

« Prospectives IN2P3 en cryogénie » Laboratoire APC

Michel PIAT & Jean-Pierre THERMEAU
APC

1.1. Etat des lieux / Thématiques



Thématiques et applications concernées :

- Détection rayonnement millimétrique \Rightarrow Laboratoire millimétrique APC
- QUBIC : télescope installé en Argentine
- Plus généralement: détection cryogénique

Détecteurs utilisés (0.1K à 0.3K):

- TES (Transition-Edge Sensor)
- KID (Kinetic Inductance Detector)

Projets:

- BSD : projet R&D développement de détecteurs millimétrique pour la polarisation du CMB
- NGCryo : projet R&D transverse
- CryoMat : plateforme en cours de définition
- LiteBird : modèle thermique des instruments MHFT



1.2. Etat des lieux / Equipements



Laboratoire millimétrique - 4 cryostats de tests :

- Cryostat Verycold/Oxford Instrument :
350mW à 4.2K, 8W à 65K
- Réfrigérateur à adsorption Chase Research Cryogenics (Cryomech PT405) :
500mW à 4.2K, 26W à 65K
15J à 1K, 1.8J à 0.3K
- Dilution Oxford (Cryomech PT405):
500mW à 4.2K, 26W à 65K
100 μ W à 100mK
- Désaimantation adiabatique Entropy (Sumitomo SRP082):
1W à 4.2K, 40W à 45K
150mJ à 100mK, 1.8J à 1K

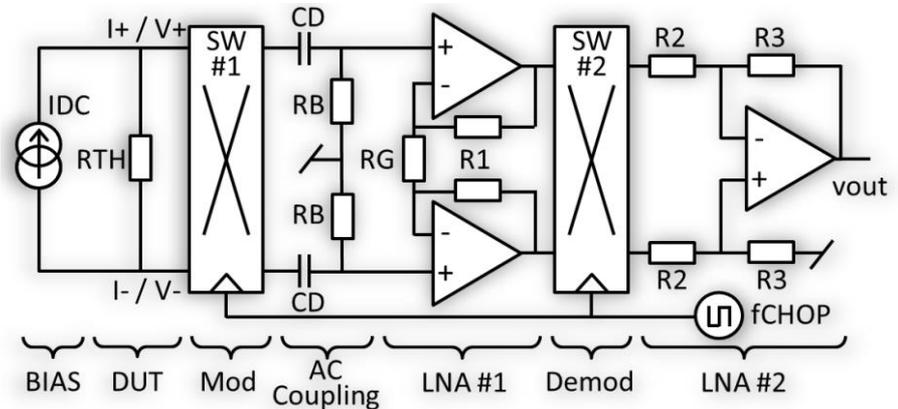
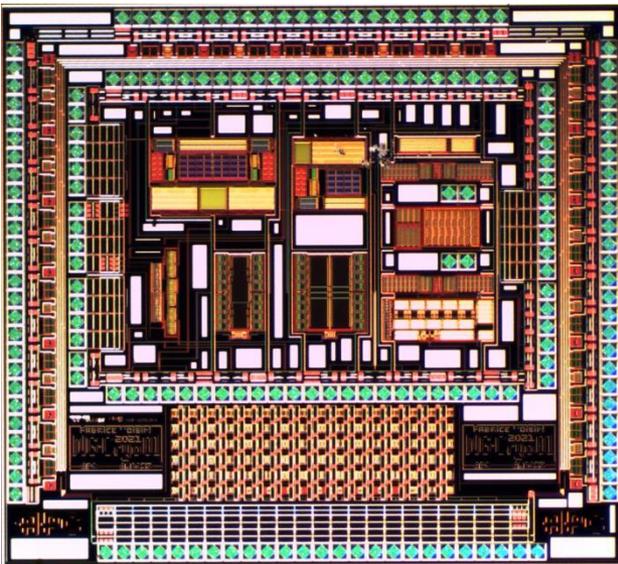


1.2. Etat des lieux / Equipements



NGCryo

- 1 cryostat de tests (Sumitomo SRP182)
 - 1.5W à 4.2K, 36W à 46K
 - réfrigérateurs à adsorption 1K en cours de tests
- 1 ASIC (sources de courant, MUX 16x4 voies, amplificateur, modulation/démodulation) en cours de tests à froid



1.3. Etat des lieux / Ressources humaines



Ressources actuelles

- Développement détecteurs (\Rightarrow utilisateurs de la cryogénie) :

- 1 Professeur : M. Piat
- 1 Post-doc : J. Hu
- 1 Doctorant : D. Pham Viet
- 1 IR instrumentaliste : S. Torchinsky
- 3 IR micro-électronique : F. Voisin, D Prêle, M. Gonzales



- Conception/dimensionnement systèmes cryogéniques :

- 1 doctorant : J. Paris
- 1 IR : JP. Thermeau
- 1 Apprentie ingénieure : M.R. N'Sougan
- 1 Emérite : P. Pari



- Montage/Exploitation :

- 1 T : C. Chaillan



1.4. Etat des lieux / Cryofluides



Consommation de cryofluides

- Azote : 20 à 60 litres/semaine sur 40 semaines (UFR, Labo mm, DUNE, ..)
- Hélium : 100 litres/an \Rightarrow diminue, tend vers 0
- LAr : consommation à définir (DUNE)

L'installation d'une récupération d'hélium dans le bâtiment Condorcet en cours d'étude \Rightarrow opérationnelle fin 2024 ?

Retour gaz vers liquéfacteur sous forme de cadre V9 B50 \Rightarrow Fourniture du liquide par Jussieu et/ou ENS Ulm.



2. 1. Perspectives d'évolution / Projets



Projets :

- Laboratoire millimétrique APC : poursuite des activités R&D (BSD)
- QUBIC : passage de démonstrateur à instrument final
 - remplacement du réfrigérateur 1K 20J → 50J
 - ajout de 3 matrices TES (1 actuellement pour démonstrateur)
- SPIAKID (Observatoire de Paris) : mise en service instrument à l'APC avant installation au Chili.
 - dilution CryoConcept
 - détecteurs KIDs pour le visible et proche IR
- NGCryo/phase 2 : Contenu et périmètre à redéfinir en accord avec les partenaires (APC, IJCLab, GANIL, LPNHE)
 - Réfrigération SubK sans fluide en circulation
 - ASIC @40K mesure de températures/version 2
 - Propriétés thermiques radiatives
 - ...

2. 1. Perspectives d'évolution / Projets



- DUNE : validation de cartes électroniques 2024 - ...
 - nouveau cryostat en cours de fabrication
 - essais en LAr

- Litebird :
 - Phase A : modèle thermique des instruments MHFT
 - modélisation nodale
 - charges thermiques à l'état stationnaire
 - étude de stabilité en température avec sollicitations sinusoïdales
 - temps de mise en froid
 - Phase B : plan focal HFT
 - modélisation thermomécanique 3D plan focal
 - préparation des outils pour intégration et tests à froid du plan focal

- CMB-S4 : tests à froid de flexibles supraconducteurs, de détecteurs

- ISRS/CERN : conception et dimensionnement thermique cryostat pour aimants à bobines Canted-Cosine-Theta (CCT).

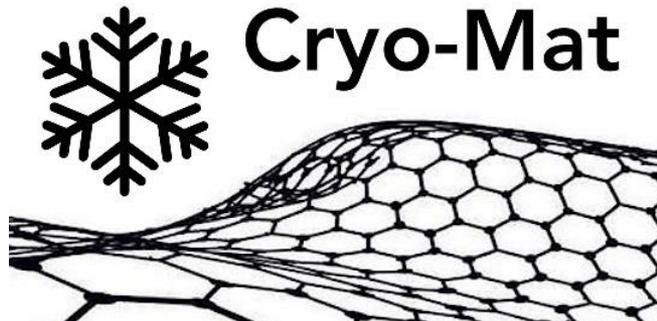
2. 2. Perspectives d'évolution / Plateforme



CryoMat : Caractérisation des propriétés des matériaux - 0.1K à 40K – 3 bancs de mesure :

- propriétés électriques : R, Z (2024)
- propriétés thermiques : λ , C_p , dL/L (2025)
- propriétés mécaniques : E, σ (2027)

Financement : Région Ile de France (DIM Origines), Université Paris Cité (Gros équipements), IN2P3, autres contributions.



2.3. Perspectives d'évolution / Ressources humaines



Besoins prévisibles sur 5/10 ans

- Développement détecteurs cryogéniques :
 - CR et MCF instrumentaliste
 - Doctorant \Rightarrow thématique instrumentation
 - IR conception micro-électronique cryogénique
- Concepteurs systèmes cryogéniques :
 - 1 IR conception \Rightarrow cryostat, réfrigération SubK pour détecteurs
 - 1 IR calcul thermomécanique – faire évoluer un profil BE mécanique ?
- Montage/Exploitation CryoMat :
 - 1 IE exploitation
 - 1 T/AI exploitation

3. Formations



Ecoles IN2P3/ANF CNRS :

- Vide et Cryogénie : 2 au 5 Octobre 2023 à Cabourg
- DRTBT 2024 \Rightarrow Alex

Stages de formation SFV/UPC/IJCLab :

- 2 x 3 jours (mars/juin) : Cryogénie à Paris/Orsay
- 2 jours : Cryogénie sans fluide à Paris

Ecole Ingénieur Denis Diderot (EIDD)

- Mini-projets ingénieur : octobre à février de chaque année

AFF-CCS

- des Ecoles tous les deux ans sur les thèmes : cryogénie et supraconductivité