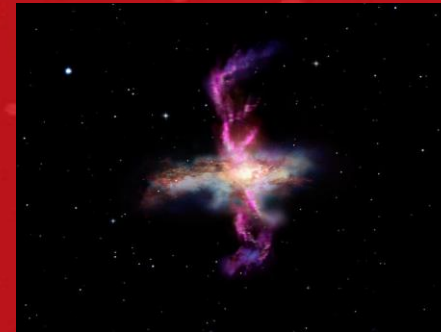
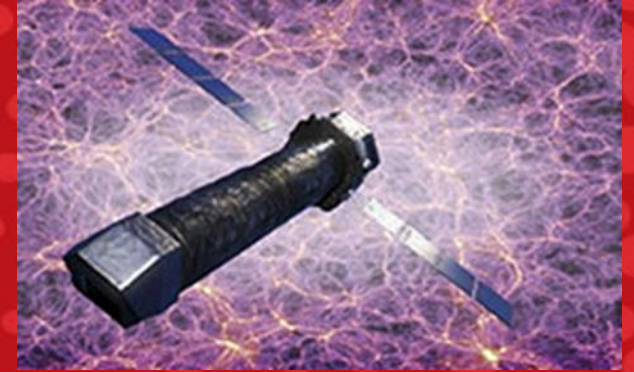


Cryogénie Spatiale au CEA/D-SBT

I. Charles

21 Juin 2022

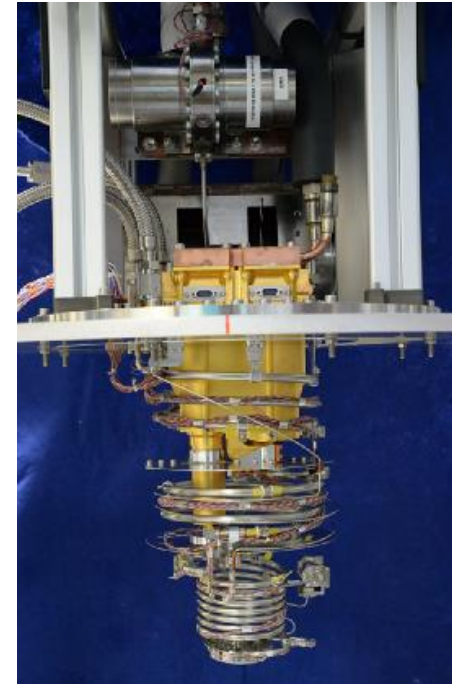


Département des Systèmes Basses Températures (D-SBT)

■ 2 grands axes de développement cryoréfrigérateurs

- Tube à gaz pulsé
 - Différent des modèles commerciaux pour le sol (oscillateur de pression)
 - T limite 10 K

- Réfrigération sub Kelvin
 - Nécessité d'une source froide à 2 K / 4K
(bain pompé hélium, Joule Thomson)

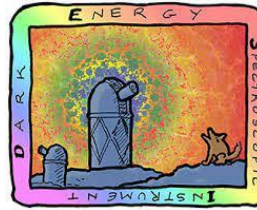
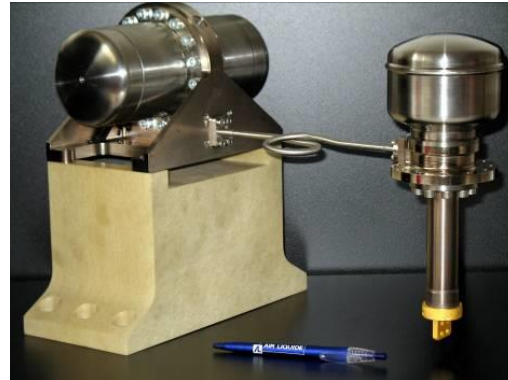


■ Cryostats spéciaux / cryoréfrigérateurs sol

■ Architecture thermique (cryogénique)

■ Tube à gaz pulsé monoétagé (2 W @50 K)

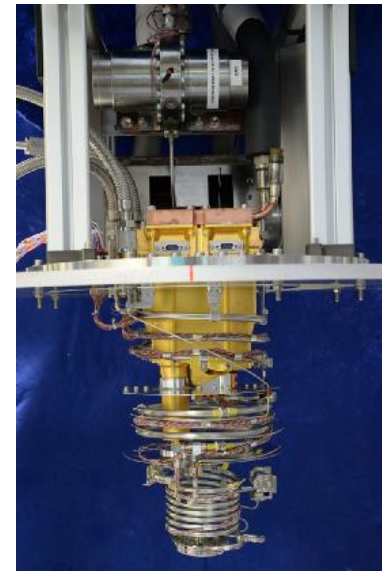
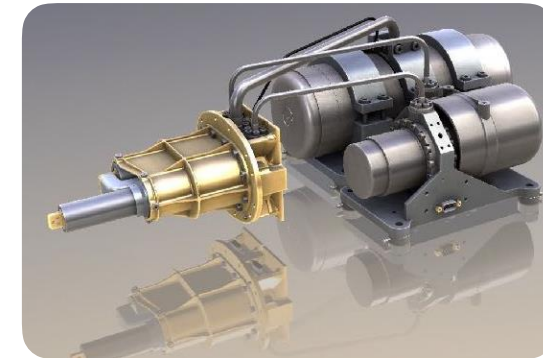
- 1 produit phare 50K-80K : IR et détecteur germanium (applications sol)



■ Tube à gaz pulse multiétagé

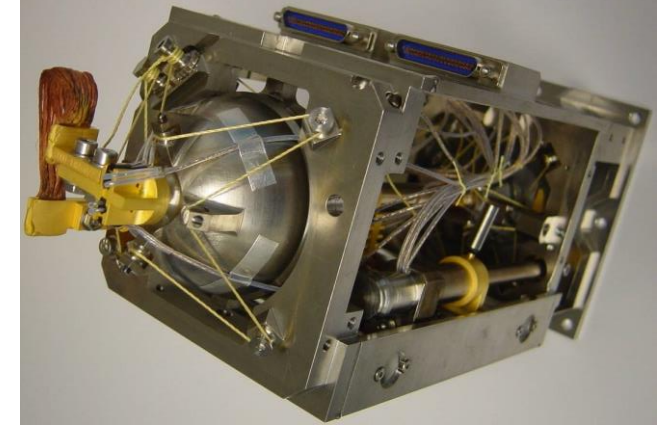
- Doigt froid 15 K -> prérefroidissement de JT dans chaîne cryogénique
- Biétagé 30K (1 W) : optimisation architecture cryostat (optique froide)
- Axes de développement

○ Abaissement de la température & augmentation efficacité



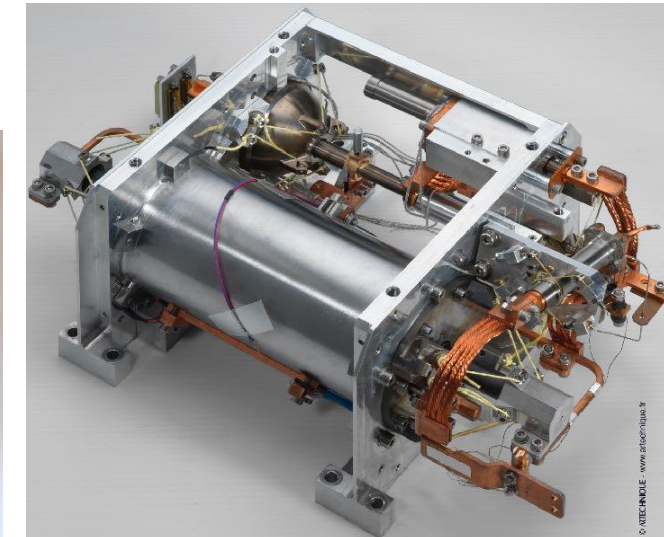
- Réfrigérateur à adsorption (300 mK) : 10 μ W

- En partant de 2K / 4K



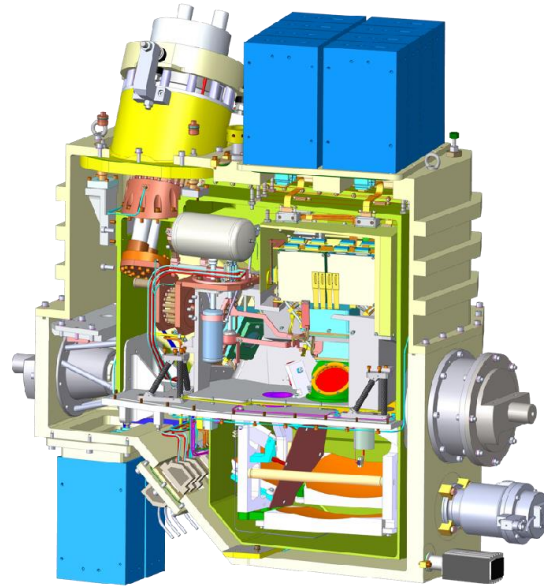
- Réfrigérateur à désaimantation adiabatique (ADR 50 mK) : 1 μ W

- En combinaison avec réfrigérateur à adsorption
- En version multiétagée
- Axes de développement :
 - architecture -> continu
 - efficacité (matériau paramagnétique)
 - interrupteur thermique



■ Artémis

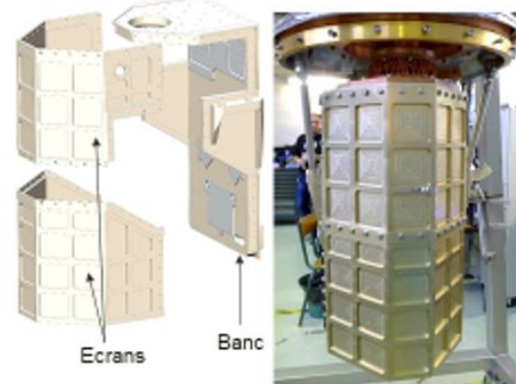
- Design et fabrication cryostat
- Réfrigérateur 300 mK



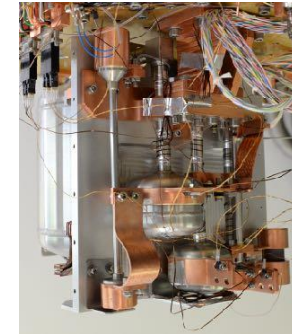
■ Intrapix



Banc optique 6061 T6 avec ses écrans



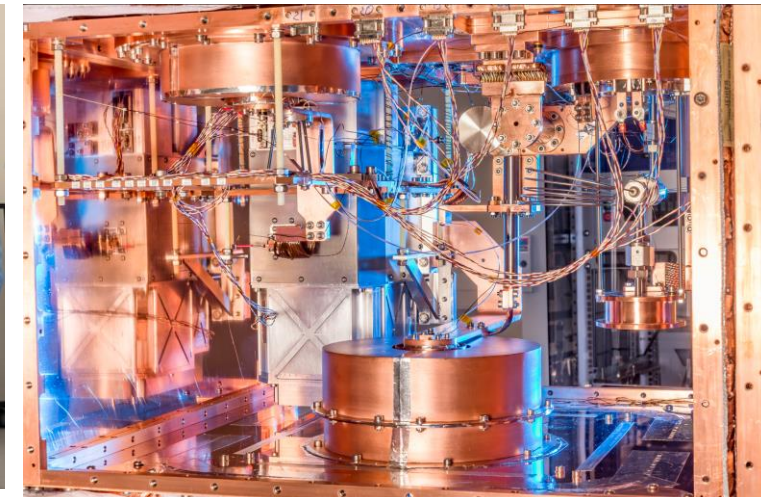
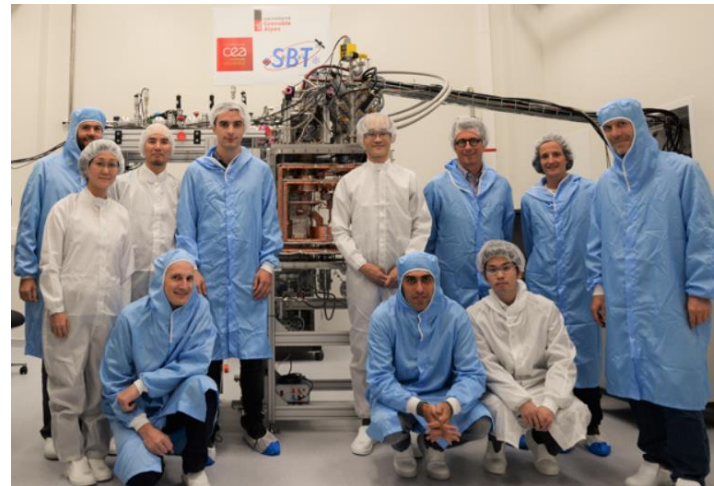
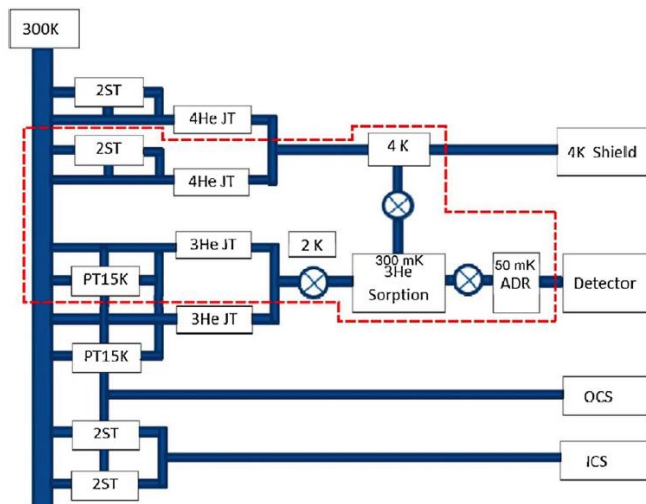
■ Bicep



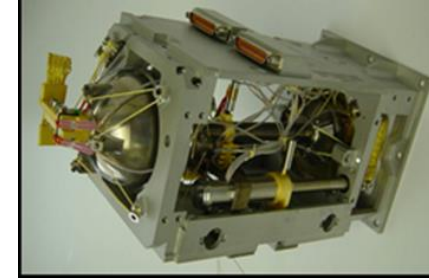
Triple réfrigérateur à adsorption
(220 mK)

■ Athena/XIFU

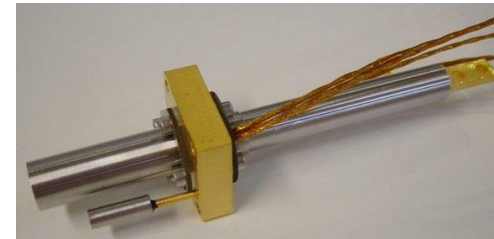
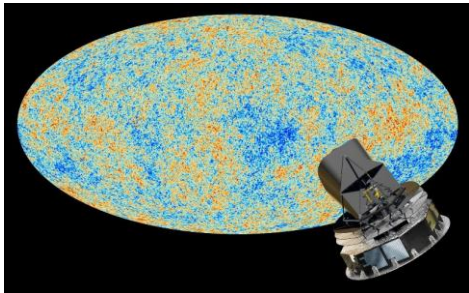
■ Démonstration cryochaine 300 K - 50 mK avec machines spatiales



- **Herschel (FIR):** fourniture de 2 réfrigérateurs à adsorption 300 mK pour 2 des 3 instruments

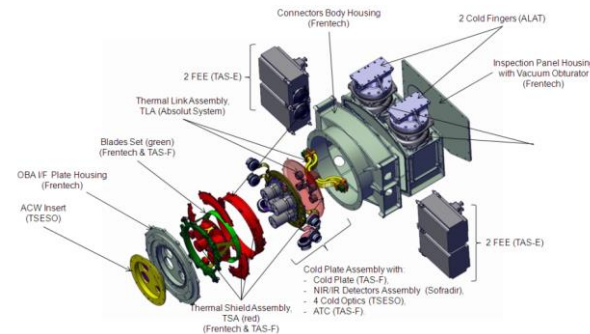


- **Planck (CMB) :** fourniture composant : interrupteur thermique

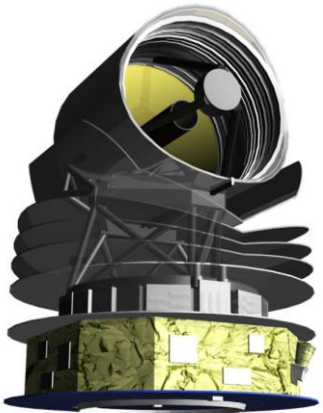


CNRS/Air Liquide

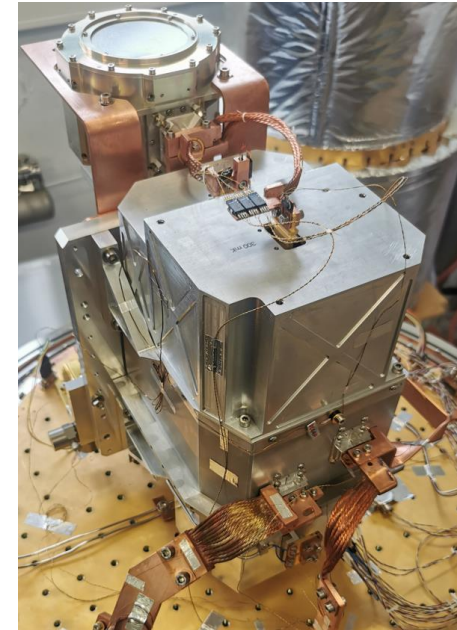
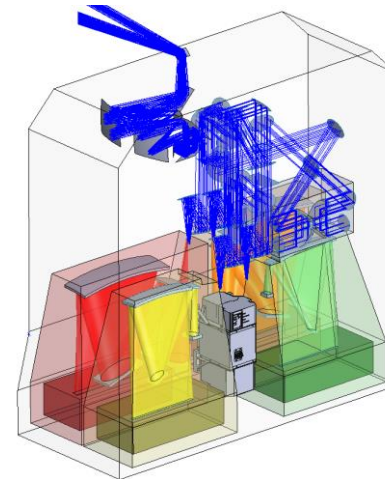
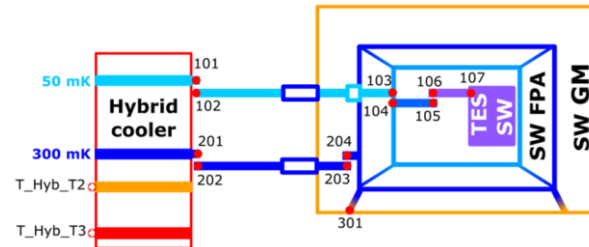
- **MTG (IR) :** 12 tube à gaz pulsé 50 K fabriqués par Air Liquide sous licence CEA



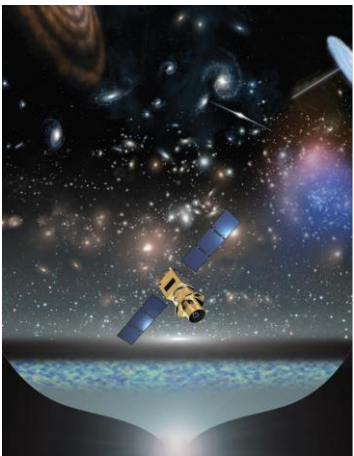
■ Spica (FIR):



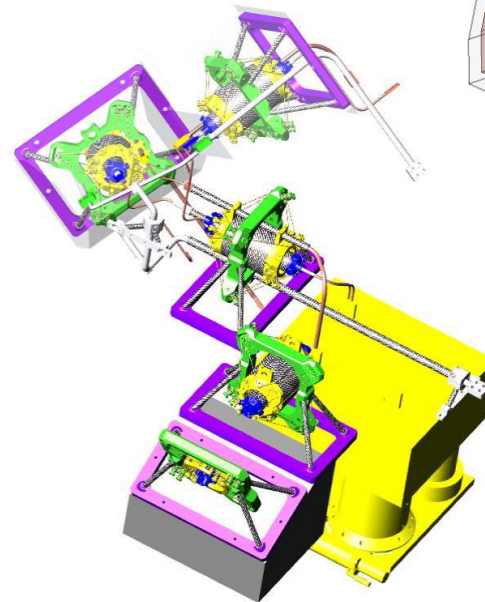
- fourniture du réfrigérateur sub K (adsorption 300 mK + ADR 50 mK) pour 2 des 3 instruments (Safari, B-Bop)
- architecture thermique instrument Safari



■ LiteBird (CMB)/MHFT



- fourniture du réfrigérateur sub K
(multi ADR 100 mK quasi-continue)
- + liens thermiques vers 3 FPAs
- architecture thermique ($T < 5K$)



Athena /XIFU (X rays)

- Fourniture du réfrigérateur sub K (adsorption 300 mK + ADR 50 mK) -> FM
- Support au CNES en phase A et implication sur premier démonstrateur
- Intégration du premier cœur de l'instrument (TES 50 mK) et réalisation du cryostat de test
- Caractérisation à venir (perfo, sensibilité uvib, magnétisme, thermique...) (SRON, IRAP, CNES)

