

<https://lpnhe.in2p3.fr/spip.php?article1598>

Le LPNHE officiellement qualifié pour la production des modules d'ITk (ATLAS)

- À la une -



Date de mise en ligne : mercredi 21 juillet 2021

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

Une étape importante pour les laboratoires parisiens constituant le Paris-Cluster a été franchie : la première phase des processus d'assemblage et de test des modules développés pour la mise à niveau du trajectographe interne du détecteur ATLAS a été validée par la collaboration.

ATLAS est l'une des expériences qui enregistrent les produits des collisions proton-proton qui ont lieu au le Grand collisionneur de hadrons (LHC) au CERN, à Genève. La collaboration ATLAS se prépare actuellement à une amélioration du détecteur ATLAS destinée à la dernière phase de prise de données du LHC en 2027 avec des taux de collision sans précédent. Le HL-LHC (pour *High Luminosity* LHC) permettra d'accumuler une quantité de données encore inégalée entre 2027 et 2040 : 20 fois plus que la quantité de données actuelle.

La principale amélioration dont ATLAS aura besoin pour le HL-LHC est son détecteur de tracking et vertexing, conçu pour détecter le passage de particules chargées au plus près du point de collision. Il s'agira d'un tout nouveau détecteur au silicium, l'Inner Tracker (ITk), pour faire face au taux d'événements plus élevé et aux dommages dus aux rayonnements attendus.

ITk est constitué de 13 m² de capteurs de pixels avec 5 milliards de canaux de lecture et 160 m² de capteurs de bandes avec 50 millions de canaux de lecture organisés en 5 couches. La construction d'ITk sera un défi très intéressant pour la collaboration ATLAS, tant sur le plan technique que sur le plan humain. ITk sera construit par une collaboration de plus de 100 instituts parmi lesquels le Paris-Cluster, cluster des laboratoires de l'Irfu à Saclay, LPHNE à Paris et IJCLab à Orsay, et sera installé entre 2025 et 2026. Sur les 6800 modules nécessaires pour la partie centrale de l'ITk-pixel (appelée barrel extérieur de l'ITk-pixel), le Paris-Cluster s'engage à en assembler et tester environ 2200 dans nos installations en région parisienne.

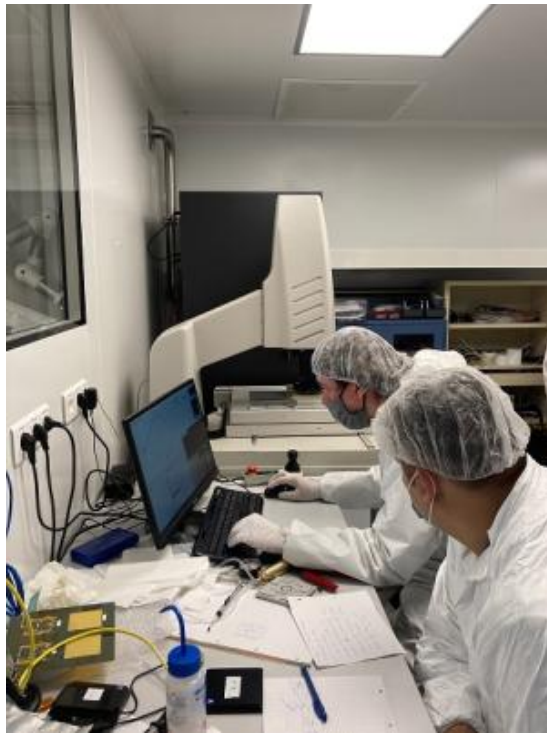
L'assemblage de un module pour le barrel extérieur de l'ITk-pixel est composé de plusieurs phases :

Premièrement, nous effectuons des mesures métrologiques des puces de silicium et des circuits imprimés reçus, ainsi que des mesures tension-courant des puces de silicium.

Ensuite, les puces de silicium et les circuits imprimés sont collés ensemble à l'aide d'une colle appelée Araldite 2011. La métrologie du module collé est également nécessaire pour vérifier le respect des spécifications dimensionnelles.

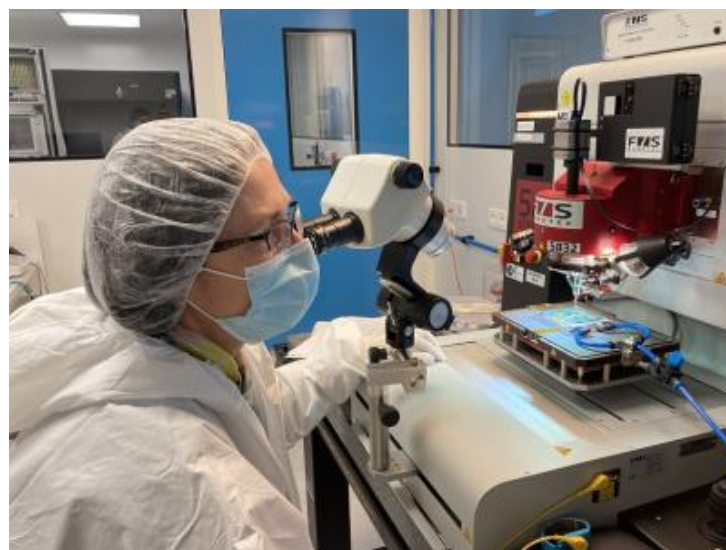
Après, nous créons des interconnexions électriques entre les puces de silicium et le circuit imprimé en utilisant des fils d'aluminium de 25 μ m de diamètre. Ce procédé est appelé wirebonding (microcâblage). Les microconnexions sont recouvertes d'une couche protectrice.

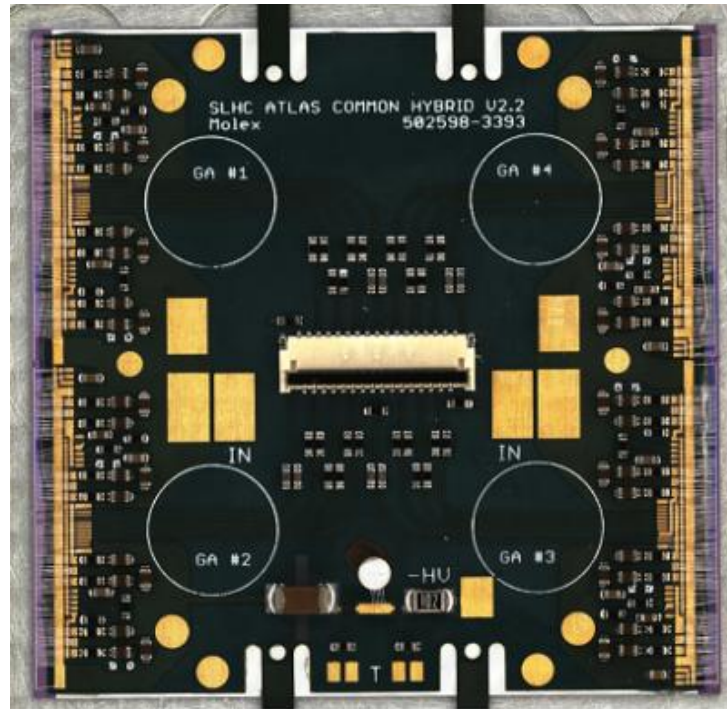
Enfin, des tests d'alimentation et de communication sont effectués à plusieurs températures pour vérifier le bon fonctionnement des modules.



Réalisation des mesures métrologiques des puces de silicium et des circuits imprimés reçus. (crédit : Reina Camacho Toro)

Le projet ITk entre maintenant dans une phase stimulante, non plus axée sur la R&D mais sur la voie de la construction. Et le Paris-Cluster a récemment franchi la première étape de cette phase : la qualification pour la première phase d'assemblage des modules ! Être qualifié signifie qu'un laboratoire est capable de réaliser une ou plusieurs des phases d'assemblage en respectant les normes de contrôle de la qualité définies par la collaboration. Après la qualification, le laboratoire peut procéder à la production en série. LPNHE est qualifié pour les opérations de métrologie et les micro-connexions entre puces et circuits imprimés. IJClab est qualifié pour le collage des puces. Ifu est aussi qualifié pour faire le wirebonding et tous les trois laboratoires sont en mesure de faire des tests d'alimentation et de communication à température ambiante





Réalisation des micro-connexions entre la puce et le circuit imprimé (wire bonding). (crédit : Reina Camacho Toro)

La deuxième phase de la qualification est en cours, elle inclut la possibilité de tester nos modules lors de cycles thermiques entre -55°C et $+65^{\circ}\text{C}$. Le Paris-Cluster participera à la pré-production de modules prototypes prévu en 2022. La production des modules finaux devrait commencer début 2023 !

Contacts au laboratoire :

[Giovanni Calderini](#)

[Reina Coromoto Camacho Toro](#)

[Francesco Crescioli](#)