

## Groupements de recherche



## DI2I

### Détecteurs et Instrumentation pour les Deux Infinis

© Celine Querniard, IMTA Nantes

- **Directrices** : Giulia Hull (en 2023 et 2025) et Mariangela Settimo (en 2024 et 2026)
- **Directrices adjointes** : Mariangela Settimo (en 2023 et 2025) et Giulia Hull (en 2024 et 2026)
- **Instituts du CNRS impliqués** : IN2P3
- **Laboratoires impliqués** : APC, CPPM, IRFU, IJCLab, IP2I, LAPP, LPC, LP2IB, LPSC, LUPM, SUBATECH, IPHC, LPCC, GANIL
- **Date de création** : 2023
- **Site web** : <https://gdrdi2i.in2p3.fr/>

### MISSION PRINCIPALE DU GDR

Le développement de détecteurs de particules et instrumentation innovants est au cœur des missions de l'IN2P3. Il rend possible la détection de processus élusifs dans des environnements où les flux de particules atteignent des valeurs inégalées. Les progrès dans ces domaines nécessitent un effort accru de développement des techniques éprouvées mais aussi d'imaginer et de concevoir les détecteurs de demain.

Le GDR, « détecteurs et instrumentations pour les 2 infinis » (DI2I), se propose de mettre en place une animation scientifique nationale en vue d'intensifier l'effort de recherche dans ce domaine. Il s'appuie sur l'existence de réseaux thématiques spécialisés regroupant enseignants-chercheurs, chercheurs et ingénieurs, qu'il se donne pour tâche de fédérer afin d'encourager les initiatives transverses.

90

scientifiques  
impliqués

1

institut du CNRS : IN2P3

14

laboratoires IN2P3 : APC, CPPM, GANIL, IJCLab, IP2I-Lyon, IPHC, L2I-Toulouse, LAPP, LLR, LP-Clermont, LP2I-Borbeaux, LPNHE, LPSC, SUBATECH

### LES ACTIONS DU GDR

Des réunions régulières seront organisées une ou deux fois par an, comprenant la présentation et le résumé des activités de chaque GT. Des ateliers ou tables rondes supplémentaires, sur des sujets spécifiques, peuvent être organisés au sein de chaque GT ou pour permettre le suivi des activités de R&D générale ou associées aux projets.

Un site web et des listes de diffusion seront créés pour partager des informations avec tous les membres participants. Parmi les informations que nous prévoyons de partager, il y aura l'annonce des écoles, des conférences, de projets doctoraux et post-docs. Les listes de diffusion pourront également être utilisées comme un forum permettant aux membres de poser des questions ou de demander de l'aide sur des sujets et des problèmes spécifiques.

Le GDR s'impliquera activement dans l'organisation ou la proposition d'écoles pour doctorants, post-doctorants et jeunes scientifiques et ainsi que dans la formation du staff permanent. Certaines conférences ou séminaires peuvent être organisés en collaboration avec d'autres GDR.

Physique des Deux Infinis	Instrumentation
R&D	Recherche Technologique
Expérimentation en Physique	Détecteurs

## DÉTECTEURS GAZEUX.

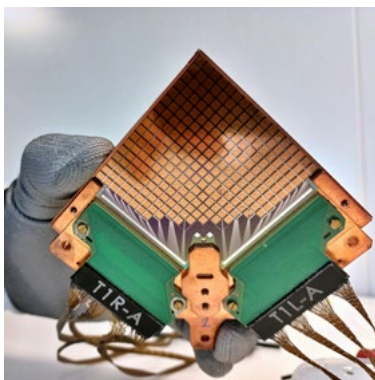
Ils sont largement utilisés en physique des particules et physique nucléaire pour la reconstruction des traces chargées, généralement à des flux élevés. Ces détecteurs sont intrinsèquement polyvalents puisque leurs paramètres sont optimisés pour l'application envisagée. Cela implique que des prototypes continuent à être conçus et assemblés dans nos laboratoires : la poursuite de l'effort de R&D est donc essentielle pour maintenir les compétences associées à leur conception, prototypage et éventuellement leur fabrication. En particulier dans nos domaines, les défis futurs de la physique expérimentale nécessitent des détecteurs gazeux avec une résolution énergétique, spatiale et temporelle améliorée, des seuils d'énergie plus bas et une plage dynamique plus large ainsi qu'une durabilité aux flux élevés.

## DÉTECTEURS À SEMI-CONDUCTEURS.

Les détecteurs à état solide sont largement utilisés dans les expériences soutenues par l'IN2P3. L'expertise concernant l'usage de ces détecteurs dans nos laboratoires couvre une large gamme de matériaux et les activités menées incluent la conception, la simulation, la fabrication, la caractérisation et l'intégration des détecteurs. Les performances spécifiques et les développements technologiques dépendent des exigences des expériences de physique, cependant, certains axes de R&D, tels que l'amélioration de la résolution énergétique, spatiale et temporelle, et le développement d'une lecture de données à haut débit, rapide et efficace, sont considérés d'intérêt général.

## DÉTECTEURS CRYOGÉNIQUES.

De nombreuses applications en physique des astroparticules et en cosmologie nécessitent des détecteurs avec un bruit de fond extrêmement faible et la possibilité de contrôler et de mesurer de faibles dépôts d'énergie. Dans ce contexte, les détecteurs cryogéniques présentent l'avantage de mesurer la puissance ou l'énergie déposée dans l'absorbeur grâce aux effets thermiques induits. Il existe deux grandes classes de détecteurs cryogéniques : les bolomètres massifs individuels, dont l'application principale est la détection de processus rares, et les réseaux de bolomètres, pouvant atteindre plusieurs milliers de pixels, offrant ainsi une meilleure résolution énergétique, spatiale et temporelle.

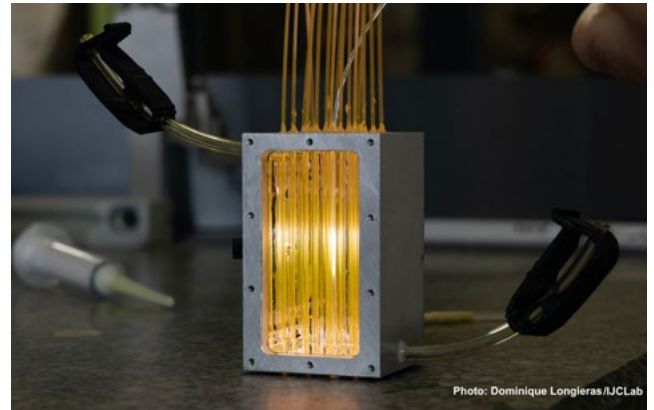


Un quart du plan focal de QUBIC (QU Bolometric Interferometer for Cosmology) composé de 256 TES refroidis à 300mK. La chaîne de détection a été développée entre APC (Paris), CSNSM-IJCLab (Orsay) et IRAP (Toulouse). © PHAM Viet Dung (APC) Photothèque IN2P3/CNRS

## CALORIMÉTRIE ET PHOTODÉTECTEURS.

Les photodétecteurs sont utilisés dans presque tous les grands détecteurs des expériences de physique des hautes énergies et ils jouent aussi un rôle majeur dans l'instrumentation en diagnostic médical. L'exigence des expériences de physique d'atteindre des niveaux de précision plus élevés dans la détection de la lumière avec une efficacité élevée sur une large gamme dynamique sont de puissants moteurs de R&D dans ce domaine. La mesure temporelle précise est également une caractéristique cruciale pour

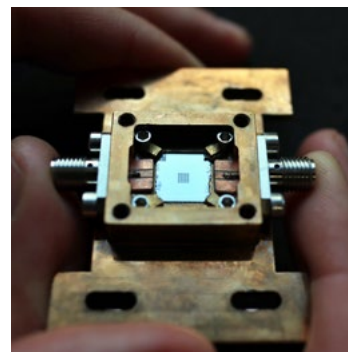
les détecteurs de nouvelle génération. De plus, les expériences de physique des neutrinos nécessitent de grandes surfaces et des photo-capteurs peu coûteux avec une sensibilité améliorée à la lumière ultraviolette du vide.



Le prototype GRAINITA, un calorimètre de nouvelle génération basé sur l'utilisation de grains de scintillateurs à haute impédance et haute densité trempés dans un liquide à haute densité. La structure mécanique est développée à IJCLab (Orsay) en collaboration avec LP-Clermont. © Dominique Longieras/IJCLab

## CAPTEURS QUANTIQUES.

Les capteurs quantiques, définis comme des dispositifs opérant dans la limite quantique ou bénéficiant de propriétés quantiques, sont largement utilisés et développés pour des expérimentations dans le domaine d'intérêt de l'IN2P3. La technologie quantique concerne nos domaines notamment dans la recherche expérimentale de signaux faibles qui impliquent la maîtrise d'expertises techniques qui sont au cœur de nos thématiques : les cavités supra-conductrices Radio-Fréquence, la cryogénie de très basse température, le développement de senseurs dédiés à la détection millimétrique (ou IR) avec la technologie des bolomètres KID's, les semi-conducteurs et la micro-électronique. De plus, nos laboratoires disposent déjà des expertises sur les technologies habilitantes nécessaires au développement de détecteurs quantiques pour jouer un rôle majeur dans le domaine, en collaboration avec d'autres instituts du CNRS.



Prototype de SPIAKID (SpectroPhotometric Imaging in Astronomy with Kinetic Inductance Detectors). Il s'agit d'un bloc de puces KID 10x10 micro-ondes développé par le GEPI (Observatoire de Paris) et l'APC (Paris).

## CIRCUITS INTÉGRÉS ET DAQ.

La R&D sur les détecteurs est un domaine de recherche hautement technologique qui s'appuie sur un large éventail de ressources et de technicités. Ceci est particulièrement vrai pour des compétences spécifiques comme la microélectronique et les systèmes d'acquisition, sans lesquels il est impossible de concevoir, construire et exploiter un détecteur. Par conséquent, il est indispensable d'inclure dans le GDR un GT prenant en compte l'électronique, les systèmes d'acquisition, de traitement et de transfert de données qui sont des aspects clés pour les expériences de physique et ils doivent être pris en considération dès la conception du détecteur.