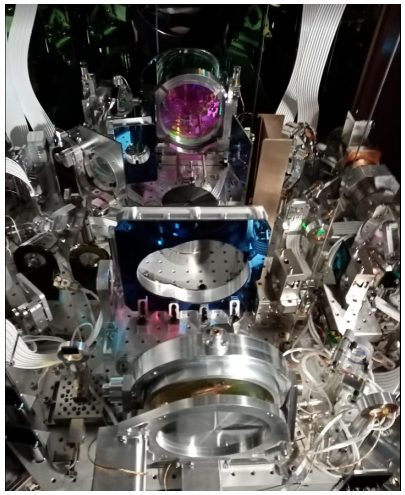
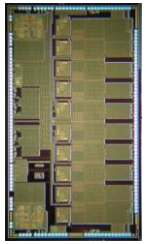
Les services d'APC

APC Laboratory

Visite de V. Poireau - APC – Avril 2021





AstroParticule et Cosmologie – UMR 7184

Directeur du laboratoire
Antoine KOUCHNER

40 permanents
11 CDD

Directrice Technique
Florence ARDELLIER

Electronique & Microélectronique
J. Lesrel
5 IR, 3 IE, 2 AI, 1T,
2 CDD IE (1 IN2P3, 1 CNES)

- Microélectronique Chaine de lecture froide
- Electronique analogique asservissements bas bruits
- Electronique numérique
- CAO, cablage, intégration
- Gestion projets spatiaux

Mécanique
A. Givaudan
3 IR, 1 IE, 1 AI
1 CDD IR (Labex),
1 CDD AI (RP)

- Architecture mécanique et thermique
- Simulations E.F. spatiale (ANSYS)
- CAO Catia
- Fabrication, métrologie,contrôle
- AIVT méca/thermique.
- Gestion projets spatiaux

Technique Expérimentales
G. Prevot
7 IR, 1 IE,
1 PostDoc, 1 CDD IR
1 CDD IE (Labex)

- Optique (design & simulations interferométriques)
- Photodétection
- Instrumentation, mesures
- Cryogénie et cryogénie sub-K
- Ingénierie système instrument
- AIVT
- Gestion projets spatiaux et consortium

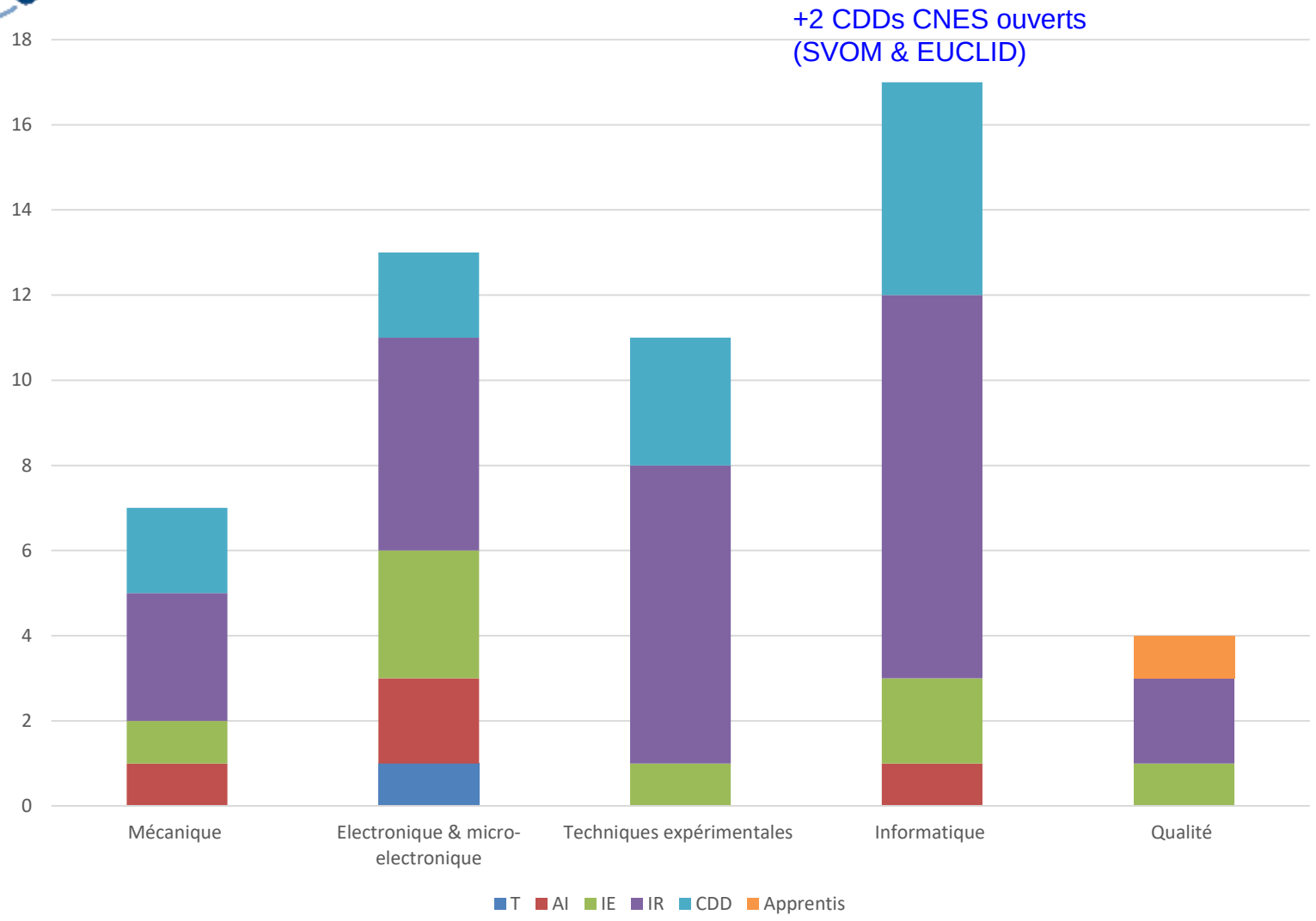
Informatique
M. Le Jeune
Adj : C. Cavet
(RT FACE)
9 I R, 2IE, 1 AI,
5 CDD IR (3 CNES, 2 Labex), 2 CDD IE (1 CNES, 1 Labex)

- Infrastructure et traitement de données
- Simulations
- Contrôle commande
- Acquisition de données
- Systèmes embarqués
- ASR

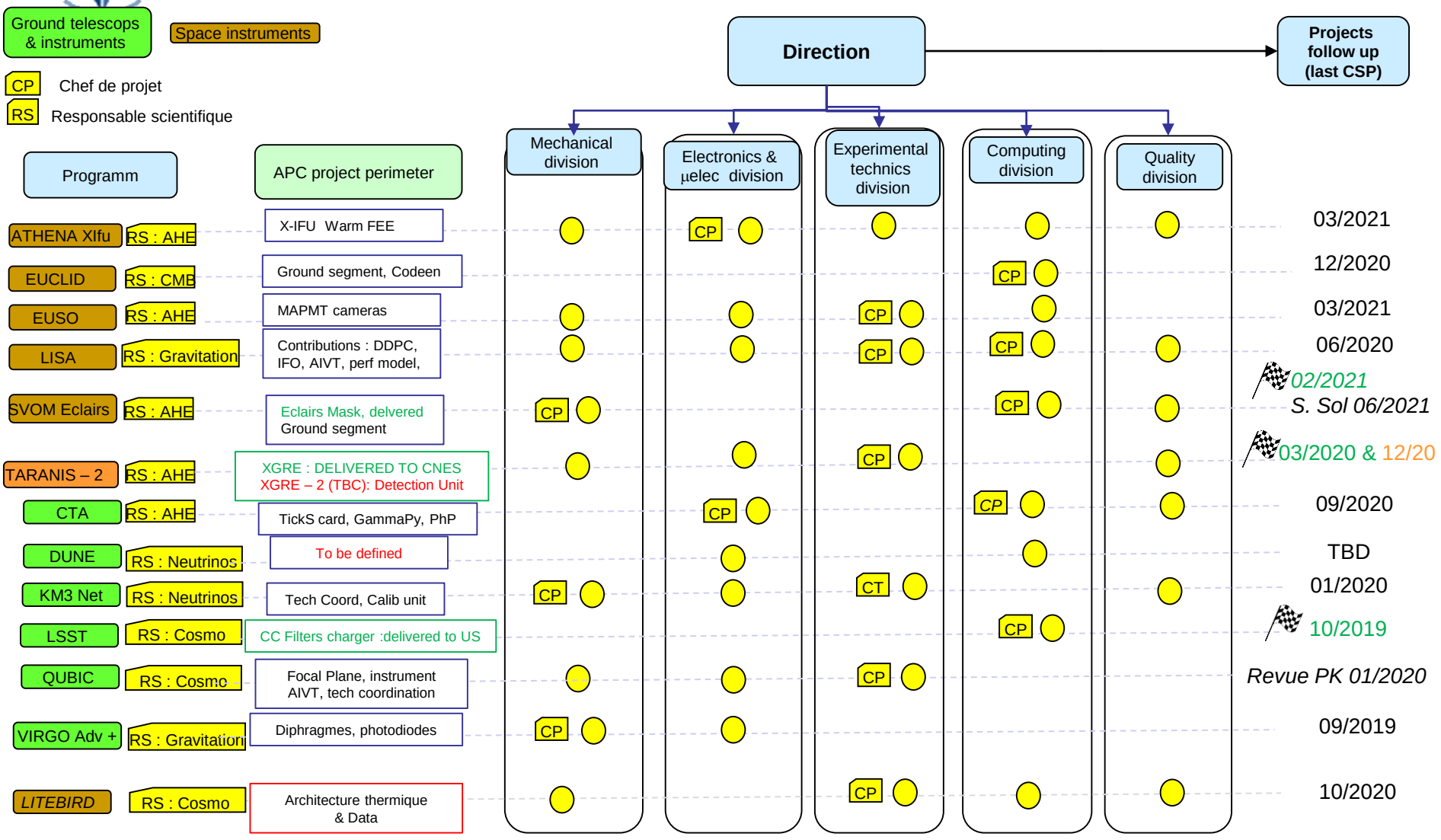
Cellule Qualité et aide aux projets
C. Juffroy
2 IR, 1 IE
1 apprenti
(CNRS)

- Assurance produit
- Qualité projet
- Fiabilité systèmes électroniques
- Gestion documentaire

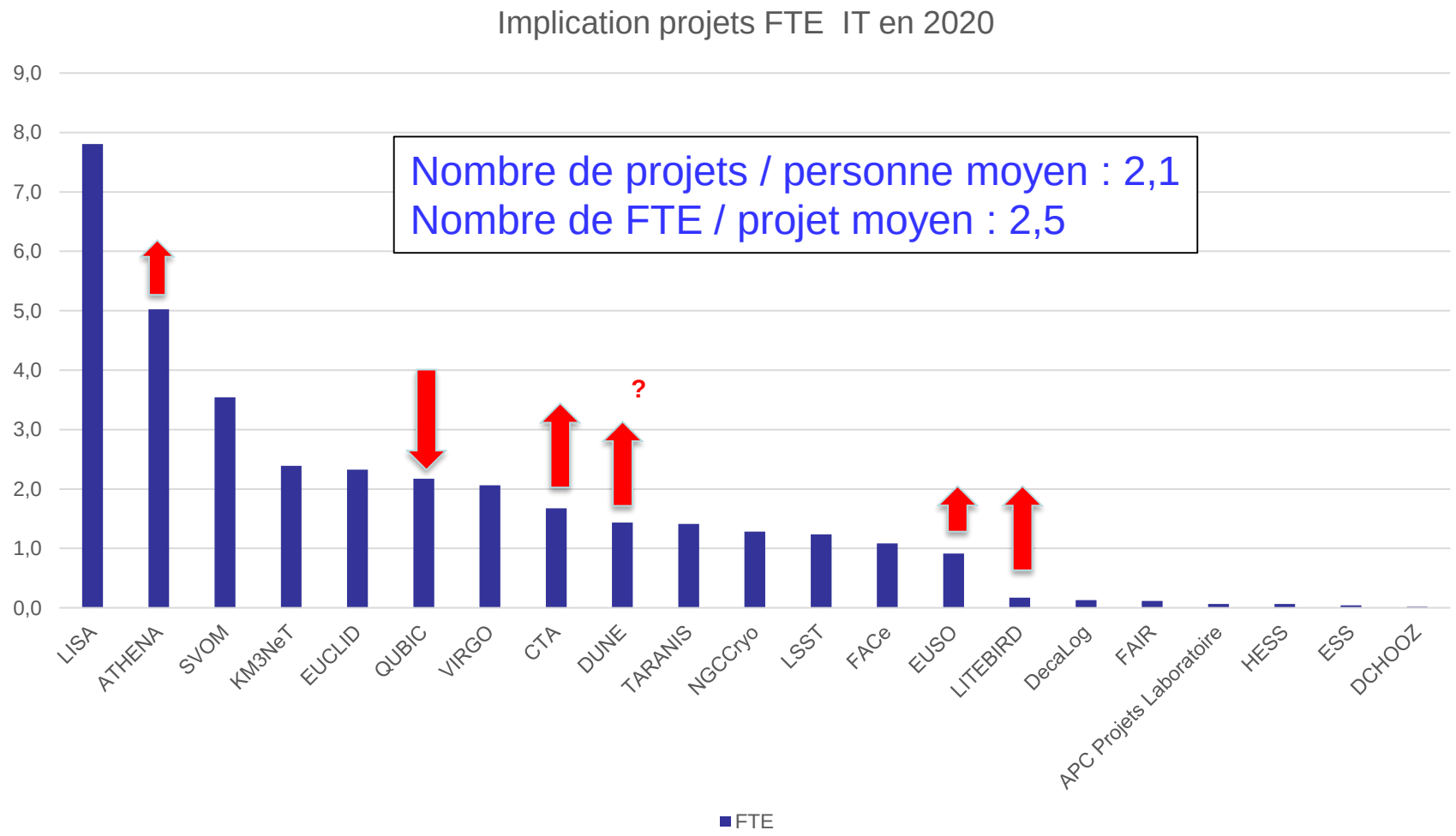
Répartition des agents par service



Organisation matricielle orientée projet



Répartition IT par projet

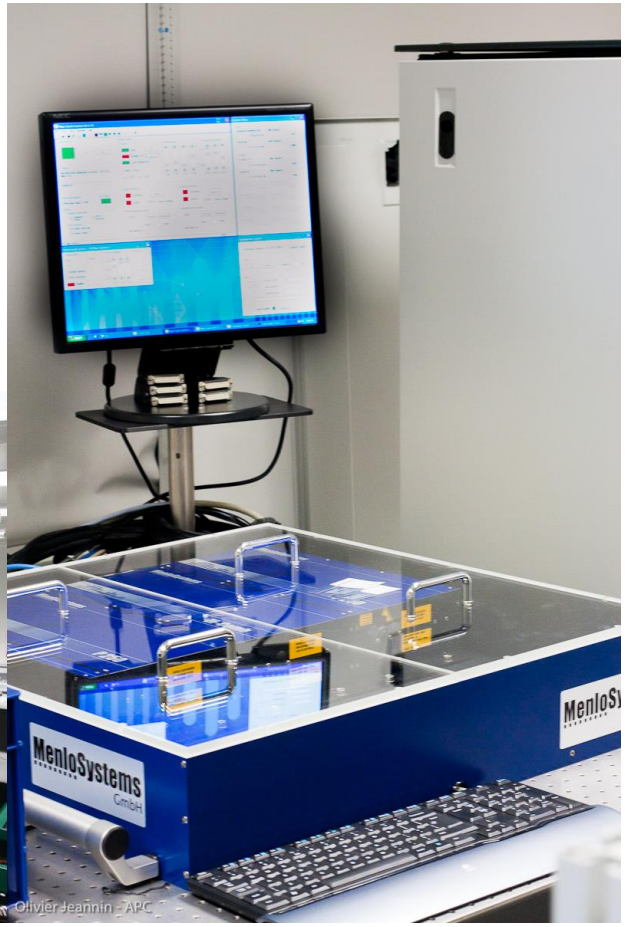


INFRASTRUCTURES APC

Salle blanche

ISO8 Cleanroom (128m²):
- Integration room
- Enceinte climatique
- LISA room
- VIRGO room

Frequency comb generator
(Laser emission in a spectral band from 1 to 2µm with a frequency step of 250MHz)



« low electromagnetic noise room »

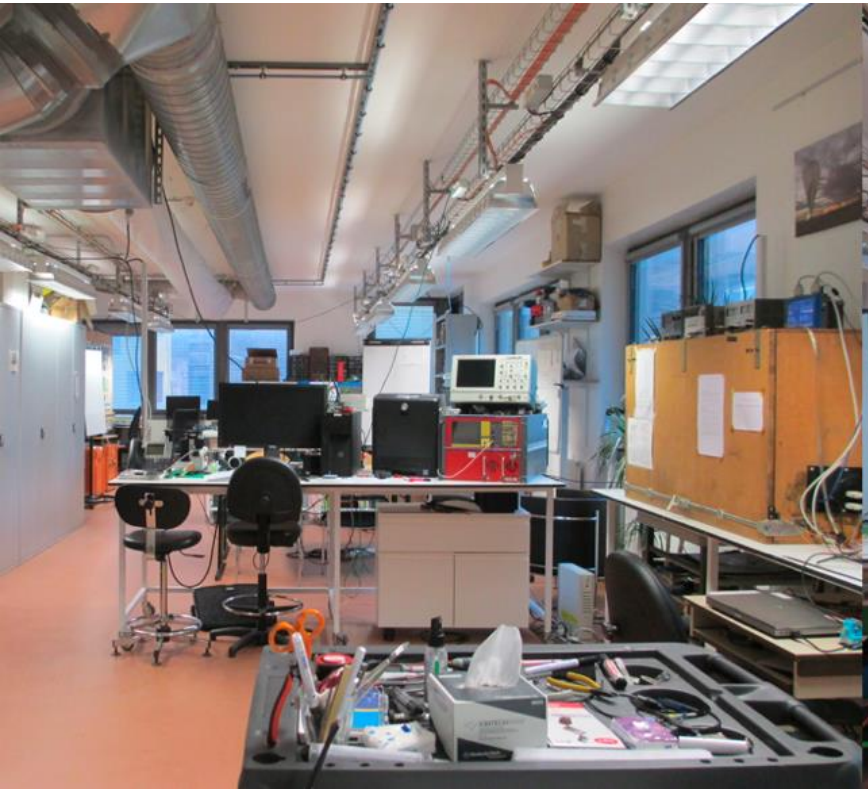
37,5m² thermalized Faraday room for 0,1 mHz à 1 Hz components tests

R&D for squeezing Experiment at TAMA (Tokyo – Japan)

- Development of an electronic bench of RF amplifier
  - ✓ 12 RF amplifiers driving 4 electro-optical components (3 EOM, 1 AOM), 6 RF mixers and 2 PLL
  - ✓ Gain and output power of each amplifier adapted at each driven devices
  - ✓ Installation and performance test on TAMA site

Caracterisation of ATHENA ASICs and new technology ASICs

Laboratoire de photo-détection



Equipements mécanique et métrologie

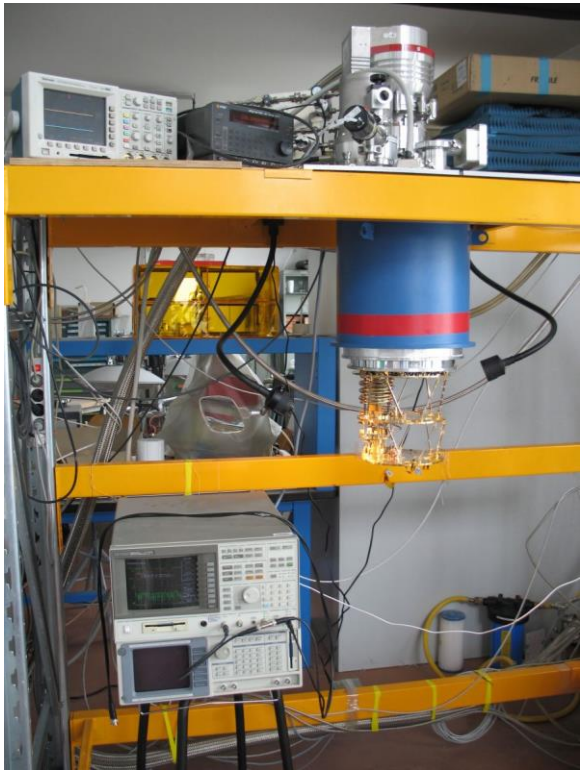
Atelier mécanique

Hall de montage

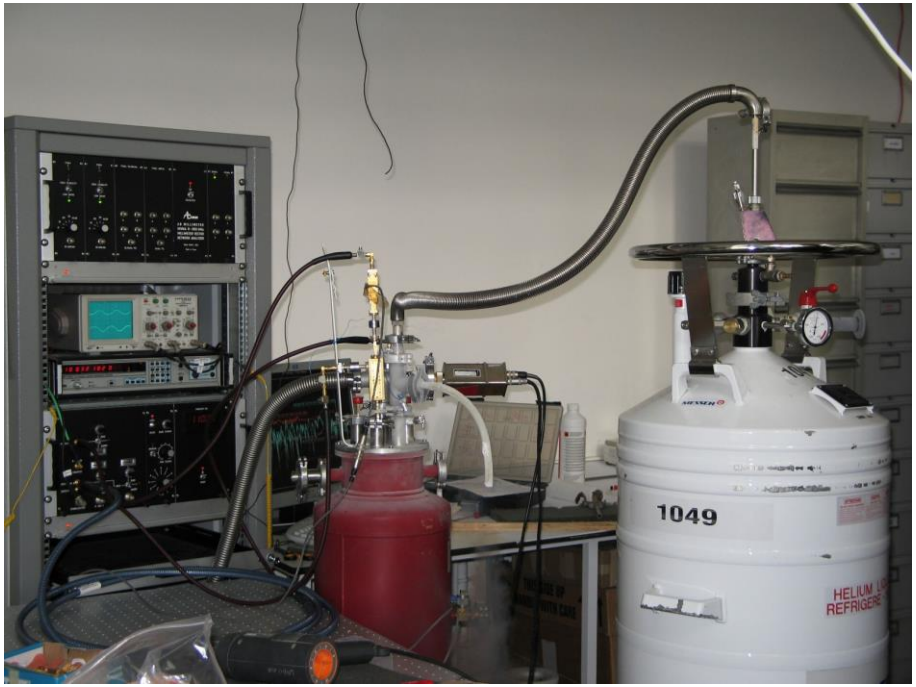
MMT

Imprimante 3D
(ABS plastic)

Labo sub millimétrique



Millimetric Laboratory:
100mK dilution-free cryostat (Oxford Instrument)
(Cooling power : 60µW @100mK, No cryogenic fluid)



Millimetric Laboratory: Vector network analyzer
(characterization of antenna and filters in the frequency range 70-220GHz)

FAITS MARQUANTS
&
RÉALISATIONS TECHNIQUES RÉCENTES APC

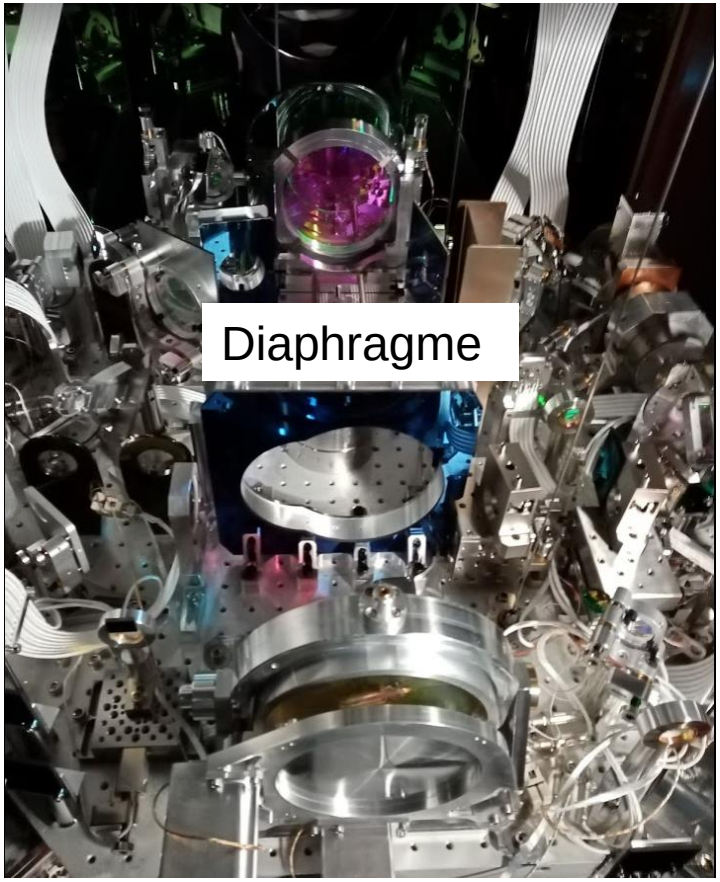
Livraison modèle de vol du masque codé SVOM / ECLAIRs le 8 février 2021

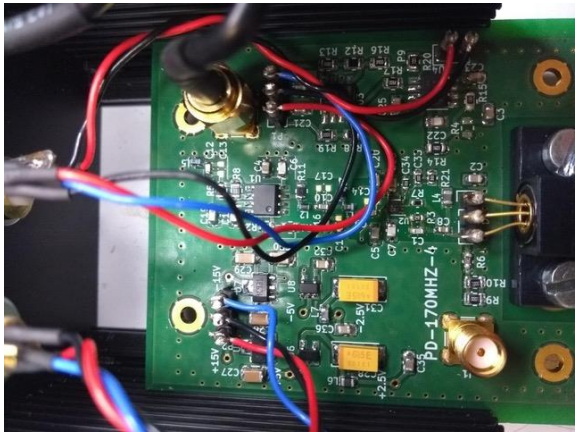
… arrivé à Toulouse le 9 février.

Le 16 février, le CNES valide le montage à blanc

Cette semaine, intégration du masque sur ECLAIRS

VIRGO Adv+ : APC a livré toutes ses contributions instrumentales

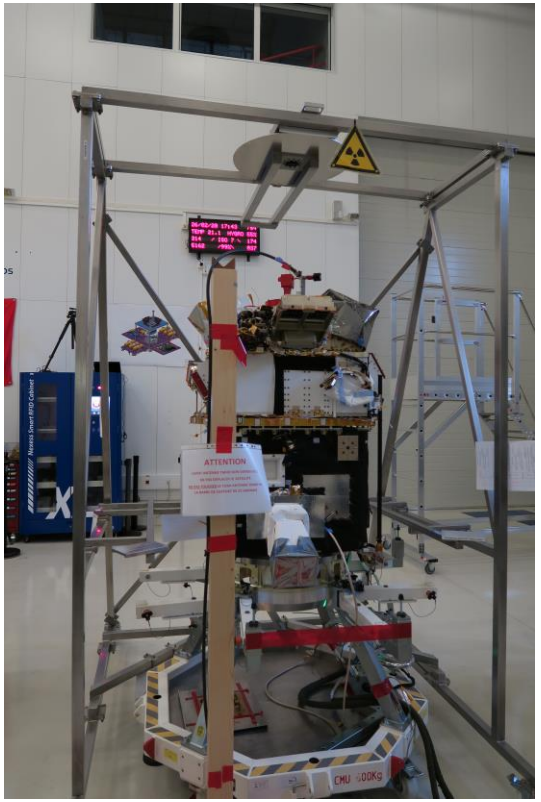




Discussion en cours sur des contributions APC pour des évolutions des télescopes de contrôle pour O5.

TARANIS / XGRE :

LIVRAISON et QUALIFICATION du modèle de vol TARANIS au printemps 2020



Participation à l''évaluation en cours XGRE-2
Périmètre APC limité à Unité de Détection

EUSO: accomplissements et opportunités

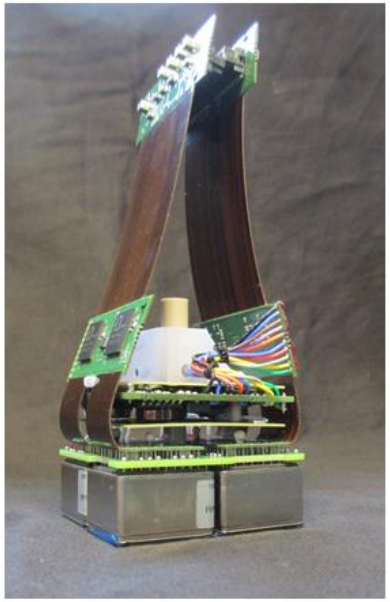
- De l'or dans les mains !

  8 ans de développement !

Au cœur de la contribution à la mission EUSO-SPB2

E.C. sur ISS depuis aout 2019

Elementary Cell (EC)



multi-channel (256 pixels)

ultra-sensible (photon counting)

UV + visible

rapide (1 µs, comptage à 6 ns)

ultra-compacte (55 x 55 *x 60 mm)*

basse conso (< 450 mW*)*

léger (255 g)

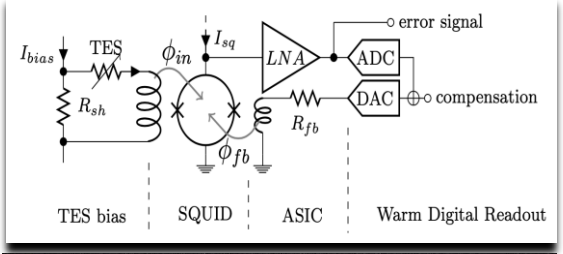
spatialisable

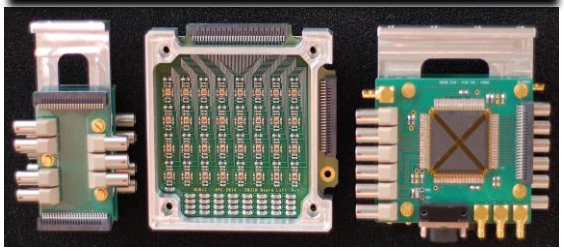
reproductible et calibrée

+ obtention R&T CNES depuis 2020

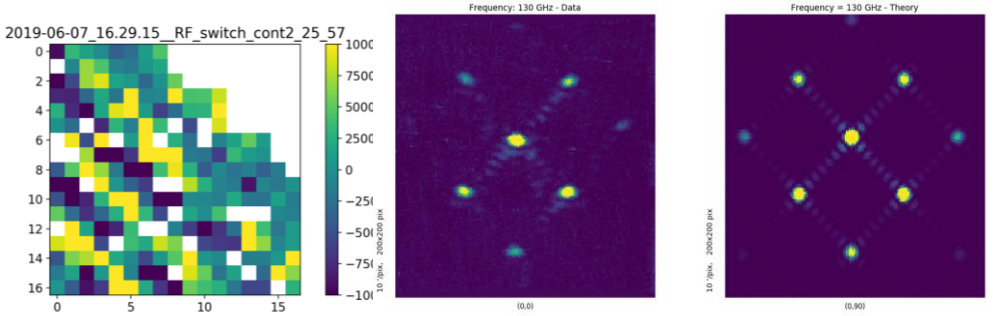
NB: soutien IN2P3 DEFI « Instrumentation aux limites »

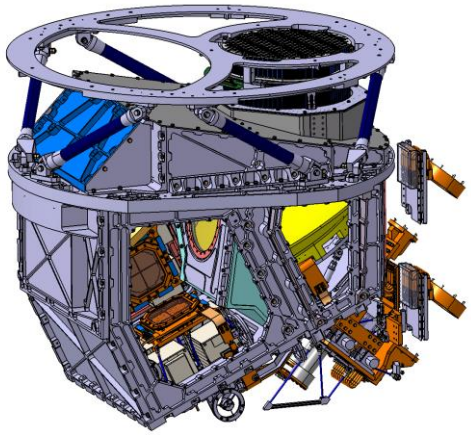
QUBIC : interférométrie bolométrique démontrée





Complete cold electronic detection chain





1K box

Design et integration et calibration

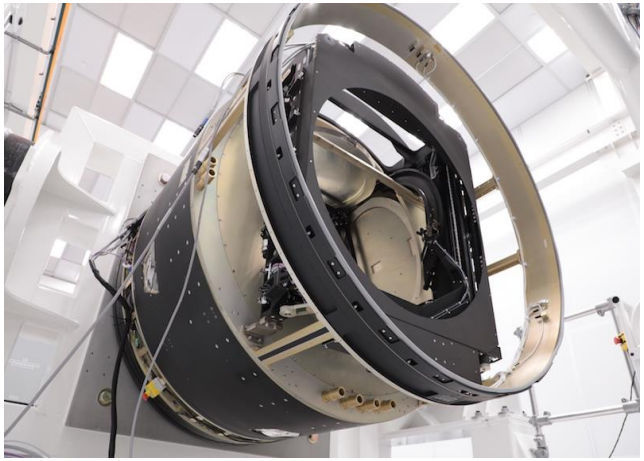
Départ pour l'Argentine mi mai 2021

LSST / Camera Filter Changer Control System in US

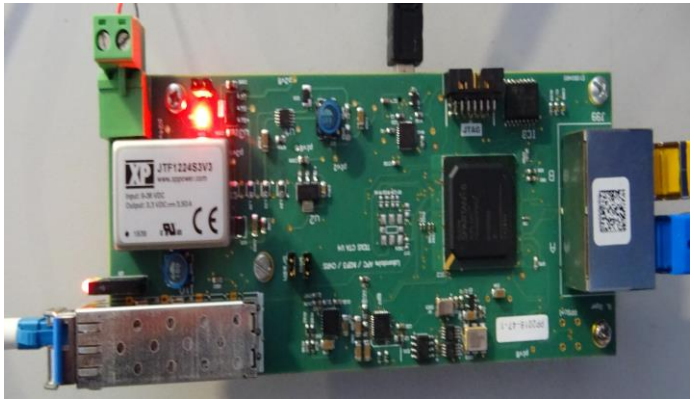
The **filter changer** of the **Vera Rubin Observatory** has been delivered in time, **in September 2019.** It has been integrated in the LSST camera at SLAC. Five IN2P3 laboratories have contributed to its design and building.

It's **control software, FCS, has been developed at APC**, as well as some part of the **CCS software**, which drives the whole camera system.

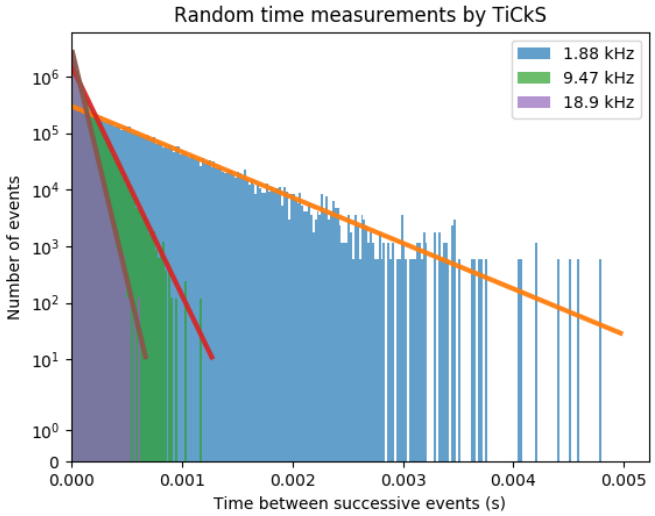
This **important milestone** have been advertised by articles in the **Journal du CNRS** and the **Lettre de l'IN2P3**.



CTA : instrument & data



CTA timing and sampling board



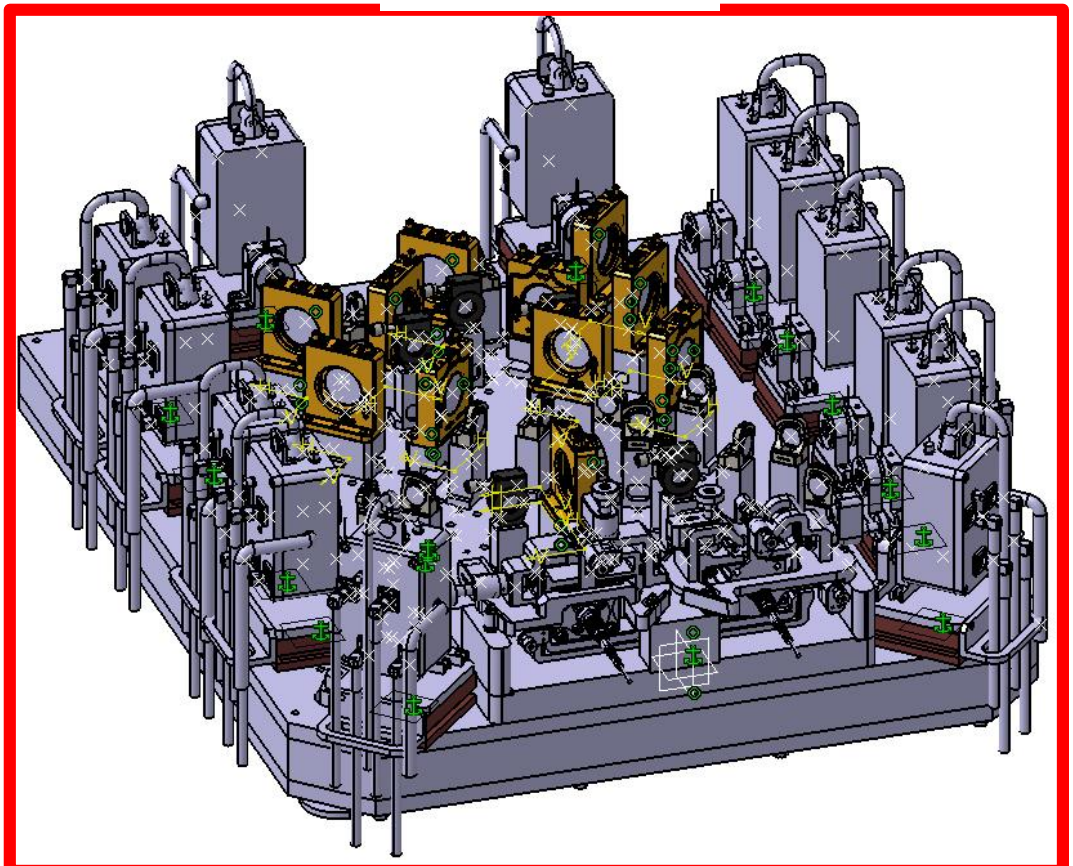
Carte TiCkS opérationnelle à Berlin en mai 2019

CRISTAL 2020

Maude Le Jeune Ingénieure de recherche en calcul scientifique
Médaille de cristal du CNRS 2020
Experte en calcul scientifique au sein du laboratoire AstroParticule et Cosmologie1, spécialisée dans le traitement de données astrophysiques.

Démonstrateurs IFO: contributions APC

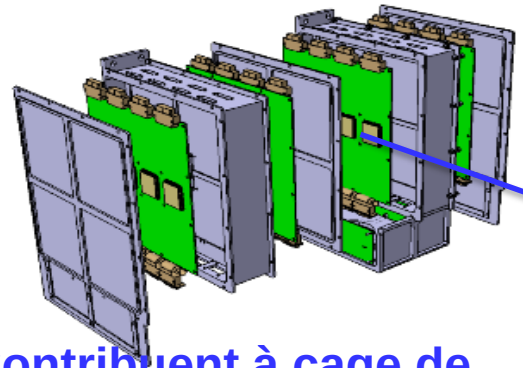
L2I Toulouse



1. Design & simulations optiques
2. Modèle de performances MIFO et ZIFO
3. Electronique analogique du phasemètre
4. Etudes et réalisation banc optique
5. Intégration globale MIFO
6. Participation intégration ZIFO
7. Mesures de performances MIFO & ZIFO
8. Coordination technique IFO avec le CNES des 8 laboratoires impliqués

Périmètre APC : Warm Front End Electronic

3 boitiers équipés

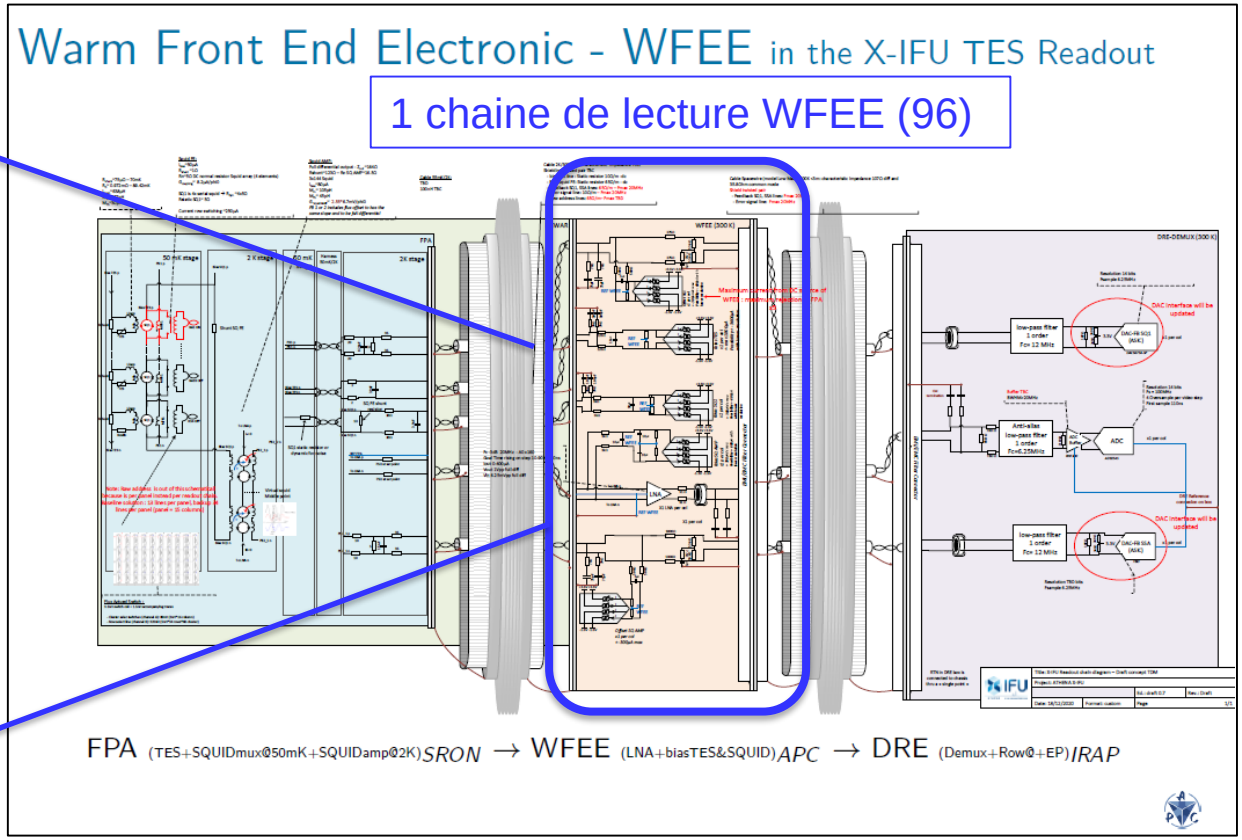


Contribuent à cage de Faraday constitué par le cryostat. Transit de tous les signaux du plan focal

Fonctions principales :

1. LNA
2. Slow DAC – TES
3. Slow DAC –SQUID
4. Signal Conditioning
5. Bus I2C / RS485

-



SPECIFICITES ET « PEPITES » TECHNOLOGIQUES APC

Pépites technologiques APC dans la continuité des projets

QUBIC un « incubateur » APC de niches technologiques (visite hall et salle bas bruit)

→ Chaine de lecture bas bruit / microélectronique SiGe (QUBIC → ATHENA, LiteBird ?)

→ Cryogénie sub-K (QUBIC → LiteBird, R&D NG KIDs, R&T NG Cryo)

→ Interférométrie bolométrique (QUBIC → ??)

Détecteurs mm et sub mm

→ R&D KIDs – R&T et collaborateur ERC SPIAKID (Observatoire de Paris)

TARANIS / XGRE : acquisition du savoir-faire en ingénierie spatiale (visite salle blanche)

→ SVOM,EUSO, IGOSAT, LiteBird, ATHENA, LISA…

→ Valorisation : BELISAMA

Ondes Gravitationnelles & Interférométrie Laser

→ Banc optiques et télescopes (visite salle blanche)

→ Electronique d'asservissement pour la stabilisation de l'amplitude laser et des chemins optiques

→ Photodiodes bas bruit

Unité de détection UV et visible ultra-sensible et versatile pierre angulaire de la photodétection (visite labo photodétection)

→ Feuille de route en cours d'élaboration

→ Du PMT vers des SiPM ? (XGRE-2, DUNE, DS ?)

Traitement de données : FACE 2.0

→ Conteneurs

→ Machine Learning

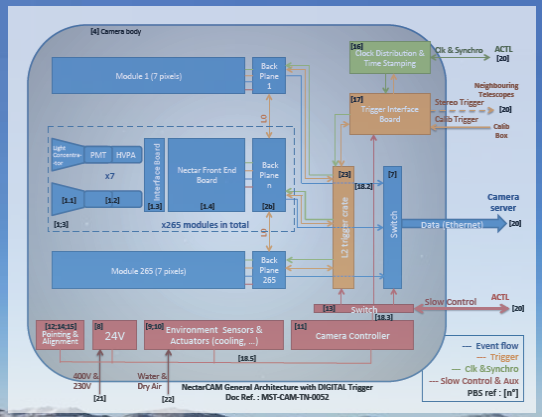
Traitement de données : FACe 2.0

- Feuille de route validée en 2020 :
  - 3 axes : Multi-Messenger Observatory (MMO), R&D et Formation
- MMO :
  - Plateforme de traitement de données en ligne et en temps réel multi-projets : en cours d'installation
- R&D :
  - Conteneurs : ComputeOps (Master Project DecaLog)
  - Machine Learning @IN2P3/IRFU
- DANTE :
  - cluster de calcul en partenariat avec l'IPGP (Sésame IdF)

Assurance Produit : une spécificité APC

CTA NectarCAM : RAMS Manager (Reliability, availability, maintainability and safety)

- **Développement d'outils logiciels d'analyse de fiabilité pour mise à disposition à la communauté CTA**
- **Qualification de composants électroniques**
- **Réalisation d'essais en compatibilité électromagnétique**
- **Analyses de fiabilité des composants**
- **Analyse fonctionnelle système**
- **AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et Criticité)**
- **Elaboration du plan de maintenance**



Expertise en ingénierie fiabilité ainsi qu'en qualification d'équipements électroniques.
Compétence unique à l'IN2P3

Quelques récentes publications « technologiques »

•QUBIC : Spectro-Polarimetry with Bolometric Interferometry, (2020) Mousset, et al., arXiv:2010.15119
•QUBIC : Laboratory Characterization, (2020) Torchinsky, et al., arXiv:2008.10056
•QUBIC : Performance of TES Bolometers and Readout Electronics, (2021) Piat, et al., arXiv:2101.06787
•QUBIC : Cryogenic system design and performance, (2020) Masi, et al., arXiv:2008.10659

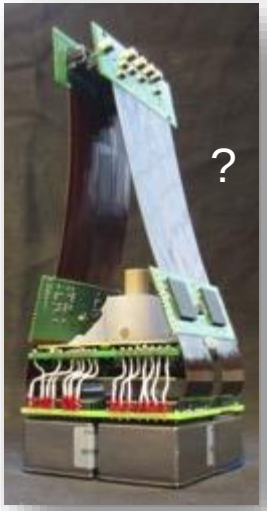
- Prêle D.; Chen S.; Coleiro A., Varnière P., Peille P., Ravera L., Kirsh C; 2020, SPIE, 11444, id. 114443U 11 pp. (2020).: *Warm front end electronic modelization for the X-IFU ATHENA readout chain simulation*
- Chen S.; Prêle D.; Courty B.; Voisin F.; Mesquida J; 2020, SPIE, 11444, id. 1144441 12 pp. (2020). *ATHENA warm ASIC for the X-IFU electronics*
- S. Chen, D. Prêle, F. Voisin and A. Goldwurm, 2019, in Sensors & Transducers, IFSA Publishing, S. L., V. 235, 7, p. 23: Dynamic Base Current Compensation for Cascaded Bipolar Low Noise Amplifier

The JEM-EUSO Collaboration Astroparticle Physics 111 54 (2019): “Ultra-violet imaging of the night-time earth by EUSO-Balloon towards space-based ultra-high energy cosmic ray observations”: succès du vol d’EUSO-Balloon (mission CNES, chef de projet APC, surface focale, et calibration APC)–

The JEM-EUSO Collaboration: “The EUSO-SPB2 mission”, NIM A 958 162164 (2020): la mission EUSO-SPB2 (dont l’APC était responsable de la conception, production et calibration de la surface focale)

A frequency-dependent squeezed vacuum source for broadband quantum noise reduction in advanced gravitational-wave detectors (Yuhang Zhao1;2, Naoki Aritomi3, Eleonora Capocasa1, Matteo Leonardi1,y Marc Eisenmann4, Yuefan Guo5, Eleonora Polini4, Akihiro Tomura6, Koji Arai7, Yoichi Aso1, Yao-Chin Huang8, Ray-Kuang Lee8, Harald L• uck9, Osamu Miyakawa10, Pierre Prat11, Ayaka Shoda1, Matteo Tacca5, Ryutaro Takahashi1, Henning Vahlbruch9, Marco Vardaro5;12;13, Chien-Ming Wu8, Matteo Barsuglia11, and Raaele Flaminio4;1

OUTREACH and VALORISATION

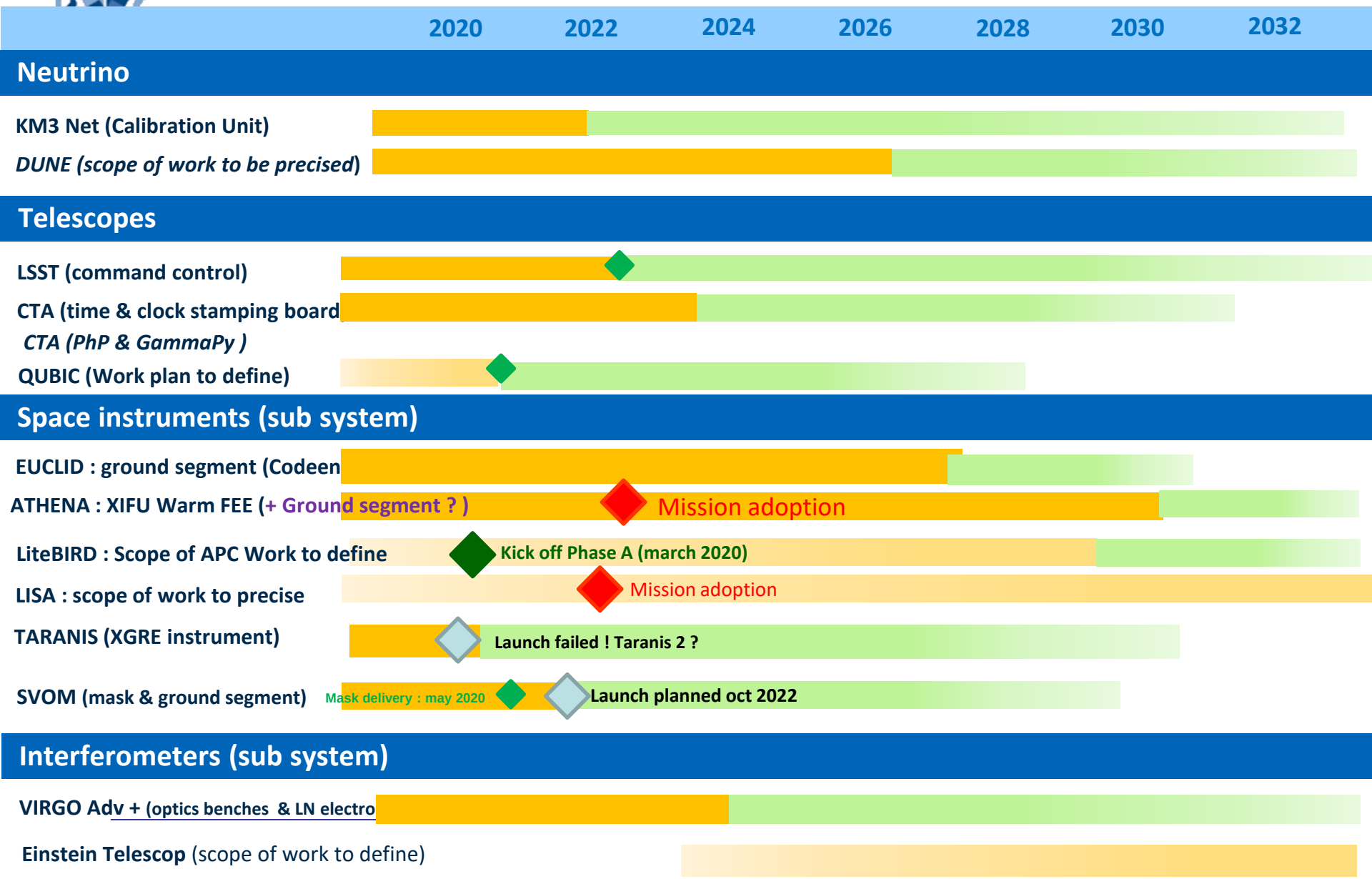


Space debri detection program proposed by G. Mourou (Nobel 2018)
+
R&T CNES

EDUCATION :

5 engineers are teaching in Master degrees or Engineers schools.

Feuille de route projets techniques APC



Synthèses

Les quipes projets APC ont développé des technologies spécifiques et déployables du fond des mers (neutrinos) aux instruments spatiaux (Cosmologie, Haute énergie, ondes gravitationnelles…) en synergie avec les chercheurs pour répondre aux enjeux de recherches de l'IN2P3

Aujourd'hui, expertises technologiques reconnues … et sollicitées

- → Interferomètrie laser
- → Chaine de lecture cryogéniques
- → Cryogénie sub-K et détecteurs mm et sub-mm
- → Photodétection
- → Électroniques et microélectroniques bas bruit
- → Ingénierie spatiale

Positions clé des ingénieurs au sein des collaboration / consortia :

- → Coordinateur technique de KM3NeT – Miles Lindsey Clarks
- → Maitrise d'œuvre partagée sur LISA / MIFO – Thomas Zerguerras
- → Coordination data processing LISA / DDPC – Maude Le Jeune
- → Chair WG Performance LISA : J. Martino
- → Project Manager QUBIC : Laurent Grandsire
- → EUSO : Guillaume Prêvot

Vigilance sur les masses critiques pour maintenir les technologies clé et assurer les veilles technologiques