



# Plateforme CryoMat



Laurent Grandsire, Michel Piat, Jean-Pierre Thermeau

APC



**IN2P3**  
Les deux infinis



Université  
Paris Cité

Région  
**île de France**

**DIMORIGINES**



# Constat

- 1. Propriétés des matériaux de 300K à 4K :** collecte, mesure et synthèse par le NBS (USA) durant la période de conquête spatiale
  - Propriétés thermiques et mécaniques essentielles de la plupart des métaux, isolants et quelques composites
  - Données mises à la disposition de la communauté scientifique et des industriels au début des années 60,
  - Aujourd'hui disponibles sur internet et à partir de logiciels (Cryodata, ...)
  
- 2. Absence ou disparité** de données sur les propriétés thermiques et mécaniques des matériaux aux températures sub-Kelvin ( $T < 1K$ )



# Contexte

- 1. Activités de recherche** du laboratoire millimétrique (TES, KIDS, QUBIC, ...) demandent la connaissance de propriétés thermiques des matériaux aux températures sub-Kelvin.
- 2. Projets spatiaux** utilisant des détecteurs cryogéniques (LiteBird, ...) doivent réaliser des campagnes de mesures de caractérisation de matériaux composites et d'autres matériaux.
- 3. NGCryo :**
  - activité de R&D en instrumentation et réfrigération dans le domaine sub-Kelvin,
  - les outils développés (Cryostat, réfrigérateurs, ASIC, ...) pourraient être les premières briques d'une plateforme de caractérisation.





# Objectifs

- **Mettre à la disposition de la communauté scientifique et industriels** des équipements permettant de réaliser des mesures de caractérisation des propriétés des matériaux dans le sub-Kelvin
  - Cryostats sub-Kelvin avec de leurs systèmes de contrôle et de mesure,
  - Procédures, assurance qualité,
  - Base de données contenant les caractéristiques de matériaux dans le sub-Kelvin,
  - Données accessibles à partir du site Web de l'APC.
- **Propriétés visées :**
  - Résistance électrique  $\Rightarrow$  **achat cryostat avec mesures sous pointes**
  - Conductivité thermique  $\lambda(T) \Rightarrow$  **APC collaboration LCM**
  - Capacité thermique  $c(T) \Rightarrow$  **APC collaboration LCM**
  - Résistance thermique de contact (RTC)  $\Rightarrow$  **NGCryo collaboration IJCLab**
  - Dilatation thermique et module d'élasticité (E)  $\Rightarrow$  **APC collaboration LCM**



# Partenaires et Financements

- Laboratoire associé :



+ IJCLab dans la continuité NGCryo ?

- Soutiens/utilisateurs :

- Laboratoires IdF :



- Sociétés franciliennes:



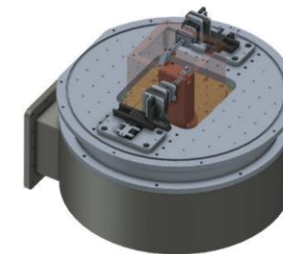
- Financements

- Région – DIM Origines: 400 k€ (5 ans)
- Université Paris Cité : 100 k€ (2 ans)
- IN2P3 : 50 k€ (2023)





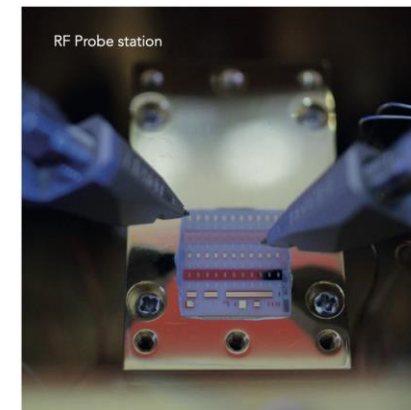
# Principales étapes



- **Un cryostat dédié à chaque type de mesure :**
  - **électriques** (mesures sous pointes DC ou RF) **avec ou sans champ magnétique,**
  - **thermiques** (conductivité, capacité, dilatation, résistance de contact) **avec ou sans champ magnétique,**
  - **mécaniques** (module d'élasticité et coefficient de Poisson).

Les études seront menées en **collaboration avec le LCM (LNE-CNAM).**

- **Etape initiale (2020 - 2023) :** Cryostat NGCryo polyvalent pour des mesures de 40K à 1K (0.3K), adapté à la mise au point des outils de mesure.



- **Etape 1 (2023 - ...)** : Propriétés électriques  $\Rightarrow$  cryostat pour mesures sous pointes, sous champ magnétique et jusqu'à 3K, puis  $T < 1K$ .  $\Rightarrow$  **Appel d'offre Université avant été 2023.**
- **Etape 2 (2024 - ...)** : Conductivité thermique  $\Rightarrow$  deuxième cryostat de la plateforme, variante de NGCryo + réfrigération pour couvrir la plage 40K - 0.1K
- **Etape 3 (2025 - ...)** : Propriétés mécaniques  $\Rightarrow$  trouver en collaboration avec LCM une solution alternative à la machine de traction.



# Planning prévisionnel

	2023				2024				2025				2026				2027			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
NGCryo	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Aménagement Hall			Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Cryostat propriétés électriques			Brown	Brown	Green	Green	Green	Green	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Cryostat propriétés thermiques				Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Cryostat propriétés mécaniques								Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange

- Appel d'offre/commande
- BE : Conception
- Fab: Fabrication
- AIT : Assemblage, Intégration, Test
- Exploitation