



R&D AstroSiPM
XGRE-NG

Séminaire technique
du 23/03/2022

Damien Pailot



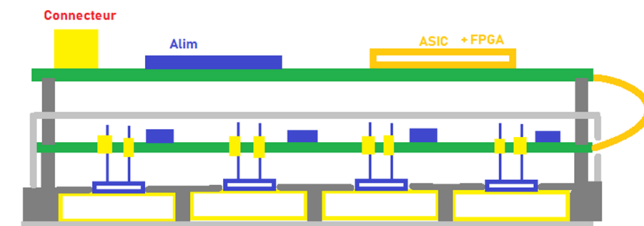
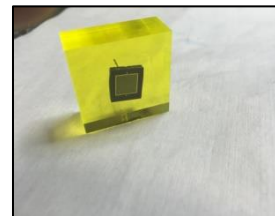
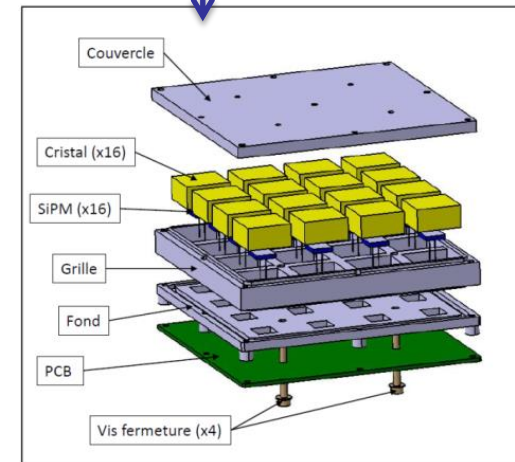
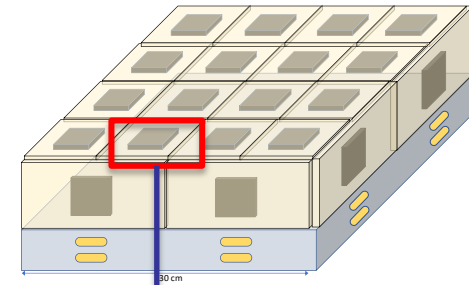
Plan de la présentation

- **Contexte de la R&D**
- **Principaux enjeux techniques**
- **Implication technique de l'APC et principaux défis**
- **Perspectives d'applications**
- **Conclusion**



Historique - Contexte

- Suite de la phase d'étude TARANIS-2 (CNES)
 - Cf séminaire technique 2021 et CSP TARANIS-2 sept.2021
 - **Juin 2021**: Arrêt de la mission TARANIS-2 - raison financières
 - **Juillet 2021**: Point clé de phase 0/A
 - Reliquats Taranis → Etudes XGRE-NG
- Intérêt fort du CNES et APC
 - Contournement des anomalies XGRE
 - Module gamma multi-missions
 - Nouvelles technologies
 - GaGG + SiPM + APOCAT + NanoExplore
- Développement d'une brique de base
 - 16 pixels → 1 cristal de GaGG + SiPM
 - Lu par un 1 ASIC 16 voies





Principaux enjeux techniques

- Développer un **spectro-imageur gamma multi-mission**
 - 50 ph/ms/cm²
 - 20 keV – 20 MeV } **Objectif XGRE-NG**
- Porter le module de base et technologie à **maturité 5-6 spatial**
- Explorer et étudier des **nouvelles technologies**
 - **GaGG**
 - Méthodes d'enrobage
 - Comparaison types de GaGG et états de surface
 - **SiPM** → MPPC Hamamatsu, OnSemi (ex-SensL), FBK
 - Performance et couplage scintillateur
 - Analyse de construction, tests en radiation
 - **APOCAT** → ASIC de lecture conçu par IDEAS
 - Evaluation
 - Mise en œuvre
 - **FPGA NanoExplore** → Nouvelle génération
- **Maintenir et diffuser des compétences** en spectrométrie gamma



Responsabilités des acteurs



- Responsabilité instrument
- Analyse de construction (vide, découpage) et radiation SiPM



- Prise en main de l'ASIC APOCAT
- Développement de la chaîne de lecture
- FPGA NanoExplore
- Développement des EGSE

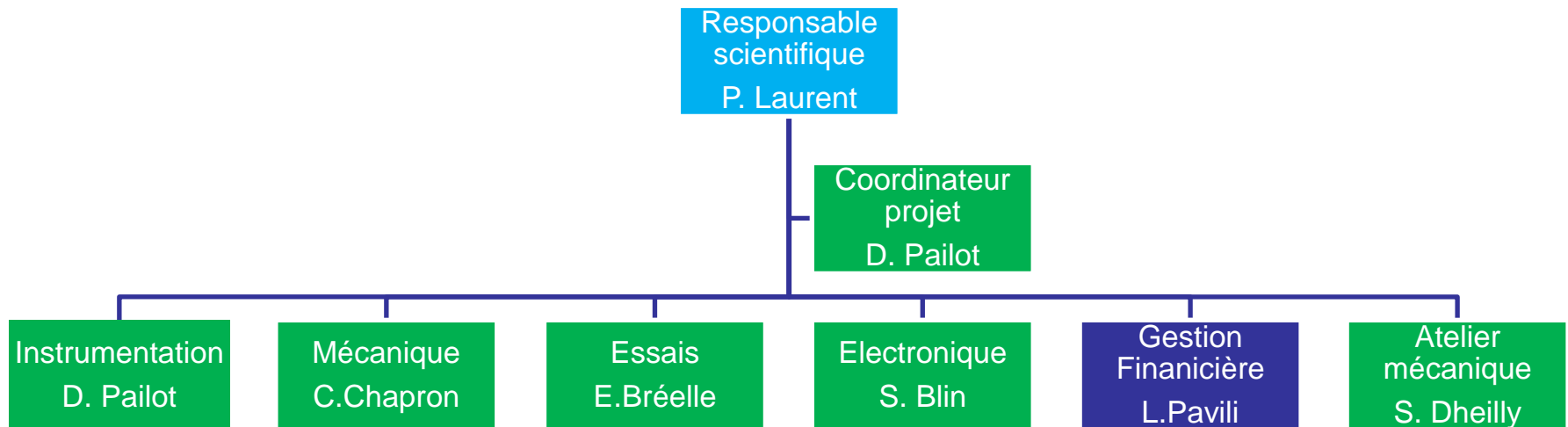


- Performances instrument / Etalonnage
- Instrumentation et Essais
- Mécanique



Organisation locale

- Depuis la CSP
 - Renfort de C.Chapron, S. Dheilly, S.Blin
 - Stagiaires DUT ou Licence : 3 en 2022
- Recrutement éventuel post-doctorant CNES : Sept. 2022 – Sept.2024
- **Organisation collaborative**
 - Réunion de suivi 1 X mois
 - Echanges réguliers





- **Enrobage des cristaux**
- **Evaluation des performances instrumentales**
- **Intégration et test de la chaîne complète**
- **Evaluation de l'ASIC APOCAT**

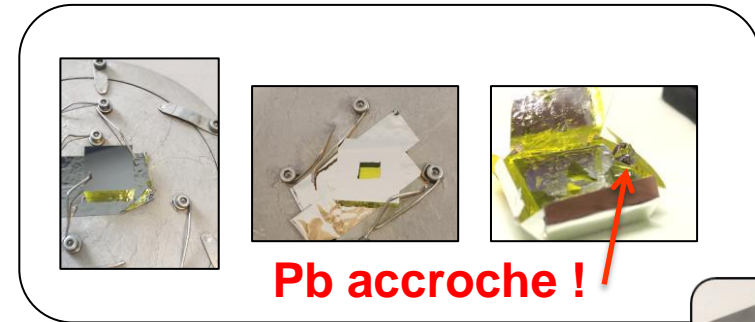


Enrobage

- Enrobage des cristaux → Défis
 - Collection de lumière élevée / Reproductibilité / Série / Epargne SiPM
 - 1 module = 16 pixels = $S_{geo} = 64 \text{ cm}^2$ → Atteindre 1000 cm^2 → 256 pixels

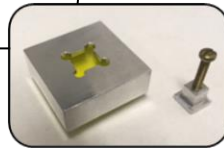


ESR

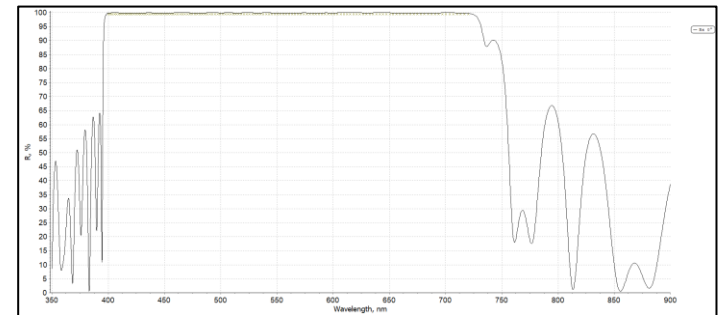


Pb accroche !

Métallisation Aluminium
MPQ



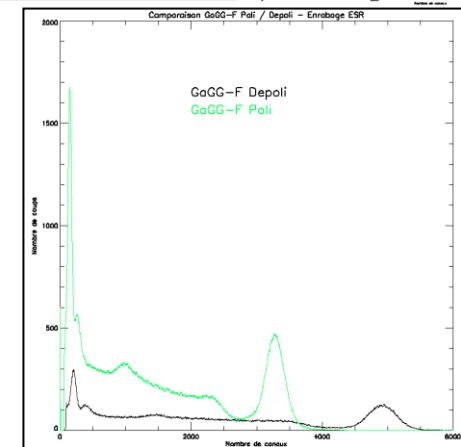
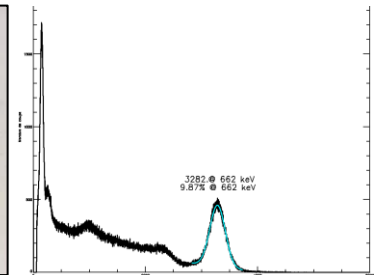
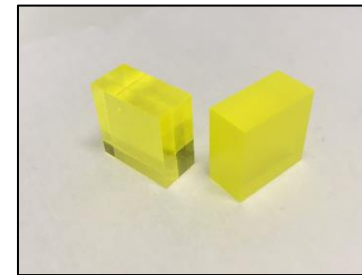
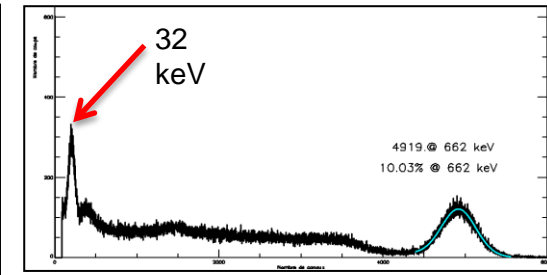
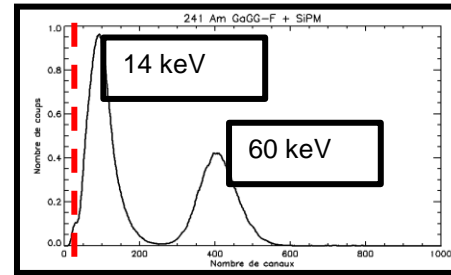
- Etudes IN2P3/LMA
 - Transmission, absorption, coef réflexion coating
 - Essai de coating – Oxyde de tantale et Silice
- R&T CNES acceptée
 - CILAS ?





Mesures de performances

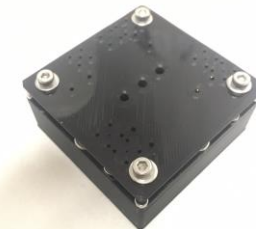
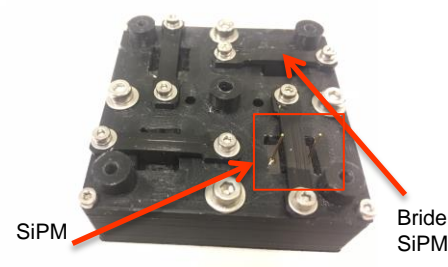
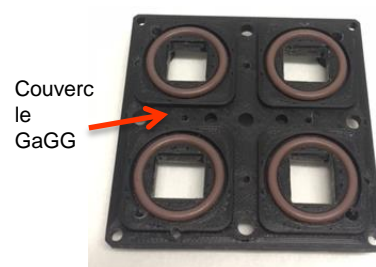
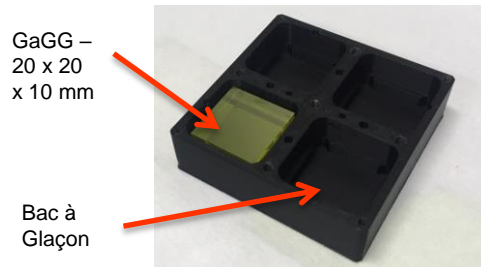
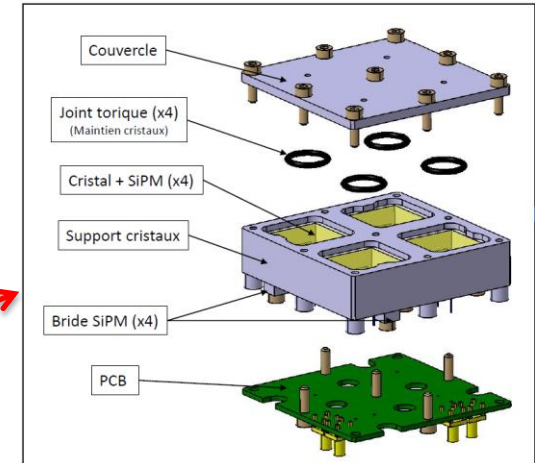
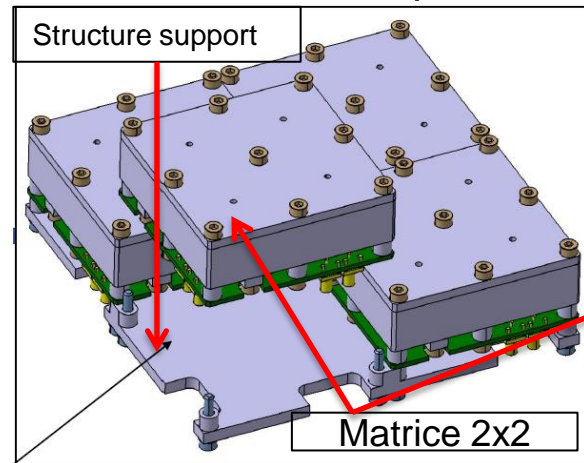
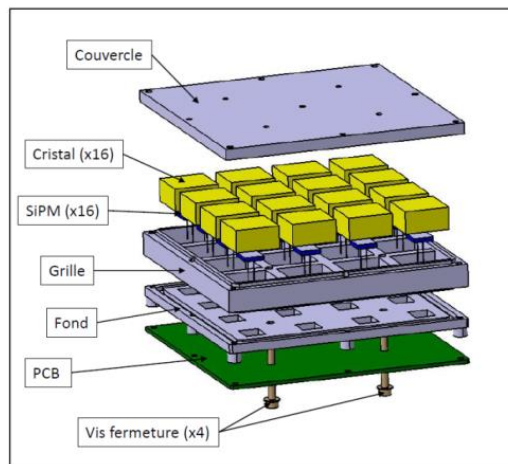
- Avec enrobage ESR 3M
 - Seuil bas ~**10 keV**
 - Résolution 10% @ 662 keV
- Comparaison GaGG-F Poli / dépoli
 - ↗ 35% de gain avec dépoli !
 - A confirmer. Choix pour le prototype ?
- Etudes à mener
 - GaGG-T/GaGG-F/GaGG-HR
 - En fonction des besoins
 - rapidité / résolution
- Couplage avec l'ASIC APOCAT
 - A venir





Développement mécanique

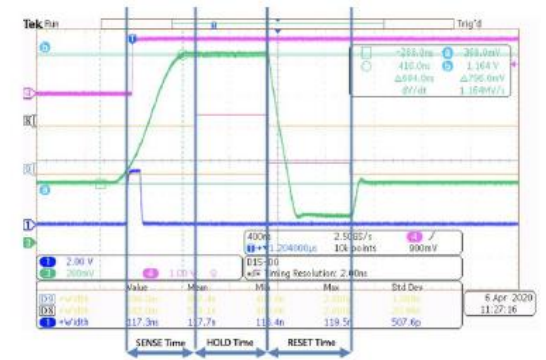
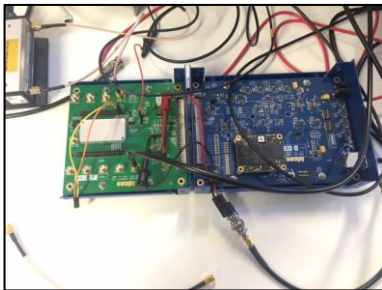
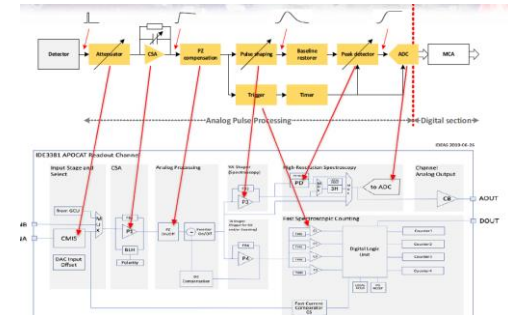
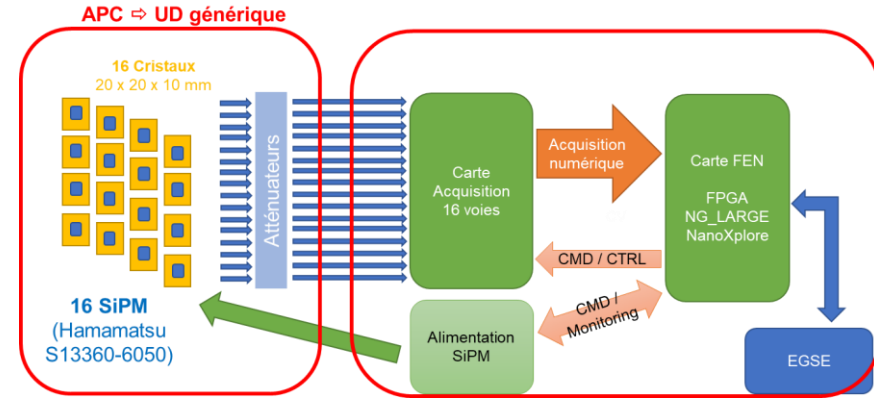
- Module 4 x 4 → Dimension 126 x 126 x 41 mm
 - Passage matrice 2 x 2 → Module 4X (2x2) → Intégration facilité (Pin SiPM)
 - 63 x 63 x 31 mm
 - Faible encombrement
 - Rapport S_{det} / S_{tot} détection → 50 % → Dépend des matériaux





Evaluation de l'ASIC APOCAT

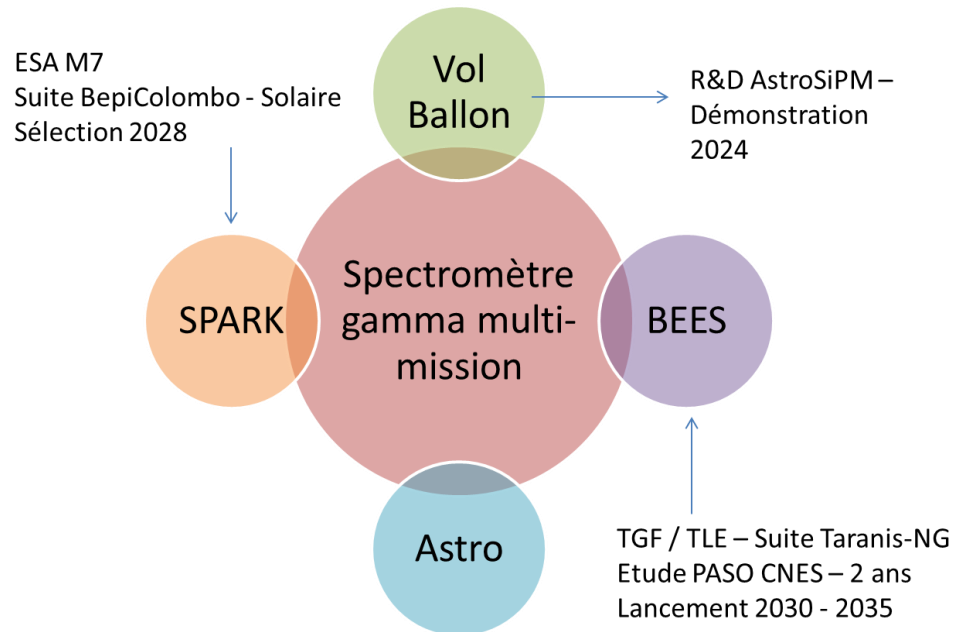
- LESIA en charge de l'évaluation
- ASIC Chaîne spectrométrie gamma
 - ASIC 16 voies
 - Gamme d'entrée \rightarrow 0 à 800 pC
 - ADC 12 bits @ 2 MSPS
- Difficultés
 - Firmware non adapté à toutes les fonctions de l'ASIC
 - Registre nombreux \rightarrow Script python pour charger les bits de configuration dans les bons registres
 - Peu de documentation
- Chaîne non aboutie
- Soutien de Sylvie Blin l'APC pour les essais avec l'APOCAT





Perspectives d'applications

- Astrophysique, physique solaire, planétologie, météo spatiale, atmosphère
 - Détection de sursauts gamma / Suivi des sources gamma transitoires / Suivi des pulsars, ...
 - Détection des raies gamma solaires, ...
 - Détection de TGFs
 - Fluorescence X ou analyse neutronique (planétologie)





Conclusion

- Excellente opportunité
 - SiPM / GaGG / ASIC
 - Collaborations
 - Futurs missions
- Maintien des compétences en spectro-imagerie
- Très bonne synergie CNES / APC / LESIA