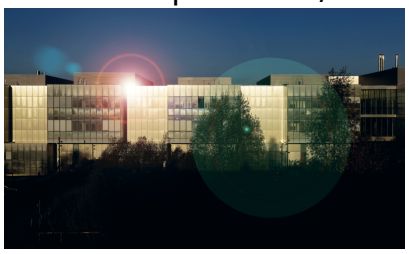
Quelles sont les activités du C2N et de sa plateforme Instrumentation et sources d’ions ?

Laboratoire d’excellence de la recherche française, le C2N développe des recherches fondamentales et appliquées dans les domaines des matériaux, de la nanophotonique, de la nanoélectronique, des nanobio-technologies, des microsystèmes et des nanotechnologies. Il dispose de l’une des plus grandes centrales académiques de nanotechnologie en Europe. La plateforme du C2N utilise des ions rapides que l’on fait converger pour graver localement une cible, microélectronique notamment, avec une résolution d’environ 10 nanomètres. Ce « scalpel » sert à découper des circuits intégrés à très haute densité d’intégration pour la détection de défaillances, de problèmes de connexion ou d’architecture. Il s’agit d’une technologie pionnière en Europe qui est basée sur des sources d’ions plus stables que la norme, issues des recherches menées au C2N, qui ont permis d’imaginer nanoFIB, l’instrument de fabrication de nanostructures par faisceaux d’ions focalisés le plus performant de sa catégorie depuis 20 ans : il est commercialisé en Allemagne par Raith, le leader mondial des outils dédiés à la nanofabrication. Du côté des applications pour la recherche, la plateforme du C2N utilise les faisceaux d’ions focalisés par exemple pour modifier les interfaces des nanomatériaux, fabriquer des défauts artificiels en guise de substrats de croissance de nanofils de nitrure de galium pour le quantique, l’optique ou encore la génération de nanosources de lumière. Mon ambition est d’avoir toujours une avance de phase pour les applications des faisceaux d’ions focalisés et tenter de proposer des réponses au gros challenge en matière de technologies de fabrication : passer d’une approche top-down d’élaboration de structures à une approche bottom-up.



© Frédérique PLAS / CNRS Images



© L. Ardhuin

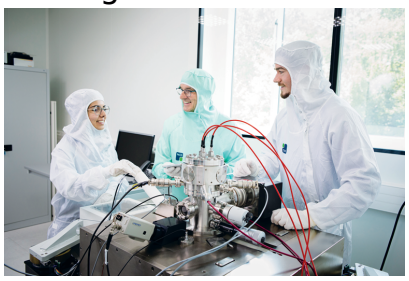
Pourriez-vous nous présenter votre expertise en matière de faisceaux d’ions focalisés et les applications de vos travaux dans la propulsion spatiale ?

Cette technologie passe par la maîtrise d’émetteurs d’ions qui fonctionnent dans des conditions extrêmes de la physique pour arracher des ions par un effet de champ électrostatique. C’est l’évaporation de ce champ qui génère la production de faisceaux d’ions rapides par le biais d’une technologie unique au monde. Ce qui permet de maîtriser l’émission de faisceaux d’ions avec une stabilité record tant au niveau spatial (invariance de la position du site émissif) que temporel (invariance du flux émis en fonction du temps). Cela nous a valu d’être approchés par de nombreuses équipes nationales ou internationales dont le MIT. Plus récemment le CNES et Airbus DS nous ont sollicités pour le développement d’une solution de propulseur spatial fonctionnant sur le même principe d’émission d’ions par évaporation de champ. Avec l’aide de CNRS Innovation nous avons fabriqué un démonstrateur. Nous ne pouvions pas aller plus loin en tant qu’acteur de la recherche académique.

D’où la création la start-up Ion-X…
Tout à fait ! Je l’ai co-fondée en mai 2021 avec l’appui de Techno Founders. Elle a acquis les 3 brevets déposés par le CNRS ainsi que le savoir-faire technique accumulé par 4 collègues du laboratoire. Son objectif est d’industrialiser le concept de notre démonstrateur afin de construire plusieurs types de moteurs répondant aux critères des missions qui leur sont conférées. Le premier moteur sera commercialisé fin 2024 dans le cadre d’un vol d’essai par une société spécialisée dans la mesure des paramètres d’une mise en orbite. Ce vol d’essai bénéficiera ainsi de la technologie développée dans le C2N à partir d’une idée assez folle : sortir des sentiers battus grâce à notre expertise sur les faisceaux d’ions focalisés, leur génération maîtrisée et l’apport de matériaux « exotiques ».



© Sergio Grazia



© Frédérique Plas

En quoi consiste l’outil FIB Nanowriter et quelles pourraient être les applications du graphène ?
L’une des applications des faisceaux d’ions focalisés a consisté à montrer la faisabilité de percer de petits trous dans des membranes de graphène pour permettre d’étudier le passage dans un système aqueux de brins d’ADN dépliés et extrudés, ceci afin de répliquer le mécanisme d’infection viral d’une cellule. Une autre application utilise les défauts créés sur des substrats de graphène en vue de localiser la croissance de nano- fils de nitrure de galium : c’est très intéressant pour la fabrication de photons uniques avec des fils d’un diamètre inférieur à 100 nanomètres. Plus que jamais, nous souhaitons mettre cet outil à la disposition des

chercheurs et développer le procédé grâce à la mise en commun de nos différentes expertises.