

The diagram illustrates the COMCUBE-S mission. On the left, a bright blue and orange gamma-ray source emits a beam of radiation, represented by a wavy orange line. The beam is labeled with 'B' and 'E' and arrows, indicating its polarization. On the right, a swarm of white CubeSat satellites is shown in orbit around Earth, which is depicted as a dark blue and black sphere with yellow city lights. The satellites are connected by a network of white lines, suggesting a coordinated mission. Below the main image, several logos are displayed: UCD DUBLIN, UCLab Irène Joliot-Curie, AAC CLYDE SPACE, cea, and KTH VETENSKAP OCH TEKNIK.

**COMCUBE-S**  
A CubeSat Swarm Mission for All-sky Gamma-ray Polarimetry



## **Introduction (C. Le Galliard – pôle Mécanique)**

**1) Intégration mécanique & thermique (C. Le Galliard – pôle Mécanique)**

**2) Intégration électronique (F. Wicek – pôle Electronique)**

**3) Mesures Instrumentales (M. Georgieva – pôle Détecteurs et Instrumentation)**

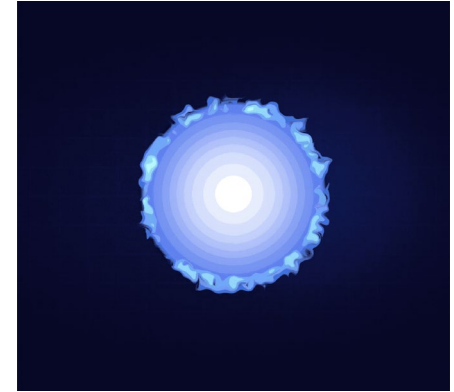
**4) Développement informatique (N. Dosme – pôle Informatique)**

**Conclusion (C. Le Galliard – pôle Mécanique)**

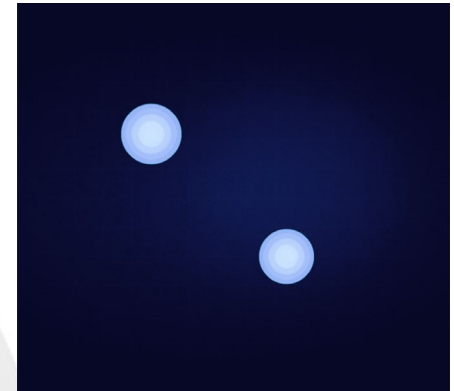


## Etude des sursauts Gamma (GRBs)

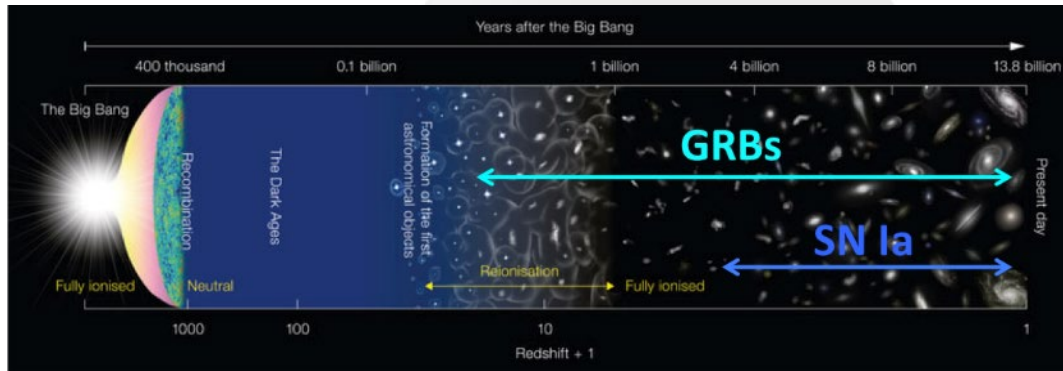
- Les explosions les plus brillantes et les plus violentes de l'Univers
- Se produisent à des distances cosmologiques, détectables dans les toutes premières galaxies
- Mort d'étoiles très massives (GRB longs) ou fusion d'objets compacts (GRB courts)
- Pourraient devenir de nouvelles bougies standards en cosmologie



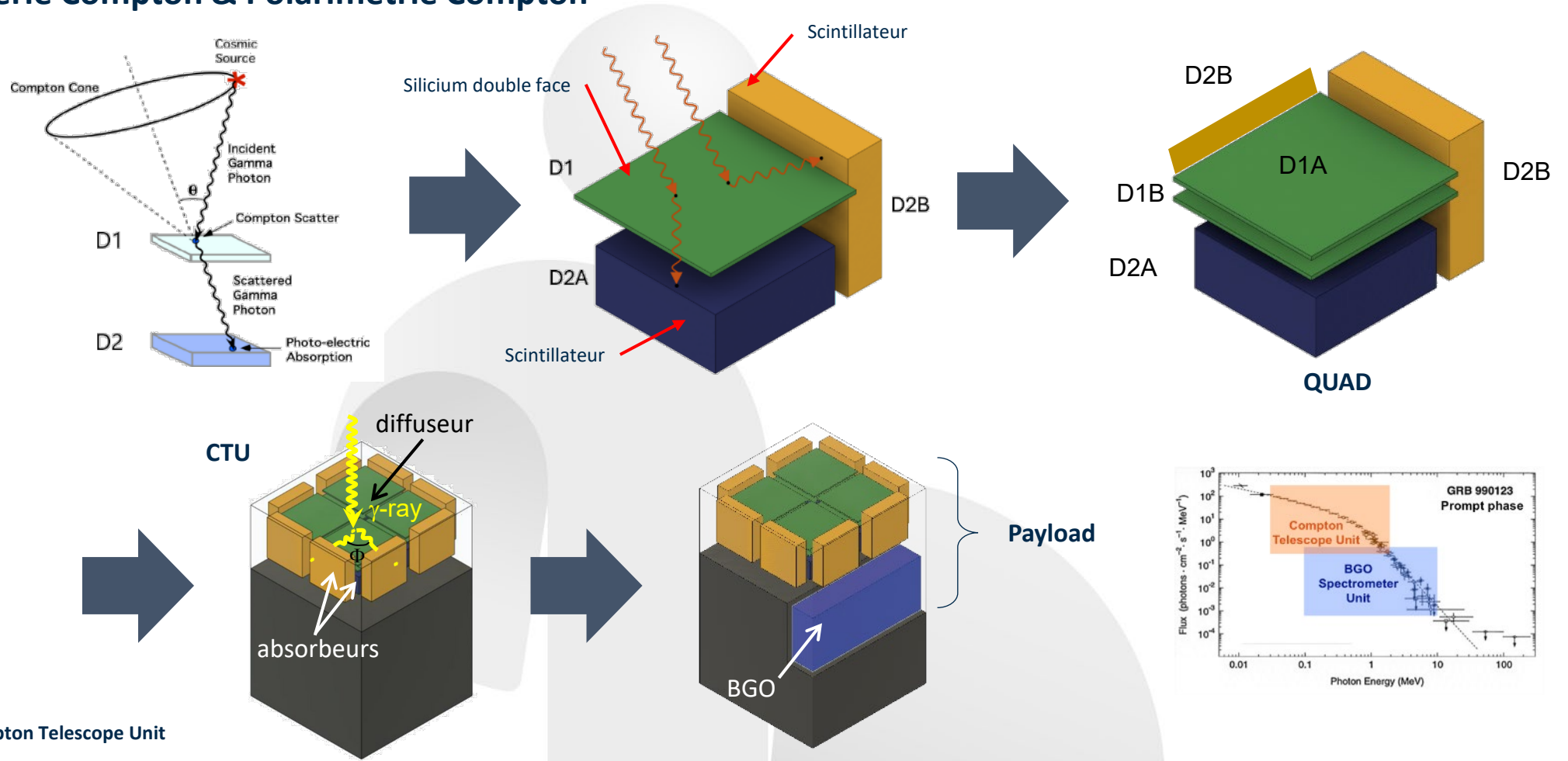
GRB Long



GRB court



## Imagerie Compton & Polarimétrie Compton



CTU = Compton Telescope Unit



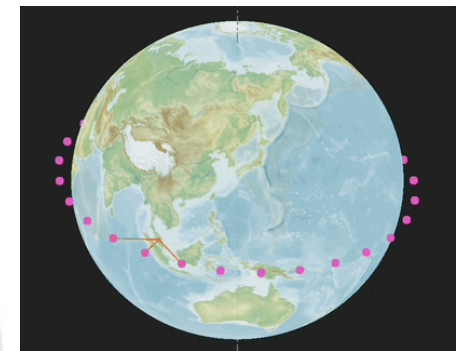
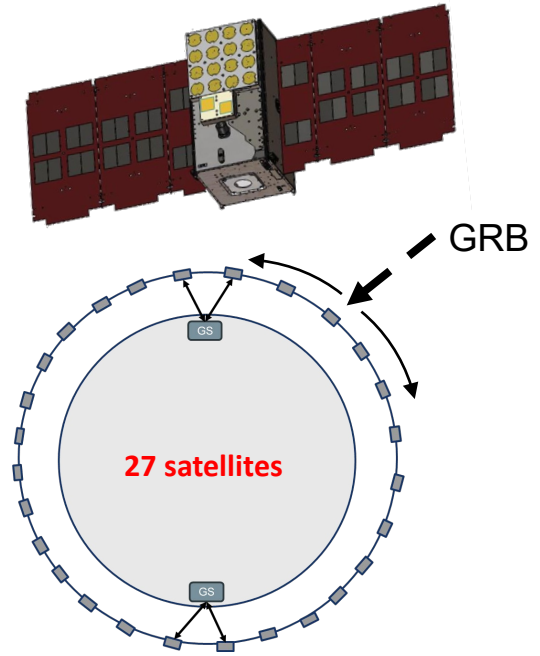
## Projet de COMCUBE-S Spacecraft Swarm (Essaim de satellites COMCUBE-S)

### Concept :

- 27 CubeSats de 16U (1U=10cmx10cmx10cm)
- Chaque CubeSat embarque un télescope Compton et un spectromètre
- Liaisons inter satellitaires (ISL) entre CubeSats voisins

### Avantages :

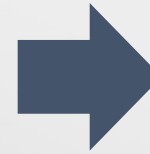
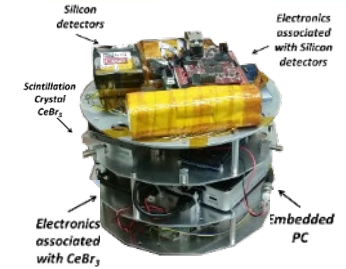
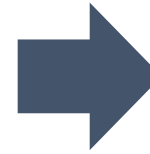
- Couverture de l'ensemble du ciel – aucune source ne peut être occultée par la Terre depuis l'ensemble de l'essaim
- Les données combinées de tous les satellites permettent d'améliorer la détection des sursauts, la localisation et les performances polarimétriques
- Les liaisons ISL permettent aux satellites d'échanger des données et d'alerter rapidement la communauté



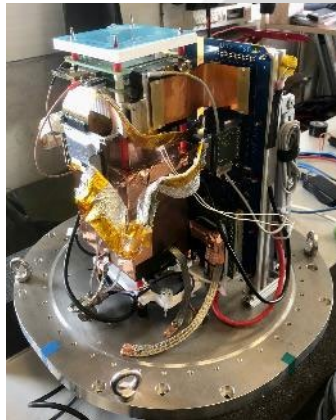
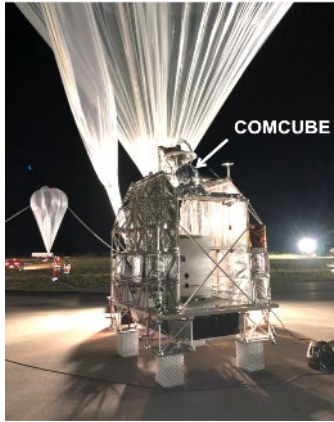


# De COCOTE à COMCUBE-S

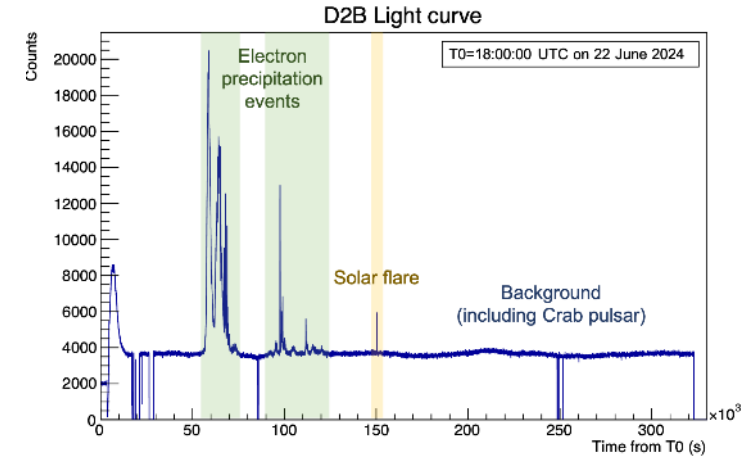
- 2012 – 2014 : COCOTE (COmpact COmpton TElescope)** avec un LabEx P2IO CSNSM, IPNO, LAL (39.2 k€)  
 ⇒ Preuve du concept en laboratoire (TRL 3)
- 2017 – 2023 : ComptonCAM** – Caméra gamma portable ultra-sensible pour localiser et caractériser les déchets radioactifs après démantèlement – Partenariat public-privé : CSNSM & IPNO (⇒ IJCLab), THEORIS SAS (PME en génie logiciel), SYSTEL Electronics SAS (PME) financé par l'ANDRA via le financement "AHEAD" (2.056 M€)  
 ⇒ Développement et qualification de détecteurs de rayons gamma, de l'électronique de lecture et de logiciels d'acquisition de données  
 ⇒ 2 brevets, l'un français, l'autre international
- 2020 – 2024 : COMCUBE** - un polarimètre à effet Compton compatible avec les CubeSats pour l'astronomie des rayons gamma, testé en vol ballon stratosphérique



## FOCUS sur COMCUBE BALLON



- Vol ballon CNES Pre-Transat - Août 2023 – Lancement : Timmins, Canada
- Vol ballon CNES Transat - Juin 2024 – Lancement: Kiruna, Suède / Atterrissage: Nunavut, Canada



- Logiciel de vol COMCUBE optimisé pour suivre plus de 60 paramètres de fonctionnement (état, température, pression, position, tension et courant des détecteurs, taux de comptage...)
- Module auxiliaire embarqué pour le prétraitement, le stockage et la récupération des données
- Mesure de signaux astrophysiques venant du **Pulsar du Crabe**



## COMCUBE-S : Collaboration Internationale

### AAC-CS (Clyde Space)

- Satellite
- Liaisons au sol
- Alimentation électrique
- Stations au sol
- Logistique
- ...



### Université de Dublin (UCD)

- PI
- D2A & FEB
- ...



### Université de Stockholm (KTH)

- BGO & FEB
- Structure du BGO



### • CEA

- D1A & FEB
- PPSU
- AIV/AIT
- Expertise domaine spatial
- ...

### • IJCLab

- D1B & FEB
- D2B & FEB
- Gestion des données info.
- Firmware / software
- Mécanique et thermique
- ...

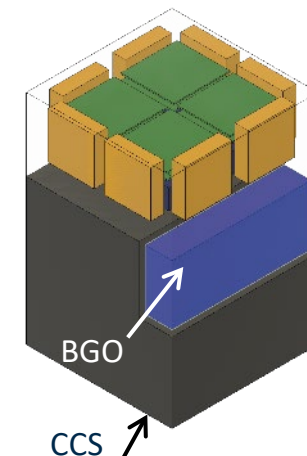
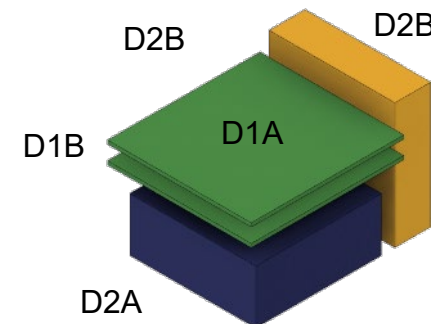
### • Mixte IJCLab / UCD

- Opérations sur les Sciences
- Interface utilisateurs
- Management
- ...



## COMCUBE-S

### Financement pour 2 nanosatellites





- **Etudes mécaniques & thermiques – contraintes majeures :**
  - Résistance aux **vibrations et chocs** → Analyse par éléments finis (FEA) & Tests en vibration sur table vibrante
  - **Thermique et contrôle thermique** (de -20°C à +20°C pour les Siliciums, -50°C à +50°C pour le CTU) → simulations thermiques, radiateurs, caloducs et peut-être isolation thermique (MLI)
  - Matériaux : Légers (composites, aluminium, titane), résistants, aux radiations, à l'usure et éviter les matériaux dégazants → Limitation en poids
- **Études électroniques :**
  - Endommagement des composants électroniques par des particules énergétiques → Composants **durcis aux radiations** (rad-hard), redondance, **normes IPC3 (classe 3) ou ECSS** pour les PCBs, blindage et tests en chambre à radiations si besoin
  - Problème de **connectique** → Choix limité
  - Compatibilité électromagnétique (CEM) entre sous-systèmes → **Blindage, filtrage, tests**
  - Fiabilité et **redondance** (impossibilité de réparation en cas de panne) → Conception modulaire, redondance des systèmes vitaux
  - **Consommation énergétique limitée** → Choix pour consommation optimisée et optimisation pour prolonger la durée de vie
- **Études informatiques :**
  - **Systèmes embarqués temps réel** → Logiciels pour le contrôle d'attitude, la gestion des données, et les communications.
  - **Gestion des données** : Stockage et transmission efficace → Mémoires résistantes aux radiations (MRAM, Flash rad-hard), protocoles de transmission.
- **Normes et standards :**
  - **ECSS** (Europe) : Normes pour la conception, les tests et la gestion de projet.
  - **ISO** : Normes générales (ex : ISO 9001 pour la qualité).
- **Gestion du projet :**
  - Cadencement important
  - Documentation et les procédures
  - Jargon
  - Prix et disponibilités
  - Suivi qualité

Model	Representativeness
Breadboard (BBM)	Test model, cheap, partial models
Engineering (EM)	Close to the flight, cheaper parts, less functionality
Structural – Thermal (STM)	Same mass and power dissipation
Qualification (QM)	Identical to flight
Flight (FM)	Full functionality, qualified parts, materials and processes
Spare (FS)	Identical to flight / spares kit
Protoflight (PFM)	Full functionality, qualified parts, materials and processes
Engineering Qualification (EQM)	Close to flight, cheaper parts, full functionality

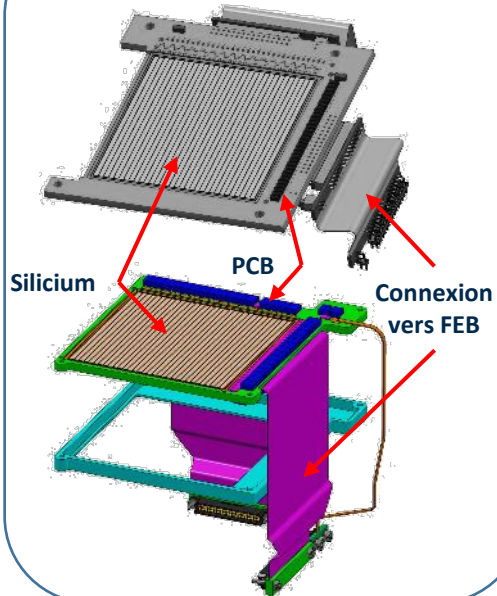


# INTEGRATION MECANIQUE & THERMIQUE

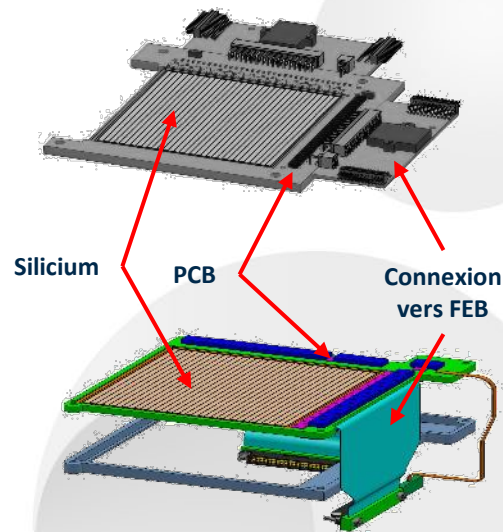


## Structure mécanique : Etude des détecteurs et leurs électroniques associées

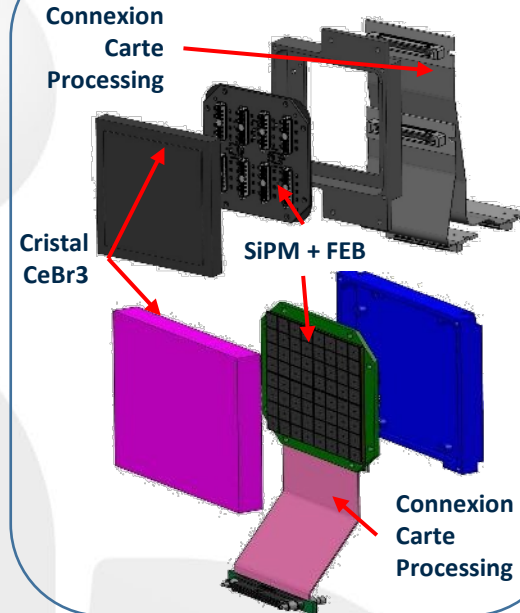
Détecteur Silicium CEA – D1A



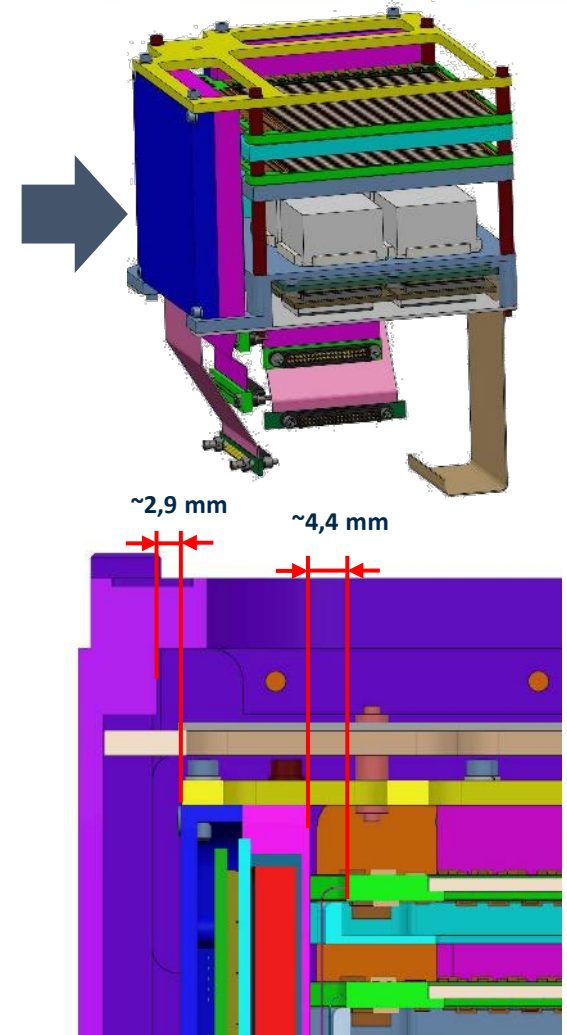
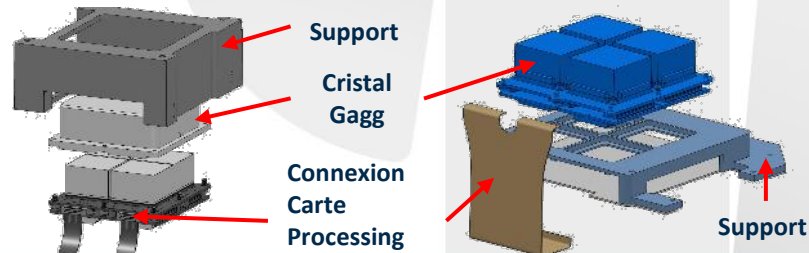
Détecteur Silicium IJCLab – D1B



Détecteur Scintillateur IJCLab – D2B



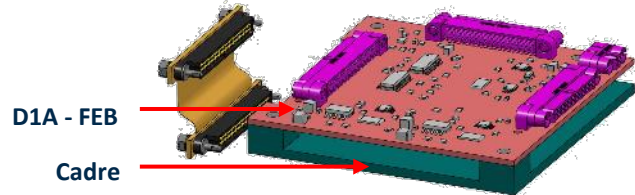
Détecteur Scintillateur Dublin – D2A



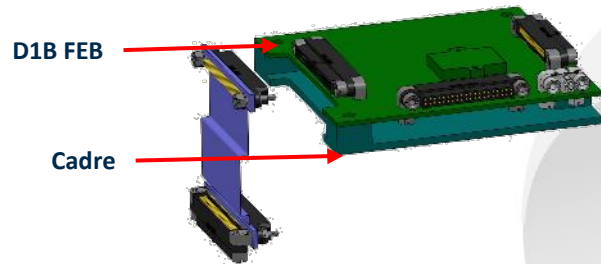


## Structure mécanique : Etude des détecteurs et leurs électroniques associées

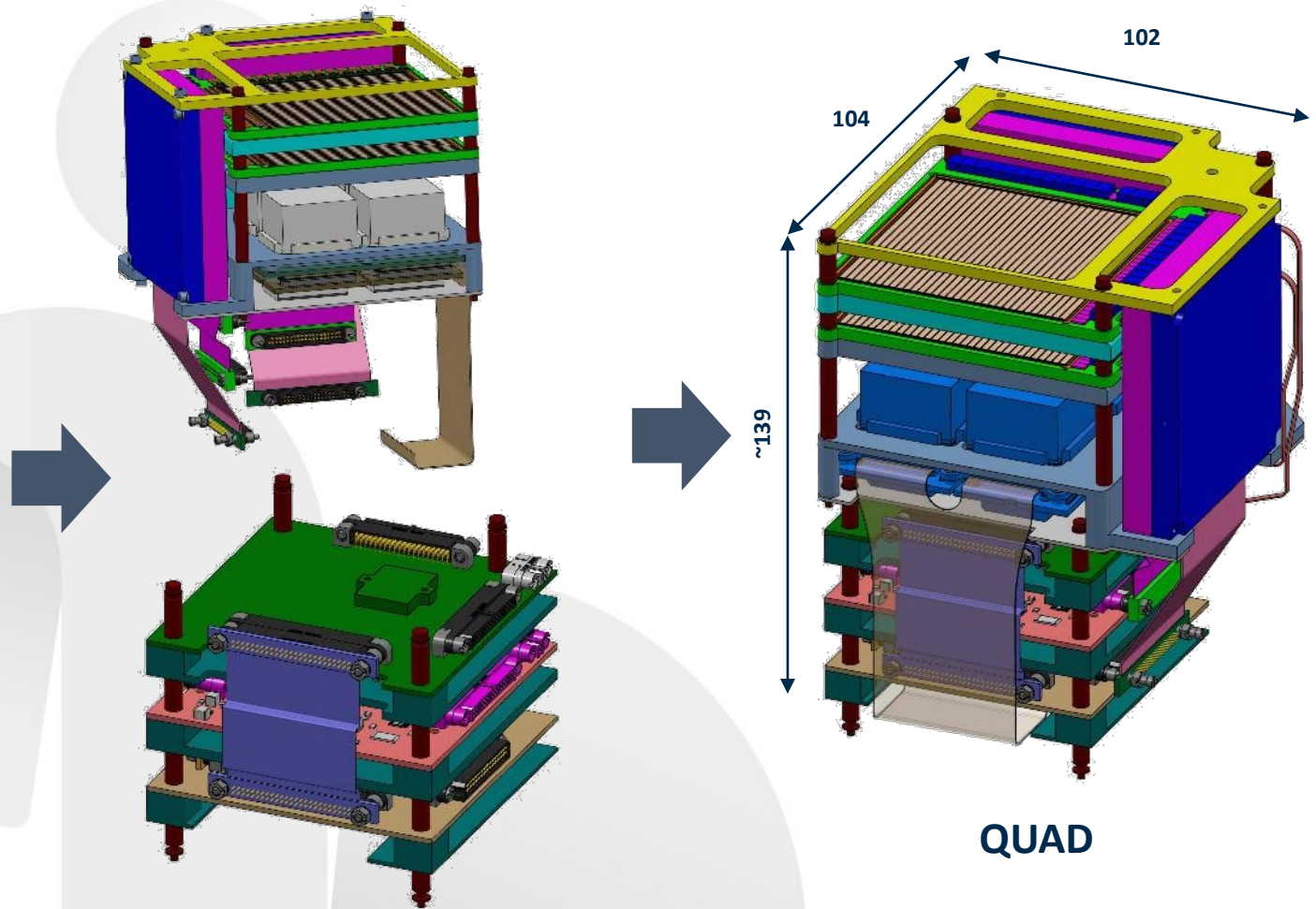
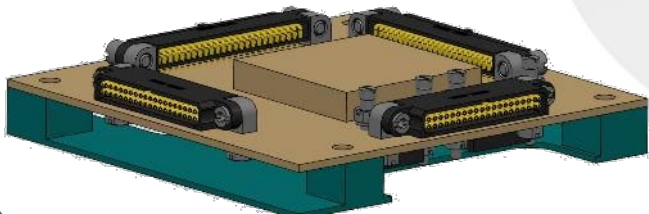
FEB CEA



FEB IJCLab



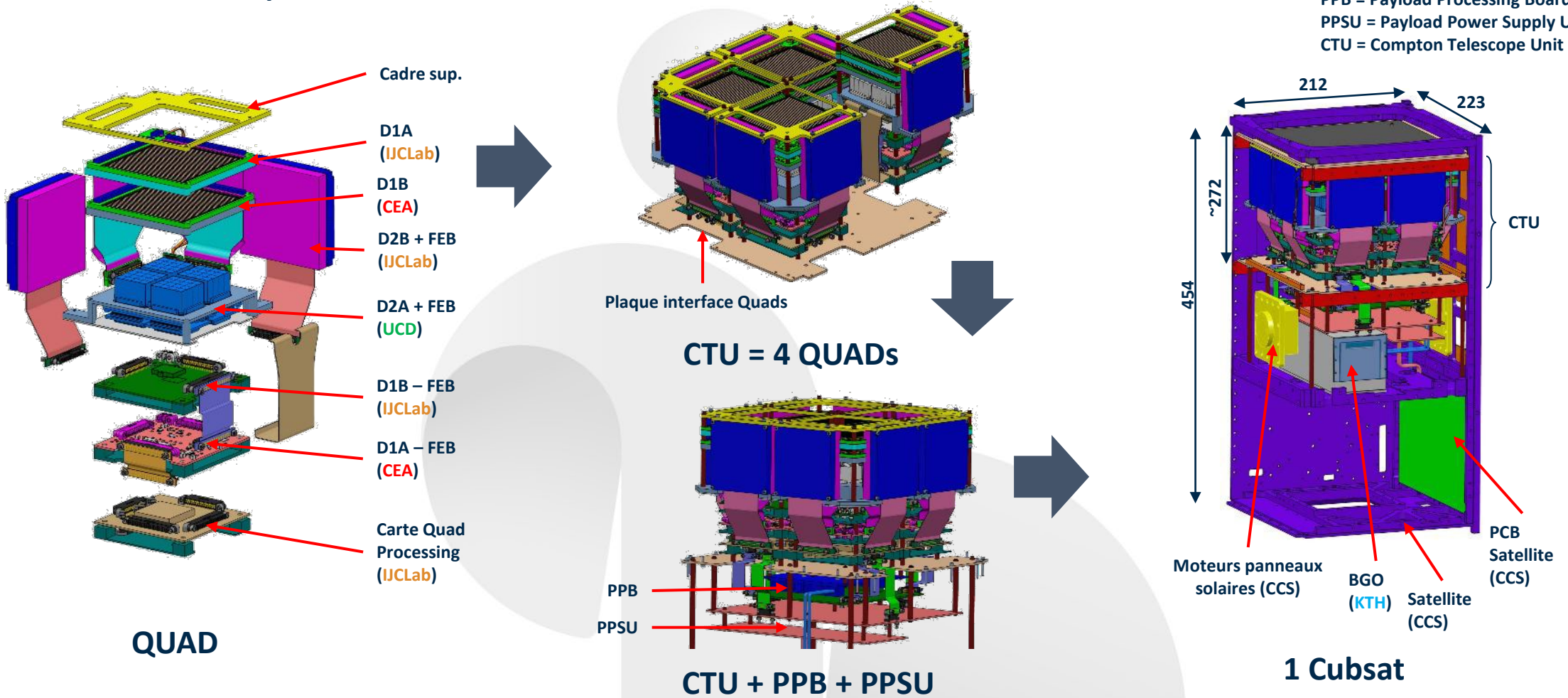
Carte Quad Processing





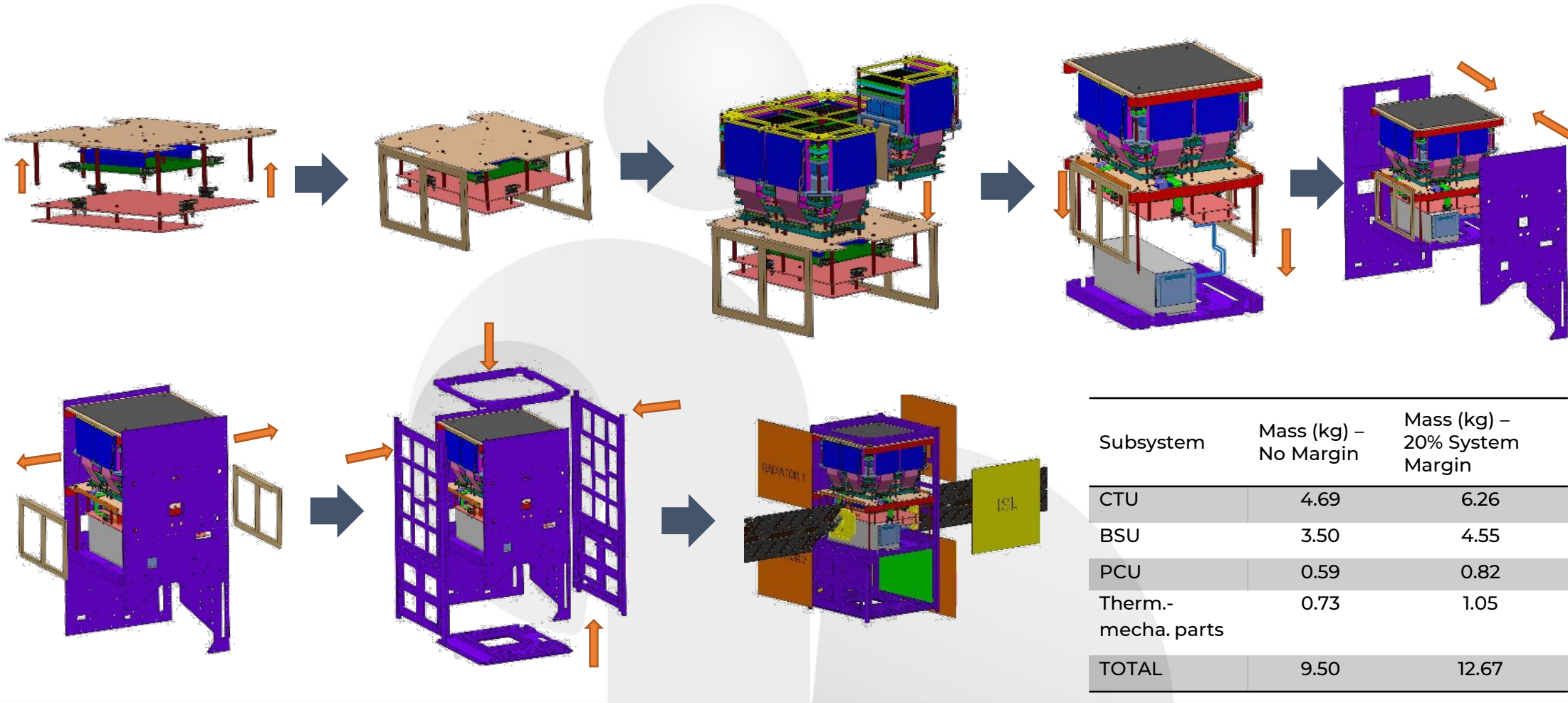
**Structure mécanique** : intégration de 4 Quads indépendants dans la zone disponible dans le satellite

**Note :**  
PPB = Payload Processing Board  
PPSU = Payload Power Supply Unit  
CTU = Compton Telescope Unit





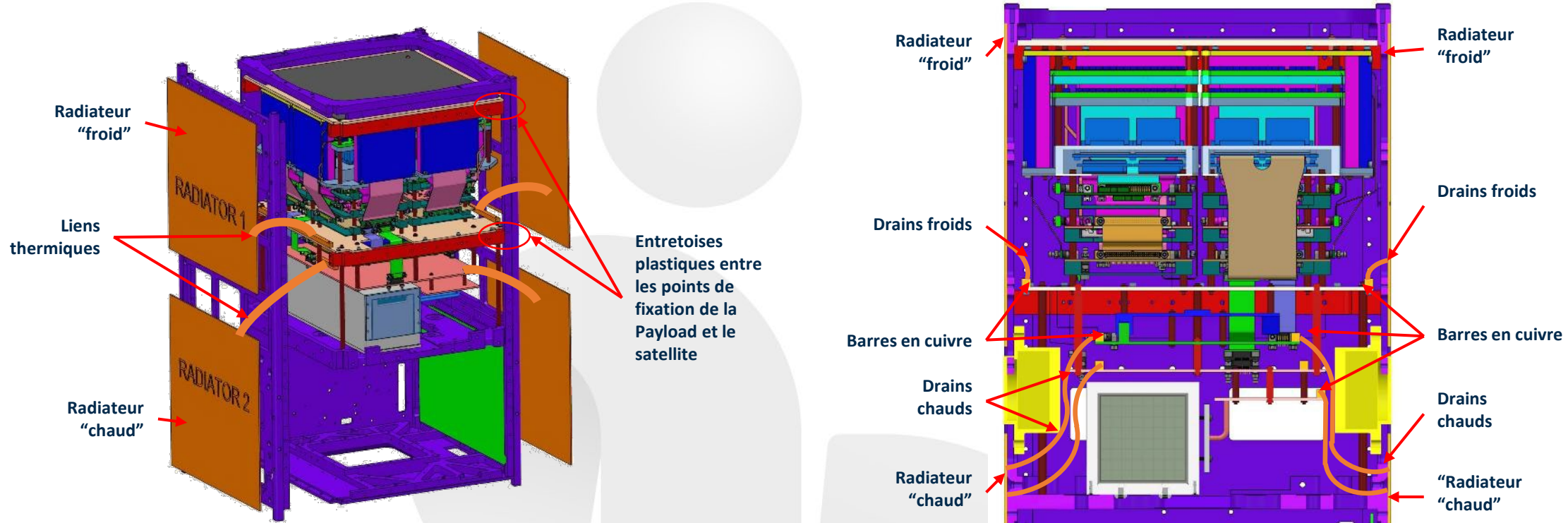
### Structure mécanique : principe de montage



Subsystem	Mass (kg) – No Margin	Mass (kg) – 20% System Margin
CTU	4.69	6.26
BSU	3.50	4.55
PCU	0.59	0.82
Therm.-mecha. parts	0.73	1.05
<b>TOTAL</b>	<b>9.50</b>	<b>12.67</b>



### Structure thermique : principe

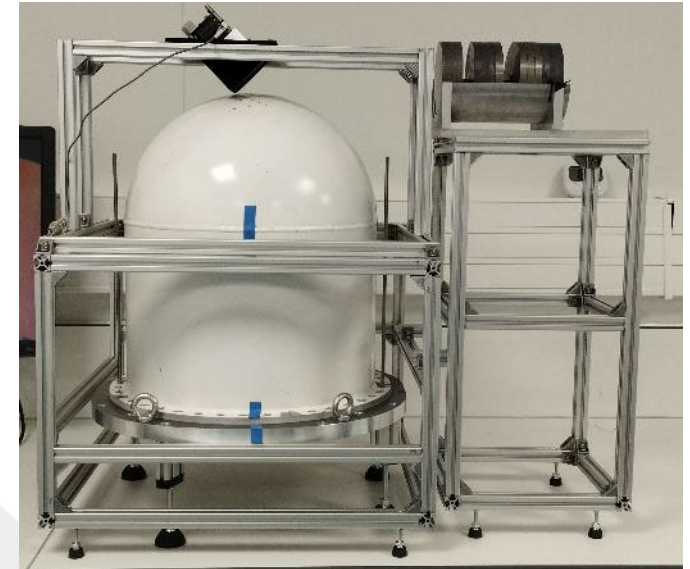
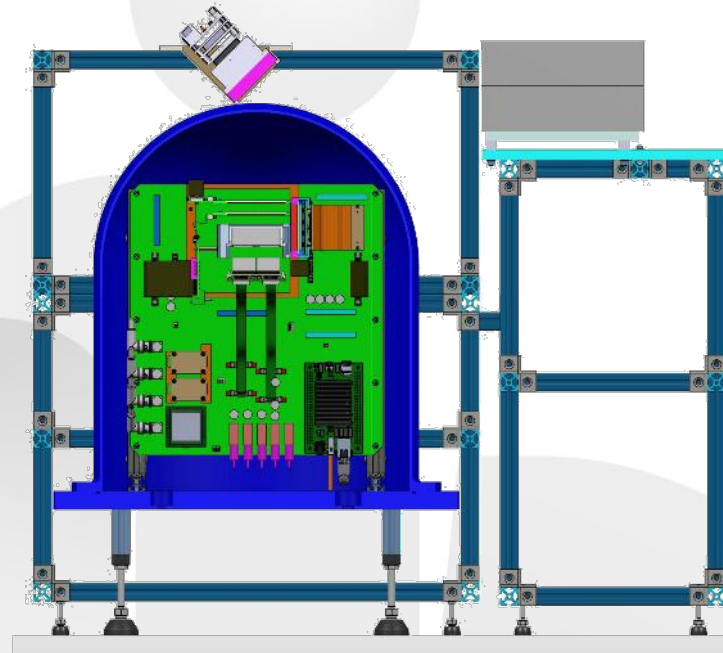
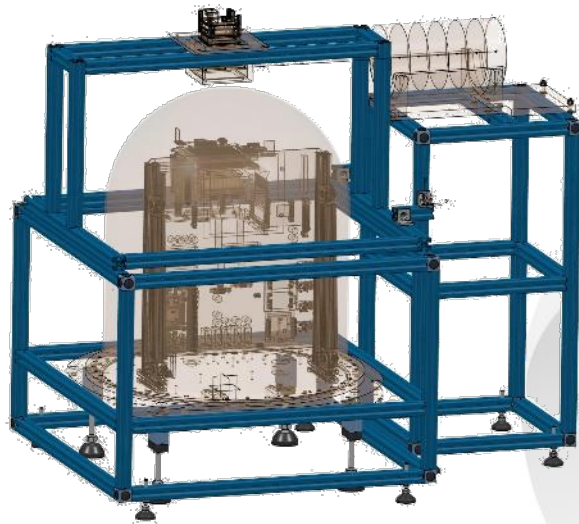


TIP	Name	Non-op TMin	Op Tmin	Perfo. range	Op Tmax	Non-op Tmax	Max slope
1	DSSD	-50°C	-40°C	-20°C/+20°C	35°C	50°C	20°K/hr
2	CeBr3	-30°C	-20°C	-20°C/+30°C	30°C	50°C	8°K/hr
3	BSU	-50°C	-40°C	-30°C/+50°C	50°C	50°C	10°K/hr



## Bancs de tests

Banc de tests Polarisation – Vol Ballon

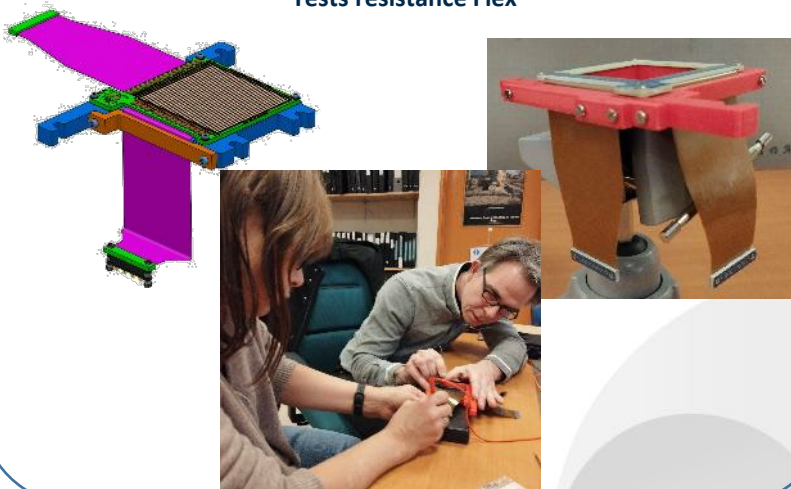


Comparaison simulations / mesures en laboratoire / mesures sur vol ballon

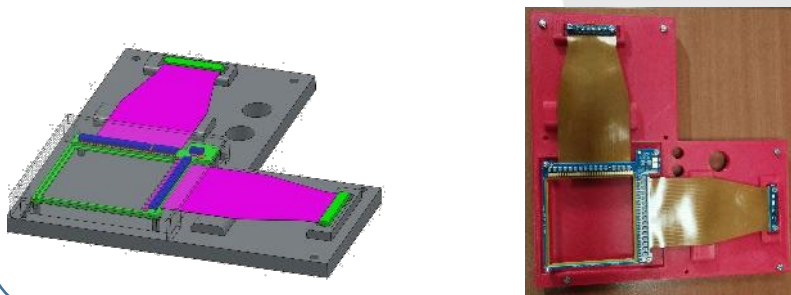


## Bancs de tests

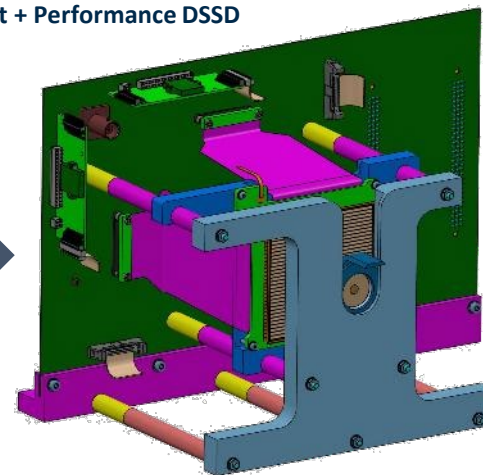
Banc de tests pliage FlexPCB  
Tests résistance Flex



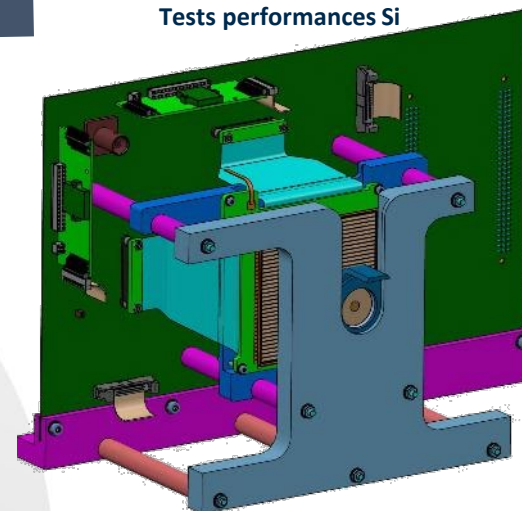
Banc de tests I (V) – collaboration avec CEA  
Test fonctionnement Si à réception



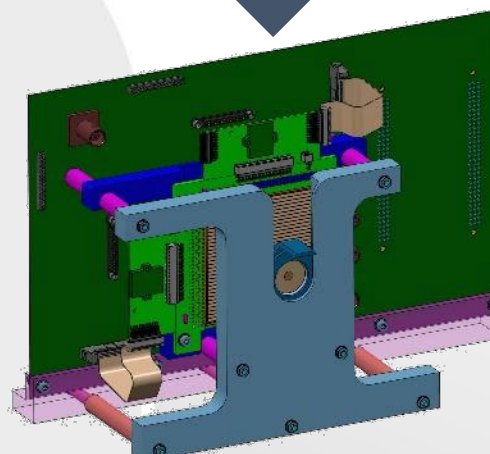
Banc de tests Vata Level Shift + Performance DSSD



Tests performances Si

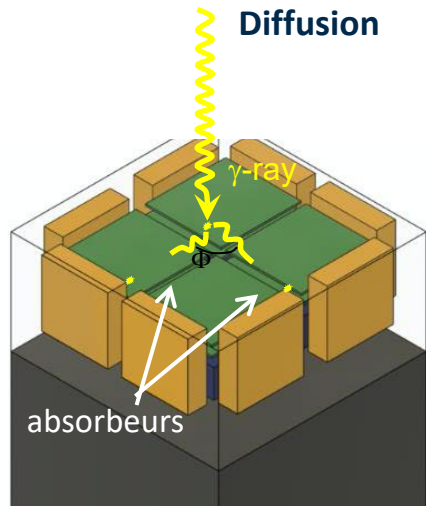


Tests niveau de tension FEB

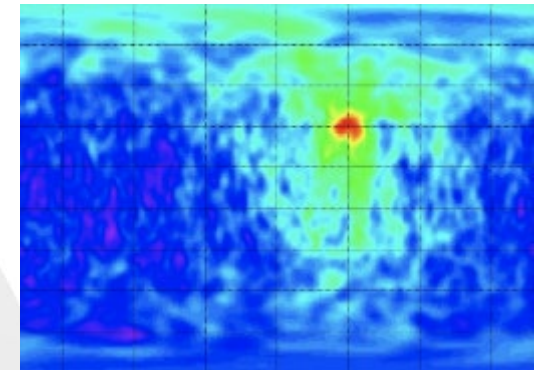
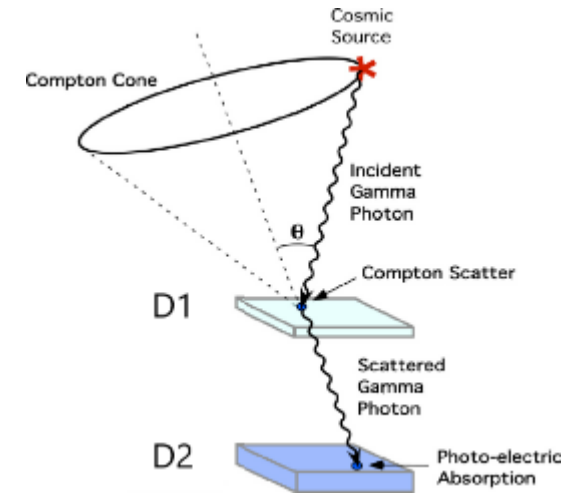




# INTEGRATION ELECTRONIQUE



- The interaction positions in D1 and D2 give the post-scatter photon trajectory.
- The energy deposited in D1 along with the overall photon energy recovered from D2 give the scattering angle  $\theta$ .
- The photon source can be constrained to an annulus on the sky.
- With many photons, a Compton image is created revealing the position of bright sources.





D1A et D1B sont des détecteurs silicium

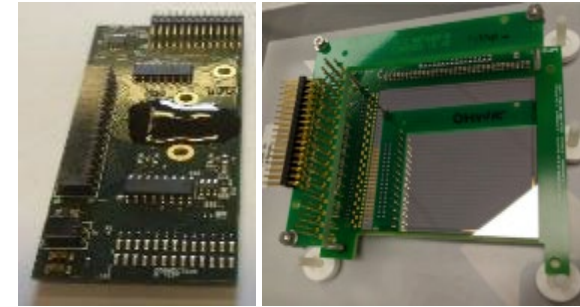
## D1A - Si Strip Detector (DSSD)

Lecture : 2 Asics "Idef-X" (CEA)



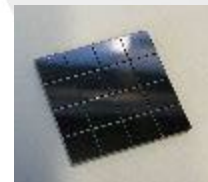
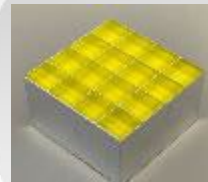
## D1B - Si Strip Detector (DSSD)

Lecture : 2 Asics "IDEAS VATA460.3"

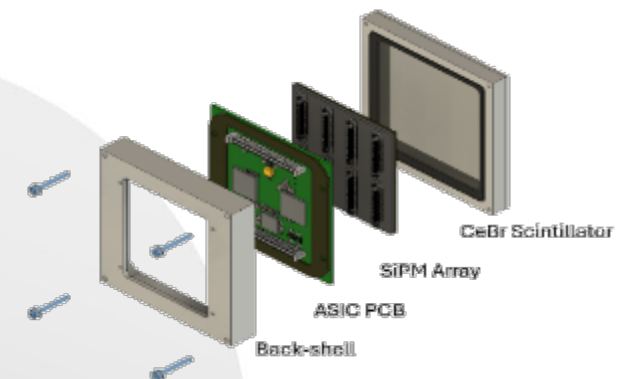


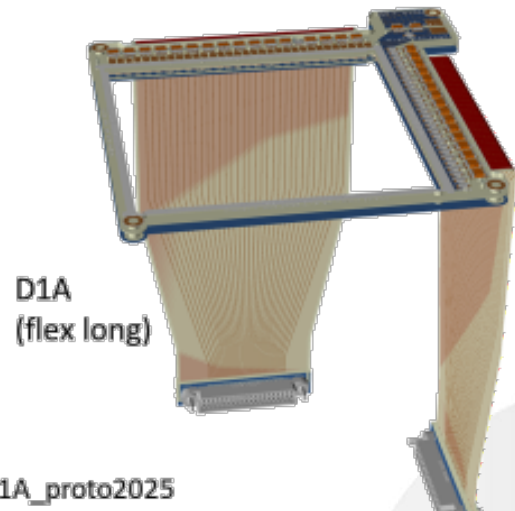
D1A et D1B sont des scintillateurs

## D2A - Cristaux-scintillateurs + 4 SiPM 4 Asics IDEAS SIPHRA (UCD)



## D2B - Cristaux-scintillateurs + SiPM 8x8 Lecture: 2 Asics IDEAS CITIROC (Weeroc)



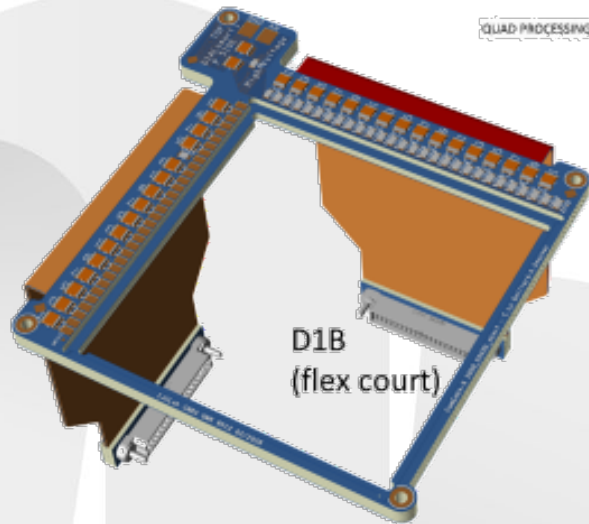
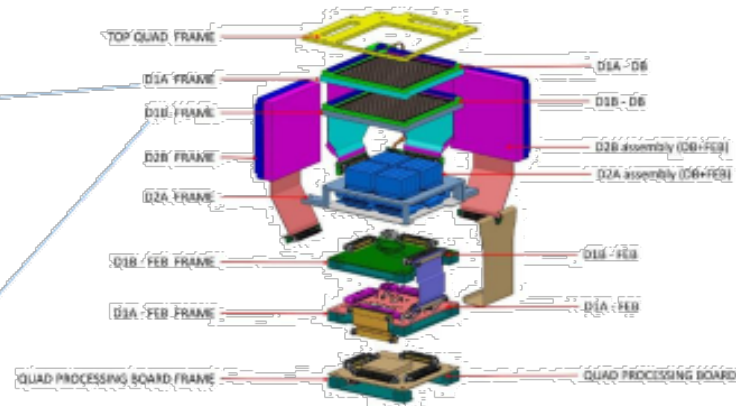


D1A  
(flex long)

D1A\_proto2025  
Premiers aménagements ECSS (spatial)/IPC3  
Produit en 5 exemplaires (fabrication IPC2)  
3 en cours de bonding

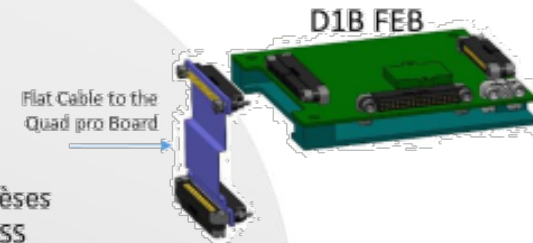


Détecteurs silicium DSSD



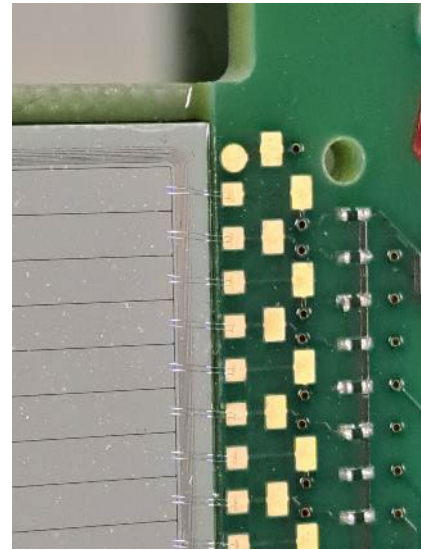
D1B  
(flex court)

D1B\_proto2026  
Plus proche du modèle de vol  
(matériaux ECSS / fabrication IPC classe 3\*)  
Fab : ACB/SIBEL 11-13 K€

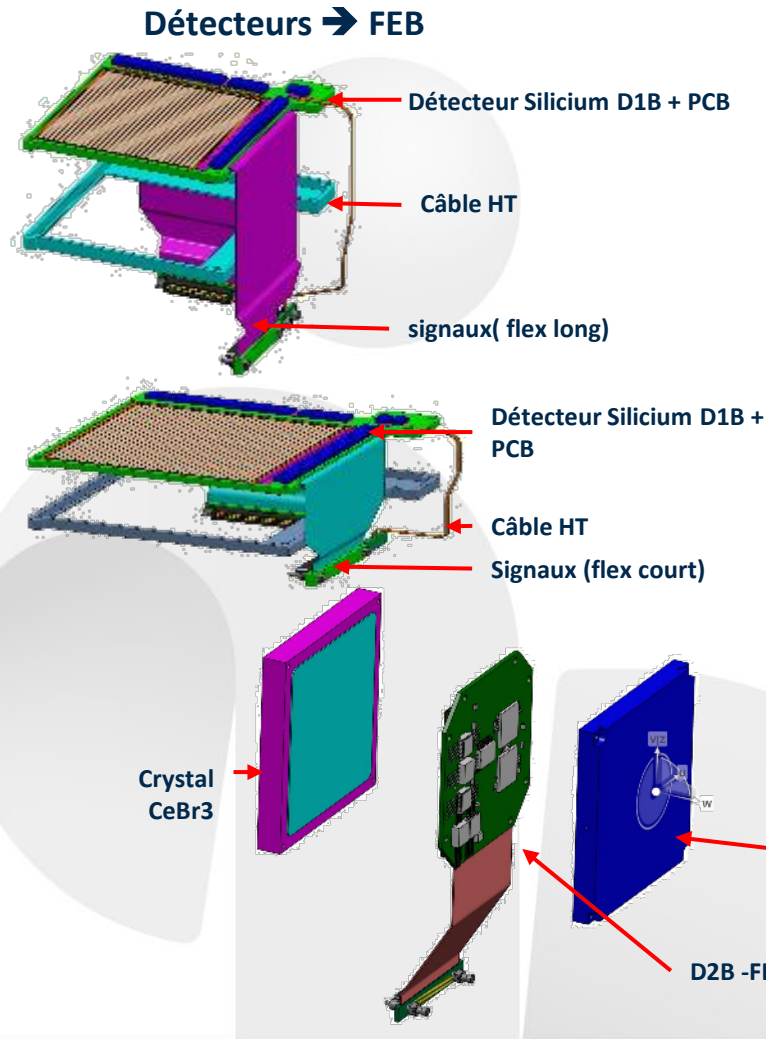
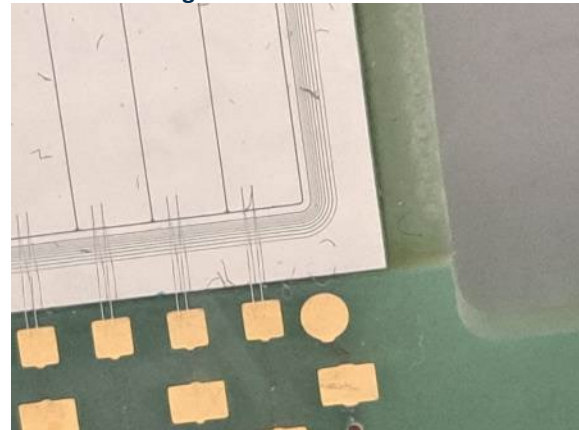


Flat Cable to the  
Quad pro Board

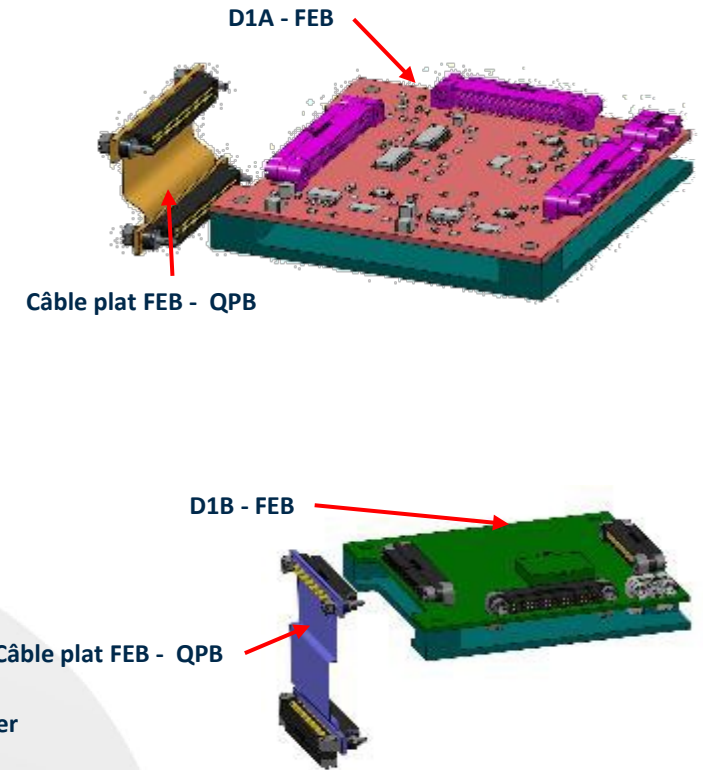
\* Design et fabrication IPC Classe 3 sont les hypothèses  
de travail actuelles, évolution potentielle vers ECSS



Bonding des Silicium

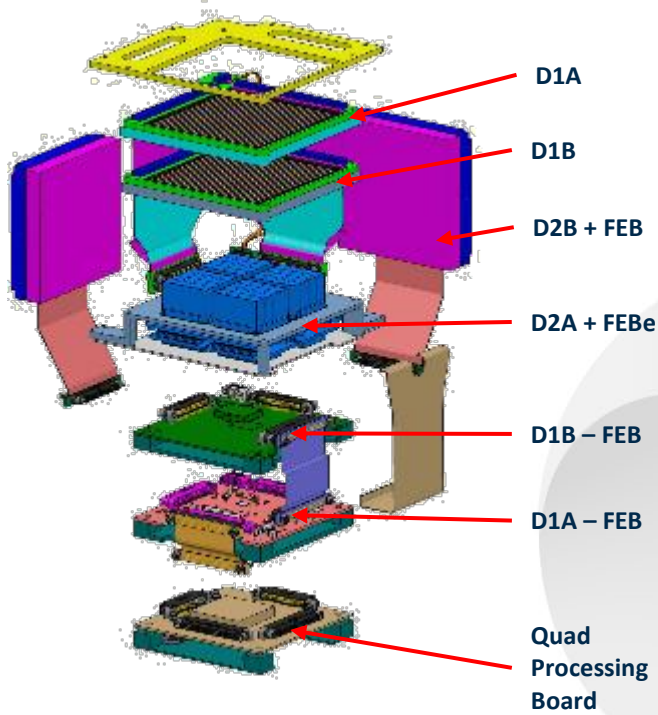


**FEB → Quad Processing Board**



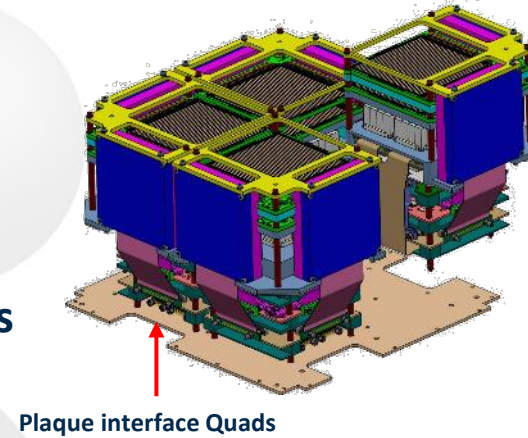


## 4 Quads indépendants dans la zone disponible dans le satellite

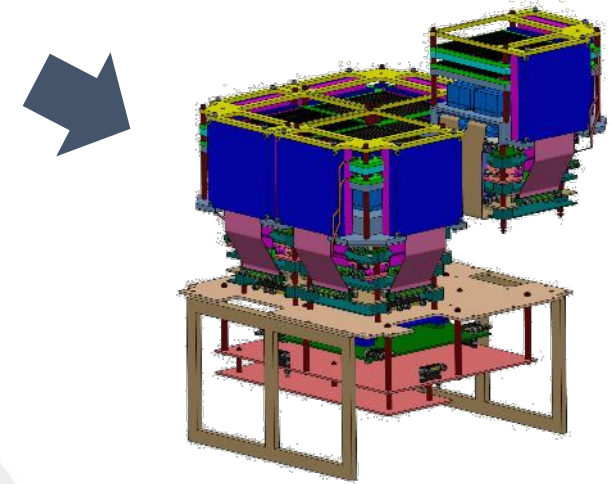


1 QUAD

CTU = 4 QUADS



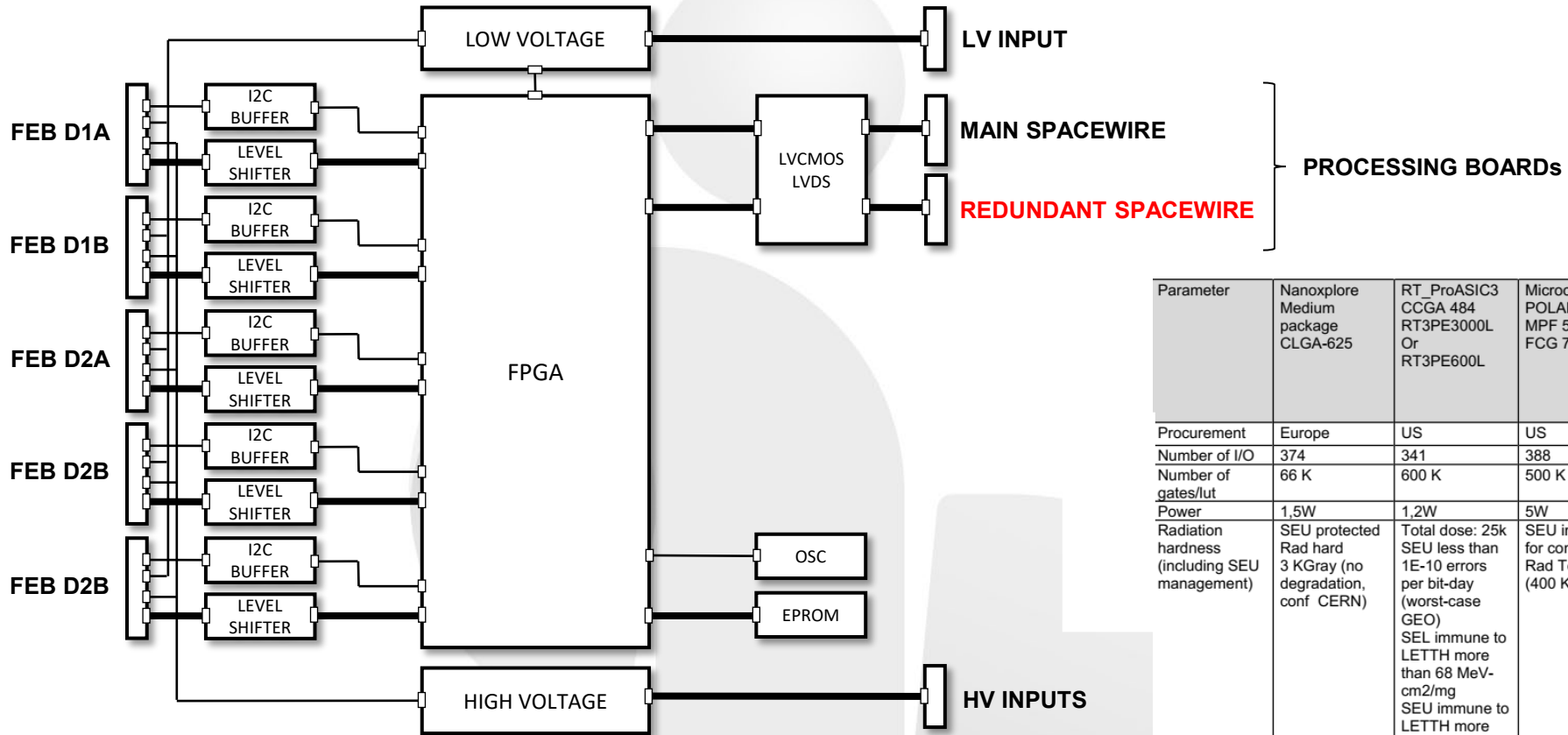
- FEB D1A : CEA
- FEB D1B : IJCLab
- DSSD Detector (D1A-B) : IJCLab
- GAGG Detector + FEB (D2A) : Dublin
- CeBr3 Detector + FEB (D2B) : Weeroc
- QPB: IJCLab



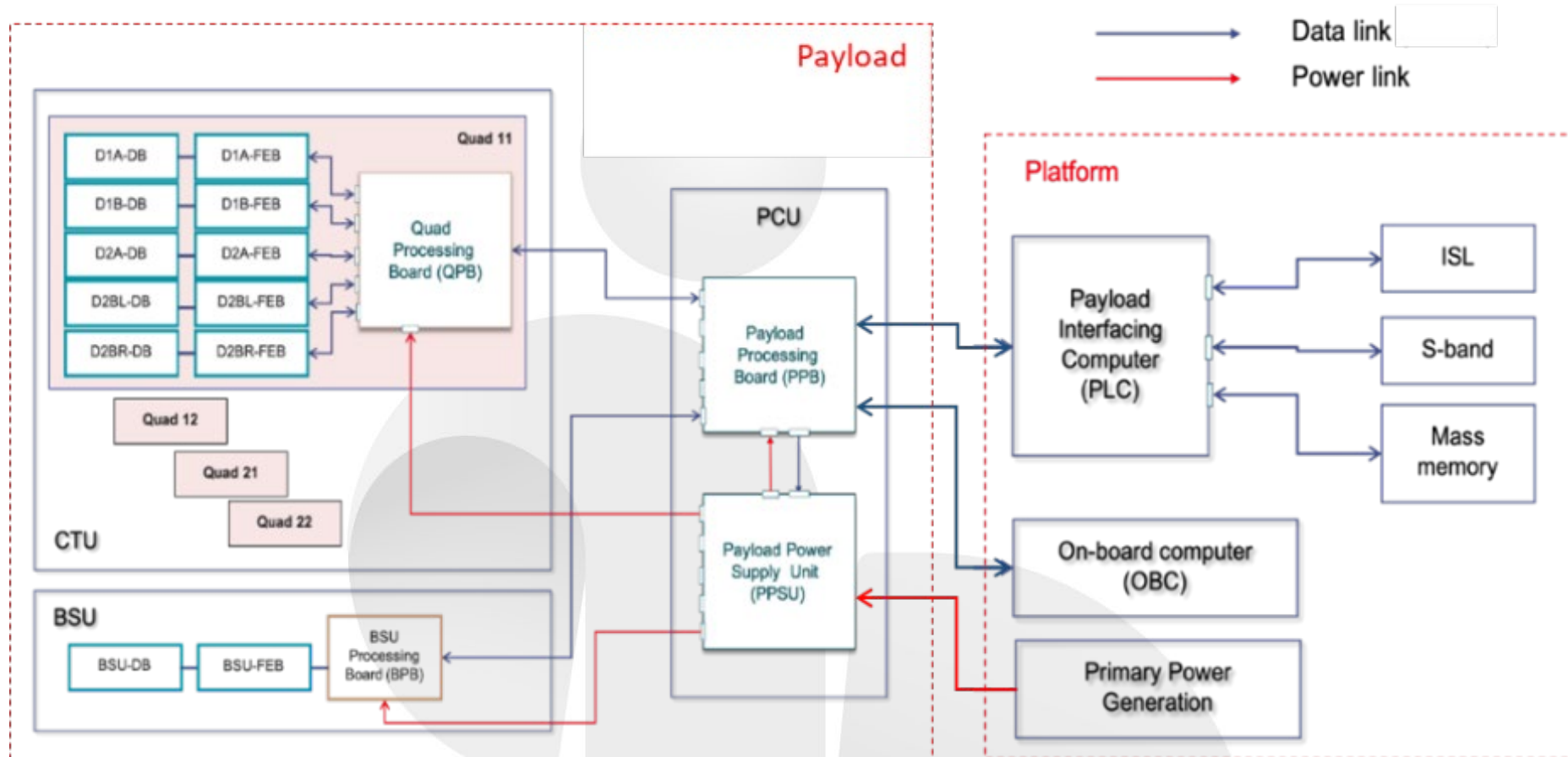
CTU + PPB + PPSU



## HARDWARE : QUAD PROCESSING BOARD (QPB) BLOCK DIAGRAM



Parameter	Nanoxplore Medium package CLGA-625	RT_ProASIC3 CCGA 484 RT3PE3000L Or RT3PE600L	Microchip POLARFIRE MPF 500 FCG 784	FrontGrade LATTICE CertusPro - NX-RT lastic package, SnPb balling (x484)
Procurement	Europe	US	US	US
Number of I/O	374	341	388	305
Number of gates/lut	66 K	600 K	500 K	95 K
Power	1,5W	1,2W	5W	0,6W
Radiation hardness (including SEU management)	SEU protected Rad hard 3 KGray (no degradation, conf CERN)	Total dose: 25k SEU less than 1E-10 errors per bit-day (worst-case GEO) SEL immune to LETTH more than 68 MeV- cm <sup>2</sup> /mg SEU immune to LETTH more than 96 MeV- cm <sup>2</sup> /mg	SEU immune for conf cells Rad Tolerant (400 KRad)	100krad parametric, 200krad functional, SEL immune to 80MeV
Flight heritage	Yes	Yes	No	?

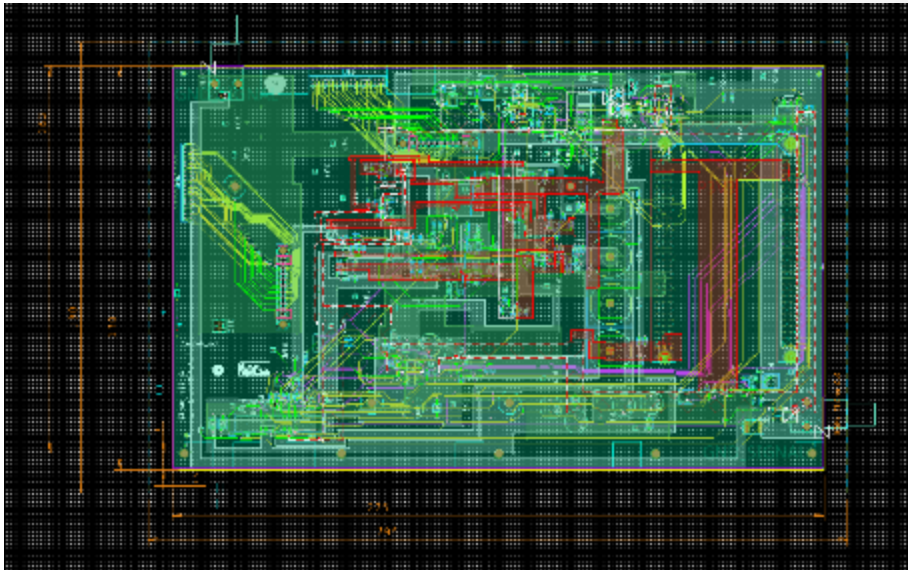




Contexte: l'Asic VATA fonctionne sous alimentation +/- (vol ballon)

COMCUBE-S → tension positive uniquement

→ tester la carte D1B-FEB et son Asic avec la carte de test « ballon » (dans un premier temps) + la carte VATA Level Shift (translation de niveau)

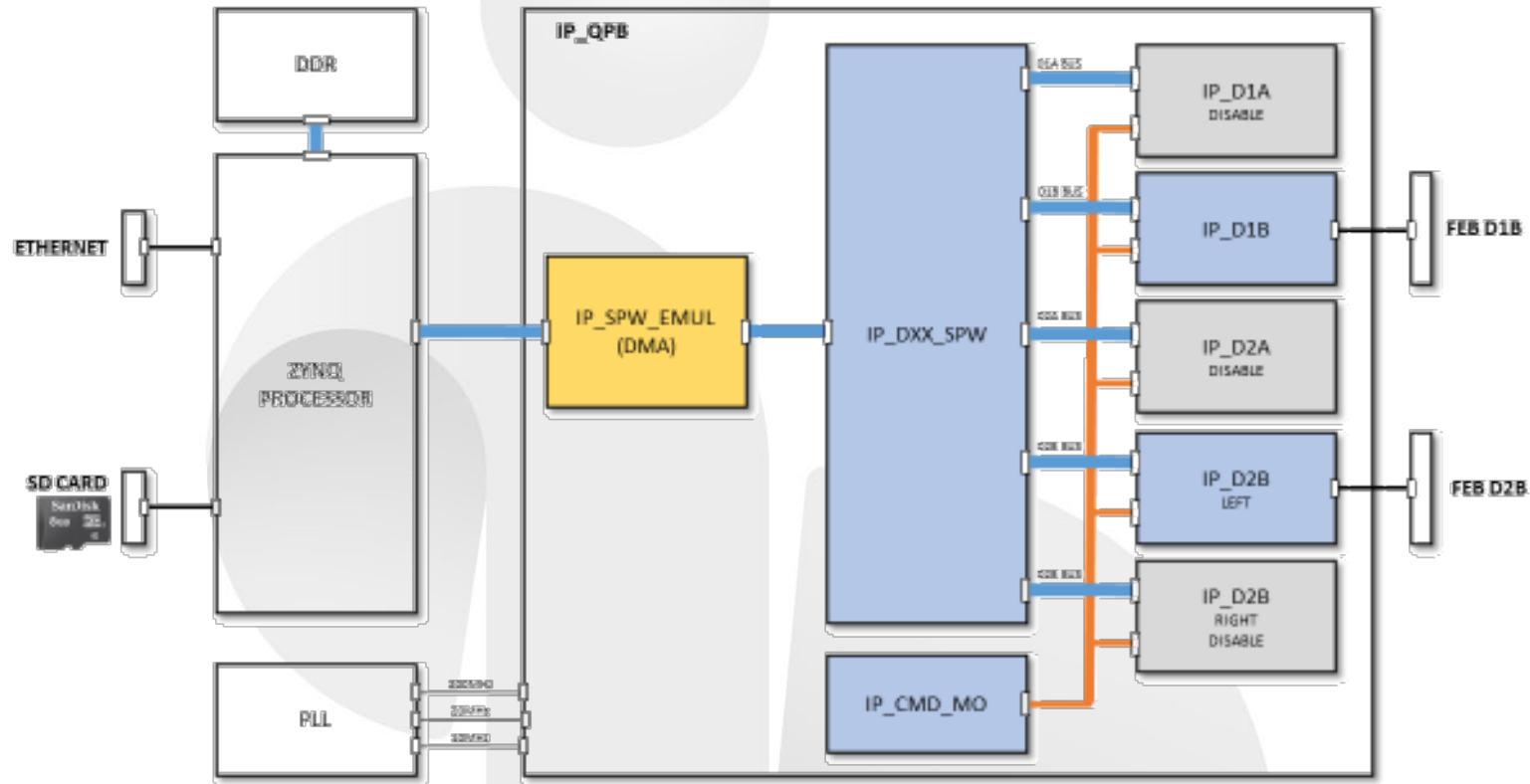


Câblage en cours:





FIRMWARE For IJLab TESTBENCH-V4 BLOCK DIAGRAM  
version 1





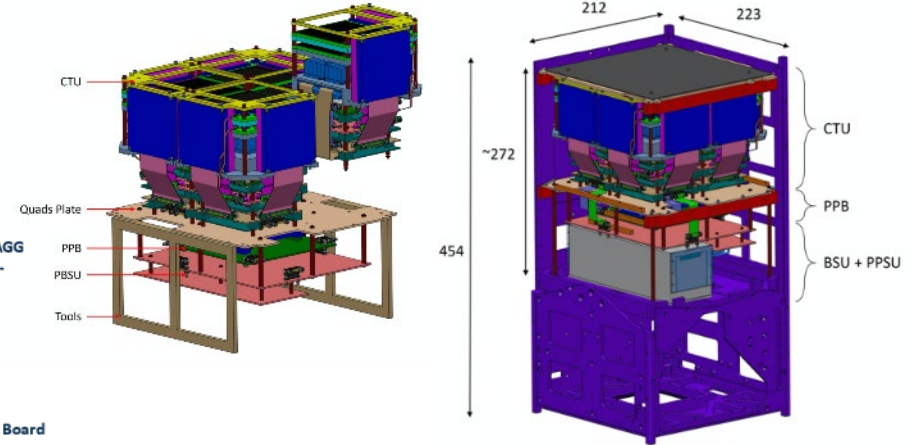
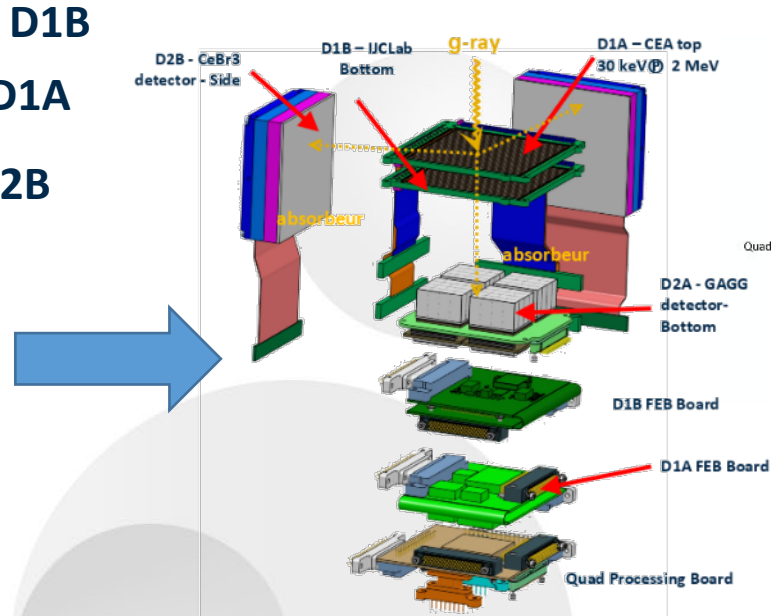
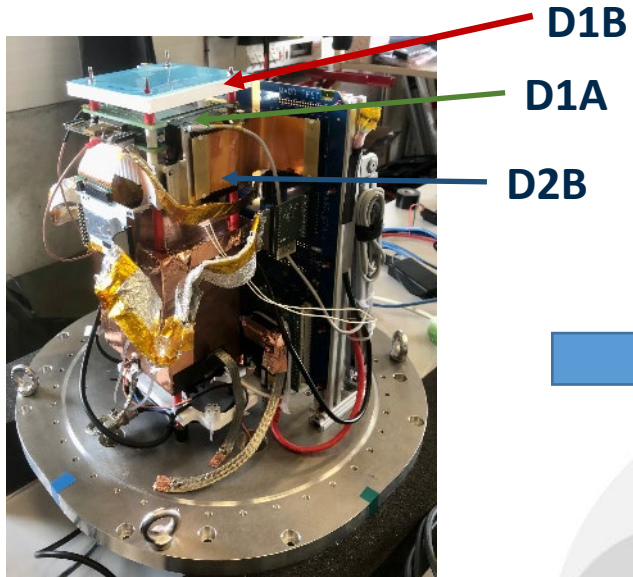
- **Études électroniques :**

- Endommagement des composants électroniques par des particules énergétiques, Composants durcis aux radiations (rad-hard), redondance, normes IPC3 (classe 3) ou ECSS pour les PCBs, blindage et tests en chambre à radiations si besoin
- Choix limité de connectique : interdiction d'utiliser les contacts électriques comme fixation mécanique par exemple: USB
- Compatibilité électromagnétique (CEM) entre sous-systèmes: Blindage (poids!), filtrage, tests
- Fiabilité et redondance (impossibilité de réparation en cas de panne) .Conception modulaire, redondance des systèmes vitaux
- Puissance disponible limitée. Choix pour consommation optimisée et optimisation pour prolonger la durée de vie : la chaleur est l'ennemie de l'électronique, encore plus dans le vide car pas de convection possible

Subsystem	Power – no margin (W)	Power - 20% margin (W)
CTU	6.16	7.4
BSU	0.26	0.3
PCU	7.70	9.2
TOTAL	14.1	17.0

A large, faint, light gray silhouette of a person's head and shoulders, centered on the slide. The silhouette is composed of several overlapping rounded shapes, including a circle for the head and a larger shape for the torso and shoulders.

## MESURES INSTRUMENTALES



## Charge utile COMCUBE

## Un « Quad »

## COMCUBE S

- ✓ Le prototype COMCUBE est un modèle à l'échelle du Compton Telescope Unit de la mission COMCUBE S.
- ✓ L'intégration des détecteurs dans le CubeSat doit garantir à la fois leur stabilité mécanique et un fonctionnement fiable de l'ensemble détecteurs-électronique, notamment en termes de bruit et de résolution en énergie.
- ✓ Prendre en compte les contraintes liées au projet spatial -> Revoir le design mécanique du support de détecteurs, leur spécifications, la connexion avec l'électronique de lecture et le choix des composants et des matériaux (vers qualité spatial).

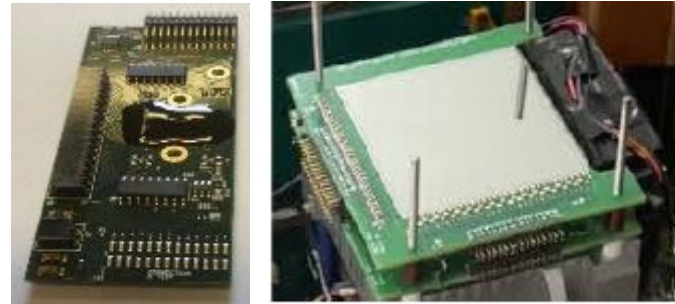
**D1A – Double Sided Si Strip Detector (DSSD) Micron BB7 (2x32 strips)**

Lecture : 2 Asics “Idef-X” (CEA)



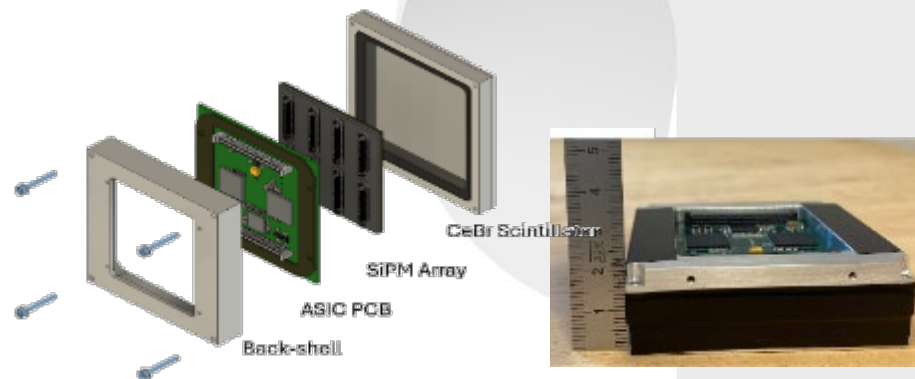
**D1B – Micron BB7 DSSD**

Lecture : 2 Asics “IDEAS VATA460.3” ASICs



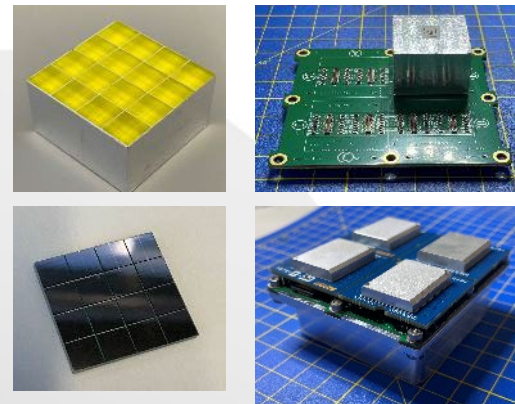
**D2B – CeBr3rs + SiPM 8x8**

Lecture: 2 Asics IDEAS CITIROC 1A ASICs



**D2A – 4 GAGG, 4 SiPM array 4x4**

(OsegmentedNSemi), 4 IDEAS SIPHRA ASICs 16 ch. - Eirsat-1 heritage (UCD)





### Alignement avec les contraintes réelles observées en projet:

#### ❑ Achat des nouveaux détecteurs Si

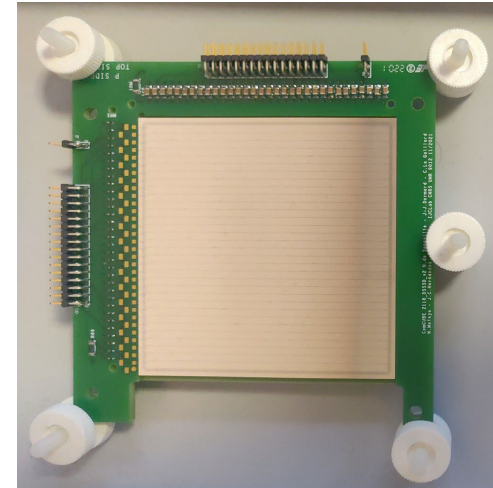
Évolution des spécifications des détecteurs DSSD basée sur le REX projets ComptonCAM/COMCUBE

- Depletion: 200 V typical – 280 V max
- HT de fonctionnement: 310 V max
- Courant de fuite total : <math>< 1 \mu\text{A}</math> - 1.5  $\mu\text{A}</math> max (@ 20 °C)$

-> Optimisation des performances et la consommation électrique

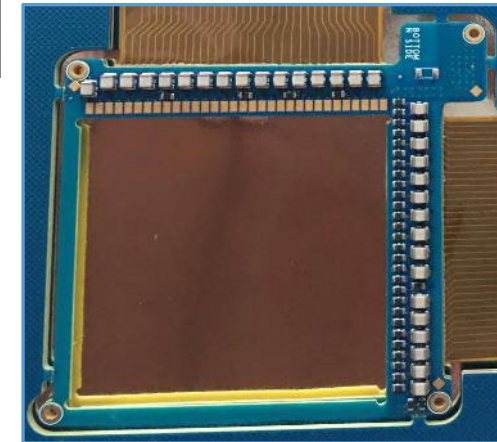
#### ❑ Modification du support détecteur (PCB)

- Nouveau design: adapter le système de fixation à la structure CubeSat et répondre aux contraintes de Micron S Ltd pour le collage et caractérisation des DSSDs
- Etude sur les matériaux PCB: Stabilité thermique & dissipation
- Choix des composants de qualité spatial optimisé suite aux nouvelles spécifications DSSD



DSSD BB7 de Micron S Ltd,

1,5 mm épaisseur,  
2x32 pistes, pas de 2 mm  
64 x 64 mm de surface active



Support détecteur D1A/1B



### ❑ Modification dans la transmission des signaux DSSD- carte ASIC

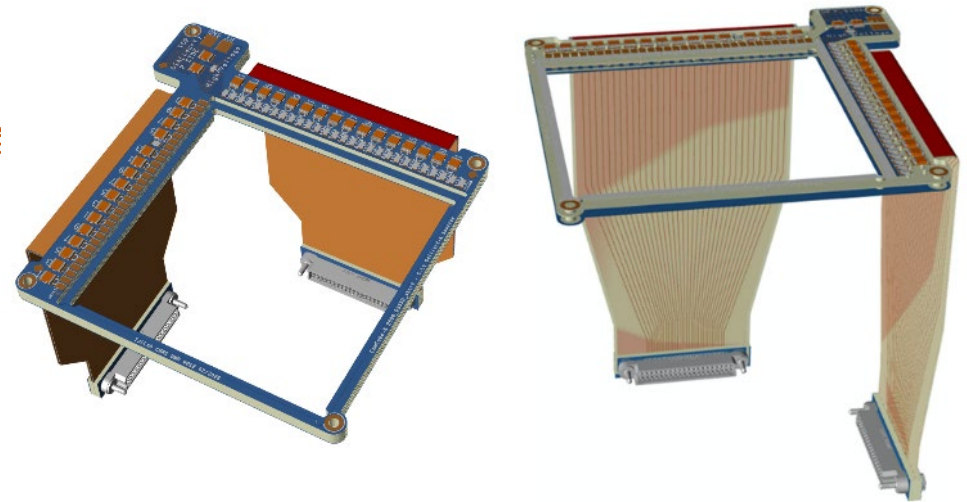
-> Ajout d'un flex (en version long et court) intégré au PCB, pliage à 90°

Echanges sur les REX avec d'autres projets  
Echanges avec des fabricants PCB

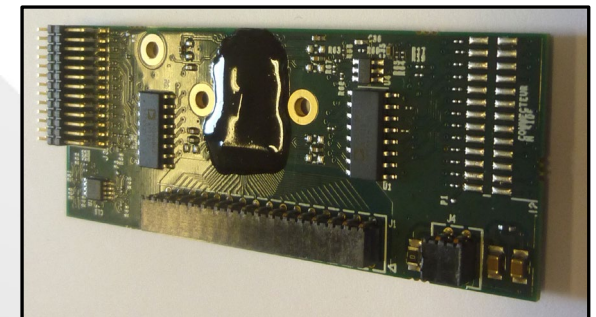
### ❑ Modification FEE

- Suite au REX sur le fonctionnement de la FEB du COMCUBE Ballon:
  - > Tenue aux radiations; Alimentation des ASICs en polarité positive uniquement
- Design : Dimensions et connecteurs adaptés à son emplacement dans la structure mécanique
- Choix des composants de qualité spatial (résistance aux radiations)

Flex en kapton D1A/1B

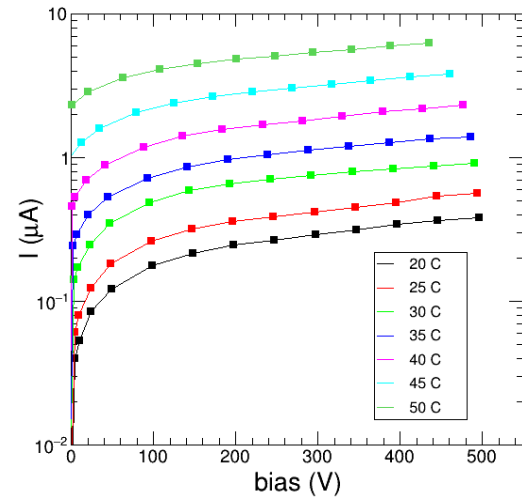


Carte front-end – ASIC VATA460.3 (IDEAS)

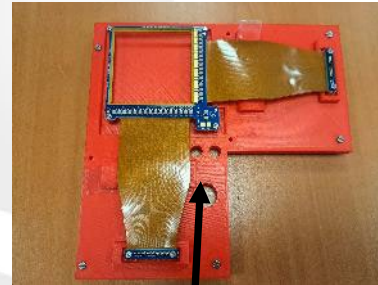


## Réception des DSSDs : Mesure des courbes I(V)

BB7(DS)-1500, serial 3309-21

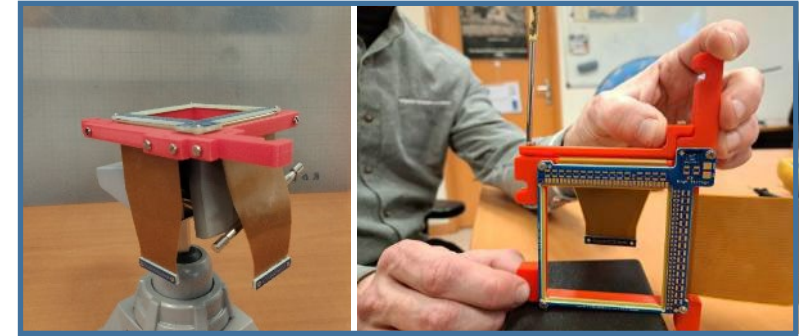


Protection DSSD



Passage et maintien des câbles HT et la masse

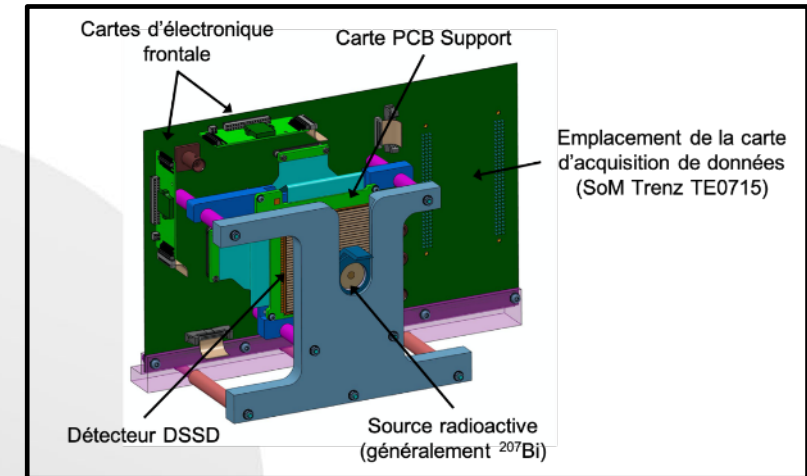
## Pliage des flex et test de continuité électrique



## Banc de test VATA level Shift

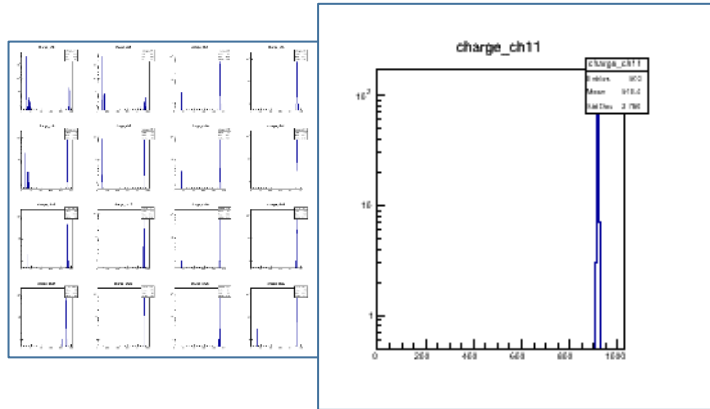
-> Évaluation de l'influence des modifications sur les performances du DSSD (nouveau PCB, cartes FEE, flex long/court..)

- Tester l'alimentation des ASICs en tensions positives uniquement
- Tester le fonctionnement DSSD, Flex long et court
- Tester les performances de l'ensemble DSSD+FEB (sources radioactives)

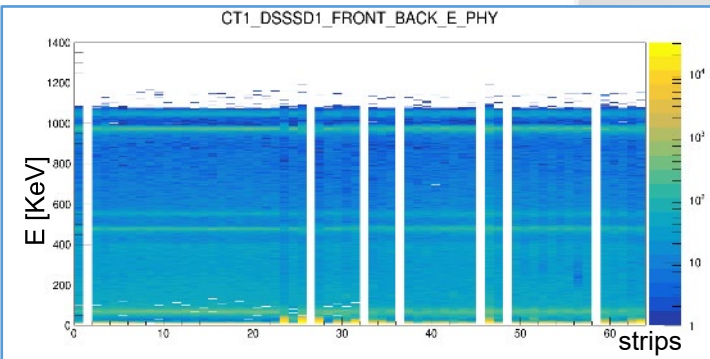




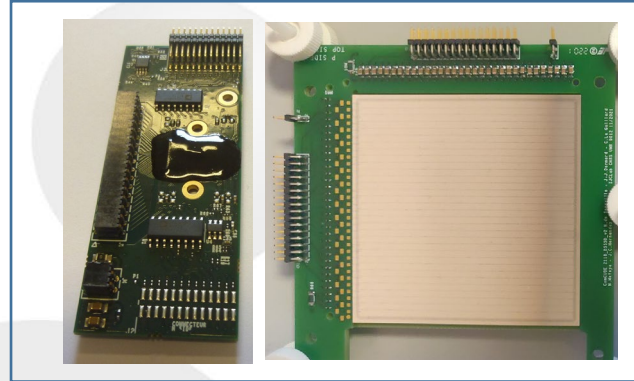
Fonctionnement FEB au générateur d'impulsion interne: x 32 voies de l'ASIC



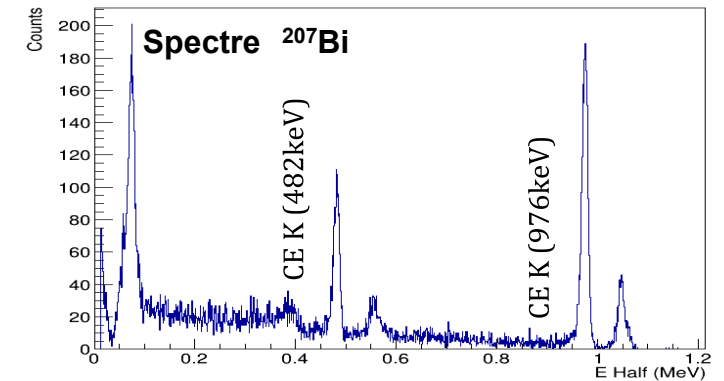
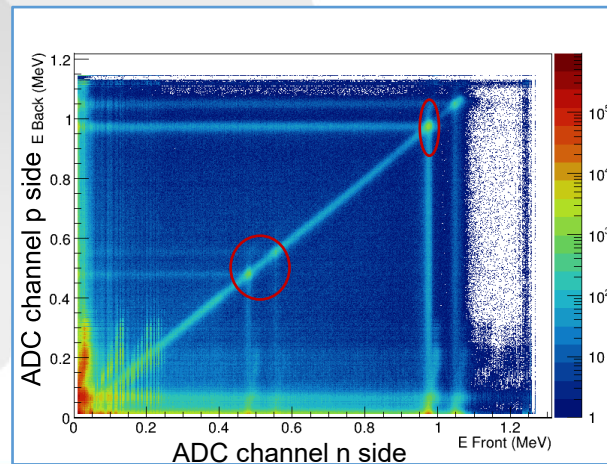
Calibration des DSSDs ( $^{207}\text{Bi}$ )  
Alignement des pistes, bonne résolution



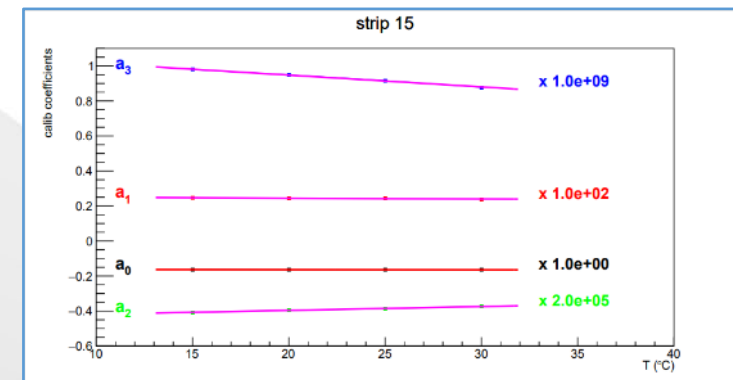
D1B - BB7 DSSD + 2 IDEAS VATA460.3 ASICs



Coïncidence face P et face N  
Dépôt d'énergie corrélé



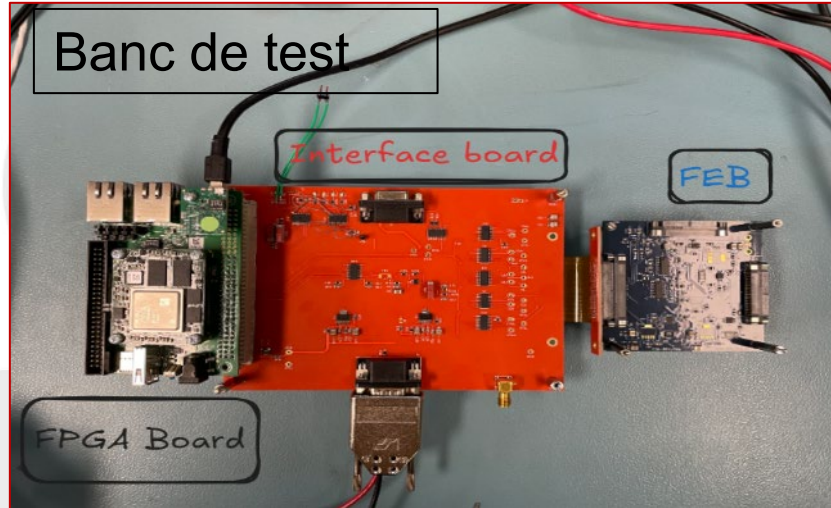
Dépendance linéaire des coefficients de calibration en fonction de la température





## Test de validation de l'ensemble DSSD + cartes FEE

- Interface IDeF-X validé : SL + Readout
- Caractérisation de la chaine électronique par simulation génération de charge (sans détecteur)
- Caractérisation spectrale avec DSSD

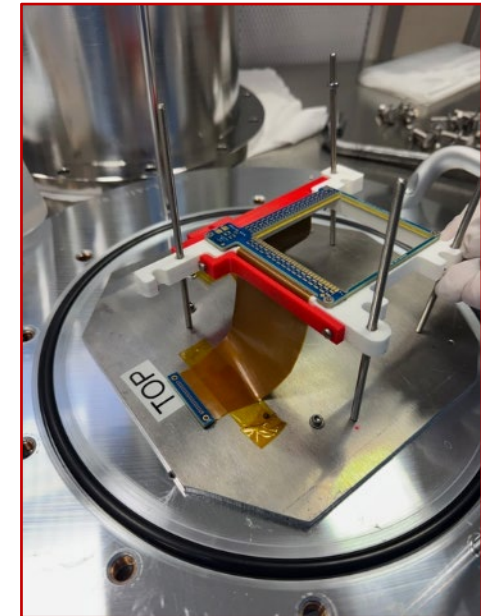


**D1A – Double Sided Si Strip Detector (DSSD) Micron BB7 (2x32 strips)**

**Lecture : 2 Asics “Idef-X” (CEA)**

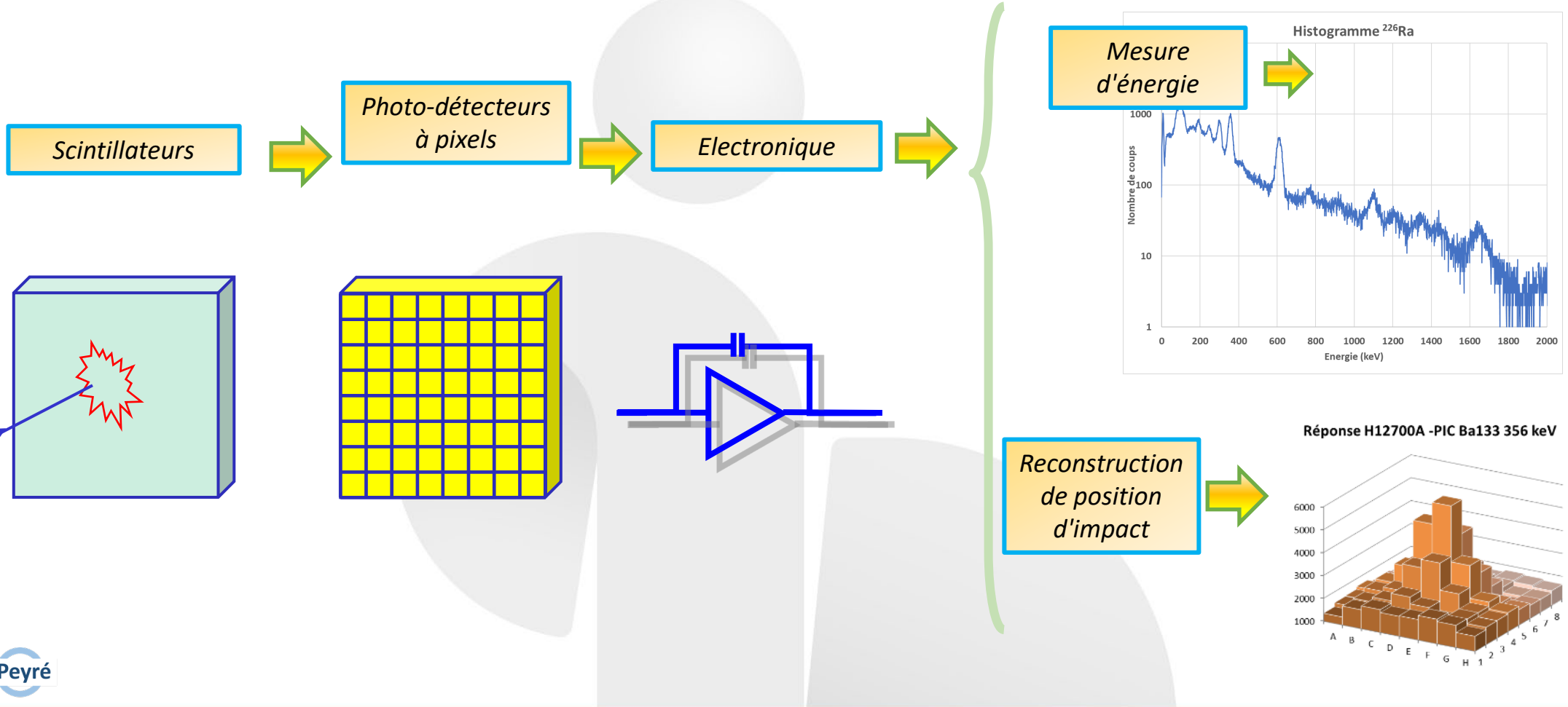


Boite de transport DSSD entre IJCLab et le CEA: *étude en cours*

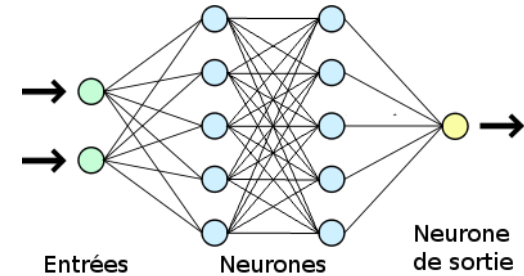
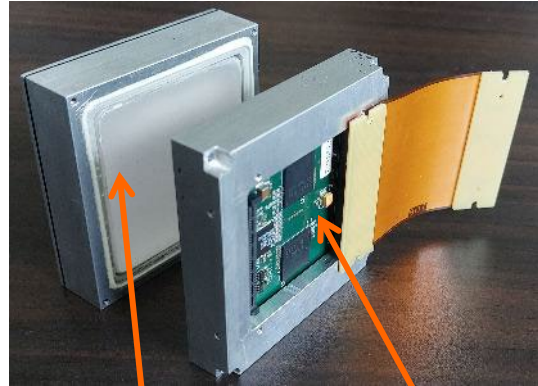




## Système d'imagerie gamma basés sur les dernières générations de photo-détecteurs et de scintillateurs



Un imageur 3D muni d'intelligence artificielle utilisé comme détecteur gamma pour la calorimétrie

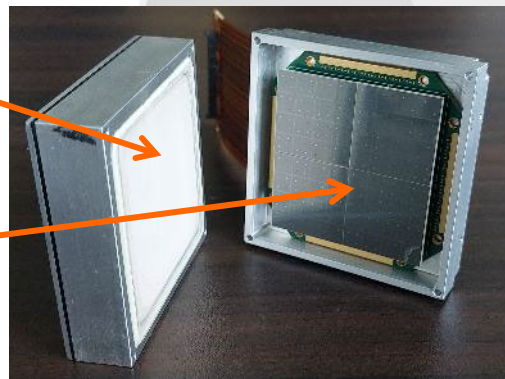


Réseau de neurones artificiels

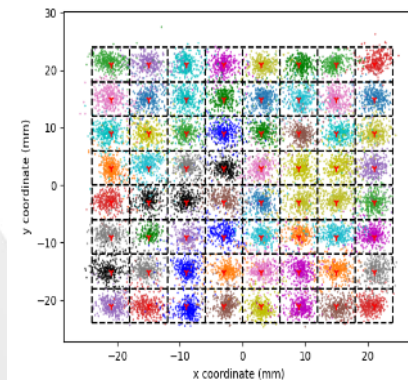
Electronique de lecture

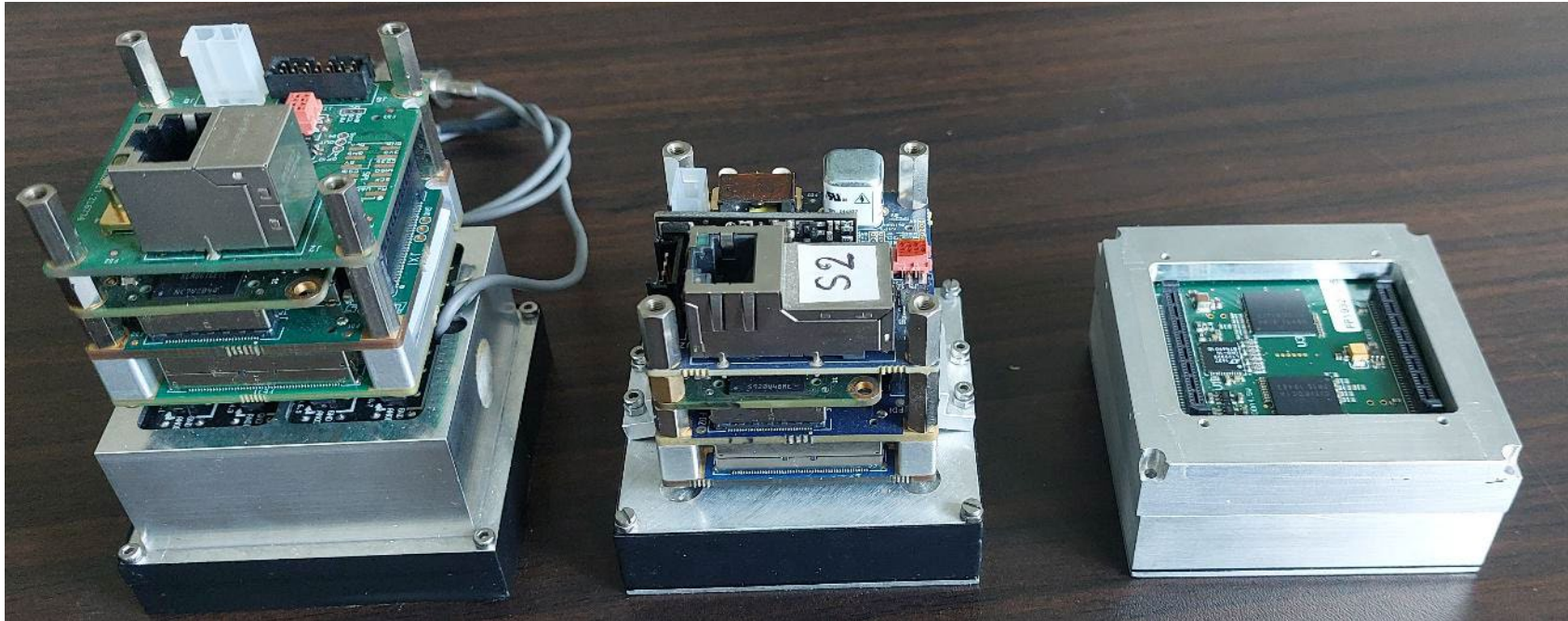
Cristal (CeBr3)

64 SiPM



Reconstruction de la position d'interaction 3D :



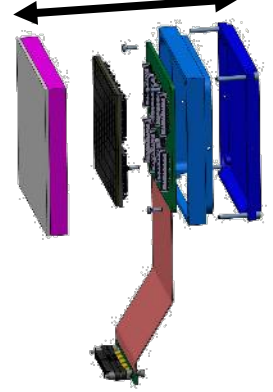


**CeBr3 + PMT  
multianodes + FEE  
IDEAS**

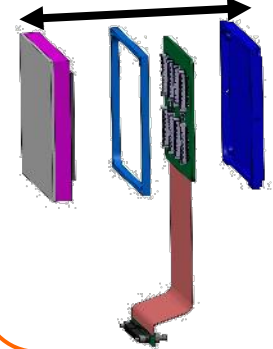
**CeBr3 + 64 SiPM  
FEE IDEAS**

**CeBr3 + 64 SiPM  
FEE WEEROC**

**D2B old design  
(Balloon flights)  
22 mm**

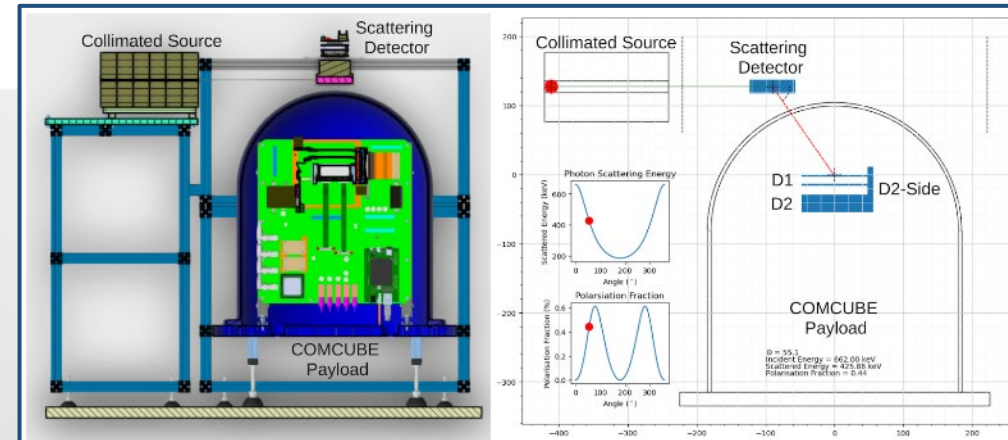
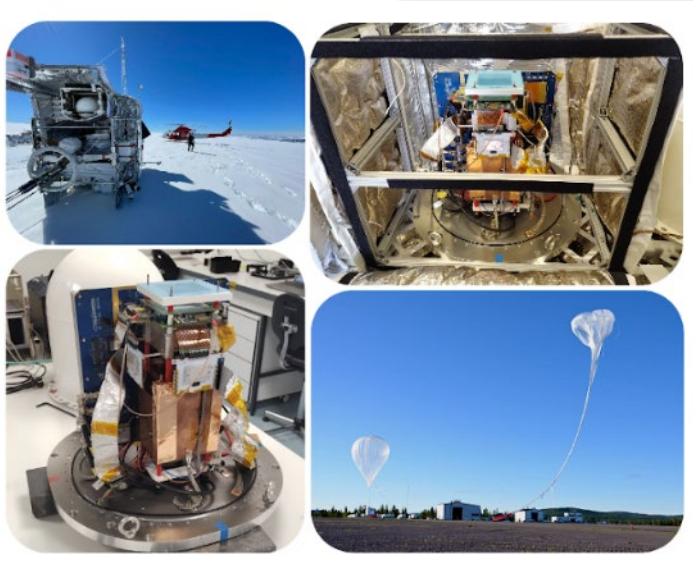


**D2B new design  
18 mm**



### Banc de polarisation

- Valider la fonction de réponse de l'instrument pour l'analyse des mesures réalisées lors du vol ballon en 2024 et complétées par des simulations Geant4
- Déterminer les performances de l'instrument en polarisation en vue de la mission spatiale COMCUBE S prévue vers 2030





**Qualité dans le spatial** : Garantir le fonctionnement de l'instrument pour la durée de la mission

**Traçabilité** : Historique complet des composants

**Validation & Vérification** : Tests fonctionnels et environnementaux

**Gestion des risques** : Anticipation des défaillances

**Normes** : Respecter les standards de grade spatial

La mise en place en cours (en accord avec le CEA):

## Procédures

**Procédure Réception des détecteurs silicium (DSSSD: Double Sided Silicon Strip Detectors)**

Ref.: .....  
Version: 1.0  
Date: 17/03/2026  
Page: 3 / 10

---

**Table des matières**

1. Objet..... 4
2. Documents de référence et applicables ..... 4
  - 2.1. Documents applicables..... 4
  - 2.2. Documents de références ..... 4
  - 2.3. Documents normatifs ..... 4
3. Acronymes ..... 4
4. Domaine d'application et responsabilités ..... 4
5. Protocole ..... 4
6. Matériel ..... 6
7. Conditions opératoires ..... 6
8. Mesure I de V ..... 7
  - 8.1. Inspection visuelle ..... 7
  - 8.2. Montage du détecteur sur le banc de test I(V) ..... 8
  - 8.3. Préparation de la mesure I(V) ..... 8
  - 8.4. Mesure de la courbe I(V) ..... 8

## Fiche de vie DSSD

The spreadsheet shows a detailed record for a DSSSD component, including fields for identification, specifications, storage, and performance metrics.

## Tableau de bord DSSDs

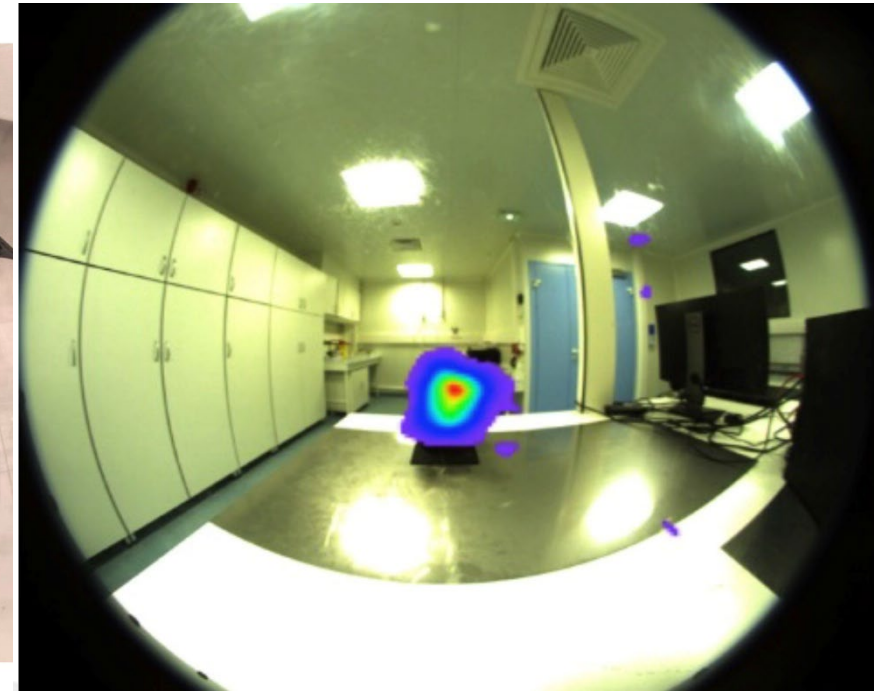
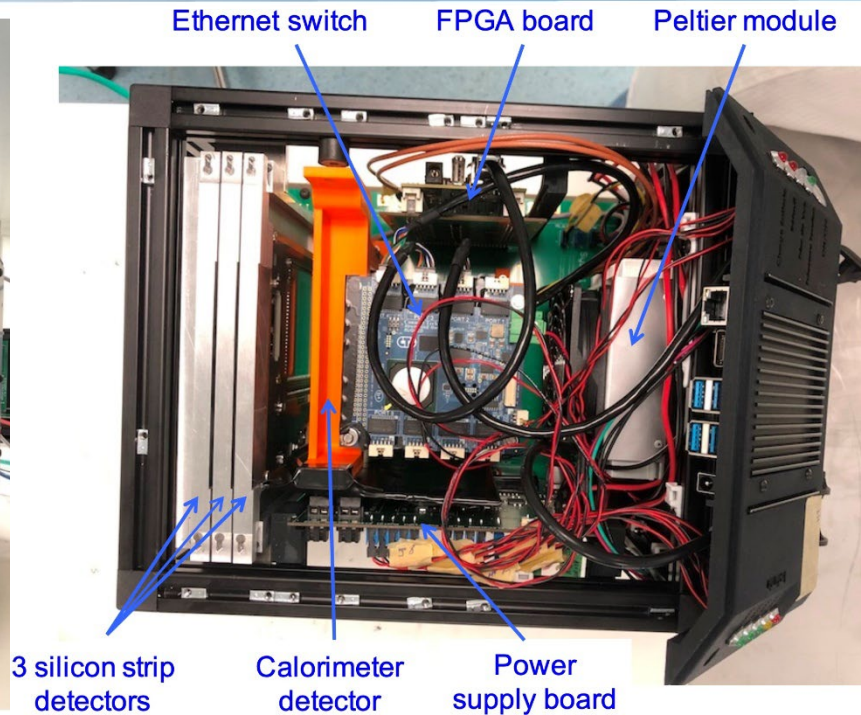
Model	Type	Serial Number	Comments		
BB7	DS-1500	3111-8			
BB7	DS-1500	3168-11			
BB7	DS-1500	3309-21	No bias > 150 V @ 20190905		
BB7	DS-1500	3309-23	No bias > 200 V @ 20190905		
BB7	DS-1500	3309-20	Good @20190903		
BB7	DS-1500	3309-25	Good @20190904		
BB2	DS-1500	2200-10	DAMAGED		
BB2	DS-1500	2200-22	DAMAGED		
BB7	DS-1500	3309-7	Good @20190920		
BB7	DS-1500	3309-24	Good @20190920		
BB7	DS-1500	3309-5	Good @20191029		
BB7	DS-1500	3309-11	Good @20191028		
BB7	DS-1500	3309-6	MECHANICAL		
juin-22					
Model	Type	Serial Number	Comments	Comments 09/06/2022	Repair chez Micron
BB7	DS-1500	3111-8			
BB7	DS-1500	3168-11			
BB7	DS-1500	3309-21	No bias > 150 V @ 20190905	No bias > 200 V @20220524	cleaning
BB7	DS-1500	3309-23	No bias > 200 V @ 20190905	Good @20220531	
BB7	DS-1500	3309-20	Good @20190903	No bias > 150 V @20220524	cleaning
BB7	DS-1500	3309-25	Good @20190904	20220531 leak increasing with time	cleaning
BB2	DS-1500	2200-10	DAMAGED		
BB2	DS-1500	2200-22	DAMAGED		

## Elog des essais DSSD

The email thread discusses test results for DSSSD components, mentioning specific run numbers, dates, and conditions like temperature and bias voltage.

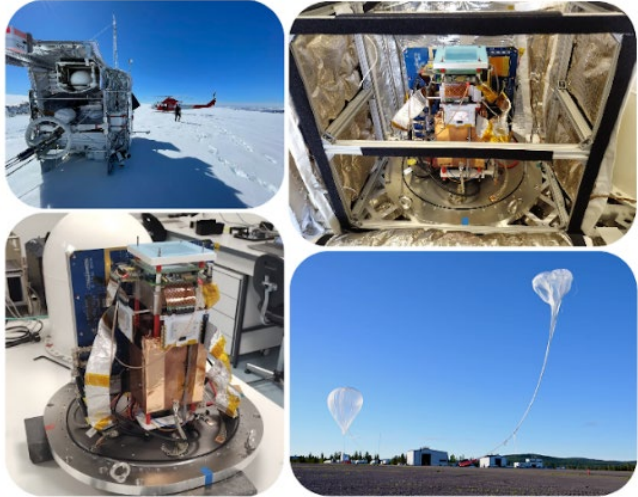


# DEVELOPPEMENT INFORMATIQUE



### Réalisations pour ComptonCAM :

- Acquisition de données avec le Framework DCOD
- Reconstruction des positions et énergies dans le calorimètre par réseau de neurones:
  - ⇒ speedup de  $\times 140$  en passant de **Python** à **C** vectorisé + **OpenBLAS**
- Reconstruction des positions et énergies dans les silicon strip detector:
  - ⇒ durcissement du code en passant de Root à Ada

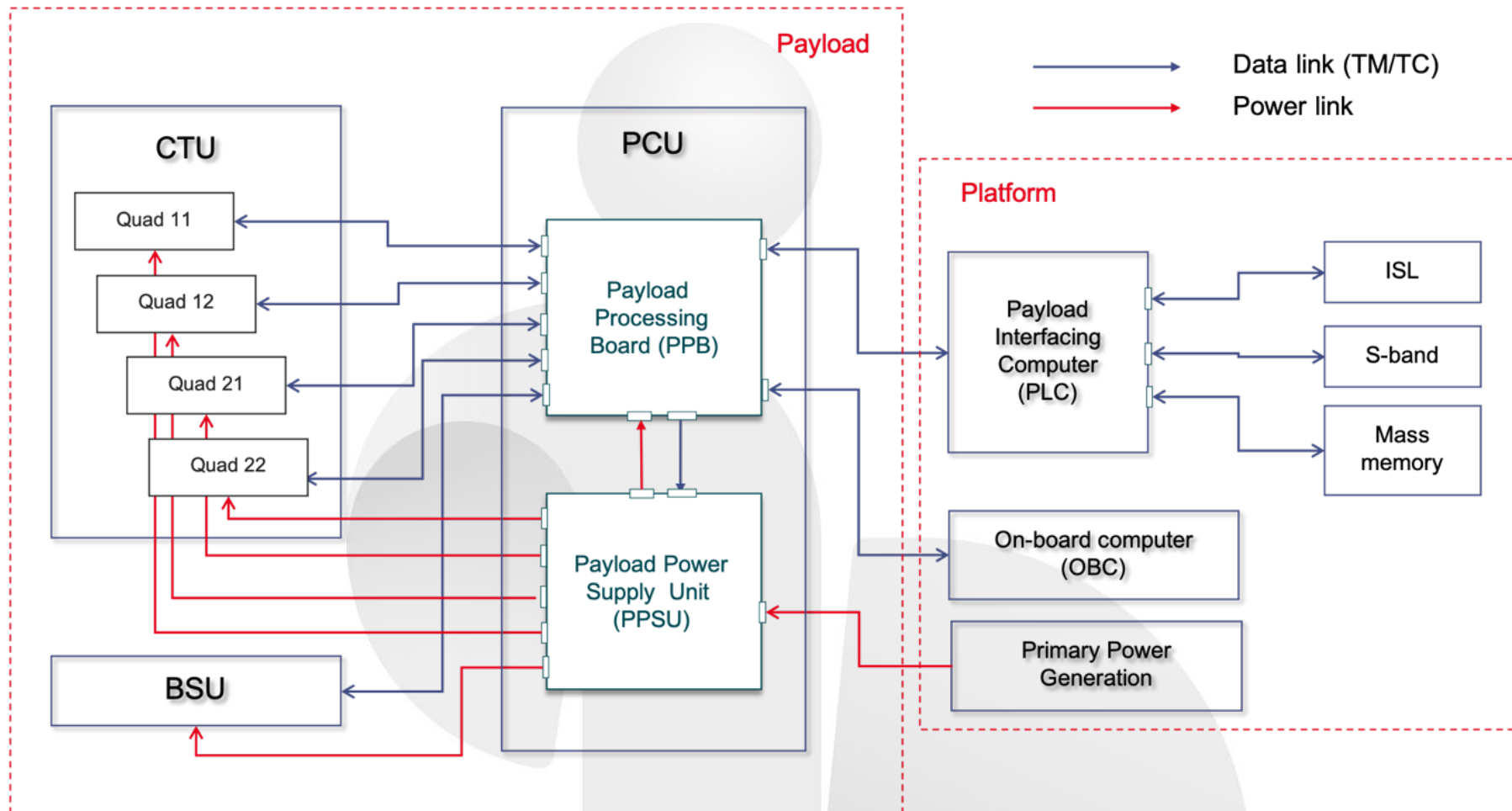


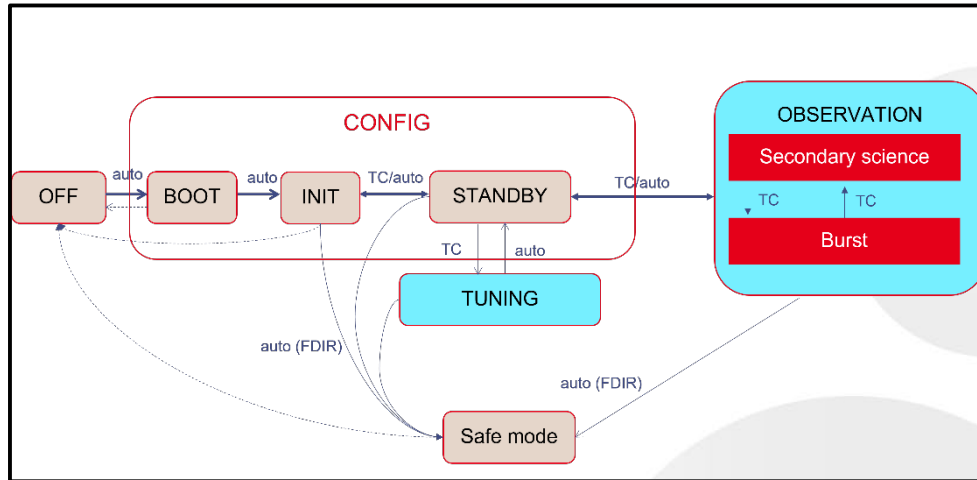
## Réalisations pour les vols :

- Acquisition des données
- Archivage en local
  - Transat : duplication des données dans un serveur de fichier embarqué à coté de l'instrument pour facilité la récupération Raspberry Pi 5 (54.3 GB de données)
- Envoie au sol d'une sélection d'évènements (coïncidences)
- Homogénéisation des format de donnée de tous les détecteurs



- Réutilisations de différents développements informatiques (ComptonCAM, vols ballons et de bancs de tests) pour le banc de polarisation





## Architecture Logiciel

- I/O vers les instruments
- Contrôle et monitoring des tensions (BT et HT)
- Contrôle et monitoring des instruments
- Données de Science
- Données de Science
- I/O vers la plateforme
- OBC Télécommande venant du sol
- PLC : retour monitoring vers le sol, gestion des alertes, archivage des données (local ou distant)

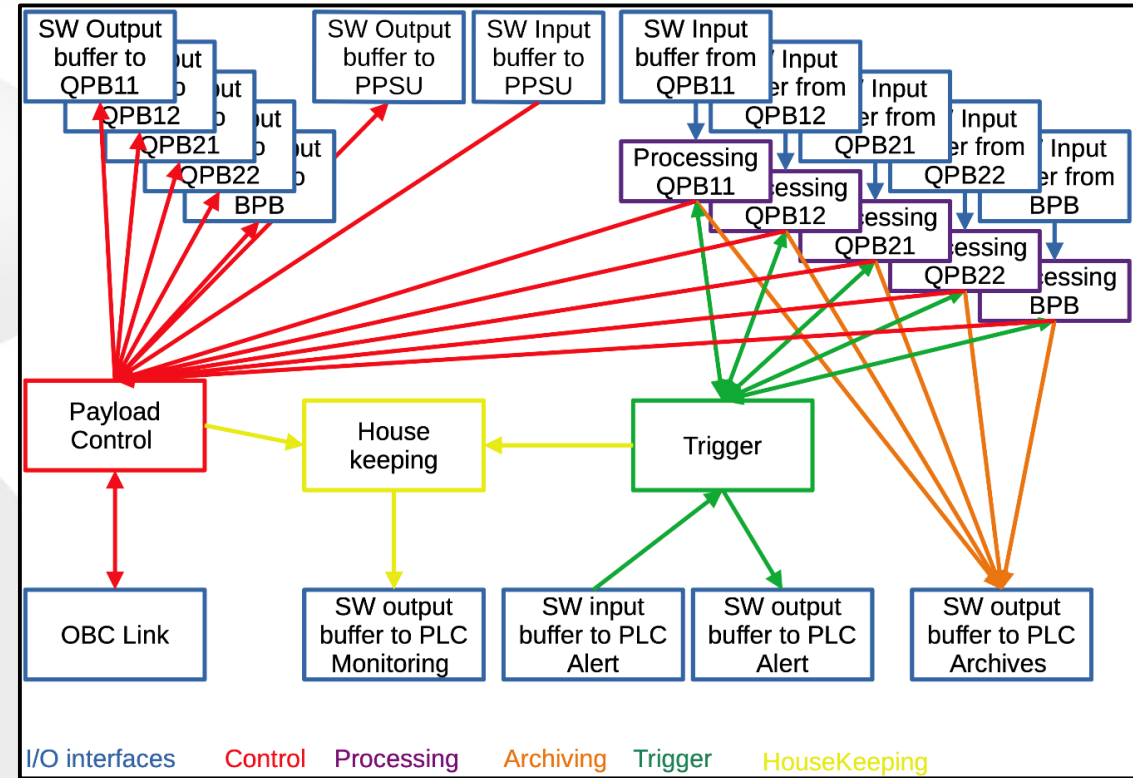


Table Study Activities-4: Telemetry budget in general science observation mode.

Data type	Telemetry – cargo size no margin (kbits second)	Telemetry per day – 50% per margin (Mbits)
Housekeeping	2.2	285
Quick-look data	1.9	247
Science data	288	37325
<b>Total</b>	<b>293</b>	<b>37973</b>



Table Design of the Payload Control Unit (PCU)-13: Payload Processing Board trade-off analysis.

	Sirius QuadCore	SCS3740G2	GR-SBC-GR740	Full custom board with NG-Ultra	Full custom board with LEON3	Custom carrier board with TRENZ TE0715-05-73E33-A	NINANO
<b>CPU</b>	LEON4	LEON4	LEON4	NG-ULTRA	LEON3	ZYNQ 7030	ZYNQ 7030
<b>Number of cores</b>	4	4	4	4	2	2	2
<b>Frequency</b>	150 MHz	150 MHz	150 MHz	600 MHz	125 MHz	667 MHz	667 MHz
<b>Dimensions (mm)</b>	100x100x15		96x120x15				90x95x15
<b>Mass (g)</b>			162	?	?	?	100
<b>RAM</b>	512MB	1024 MB	512MB			1024MB	1024MB
<b>SpaceWire links</b>	4	8	8	?	?	?	3
<b>other links</b>	CAN, UART	CAN, UART	CAN, UART	UART			CAN, UART
<b>Needs SpaceWire router</b>	YES	NO	NO	?	?	?	YES
<b>Radiation hardness (Dose)</b>	20krad	30krad	50krad	50Krad - custom board	?	?	? (flight-proven)
<b>Radiation harness (SEU management)</b>				60 MeV cm <sup>2</sup> /mg			
<b>Development risk</b>	0	0	0	+++	++	++	+
<b>Compatibility with KOSMOS</b>	++	++	++	+	+++	+++	+++
<b>Power consumption</b>	~4 W	~7 W max 12 W	max 7 W	?	?	7 W + carrier board	~3 W max 7.8 W
<b>Procurement source</b>	AAC Clyde Space	Power Device Corporation	Frontgrade	NanoXplore	Frontgrade	TRENZ	STEEL Electronique



- Formation CNES pour une première prise en main KOSMOS, framework modulaire pour les développement de logiciels de vol.
- Discussion autour des outils d'intégration continue avec le CNES
- ⇒ répondre aux spécificités des développements informatique pour les vols spatiaux en s'appuyant sur des modules existants et en se focalisant sur les spécificités de nos instruments



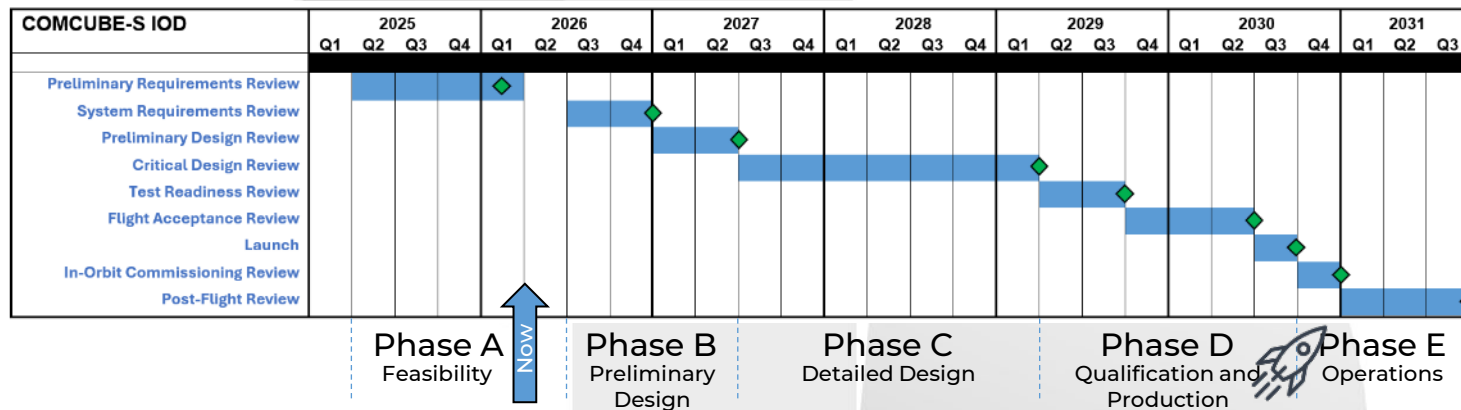


## CONCLUSION



## COMCUBE-S

- constituera une mission phare pour la physique des sursauts gamma
- fait appel aux compétences des 4 départements du Pôle Ingénierie, départements qui travaillent en collaboration constante
- vient de passer en Phase A avec succès devant l'ESA (European Space Agency) avec le dépôt de ~30 documents (rapports, tableaux)
- est en attente du passage en Phase B
- suit un planning très contraint :
  - Phase B : Développement Hardware et Software, faire des maquettes BreadBoard à réaliser pour tester l'électronique, l'assemblage, ...
  - Phase C : Design final et tests électromagnétiques, thermiques, mécaniques...
  - Phase D : Étalonnage complet des détecteurs sur faisceau





## GRAND MERCI AUX

- **Collaborateurs IJCLab qui travaillent sur ce projet actuellement :**
  - Département électronique : Christophe Beigdeder, Frédéric Dorangeville, Jérémy Favre, Jimmy Jeglot, Beng Yun Ki, Arnaud Saussac et François Wicek
  - Département informatique : **Nicolas Dosme (architecte logiciel)**, Vincent Lafage et Matias Vecchio
  - Département Détecteur et instrumentation : Mariya Georgieva et Thomas Cornet
  - Département Mécanique :
    - Service BE : **Christine Le Galliard (RT - architecte mécanique et thermique)**
    - Service Réalisation et Montage Mécaniques du bâtiment 100M
  - Autres Pôles : Joseph Mangan, **Jean Peyré (Représentant instruments)**, Nicolas de Séréville (**Responsable Scientifique Instruments**), Vincent Tatischeff (**RS Projet**)
  - Et le Pôle administratif et les services support
- **Collaborateurs CEA :**
  - **Aline Meuris (ingénieure Systèmes)**
  - **Eric Doumayrou (architecte électrique & électronique)**
  - Philippe Laurent (scientifique)
  - **Diana Renaud (ingénieure AIV & AIT)**
  - Arjun Poitaya (Post Doc)
  - Arnaud Claret (scientifique)



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**



# Tests sur table vibrante