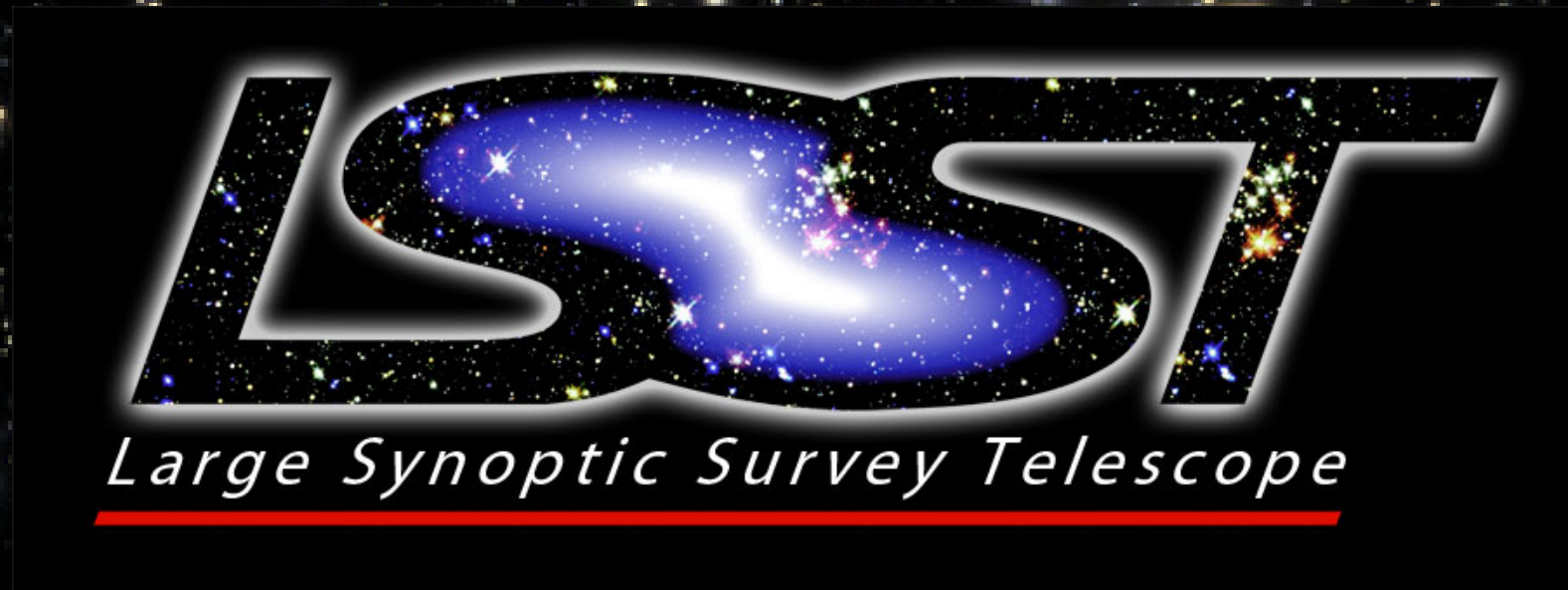
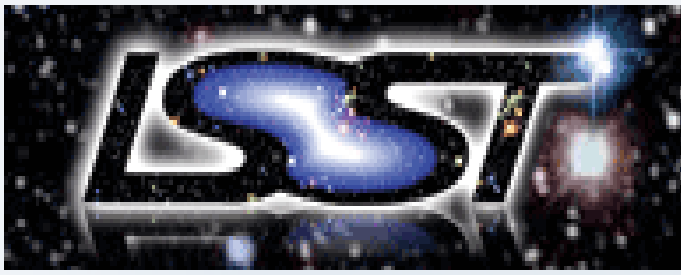


Le projet

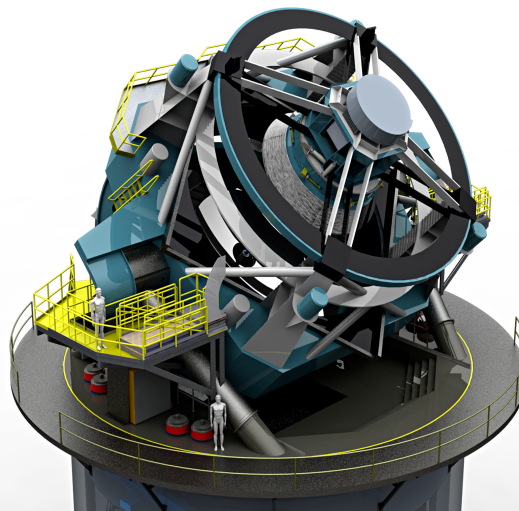


Emmanuel Gangler - LPC



en une slide

- Projet de cosmologie de 4ème génération :
 - Télescope de 8,4 m
 - Cerro Pachon (Chili)
 - Astronomie très grand champ : caméra 9,6[°]



- Tout le ciel visible en 6 bandes (ugrizy) (20000[°])
- Poses de 15 s, 1 visite / 3 jours
- 10 ans, 60 Pbytes de données



Le projet

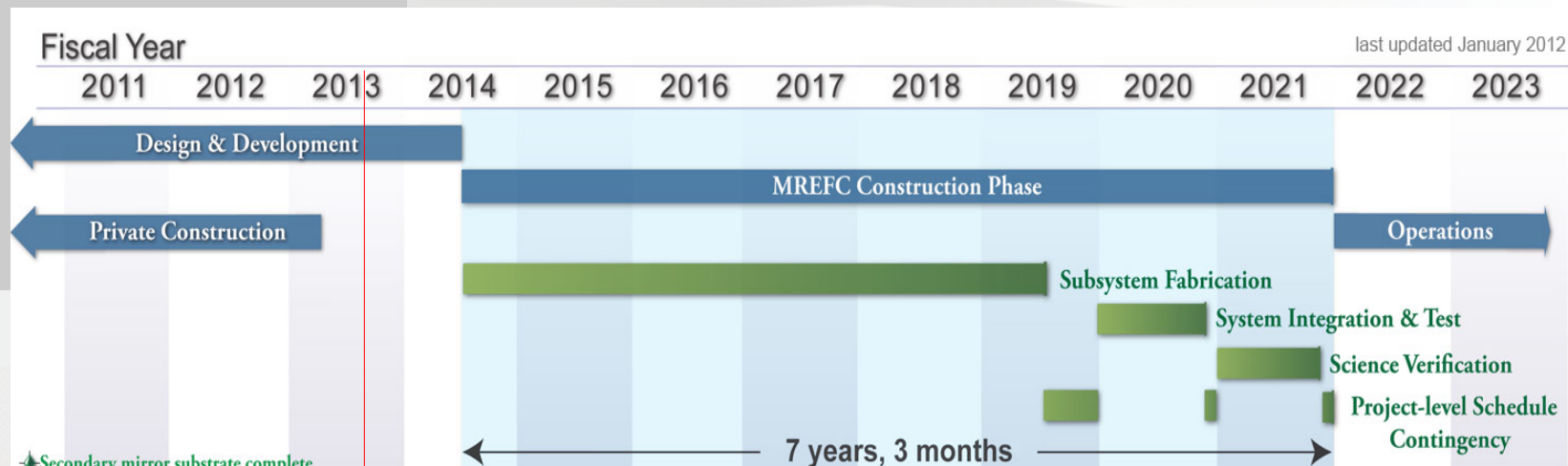
La science

Collaboration LSST

Institutional Members

Adler Planetarium
 Brookhaven National Laboratory (BNL)
 California Institute of Technology
 Carnegie Mellon University
 Chile
 Cornell University
 Drexel University
 Fermi National Accelerator Laboratory
 George Mason University
 Google, Inc.
 Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
 Institut de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3)
 Johns Hopkins University
 Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology (KIPAC) - Stanford University
 Las Cumbres Observatory Global Telescope Network, Inc.
 Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL)
 Los Alamos National Laboratory (LANL)
 National Optical Astronomy Observatory*
 Princeton University
 Purdue University
 Research Corporation for Science Advancement*
 Rutgers University
 SLAC National Accelerator Laboratory
 Space Telescope Science Institute
 Texas A & M University
 The Pennsylvania State University
 The University of Arizona*
 University of California at Davis
 University of California at Irvine
 University of Illinois at Urbana-Champaign
 University of Michigan
 University of Pennsylvania
 University of Pittsburgh
 University of Washington*
 Vanderbilt University

- Compagnie à but non lucratif
- 35 institutions, essentiellement US :
 - SLAC, Fermilab, Google
 - Non-US : République du Chili, IN2P3
 - + ouverture internationale sur proposal
 - Grosse communauté UK
- Financement NSF/DOE/Privé : 669 M\$
- Opérations : 10 ans (2022-2031)



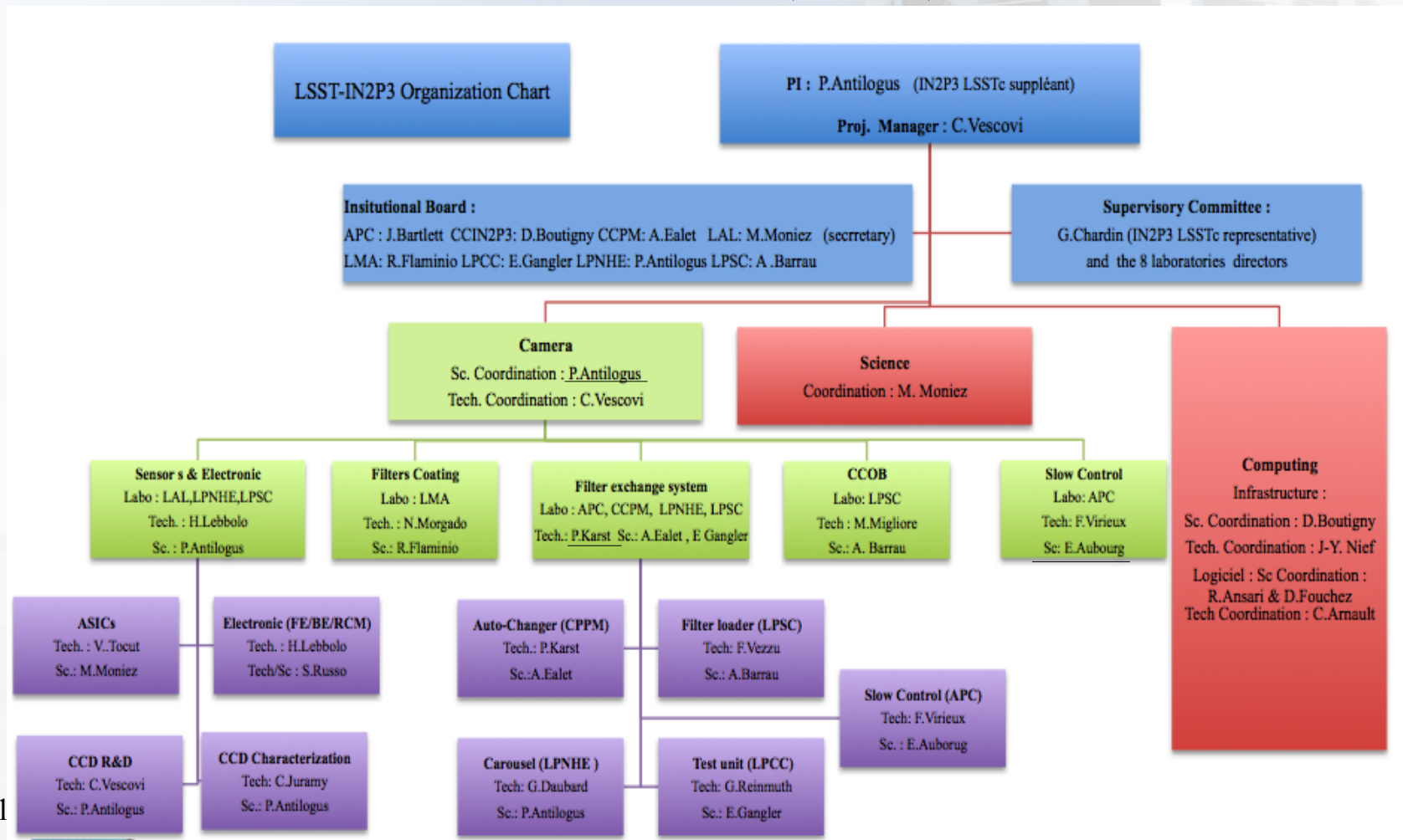
R&D

Construction

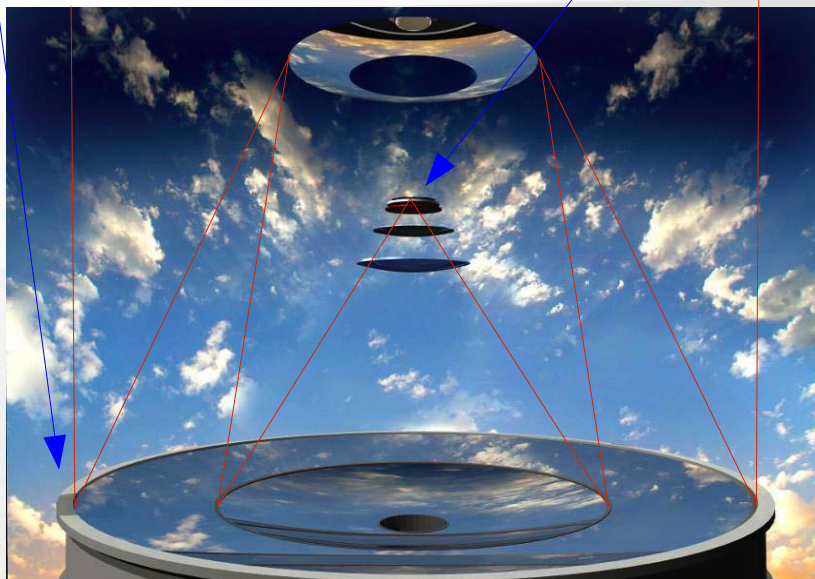
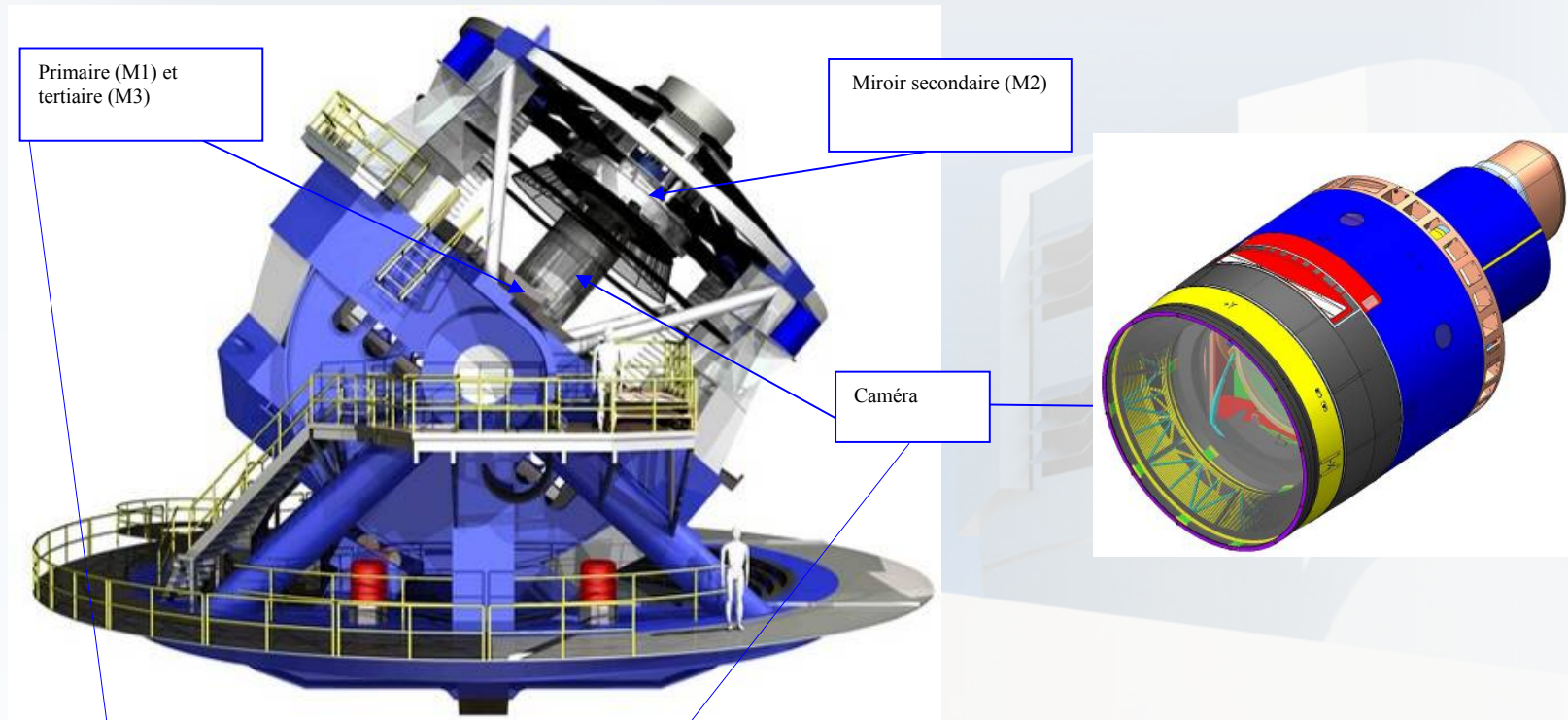
Opérations

LSST à l'IN2P3

- 1^{ère} priorité IN2P3 en astroparticules et cosmologie
- 8 laboratoires : APC, CC, CPPM, LAL, LMA, LPC, LPSC, LPNHE, + ... ?
- 30 chercheurs / 50 ITA : 40 FTE (2013)



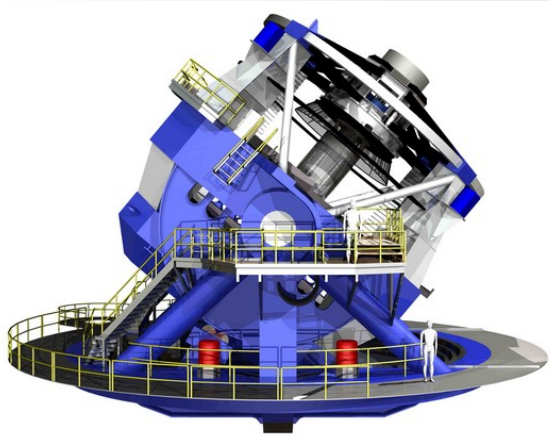
Le télescope et la caméra



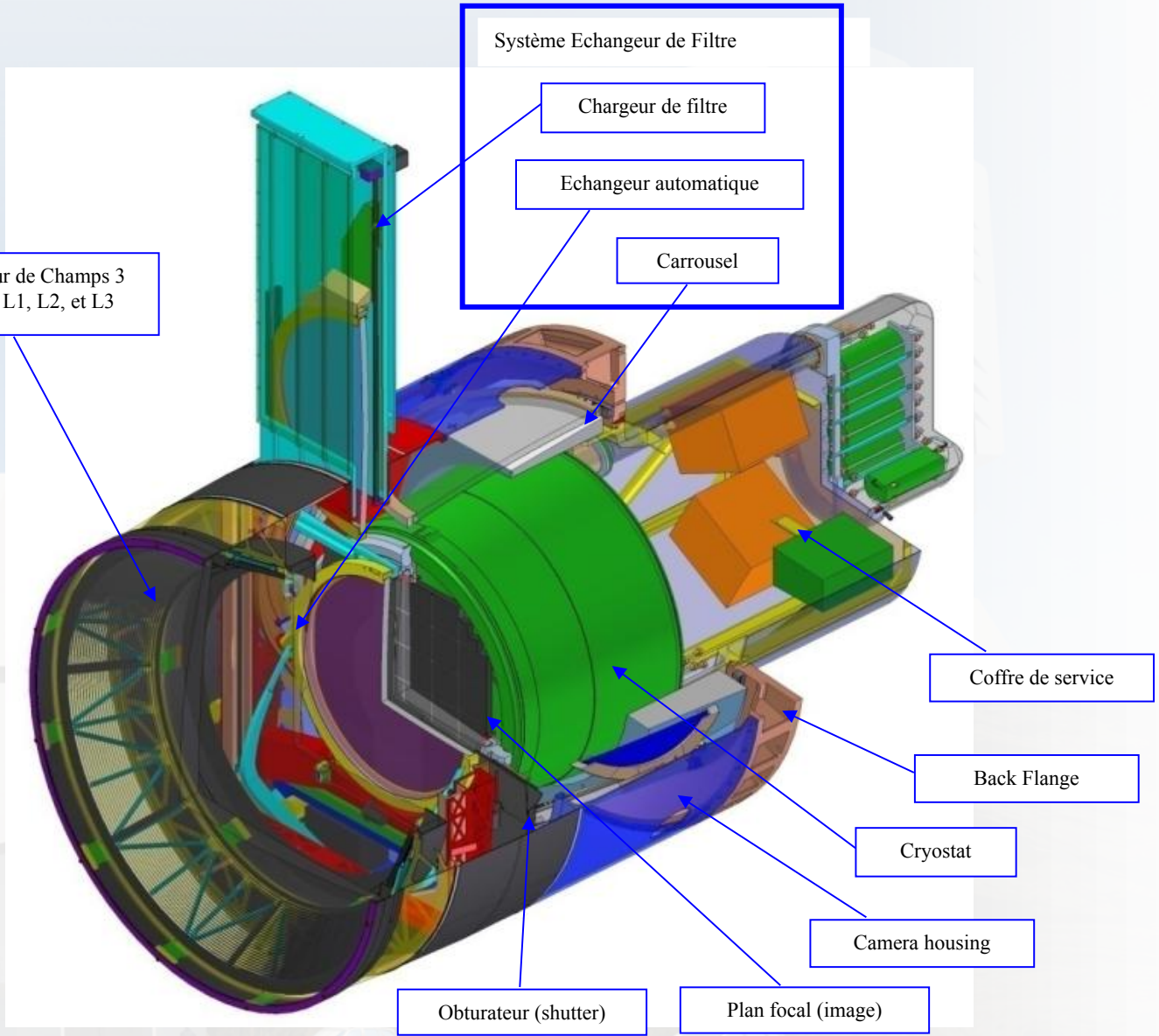
Grand champ :

- **Focale courte** (10,3 m)
Caméra montée sur le secondaire
→ Changeur de filtre non trivial
- **Echantillonnage** 0,2 ''
3,2 Gpixels
→ Capteurs
→ Data management

La caméra



Correcteur de Champs 3
lentilles L1, L2, et L3

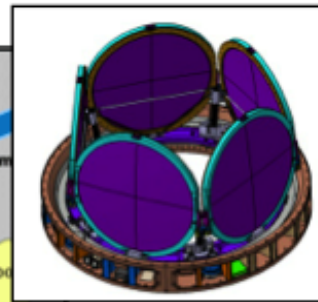


Camera Parameters	
Property	Value
Lifetime	10 years
Incident half-angle in air	14.2°-23.6°
Focal plane diameter	634 mm
Maximum mass	3000 kg
Maximum diameter	1650 mm
Total length	3732 mm

Le système changeur de filtre

**Filter Control System
FCS (APC)
PARIS**

Françoise Virieux, PM & Eng
Bernard Amade, Eng

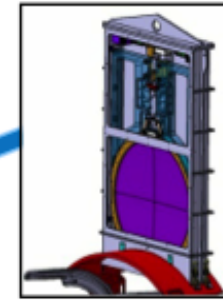
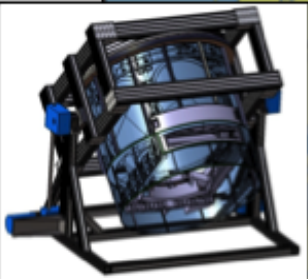


**Carousel (LPNHE)
PARIS**

Daniel Vincent, PM
Guillaume Daubard, PM & Eng
Christophe Evrard, Designer
Felipe De Matos, Eng
Yann Orain, Designer
Diego Terront, HCU

**Full Scale Prototype
Test Bench (LPC)
Clermont Ferrand**

Guy Reinmuth, PM & Eng
Patrick Lafarguette
Philippe Chassagny
Romeo Bonnefoy

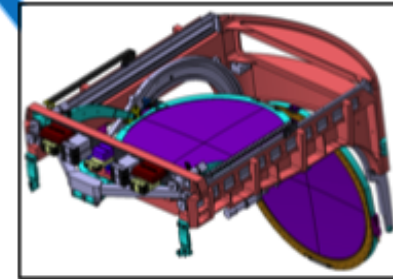


**Loader (LPSC)
GRENOBLE**

Francis Vezzu, PM & Engineer
E. Perbet, Designer
E. Lagorio, Eng
J. Giraud, Analyst
Y. Cargagno, Engineer



Design final en cours
Revue 2013
Prototype à l'échelle 1 :
2014-2015
Construction
2014-2018
~ 12 FTE



**Auto-Changer (CPPM)
MARSEILLE**

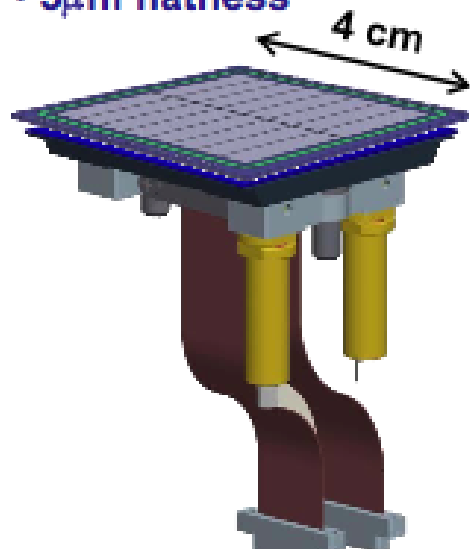
Pierre Karst, PM & Eng
Daniel Labat, Designer
Françoise Rivière, Designer
Patrick Breugnion, Elect Eng
Fabrice Gallo, Fab & Assy

The Sensors subsystem consists of the 21 “science rafts” that make up the 3.2Gpix focal plane

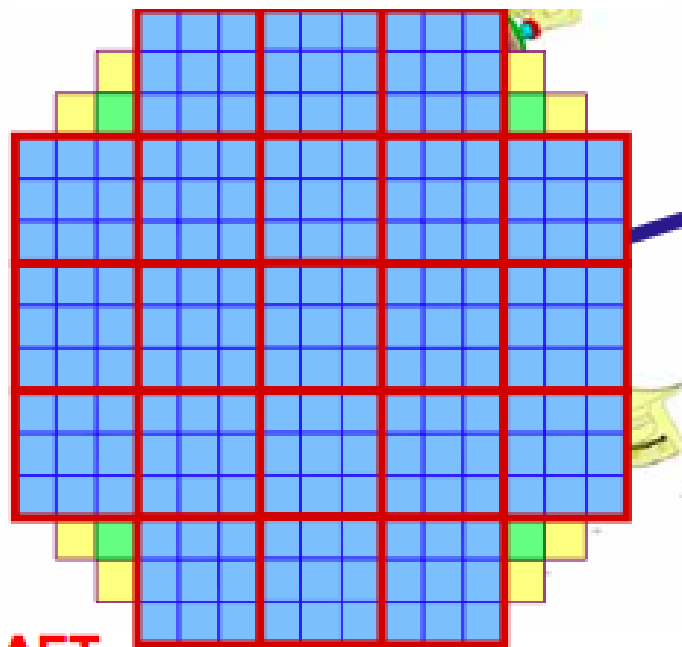


4K x 4K CCD

- 10 μ m pixels = 0".2
- extended red response
- 16 outputs
- 5 μ m flatness

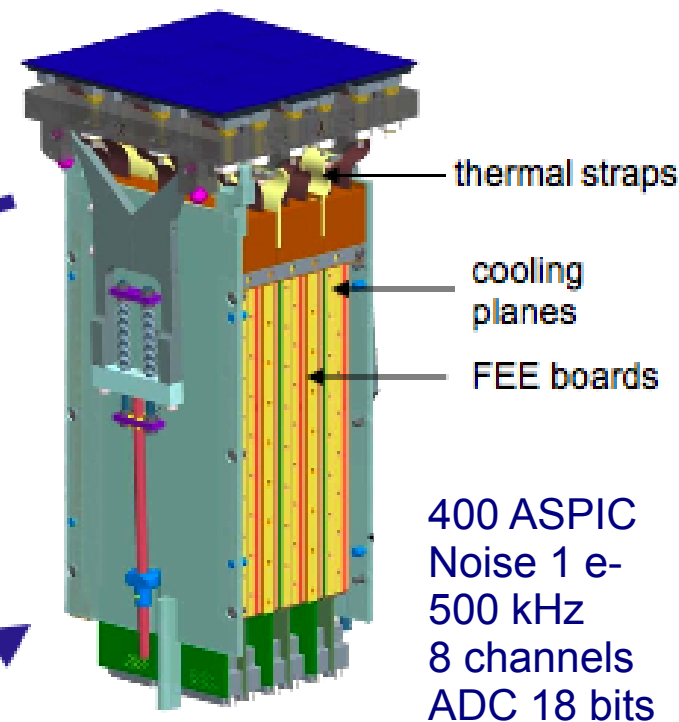
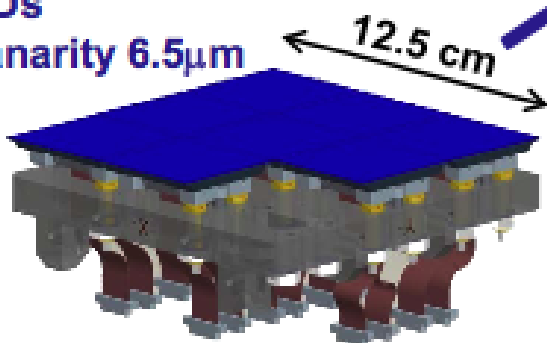


FOCAL PLANE WITH 21 SCIENCE RAFTS 189 CCDs



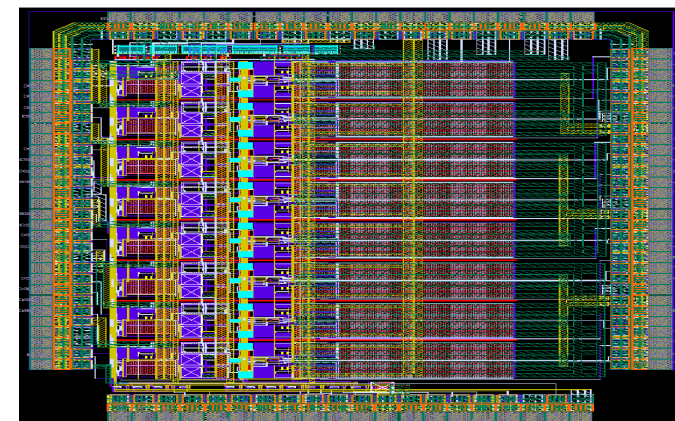
RAFT

- 9 CCDs
- coplanarity 6.5 μ m



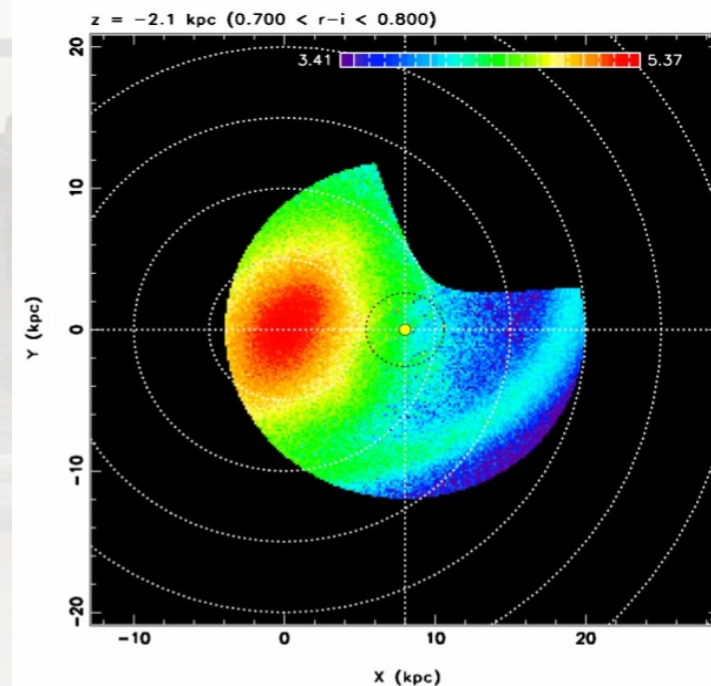
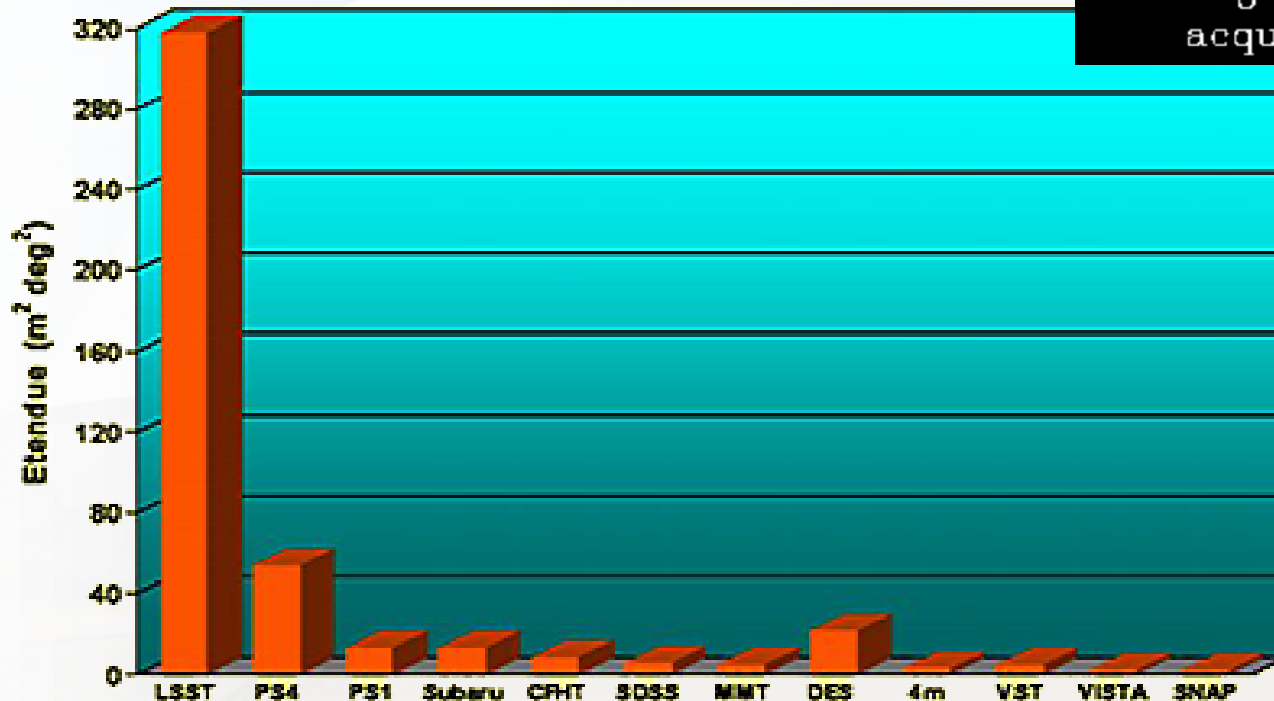
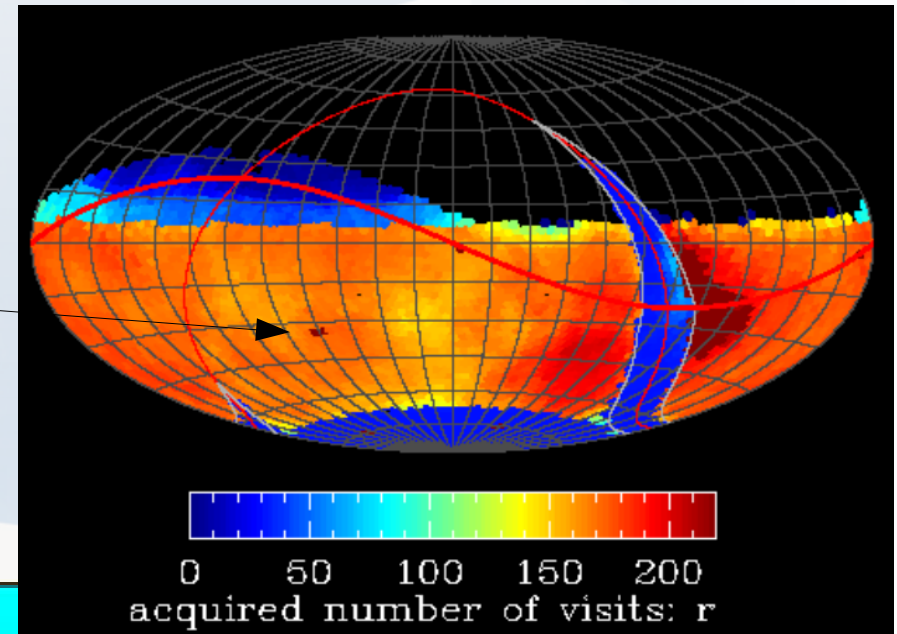
LPNHE/LAL/APC

- ~12 FTE
- Chips de lecture
 - Chip de contrôle HV
 - Carte de lecture
 - Banc de qualification des senseurs

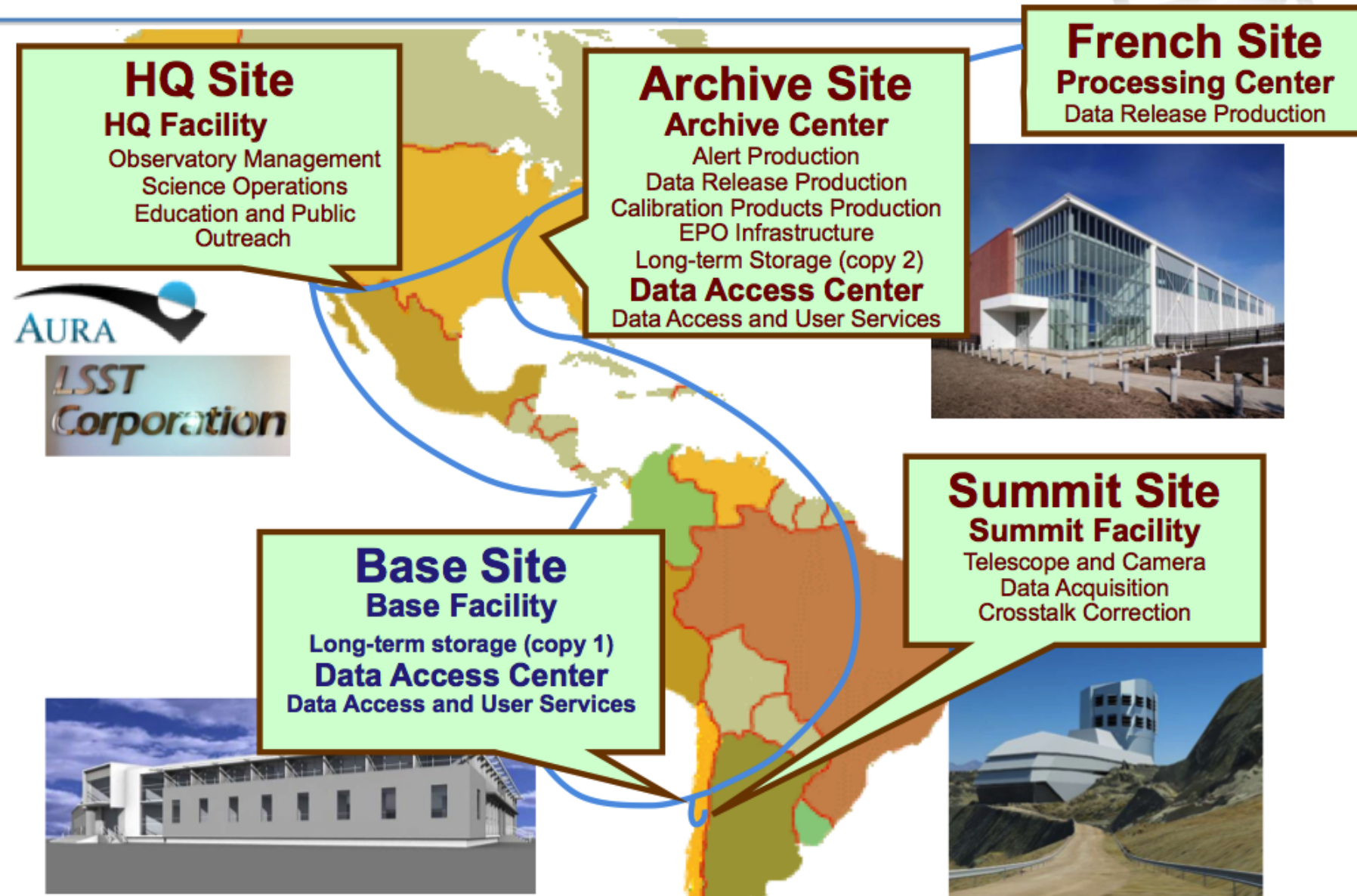
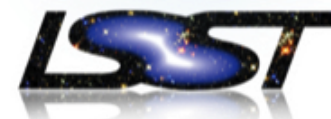


Stratégie observationnelle

- **Main survey:** 90% du temps
 - 15 secondes de pose
 - magnitude $r \sim 24.5$ sur 1 pose
 - $r \sim 27.5$ sur 10 ans (150 visites)
- **Deep survey:** 10% du temps
 - $r \sim 26$; 1 minute de pose
 - Plus grande répétabilité
- **Dedicated surveys:** 1% du temp



Data Management Sites and Centers



LSST Data Management

- Flot de données important :
 - Image : 6 Gbyte/17 secondes
 - 15 TB/nuit
 - 100 PB archives finales images
 - $40 \cdot 10^9$ objets (table de 100-200 TB)
 - $5\,000 \cdot 10^9$ observations (table de 1-3 PB)
 - Par nuit : alertes sur les transitoires (10^6)
 - Accès « ouvert » aux données
- Champ interdisciplinaire avec recherche informatique : BigData
- **2011** : lettre d'intention de Martino : 50% de la production au CC
- **2013** : IN2P3 participe aux data challenges



Simulation 1
CCD 4k x 4k



Le projet

La science

Science LSST : 11 collaborations

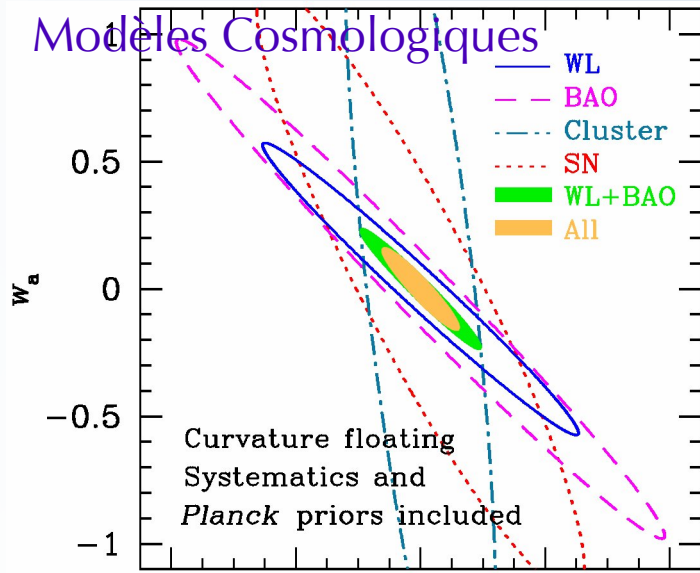
Energie noire [IN2P3]

Supernovae

Grandes structures

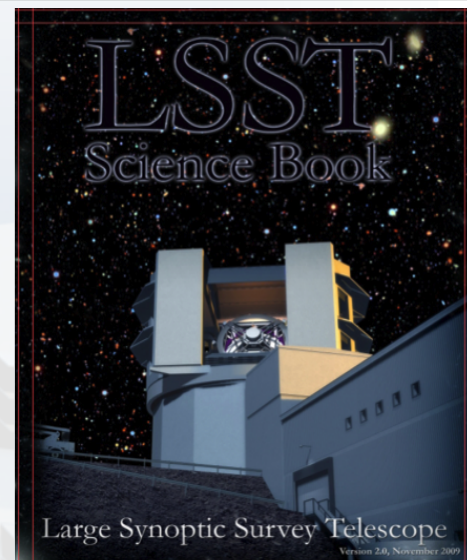
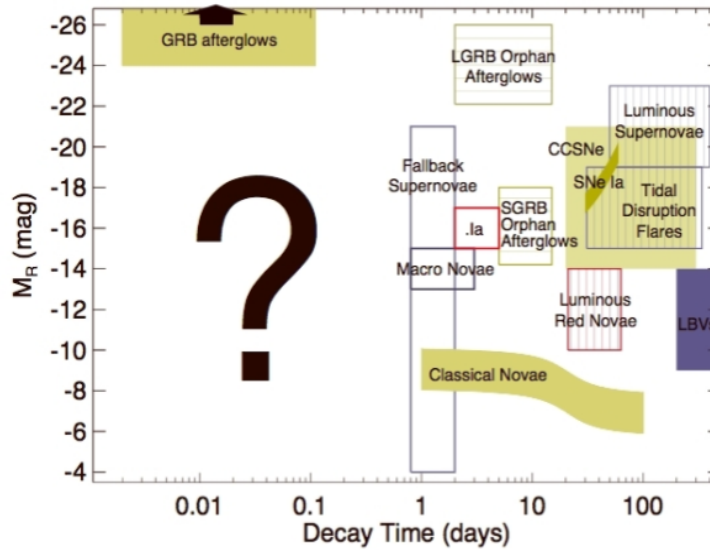
Lentilles faibles & fortes

Modèles Cosmologiques



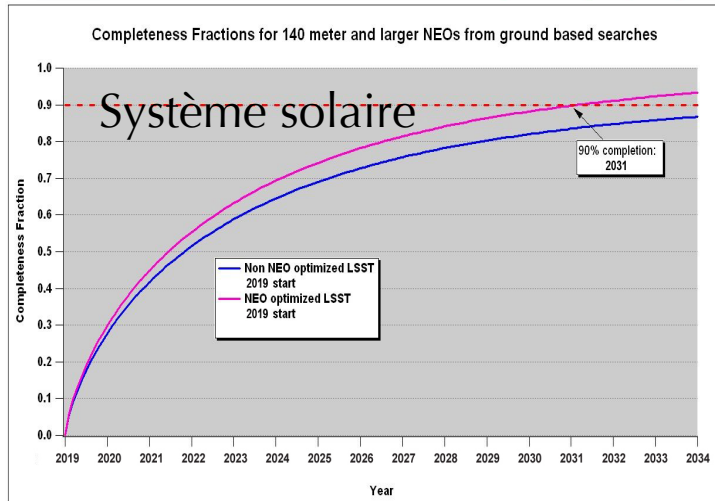
Ciel variable (GRB)

AGN



(> 600 pages)

+ Voie lactée (géométrie du halo), dynamique stellaire, galaxies, Astrométrie



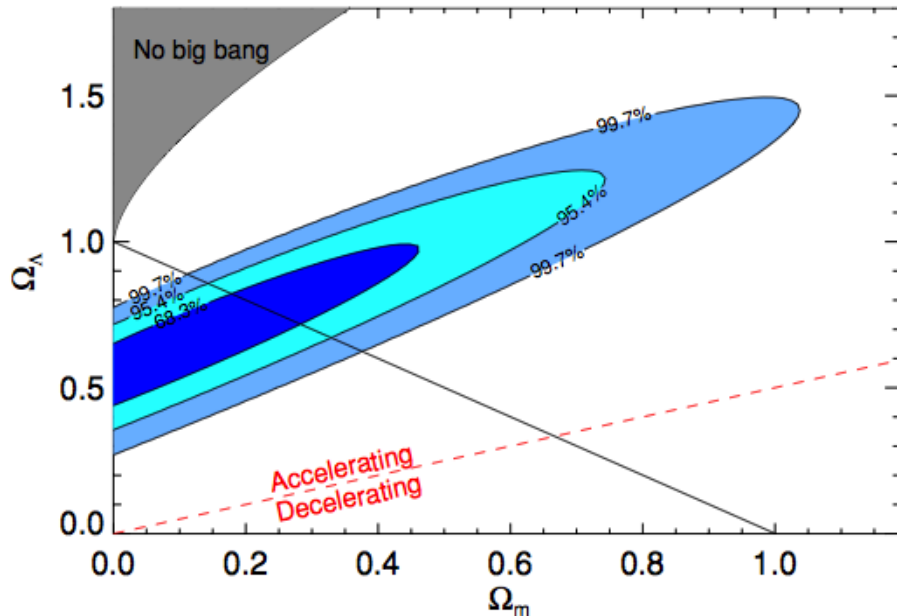
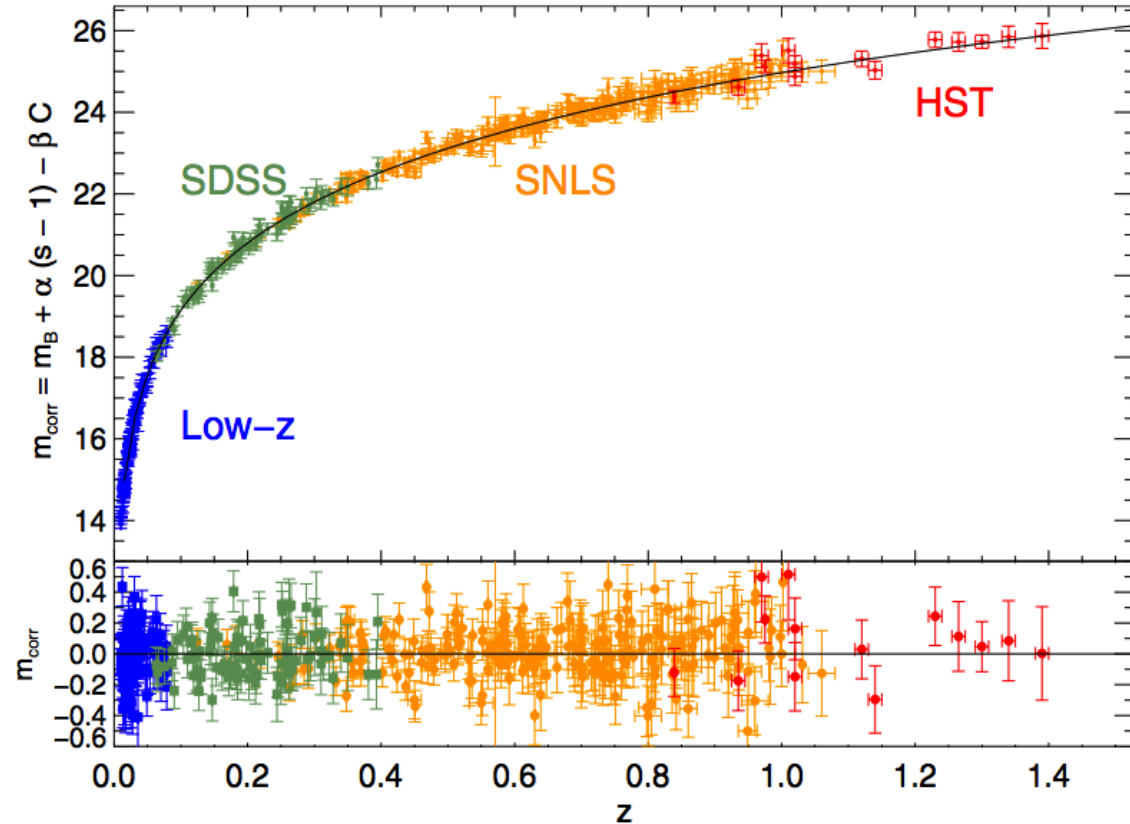
: collaboration énergie noire (White paper ArXiv 1211.0310)

- Mettre en commun les outils nécessaires
- Rétroaction sur le design de LSST

L'énergie noire en 2013

Supernovae : **expansion accélérée** Conley 2011 : **472** SNIa

- 1998 Expansion accélérée (Riess, Perlmutter, Schmitt ; nobel 2011)
- 2013 Analyse finale SNLS/SDSS
- 2012-... DES



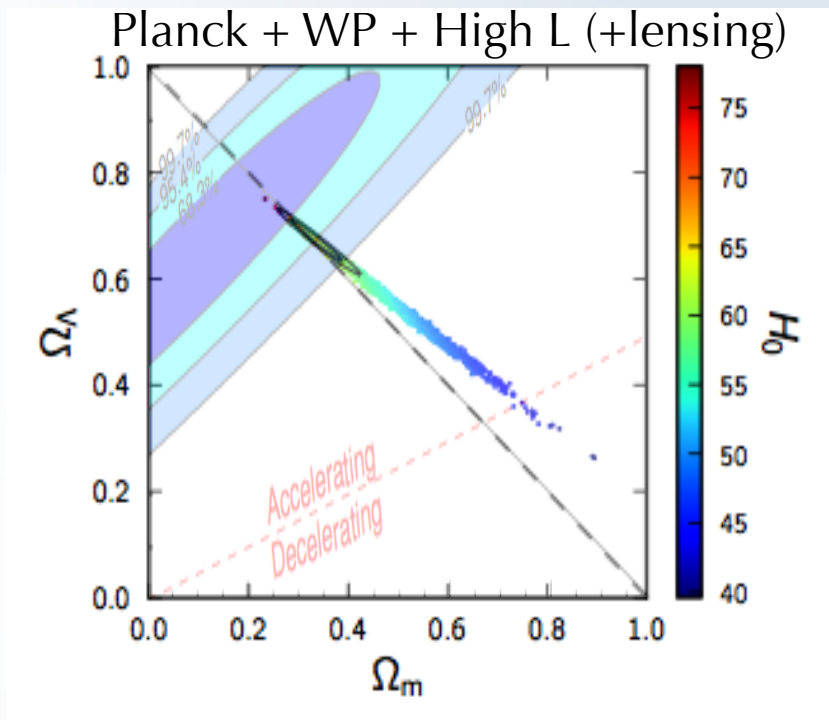
- Il faut des contraintes supplémentaires

- Incertitudes sur Ω_M : 0.077
 - Statistique 0.034 (+0.034) ← **LSST**
 - **Etalonnage** 0.048
 - **Modélisation** 0.035
- Biais d'évolution ?

L'énergie noire en 2013

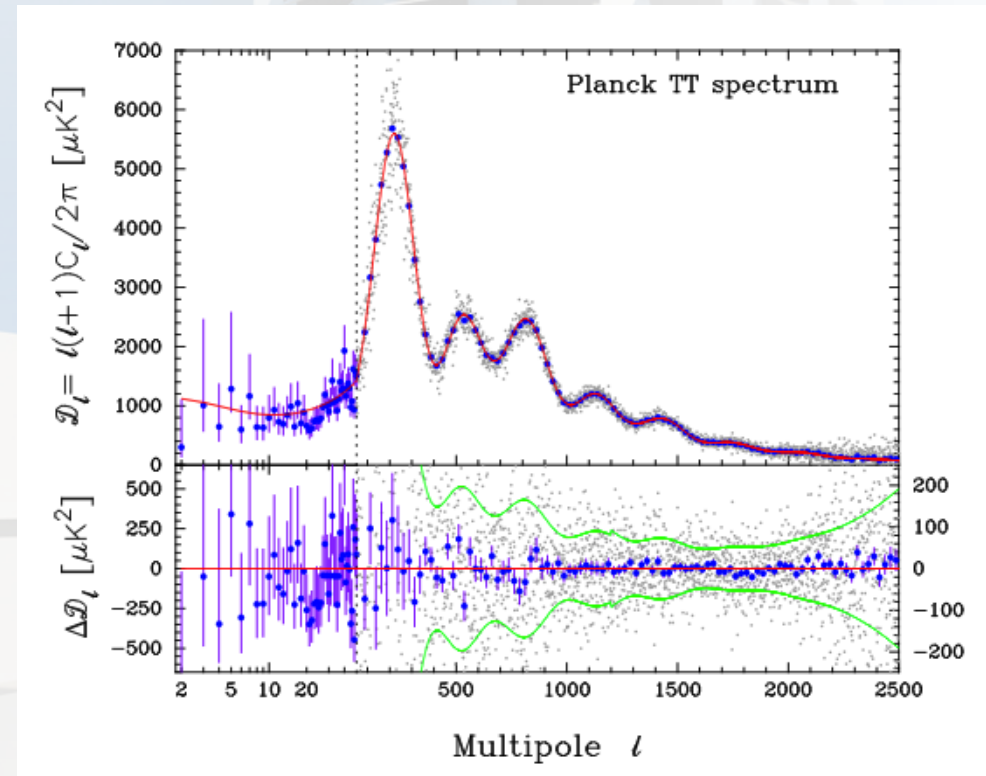
Supernovae : expansion accélérée

+ Planck : **platitude, robustesse** de Λ CDM



CMB plus précis que SN sur Ω_Λ

- **Tension** entre les mesures ?
- **Nature de l'énergie noire ?**
→ combiner les sondes



Equation d'état :

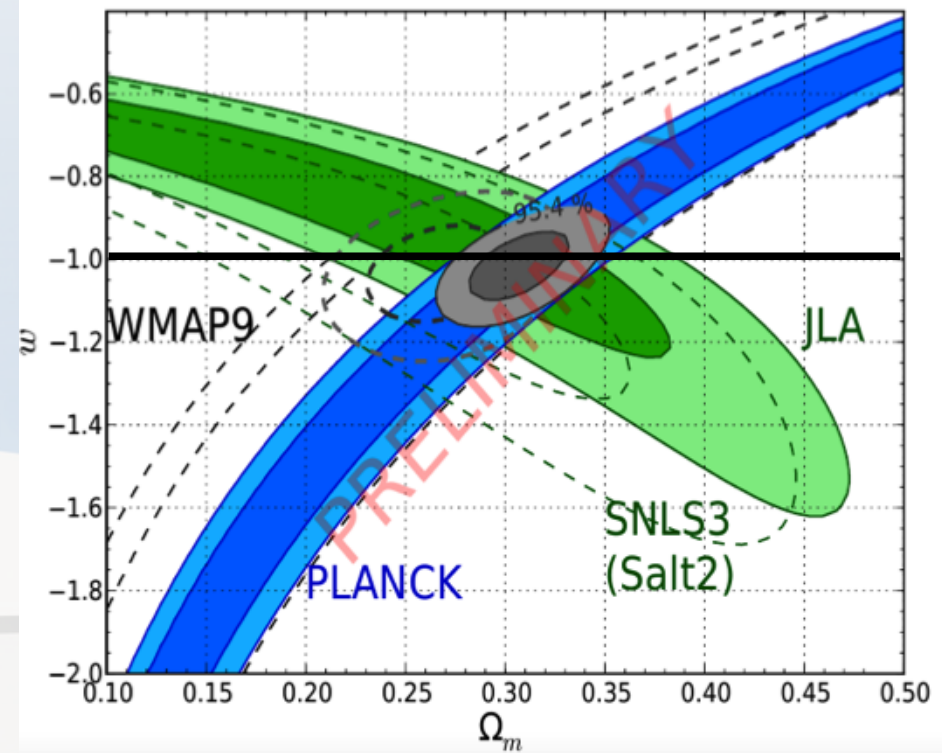
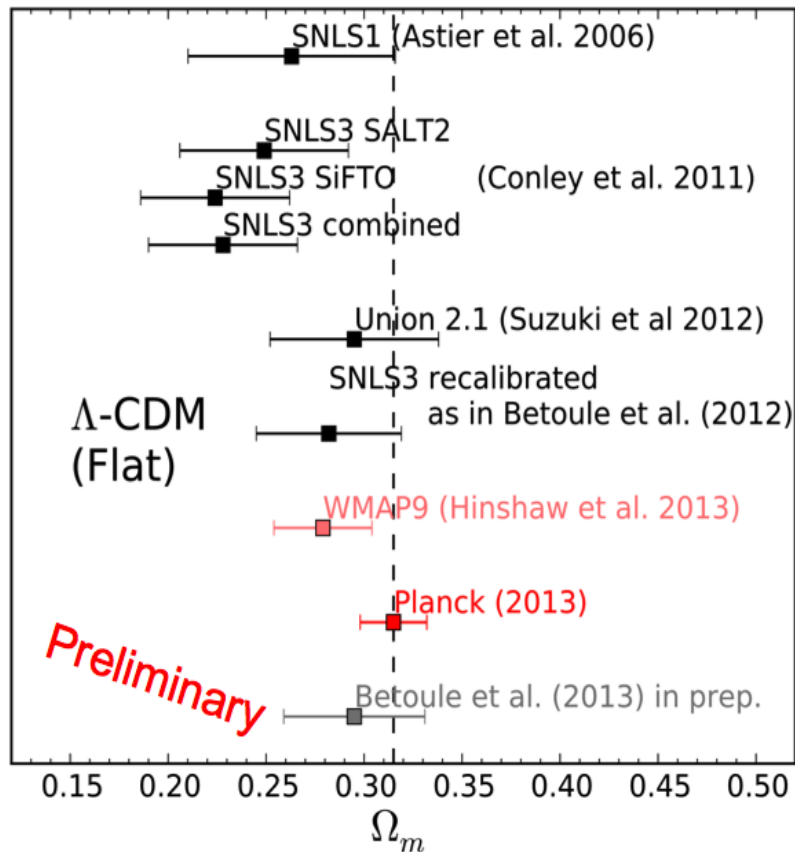
$$P = \mathbf{w} \rho$$

$$\mathbf{w} = w_0 + w_a (1-a)$$

Discrimine les modèles : Λ ($w=-1$),
Quintessence, gravité modifiée, backreaction...

L'énergie noire en 2013

Supernovae + Planck : **contrainte sur w**



Levée des dégénérescences

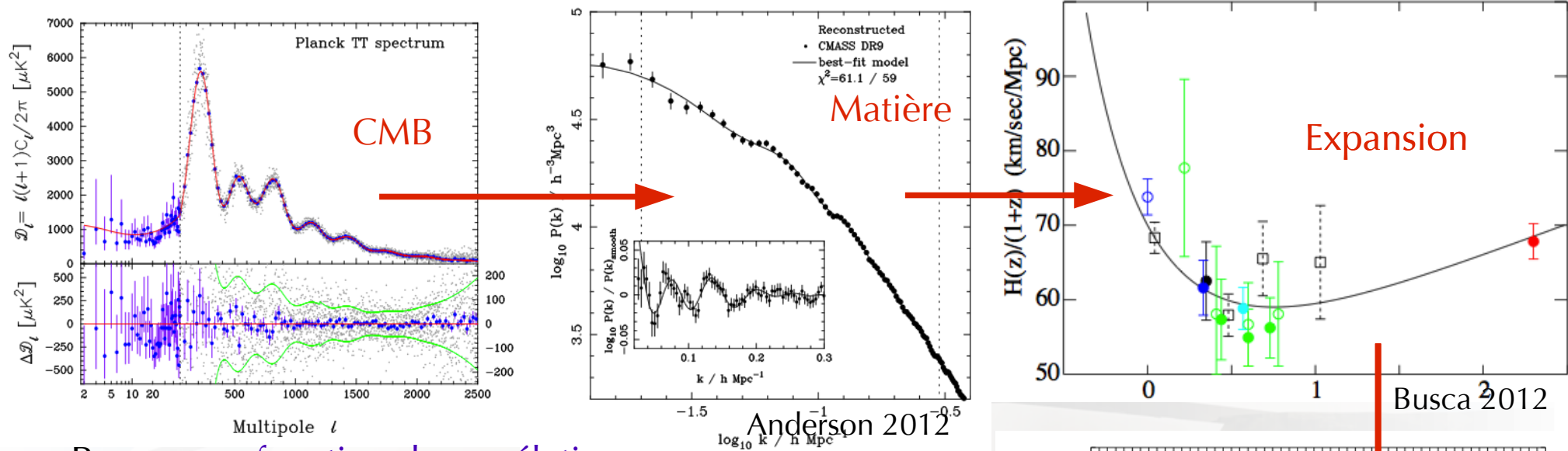
Bétoule et al. (in prep.)

- Analyse jointe SNLS/SDSS
- Recalibration des données (*blind*)
- Tension disparaît

L'apport des BAO

Supernovae + Planck : contrainte sur w

+BAO : mesure indépendante de l'expansion



Repose sur **fonction de corrélation**

- des galaxies (10^6)
- de la forêt Ly- α des quasars

Première détection 2005

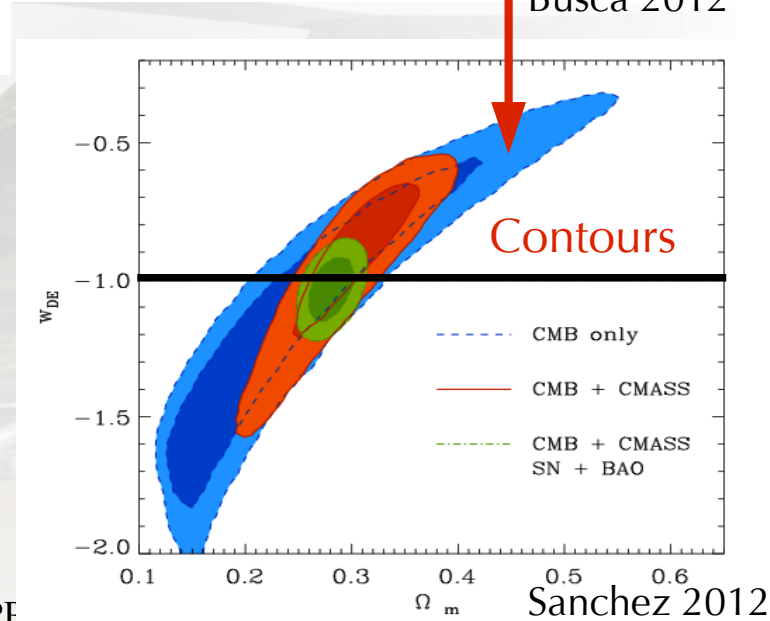
Derniers résultats 2012 (BOSS)

Difficultés :

Reconstruction des distances (spectro/photo)

Statistique \leftarrow **LSST**

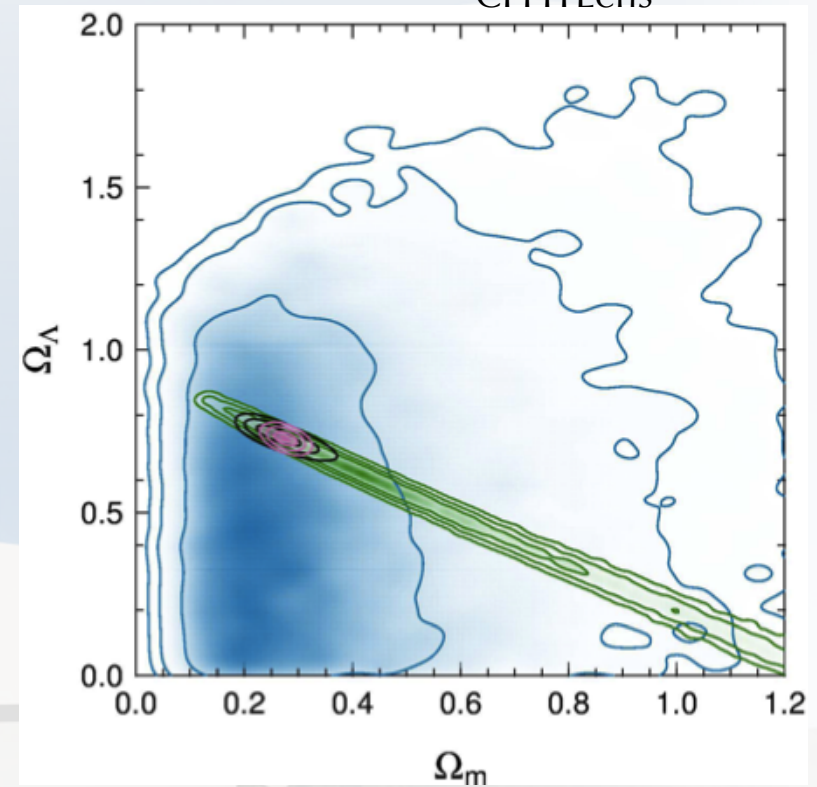
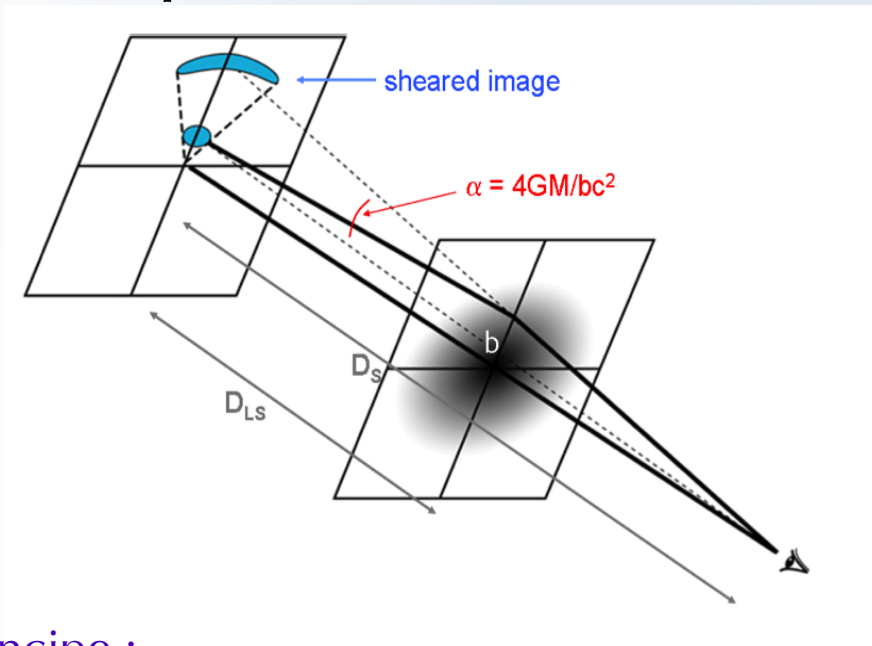
Traceur de la matière



Le cosmic shear

Benjamin 2013
CFHTLenS

- La petite dernière...



Principe :

Reconstruire le champ gravitationnel sur la ligne de visée

Challenges :

Echantillon dense de l'arrière-plan

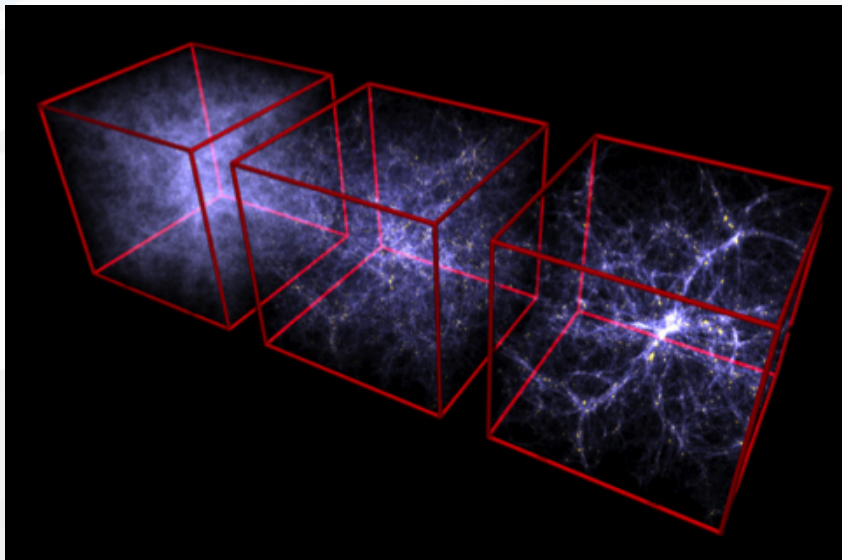
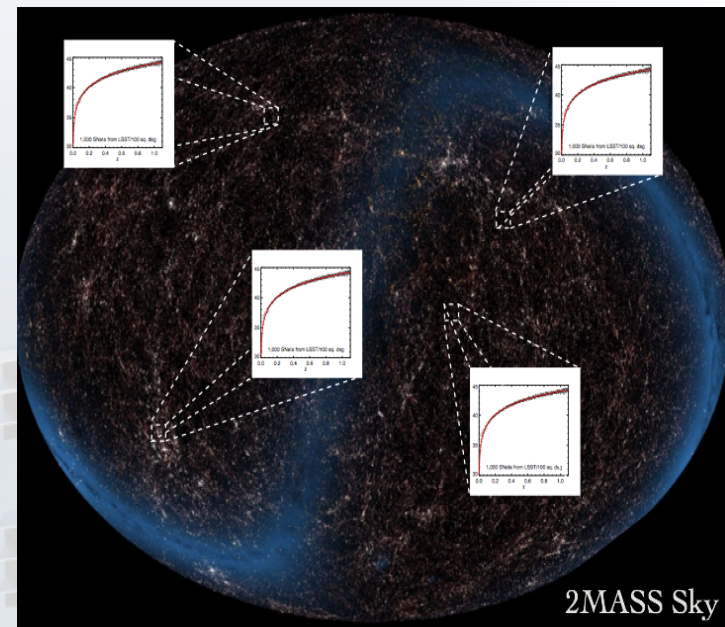
Contrôle des distorsions instrumentales

Alignements intrinsèques

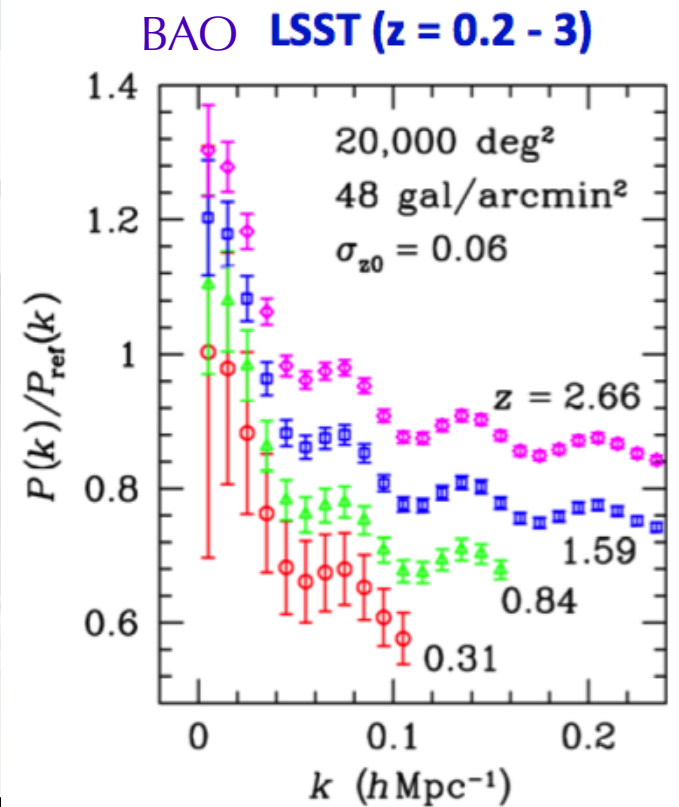
← **LSST**

L'apport de LSST

- Saut quantitatif et qualitatif :
 - $\sim 50\,000$ SN deep field (2013 : 500 SN)
 - test d'homogénéité
 - ~ 10 G galaxies (contre 1 M BOSS)
 - croissance des structures
 - tomographie des effets

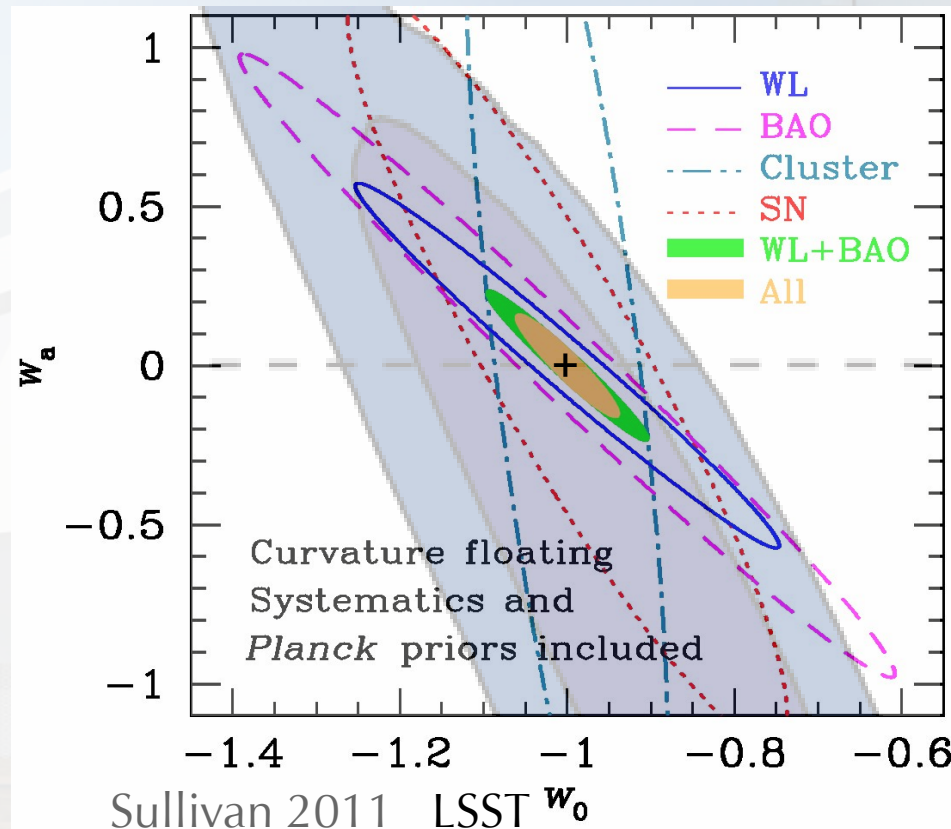


+ : de nouveaux tests (RG)



L'énergie noire à l'heure du LSST

- Planck utilisé comme prior
- Sonde la plus précise : aujourd'hui SN – 2030 Weak Shear ?
- **Combinaison** des sondes : précision ; **test de cohérence**
- **Nature de l'énergie noire**



**Erreurs dominées
par les systématiques !**

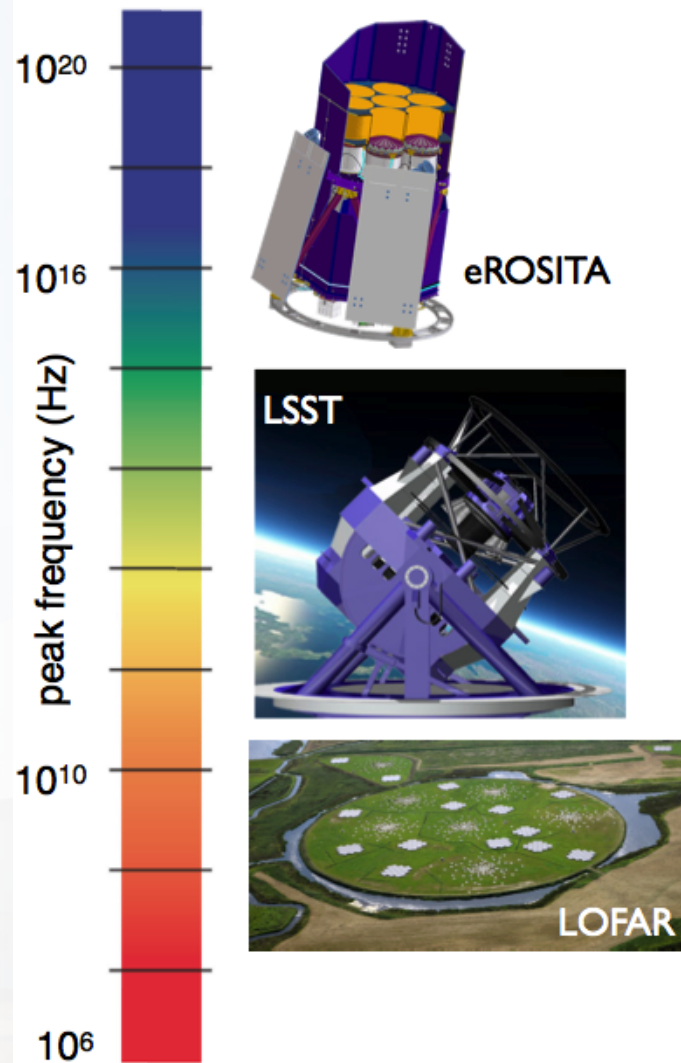


Le projet

D'~~la~~ autres sciences

Contreparties optiques des ondes gravitationnelles

EM: multiwavelength post-merger evolution.



1) Short gamma-ray bursts (SGRBs) and afterglows: **beamed.**
2s (prompt) - weeks?

2) Post-merger ejecta (neutron rich)-OIR 'kilonova': **isotropic.**
Hours-day timescale.

3) Post-merger ejecta: radio ISM powered transients: **isotropic.**
Weeks-months timescale.

(Nissanke)

Transients associés

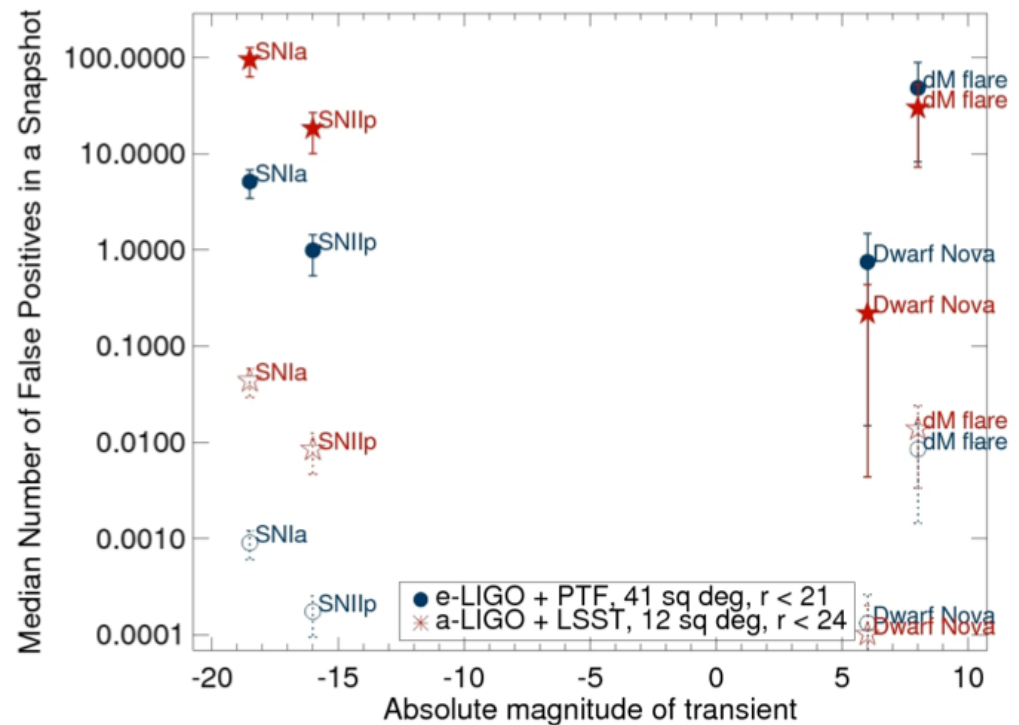
1 pose LSST :

Portée des O.G. : ~ 200 Mpc

→ 70 galaxies candidates dans 20°

- ✓ 100s SNe and AGNs (day-month timescales)
- ✓ 25 foreground flares/CVs
- ✓ several dwarf nova (evolving fast)
- ✓ ~ 10 -10000 asteroids
- ✓ unknowns

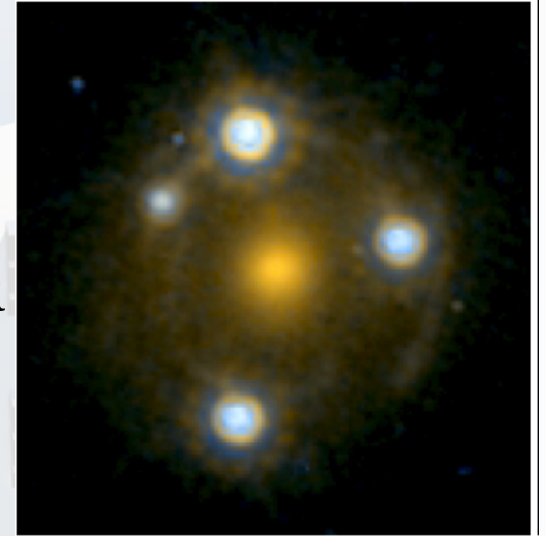
24th MAGNITUDE LIMITED



Dépend de la boîte d'erreur
de Virgo/Ligo/...

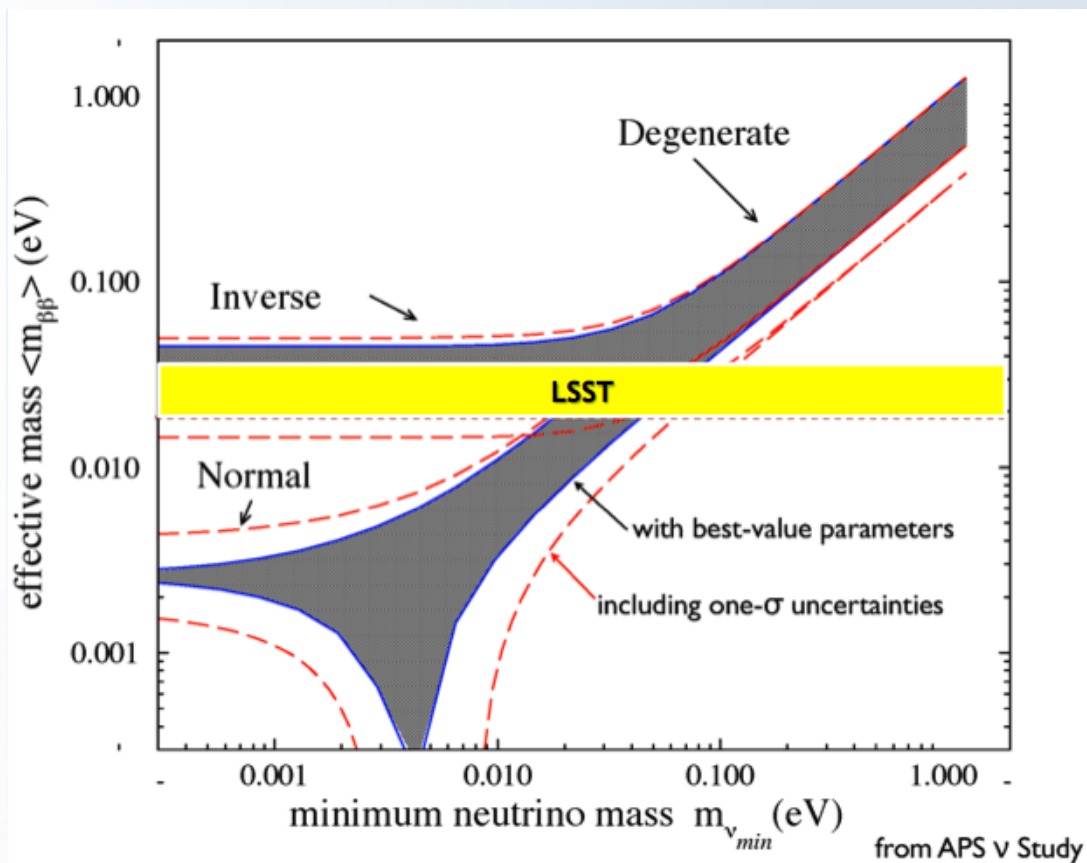
Matière noire

- Influence **formation des structures** à toutes échelles
 - Amas, galaxies, trous noirs ...
- Observable :
 - **Lentilles** fortes ou faibles
 - Décalages temporels (test de R.G.)
 - **Halos** galactiques
 - **Galaxies naines** (déficit / CDM)
 - Annihilation de matière noire



Masse des neutrinos

- Neutrino = composante matière noire chaude
- Masse faible \rightarrow relativiste plus longtemps \rightarrow supprime grandes structures

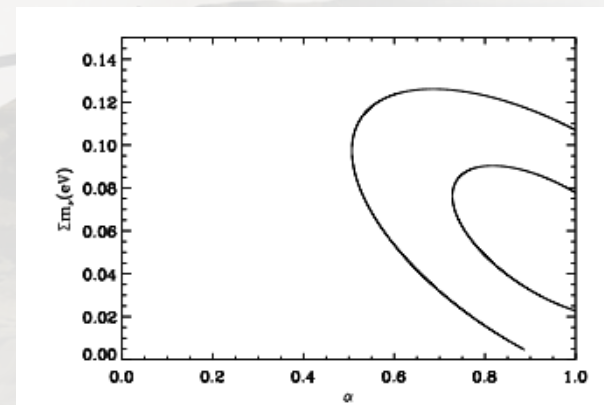


Sensibilité :

$$\Delta \Sigma m_{\nu} = 0.03 \text{ eV}$$

$$\Delta N_{\nu} = 0.08$$

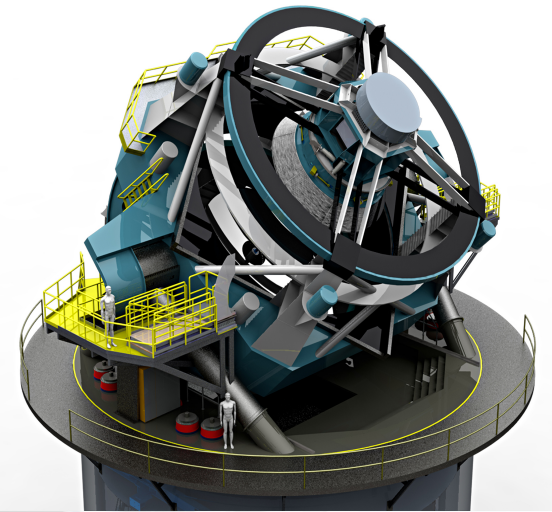
Contrainte sur la hiérarchie



Fraction de masse du ν le plus massif



Conclusion



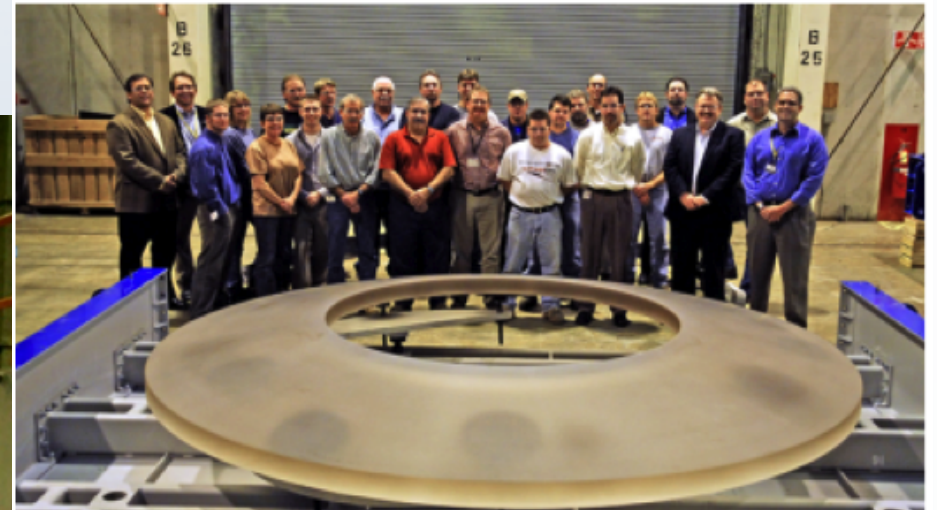
- LSST est en **phase de construction**
 - Premières données **2020**
- Une **complexité des données** sans précédent !
 - Le **computing** tiendra une place majeure
 - En particulier le **calcul pour l'analyse**
- De **très nombreux sujets de science**
 - Energie noire ; univers inhomogène ; ciel variable
- **l'IN2P3** est (déjà) très visible dans le projet

... et le LAPP ?

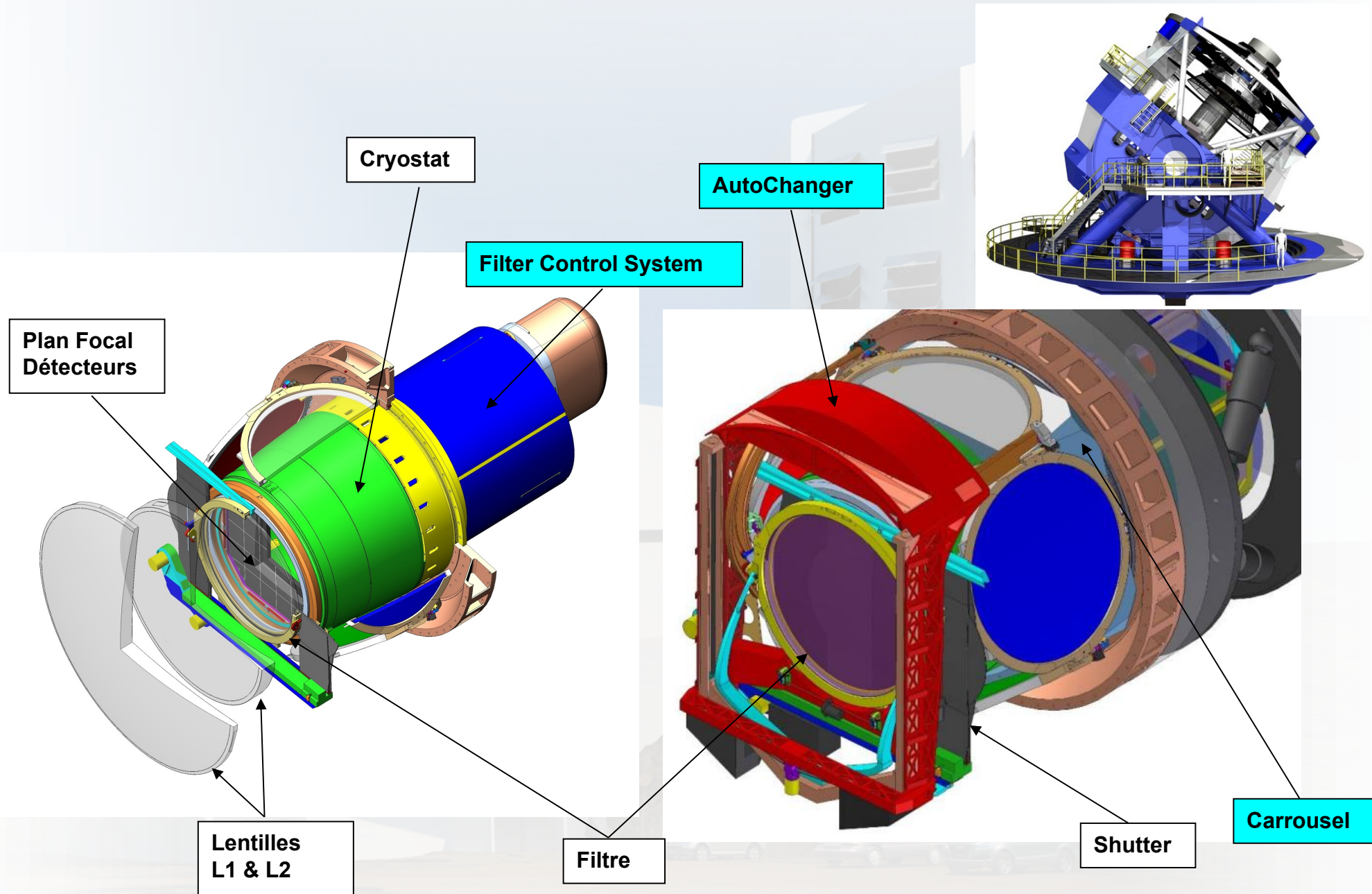
An architectural rendering of a modern building. The building features a large, white, cantilevered overhang that extends over a parking area. To the right, a multi-story tower with a curved facade and several windows rises above the overhang. In the foreground, a person is standing near the base of the overhang, and three cars are parked. The background shows a rocky, brownish hillside under a clear blue sky.

That's all Folks ...

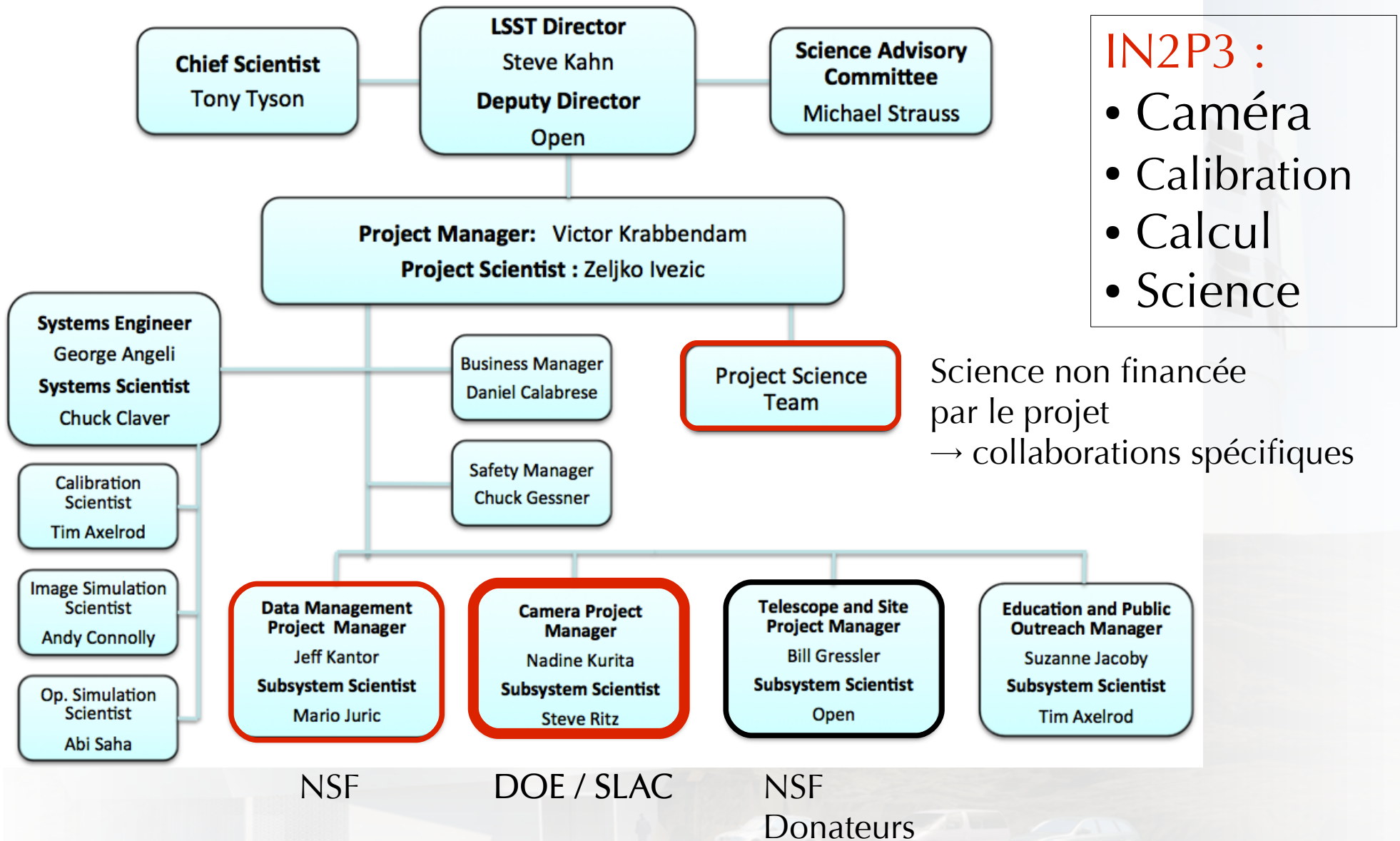
Les miroirs



Le système échangeur de filtre



Organisation du projet



Site : Cerro Pachon (Chili)

After ~4,000 kg of explosives and ~12,500 m³ of rock removal, Stage I of the El Peñón summit leveling is completed.



•30 m diameter dome

•Control room and heat producing equipment

•1.2 m diameter atmospheric telescope

•1,380 m² service and maintenance facility

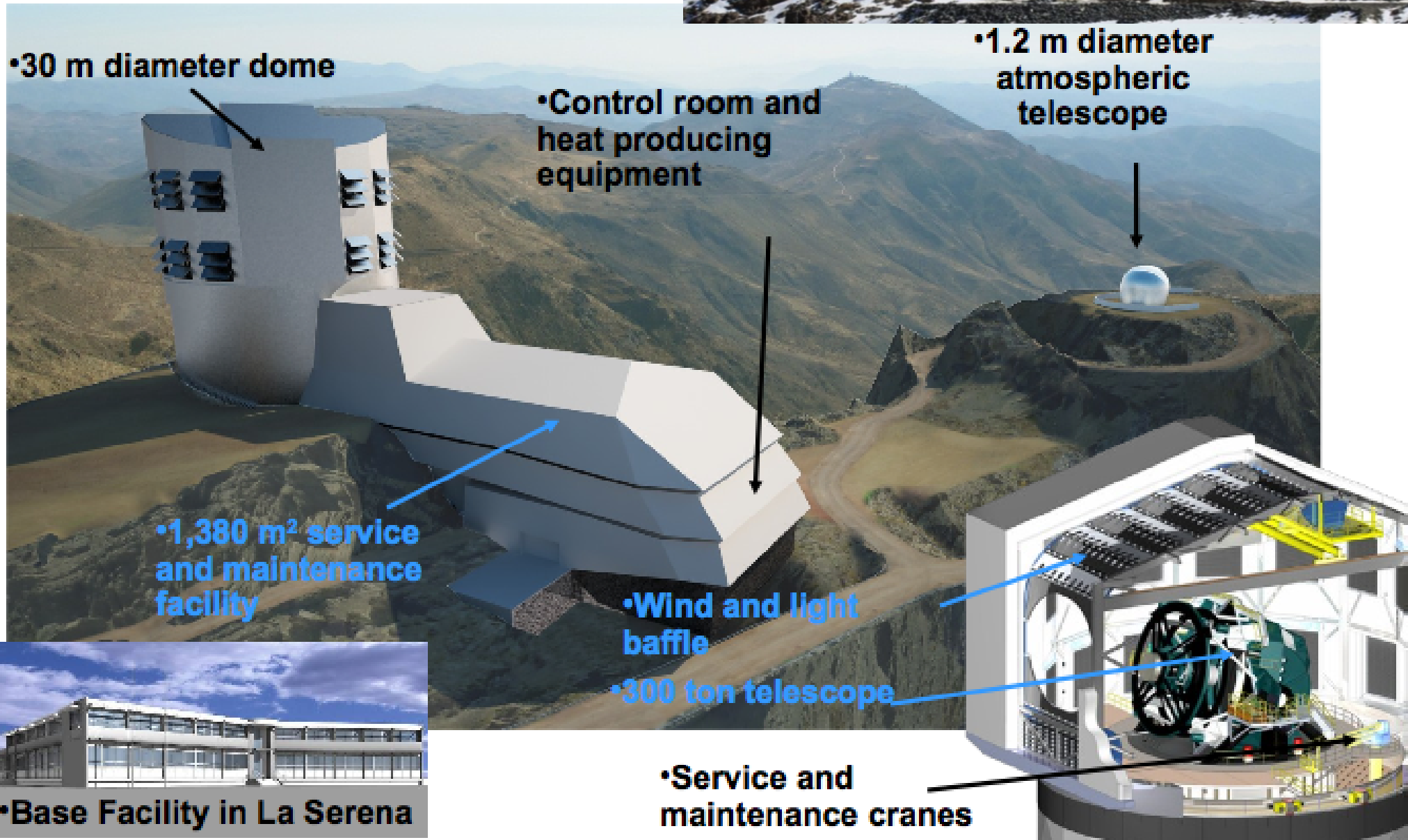
•Wind and light baffle

•300 ton telescope

•Service and maintenance cranes



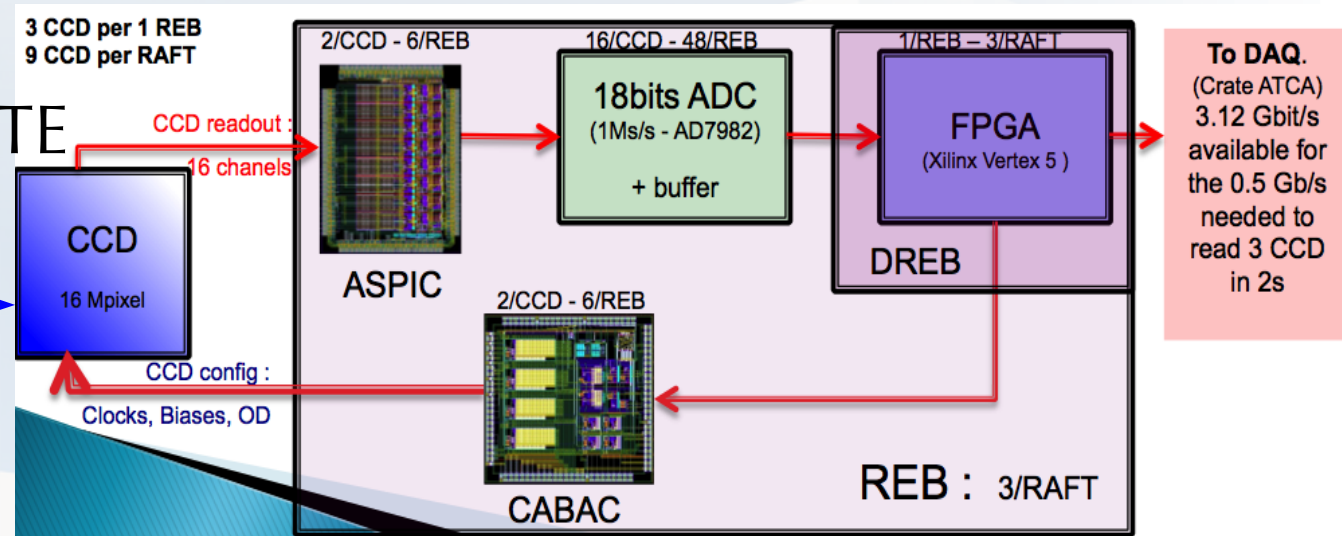
•Base Facility in La Serena



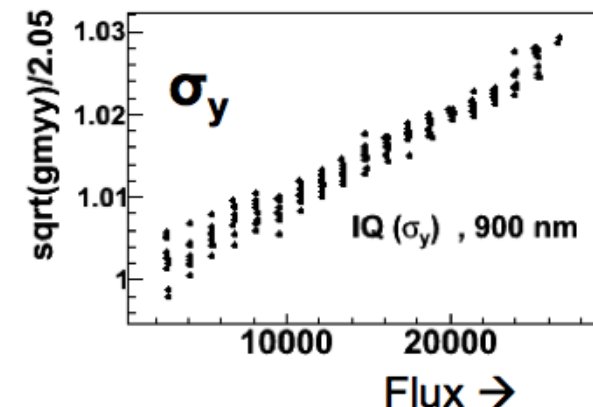
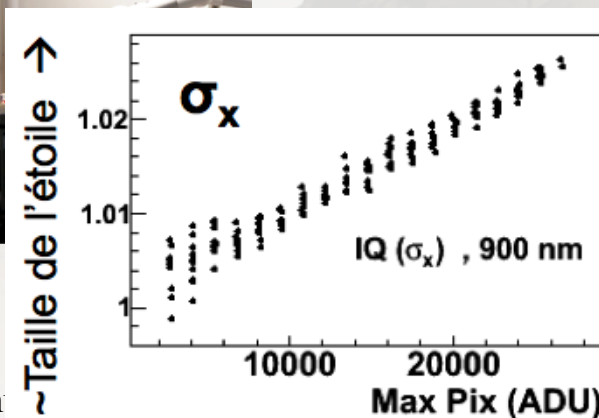
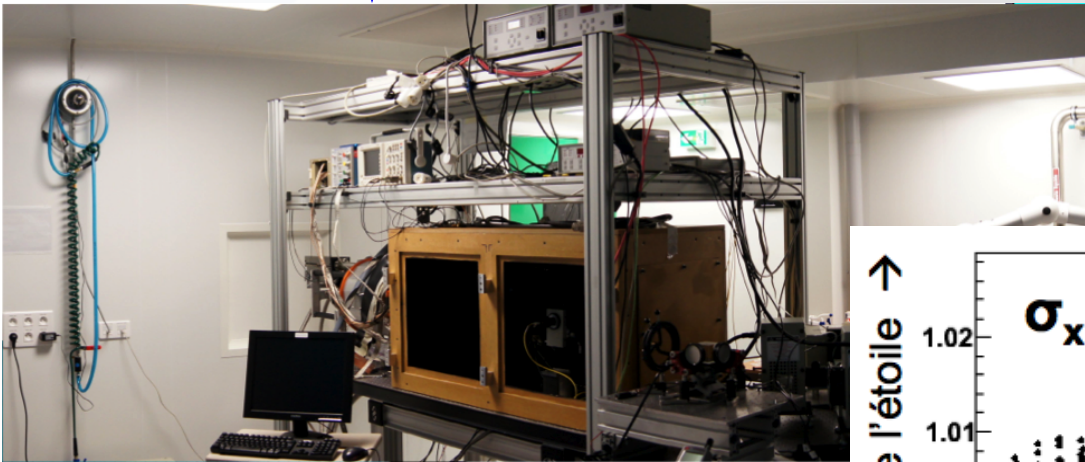
Senseurs et électronique associée

LPNHE/LAL/APC ~12 FTE

- Chips de lecture
- Chip de contrôle HV
- Carte de lecture
- Banc de qualification des senseurs



- Mise en évidence d'un nouvel effet dans les CCD : **brighter-fatter**
- Confirmé depuis par SNLS, SDSS, HSC
- Impactant pour les analyses (notamment lensing)

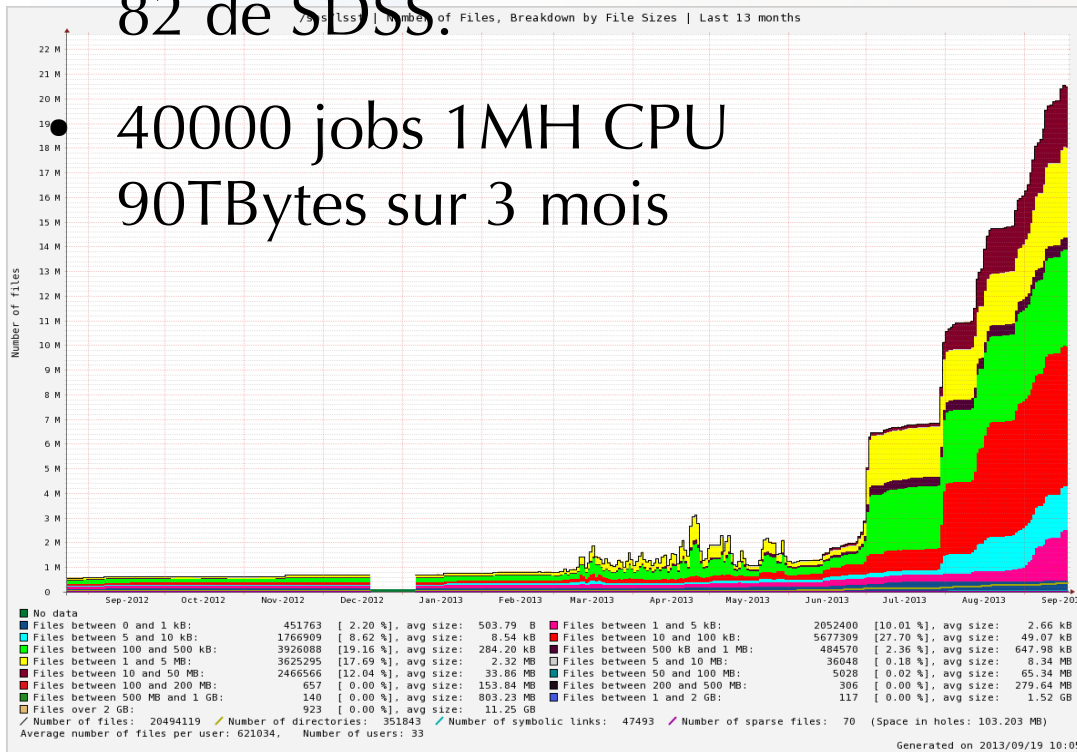


Le Calcul à l'IN2P3

Production des données

- 2011 : lettre d'intention de Martino : 50% de la production au CC
- 2013 : Data Challenge = test de production jointe sur Stripe 82 de SDSS.

40000 jobs 1MH CPU
90TBytes sur 3 mois



Accès aux données :

- Base de données distribuée
 - Xrootd/MySQL
- 2013 : Test 300 nœuds au CC pour 15TB
- Etude de solutions Alternatives

