

Le CNRS en Asie du Nord-Est

Japon - Taiwan - Corée du Sud



**BULLETIN D'INFORMATION N°11
AVRIL 2022**

EDITORIAL

La physique, champ particulièrement actif des collaborations avec l'Asie du Nord-Est

La coopération en physique du CNRS et de ses partenaires en Asie du Nord-Est est particulièrement dynamique, comme l'illustre le fait que **deux laboratoires internationaux de recherche (IRL)**, sur les neuf que comptent maintenant le Japon, **sont actuellement en cours de démarrage dans ce domaine**. Ces deux petits nouveaux s'appellent J-FAST à Tsukuba sur les semi-conducteurs et de DYNACOM à Tokyo sur les nouvelles fonctionnalités des matériaux en partenariat.

Les collaborations sont moins structurées avec la Corée et Taiwan, mais elles marquent tout autant par leur dynamisme lorsqu'on observe que 30% environ des projets exploratoires (IEA, PHC) du CNRS avec ces pays sont conduits dans le domaine de la physique. Au niveau des échanges de chercheurs également, 15% des mobilités de chercheurs encadrées par le CNRS en Asie du Nord-Est dans le monde d'avant covid (c'est-à-dire en 2019) concernaient le champ de l'INP.

Comme l'indique Thierry DAUXOIS, le directeur de l'INP, dans l'éditorial qu'il a écrit avec Benoît DEVINCRE et Frédéric PETROFF, directeurs adjoints scientifiques, que nous remercions chaleureusement, **les physiciens japonais sont des part-**

naires d'excellence, comme l'illustre les huit Prix Nobel remportés par des Japonais depuis l'an 2000 (trois pour la France dans la même période).

Autre signe de vitalité de la coopération en physique avec l'Asie du Nord-Est, **c'est avec une société japonaise qu'a été établi en 2018 le premier Labcom entre le CNRS et une entreprise étrangère** : la laboratoire HC-IUMi (Hitachi-CNRS pour la Microscopie Ultra-rapide), établi au CEMES à Toulouse avec la société Hitachi High Technologies.

Enfin, on ne peut passer sous silence un événement qui a été repris par les médias japonais et qui a fait l'objet de conférences dans les lycées internationaux français à Tokyo et à Kyoto : **la seconde course de nanovoitures** organisée par Christian JOACHIM du CEMES et qui s'est déroulée à Toulouse 24 et 25 mars derniers. Huit équipes s'affrontaient, dont une japonaise de Tsukuba et une franco-japonaise de Nara/Toulouse au cours de cette course d'endurance de 24 heures **aux limites de la connaissance scientifique**. Je vous renvoie au compte-rendu dans ce bulletin pour retrouver le vainqueur de cette magnifique compétition scientifique.

Bonne lecture ! ●

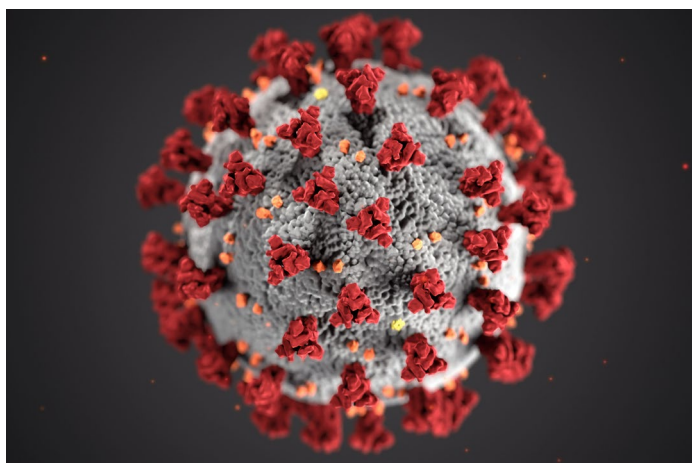
Jacques MALEVAL

Directeur du bureau CNRS de Tokyo

DOSSIER : LA PHYSIQUE EN ASIE DU NORD-EST

5

- Les récentes actions de l'INP avec le Japon
- Nanocar Race II : les 24 Heures de Toulouse
- Création de l'IRL DYNACOM
- DEFINE2D : un projet sur les matériaux bidimensionnels à Taïwan
- Retour sur les activités du GDRI MECMATPLA
- IRN GBAR : une expérience pour tester les théories de physiques fondamentales de la gravitation
- MEFLS : un PICS franco-japonais sur les liquides de spins
- Paroles de chercheur : interview d'Andrés SANTANDER SYRO, porteur de l'IRP EXCELSIOR

LA COVID-19 EN
ASIE DU NORD-EST

3

- Les données sur les cas, les décès et les vaccinations au Japon, à Taïwan et en Corée entre février et avril 2022
- Les dernières informations sur l'épidémie

ACTUALITÉS DU CNRS
EN ASIE DU NORD-EST

19

- Chimie : Deux publications et une vidéo de promotion pour l'IRP SMOLAB
- Informatique : Remise des insignes de l'Ordre national du mérite au Professeur Kae NEMOTO, co-directrice de l'IRL JFLI
- Brèves

LA COVID-19 EN ASIE DU NORD-EST FÉVRIER-AVRIL 2022



Illustration révélant la morphologie ultrastructurale caractéristique des coronavirus. Source : U.S. Centers for Disease Control and Prevention.

LA SITUATION AU 25 AVRIL 2022

	Japon	Taïwan	Corée du Sud	France
Premier cas	16 janvier 2020	21 janvier 2020	20 janvier 2020	24 janvier 2020
Nombre de cas pour 1 million d'habitants	60 596	2 363	329 027	431 893
Nombre de décès pour 1 million d'habitants	233	36	431	2 213
Début de la campagne de vaccination	17 février 2021	22 mars 2021	26 février 2021	27 décembre 2020
Nombre de doses reçues pour 100 habitants	212,5	218,6	233,8	212,2
Nombre de doses de rappel reçues pour 100 habitants	50,2	56,9	63,8	55,0

New confirmed cases of Covid-19 in Japan, South Korea and Taiwan

Seven-day rolling average of new cases



Source: Financial Times analysis of data from Johns Hopkins CSSE, World Health Organization, UK Government coronavirus dashboard, Government of Peru, Public Health France, Israeli Health Ministry, Slovenian Ministry of Health, Finnish Institute for Health and Welfare and the Swedish Public Health Agency.
Data updated April 22 2022 2:27pm BST. Interactive version: ft.com/covid19

FINANCIAL TIMES

Tableau et graphique : Progression de l'épidémie dans les trois pays d'Asie du Nord-Est depuis janvier 2020. Source : *Financial Times* (en date du 25 avril 2022).



日本 Japon

La vague Omicron débutée en décembre 2021, d'une ampleur inédite dans l'archipel, a atteint un pic de 100 000 nouveaux cas quotidiens en février. Cette vague a ensuite **lentement reflué jusqu'à atteindre un plateau d'environ 40 000 nouveaux cas par jour fin mars**, conduisant le gouvernement à lever le quasi-état d'urgence sur l'ensemble du territoire. Le nombre de nouvelles contaminations a néanmoins tendance à remonter depuis début avril. Le Japon a partiellement rouvert ses frontières début mars : **les étudiants et les voyageurs professionnels sont de nouveau autorisés à entrer sur le territoire**, moyennant une demande de visa ([voir la marche à suivre complète sur le site de l'ambassade du Japon en France](#)). **Les personnes triplement vaccinées sont exemptées de quarantaine**. Après un démarrage laborieux, la campagne de rappel bat son plein et **plus de 50% des Japonais ont désormais reçu une troisième dose de vaccin**. ●



Source : World Atlas.

Source : World Atlas.



Comme ailleurs dans le monde, le variant Omicron est apparu à Taïwan en décembre 2021. La situation est restée exceptionnellement stable pendant plusieurs mois, avec environ 60 nouveaux cas majoritairement importés chaque jour. **Depuis début avril, le pays est toutefois au début d'une deuxième vague**. Environ 3 000 nouvelles contaminations quotidiennes, majoritairement domestiques, étaient ainsi enregistrées au moment où nous écrivons ces lignes. Néanmoins, **plus de 95% des patients ne présentent que peu ou pas de symptômes** et le système hospitalier n'est pas sous tension. De même, **moins de 10 décès ont été signalés depuis le début de l'année 2022**. Les voyageurs d'affaires sont de nouveau autorisés à entrer sur le territoire taïwanais depuis mars, mais doivent toujours se soumettre à une **quarantaine de 10 jours** et à de nombreux tests, ce qui freine les déplacements internationaux. Le Centre de contrôle des maladies (CECC) a récemment déclaré qu'il **n'envisageait pas une réouverture complète des frontières en 2022**. ●

台灣 Taiwan

대한민국 Corée

Alors que la Corée du Sud avait jusqu'ici remarquablement géré la crise sanitaire, le nombre de cas a explosé et atteint des niveaux inédits : **au plus fort de la vague Omicron, en mars, le pays enregistrait plus de 500 000 nouvelles contaminations par jour**, soit dix fois plus qu'en février. La Corée est ainsi devenue **le pays dans le monde où le plus de nouveaux cas étaient signalés**, à la fois en chiffres bruts et par million d'habitants. Le nombre de décès, qui était resté modéré jusqu'au début de la vague Omicron, a également beaucoup augmenté : environ 200 personnes décèdent chaque jour de la Covid-19 actuellement. **La vague Omicron commence toutefois à refluer** : le pays signale environ 100 000 nouveaux cas quotidiens. Comme au Japon, la Corée assouplit peu à peu les conditions d'entrée sur son territoire. Depuis fin mars, **les voyageurs triplement vaccinés sont exemptés de quarantaine**. La campagne de vaccination pour administrer les troisièmes doses commence à ralentir : **environ les deux-tiers des Coréens ont reçu une dose de rappel**. ●



Source : World Atlas.



DOSSIER LA PHYSIQUE EN ASIE DU NORD-EST

Les nanobolides des huit équipes sélectionnées pour la seconde édition de la NanoCar Race.
© IC/IPMC CNRS Strasbourg ; IMDEA Madrid/Univ. Linköping ; Technical Inst./CFAED Univ. Dresde ;
NIMS Tsukuba ; Univ. Paul-Sabatier/CEMES CNRS Toulouse/NAIST Nara ; Ohio Univ. ;
Rice Univ./Graz Univ. ; CFM DIPC CSIS San Sebastian/CIQUS Univ. Santiago de Comp.

Photo de Thierry DAUXOIS : © Cyril FRÉSILLON / CNRS Photothèque (référence : 20210108_0001).

Photo de Frédéric PETROFF : © Cyril FRÉSILLON / UMPy CNRS-Thales / CNRS Photothèque (référence : 20170023_0015).

LES RÉCENTES ACTIONS DE L'INP AVEC LE JAPON

À l'occasion du lancement de deux nouveaux laboratoires internationaux de recherche de l'INP au Japon et de la tenue de la seconde édition de la Nanocar Race, le bureau CNRS de Tokyo a compilé un dossier spécial sur la physique en Asie du Nord-Est. Pour ouvrir ce dossier, Thierry DAUXOIS, Benoît DEVINCRE et Frédéric PETROFF nous présentent un état des lieux de la recherche dans ce domaine au Japon ainsi que la stratégie scientifique de leur Institut dans ces deux pays.



Benoît DEVINCRE
Directeur adjoint
scientifique



Thierry DAUXOIS
Directeur de l'INP



Frédéric PETROFF
Directeur adjoint
scientifique

La stratégie de l'institut de Physique du CNRS se construit autour de deux directions : **soutenir fortement une recherche disciplinaire et fondamentale** car les ruptures conceptuelles sont souvent initiées par des développements fondamentaux, et **interagir étroitement avec les autres disciplines**, afin notamment d'apporter de nouvelles questions de recherche, et de mieux répondre aux enjeux sociétaux...

Les physiciens japonais sont précisément très réputés par leur culture en physique, fondamentale notamment mais aussi par leur aptitude à en développer des applications utiles à la société. **Les différents lauréats japonais du prix Nobel de Physique de la décennie en offrent une parfaite illustration.** I. AKASAKI, H. AMANO et S. NAKAMURA ont été récompensés en 2014 pour l'invention des diodes électroluminescentes bleues efficaces, qui ont permis de créer des sources de lumière blanche et claire, économes en énergie. L'année suivante a été l'année du prix Nobel de T. KAJITA pour sa contribution à la découverte des oscillations des neutrinos, qui démontre que les neutrinos ont une masse. Enfin parmi les derniers récompensés en décembre 2021, figure S. MANABE pour la modélisation physique du climat de la Terre : il a quantifié la variabilité et prédit de façon fiable le réchauffement climatique. On comprend donc très bien les intérêts très coordonnés des français et japonais pour développer des collaborations régulières, soutenues et fructueuses.

Les coopérations sont très dynamiques et **le budget alloué aux actions dans cette zone est très conséquent puisqu'il correspond à 10% du budget international INP** sans compter les deux nouveaux International Research Laboratory (IRL) mentionnés ci-dessous. De façon générale, les interac-



LE CNRS ET L'ASIE DU NORD-EST EN **PHYSIQUE** : QUELQUES CHIFFRES

1 060

copublications avec le Japon en 2019-2020

290 avec la Corée et 150 avec Taïwan
(Source : Clarivate's Web of Science)

390

visites de chercheurs organisées par le CNRS au Japon en 2019

60 visites en Corée et 15 à Taïwan
(Source : CNRS)

20+

coopérations structurées de l'INP en Asie du Nord-Est en 2022

2 IRL, 3 IRP, 3 IRN, 3 IEA, 12 PHC...
16 Japon, 5 Corée, 5 Taïwan

tions scientifiques ont conduit à plus de 1 000 co-publications en 2019-2020 avec le Japon et près de 400 visites.

Nous profitons de cette occasion pour présenter les 2 nouveaux IRL créés en janvier 2022 ainsi qu'un événement scientifique très récent qui profite de liens particulièrement forts entre France et Japon.

DYNACOM

Le laboratoire international de recherche **DYNACOM** (Dynamical Control of Materials) est le **fruit d'une collaboration initiée en 1996** et consolidée durant les 5 dernières années dans le cadre du laboratoire international associé **IM-LED** (Impacting Materials with Light and Electric Fields and Watching Real Time Dynamics). Ces premières années de collaboration sur différents projets ont permis de former aujourd'hui une équipe franco-japonaise homogène faite de chercheurs confirmés et entourés de jeunes étudiants et post-docs travaillant ensemble pour rester compétitifs dans un domaine en plein essor.

Le laboratoire DYNACOM co-dirigé par S. OHKOSHI de l'Université de Tokyo et E. COLLET de l'Institut de physique de Rennes implique des collègues de l'Université de Tohoku, du Tokyo Institute of Technology et de l'Institut des Matériaux de Nantes.

Les travaux du laboratoire DYNACOM s'inscrivent dans la **science du contrôle ultra-rapide des matériaux**. En résumé, une impulsion laser ultra-brève et intense peut agir sur les matériaux pour



Ci-contre : Eric COLLET, médaille d'argent du CNRS 2020 et co-directeur du nouvel IRL DYNACOM. © Jean-Claude MOSCHETTI / IPR / CNRS Photothèque (référence : 20210122_0004).

Ci-dessous : des chercheurs français du nouvel IRL JFAST. Source : Marceline BONVALOT.



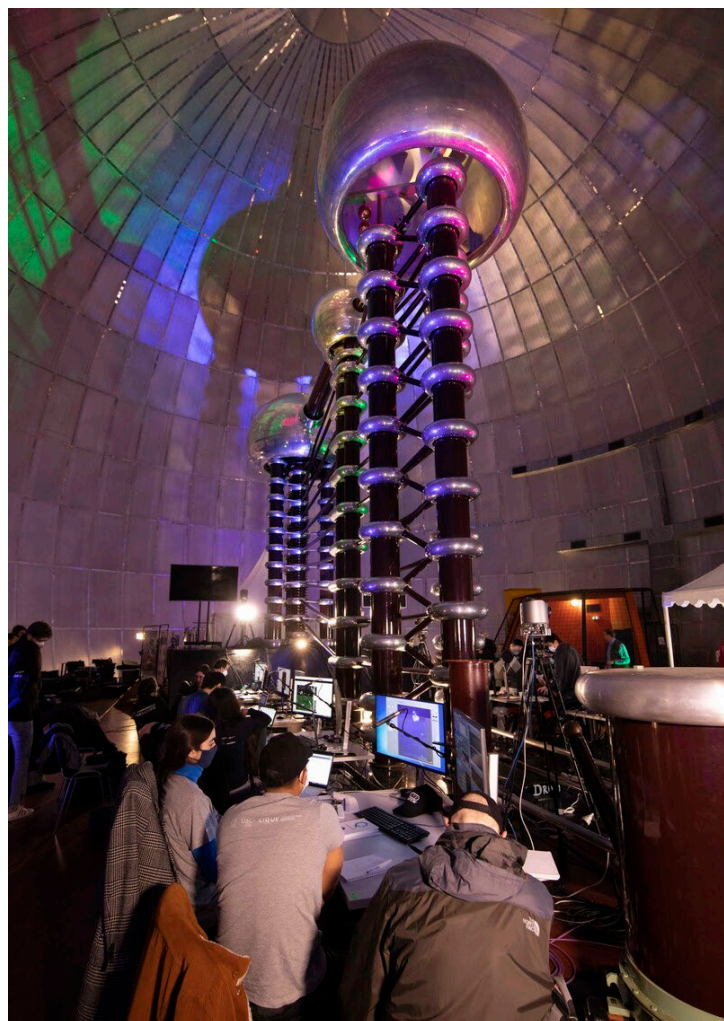


induire des modifications électroniques ou structurales et ainsi piloter des changements spectaculaires de certaines propriétés physiques. L'étude de ces phénomènes ultra-rapides doit permettre le **développement de systèmes innovants pour des dispositifs technologiques ou encore la photonique.**

JFAST

Le laboratoire international de recherche [JFAST](#) (Japanese - French Laboratory for Semiconductor physics and Technology) est le fruit d'une **collaboration initiée en 1997 avec l'Université de Tsukuba devenue partenaire stratégique de l'Université Grenoble Alpes**. En 2017, un accord de coopération « Campus - University of Tsukuba – Université Grenoble Alpes » a été signé pour faciliter les échanges de chercheurs et d'étudiants entre les deux universités, et un laboratoire de formation académique par la recherche a été créé à Tsukuba pour renforcer cette collaboration.

Le laboratoire JFAST qui officialise la participation du CNRS à ce partenariat est co-dirigé par S. KURODA de l'Université de Tsukuba et M. BONVALOT de l'Université Grenoble Alpes, et im-



Nanocar Race II au CEMES, Toulouse, mars 2022. © Frédéric MALIGNE / CEMES / CNRS Photothèque (référence : 20220050_0002).

plique à Grenoble plusieurs laboratoires dont le Laboratoire des Technologies de la Microélectronique, l'Institut Néel, et Spintec.

Le programme scientifique de JFAST est principalement centré sur **la gravure et la croissance sélective de semi-conducteurs à grand gap pour des applications en microélectronique et en optoélectronique**. Il bénéficie de la complémentarité des domaines d'expertise de chaque partenaire et notamment d'un **partenariat avec Air Liquide** dans le domaine de la chimie des précurseurs pour le dépôt et la gravure par les techniques ALD et ALE. D'autres thématiques seront explorées autour de la spintronique et de l'ingénierie quantique.

Nanocar Race II : les molécules-voitures de nouveau en piste(s) !

Du 24 au 25 mars 2022 s'est déroulée la [Nanocar Race II](#) au Cemes (Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales à Toulouse (France)). Cette course propose à des scientifiques du monde entier de mettre en compétition leurs machines moléculaires, sous microscope. L'objectif consiste à **faire parcourir la plus grande distance à chaque véhicule nanométrique en 24 h, sur une piste sinueuse de 4 à 6 nanomètres de large**, tracée à la surface d'un cristal d'or pur de quelques millimètres de diamètre. Il s'agit ici de décrypter les phénomènes physico-chimiques qui amènent une molécule-voiture à avancer de manière contrôlée sur une surface et, deux types de propulsion des molécules-machines étant utilisées cette fois, de vérifier si l'une d'entre elle permet une meilleure maniabilité sans consommer trop d'énergie. En 2017, une première édition avait eu lieu impliquant six équipes, dont 4 avaient utilisé le microscope à effet tunnel à quatre têtes du Cemes. Les huit équipes en lice en 2022, dont une équipe japonaise (NIMS-MANA) et une franco-japonaise (TOULOUSE-NARA), ont utilisé cette fois leur propre microscope, piloté à distance depuis la Boule de Toulouse, via Internet. •

Thierry DAUXOIS, Directeur de l'INP

Benoit DEVINCRE, Directeur Adjoint Scientifique de l'INP (Physique de la matière condensée, systèmes complexes, approches multi-échelles)

Frédéric PETROFF, Directeur Adjoint Scientifique de l'INP (Physique de la matière condensée, nanosciences, propriétés électroniques)



NANOCAR RACE 2 : LES 24 HEURES DE TOULOUSE

La seconde édition de la Nanocar Race a été organisée au CEMES (Centre d'Elaboration des Matériaux et d'Etudes Structurales, UPR8011 laboratoire propre du CNRS à Toulouse) les 24 et 25 mars. Deux nanovoitures impliquant des chercheurs japonais étaient en lice.

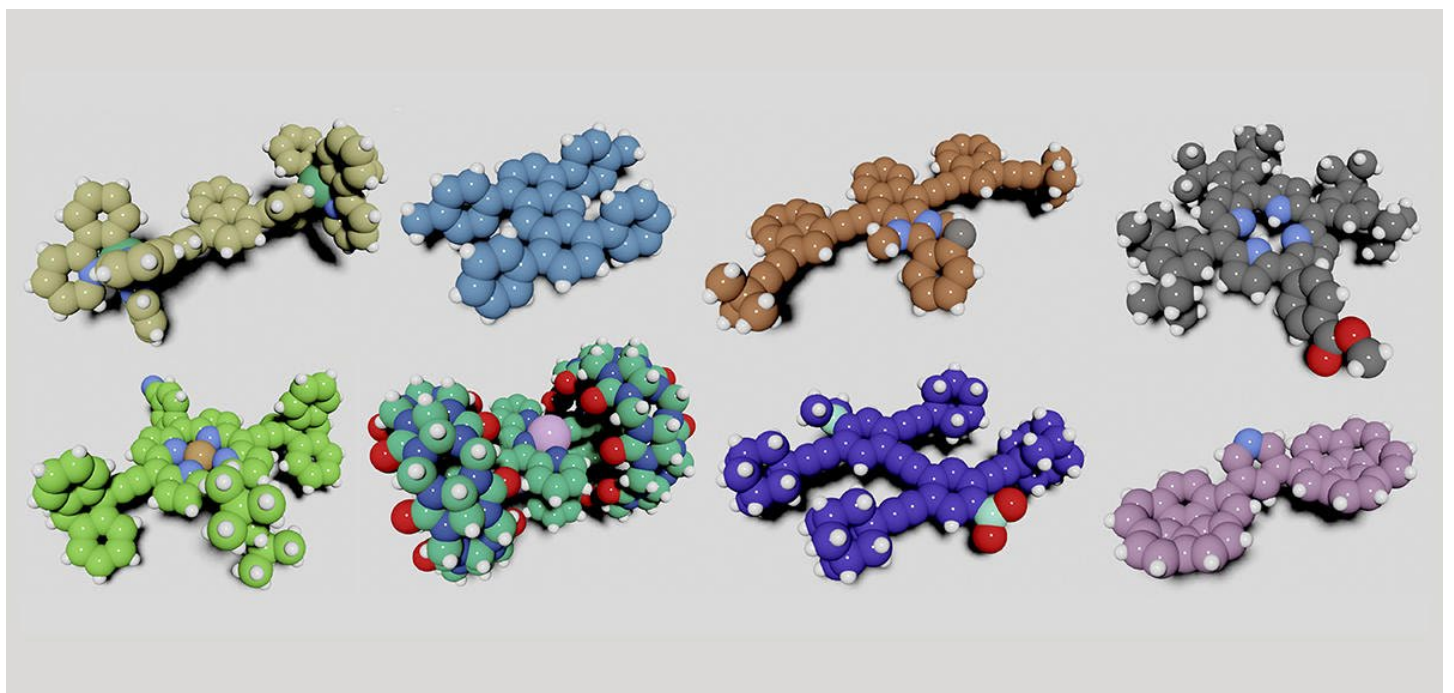
Cette course internationale de nanovoitures, organisée dans le cadre du projet européen MEMO (Mechanics with Molecule(s), Horizon 2020), est une **compétition scientifique** où une dizaine de **molécules d'une taille de quelques nanomètres** (milliardièmes de mètres), conçues dans différents pays, font la course sur une piste de 4 à 6 nanomètres de large trouvée sur la surface d'un cristal d'or.

Ce défi scientifique met en œuvre de la chimie de synthèse et des phénomènes physiques avancés : conception et synthèse de molécules-voitures, **microscopie à effet tunnel** haute résolution et technologie de conduite d'une molécule-voiture sur une surface. La première édition, en avril 2017, avait réuni plus de 100 000 spectateurs sur YouTube.

La Nanocar Race 2 a vu « s'affronter » les molécules conçues par 8 équipes venues de France, d'Espagne, de Suède, d'Allemagne, des Etats-Unis, d'Autriche et du Japon. **Deux nanovoitures en compétition impliquaient des chercheurs japonais** : l'une conçue au **NIMS** (National Institute of Materials Science, à Tsukuba) et l'autre préparée conjointement par le **NAIST** (Nara Institute of Science and Technology) et le **CEMES**.

La course, retransmise en direct sur YouTube comme pour la première édition, **durait 24 heures**. Un effort intense et continu pour les courageux pilotes qui ont fait avancer leur molécule nanomètre par nanomètre, ne laissant pas abattre par les crashes, les impasses et les obstacles sur la piste à la surface d'une pastille d'or de 8 millimètres de diamètre.

Les nanobolides des huit équipes sélectionnées pour la seconde édition de la NanoCar Race. La quatrième molécule en haut à droite est celle conçue par le NIMS-MANA (Tsukuba) ; la première en bas à gauche est celle préparée conjointement par le NAIST (Nara) et le CEMES (Toulouse).

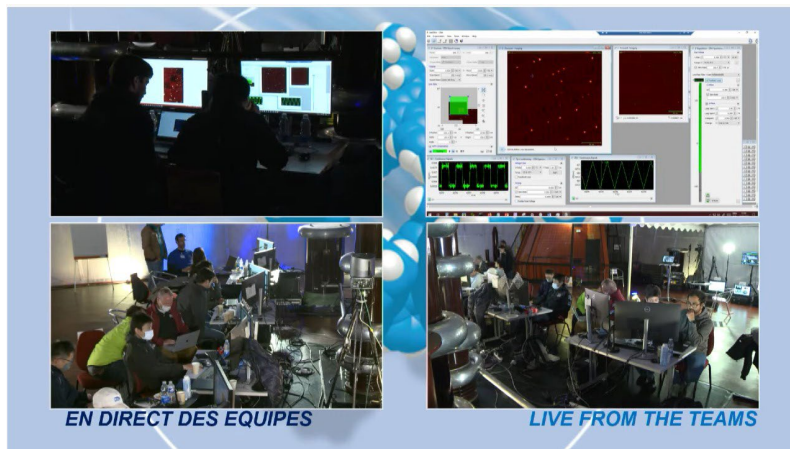




LA PHYSIQUE EN ASIE DU NORD-EST

POUR ALLER PLUS LOIN

- L'interview de Christian JOACHIM, concepteur et organisateur de la course, dans [CNRS Le Journal](#).
- Le compte-rendu des deux amphis de présentation de la course aux lycées français de Tokyo et de Kyoto, les 12 et 14 octobre 2021, sur le [site du bureau du CNRS à Tokyo](#).



Des équipes très concentrées pendant la course.
Crédit des photos : CEMES.

L'événement était ponctué d'interviews de chaque équipe et de classements intermédiaires relatant les progrès et les mésaventures des uns et des autres. Un reportage sur la Boule, le bâtiment emblématique du CEMES en forme de sphère de 25 mètres de diamètre qui a abrité un microscope électronique à 1 million de volts et où se déroulait la compétition, a également été diffusé.

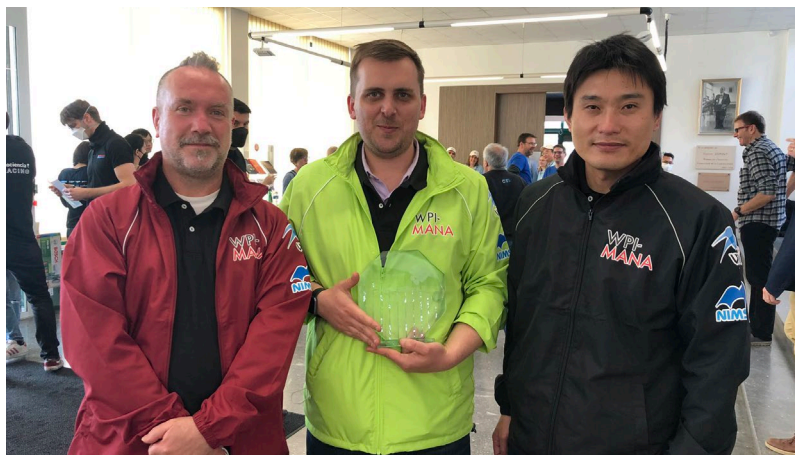
Au terme d'une course épique, **deux équipes ont remporté la victoire ex-aequo** : Nanohispa (Madrid/Linköping) avec 678 nanomètres parcourus et 54 virages et **NIMS-MANA (Tsukuba)** avec 1 054 nanomètres parcourus et 54 virages également. L'équipe StrasNanocar (Strasbourg) complète le podium ; la molécule franco-japonaise conçue conjointement par le CEMES et le NAIST finit en 6^e position avec 150 nanomètres parcourus et 10 virages.

Au-delà du caractère ludique de cette compétition, la Nanocar Race est une opportunité pour les chercheurs de mieux comprendre comment contrôler la trajectoire d'une seule molécule sur une surface sans la toucher, avec des **applications potentielles dans le domaine de la santé** (création de nanorobots pour le transport de molécules thérapeutiques dans le corps), **de l'environnement** (utilisation de molécule-robots pour la déconstruction de polluants atome par atome) **ou encore de l'industrie** (réduction de la taille d'un circuit électronique entier à la taille d'une seule molécule). •

Le classement final à l'issue de la compétition, le 25 mars.

NANOCAR RACE II					
The final RANKING at 11.10 am					
POSITION	TEAM NAME	COUNTRY	DISTANCE	# TURNS	INCIDENTS
1	MADRID-LINDKÖPING		678 nm	54	Changing lane for overpassing - Crash at 5.30 pm
1	TSUKUBA		1054 nm	54	Cross a trench and go back - jump across a trench *8
3	STRASBOURG		476 nm	28	Cross a trench * 3
4	GRAZ-HOUSTON		403 nm	15	Cross a trench * 2 Crash
5	DRESDEN		160 nm	9	Molecule jump onto the tip
6	TOULOUSE-NARA		150 nm	10	Molecule is lost again
7	OHIO		136 nm	17	Cross a trench * 2, one wheel
8	SAN SEBASTIAN		29 nm	0	

L'équipe du NIMS-MANA (Tsukuba) pose avec son trophée.



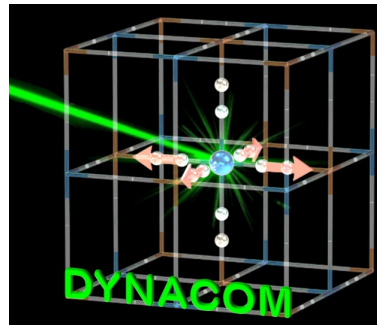


CRÉATION DE L'IRL DYNACOM

A l'occasion du lancement du nouveau laboratoire international de recherche DYNACOM (Dynamic Control of Materials), son co-directeur Eric Collet présente l'historique de cette collaboration ainsi que les grandes lignes de son programme scientifique.

LIRL DYNACOM (Contrôle Dynamique des Matériaux) est un laboratoire international de recherche entre le CNRS, l'Université de Tokyo et l'Université Rennes 1. Il est situé sur le Hongo Campus de l'Université de Tokyo, au Japon. Le Tokyo Institute of Technology, l'Université de Tohoku et l'Université de Kyoto au Japon, ainsi que l'Université de Nantes en France, sont partenaires du projet. DYNACOM est dirigé par les Professeurs Shin'ichi OHKOSHI à l'Université de Tokyo et Eric COLLET à l'Université de Rennes 1. Cet IRL résulte d'une collaboration de longue date entre le Japon et la France, initiée en 1996 et consolidée par la mise en place d'un laboratoire international associé (LIA, ancienne dénomination des IRP) IM-LED entre 2016 et 2021. La création de l'IRL DYNACOM en 2022 vise à renforcer cette collaboration à un niveau supérieur.

Les activités de recherche sont axées sur le développement de nouvelles fonctionnalités de matériaux. L'objectif est de **contrôler ces matériaux dans des conditions hors d'équilibre** en utilisant une **excitation lumineuse** et/ou un **champ électrique** pour contrôler diverses propriétés physiques telles que la ferroélectricité, le magnétisme, la conductivité ou encore les propriétés



POUR ALLER PLUS LOIN

Présentation de l'IRL DYNACOM sur le [site du bureau CNRS de Tokyo](#).

Cérémonie de signature du précédent projet IM-LED à l'ambassade de France au Japon, en 2016, qui a donné naissance en 2022 au nouveau laboratoire international de recherche DYNACOM.



optiques. Ces travaux trouveront **des applications potentielles autour de dispositifs optiques, mémoire, photonique, ou encore pour la conversion de l'énergie**.

L'IRL DYNACOM vise à développer différents types de contrôles physiques pour piloter des transformations ultra-rapides, cohérentes et coopératives de divers matériaux. Il est en effet possible d'utiliser divers stimuli optiques pour agir sur les matériaux à l'aide de différents types d'excitations utilisant la lumière UV, visible, infrarouge ou térahertz. Notre objectif est de **développer de nouveaux procédés pour améliorer l'efficacité des matériaux en réponse à ces stimuli externes**. Les sujets de recherche portent sur les matériaux photoactifs, les matériaux multi-ferroïques, les transitions isolant-métal, les processus de transfert de charge, les processus d'excitation électronique, le contrôle phononique ou encore les processus coopératifs induits par déformation élastique du réseau cristallin. Ces études nécessitent de mettre en place une approche multi-échelle en temps et en espace, de la molécule au matériau. **Le but est de contrôler la matière sur une échelle de temps ultra-rapide, inférieure au milliardième de milliardième de seconde, et ultra-petite, en particulier pour les nanomatériaux.**

Cette coopération internationale bénéficie de l'**expertise complémentaire des partenaires** dans la synthèse de matériaux innovants et le développement de méthodes avancées pour caractériser, étudier et piloter les propriétés physiques des matériaux de façon ultrarapide.

Cet IRL rattaché à l'INP (Physique) implique plus de vingt chercheurs et enseignants-chercheurs en France, une quinzaine au Japon, ainsi que des post-doctorants, doctorants et étudiants en master. ●

Eric COLLET



DEFINE2D : UN PROJET ANR-MOST SUR LES MATÉRIAUX BIDIMENSIONNELS À TAIWAN

Le projet DEFINE2D, financé par l'Agence Nationale de la Recherche et le Ministère de la Science et des Technologies de Taïwan, a pour objectif de contrôler les propriétés des matériaux bidimensionnels par l'ingénierie de défauts.

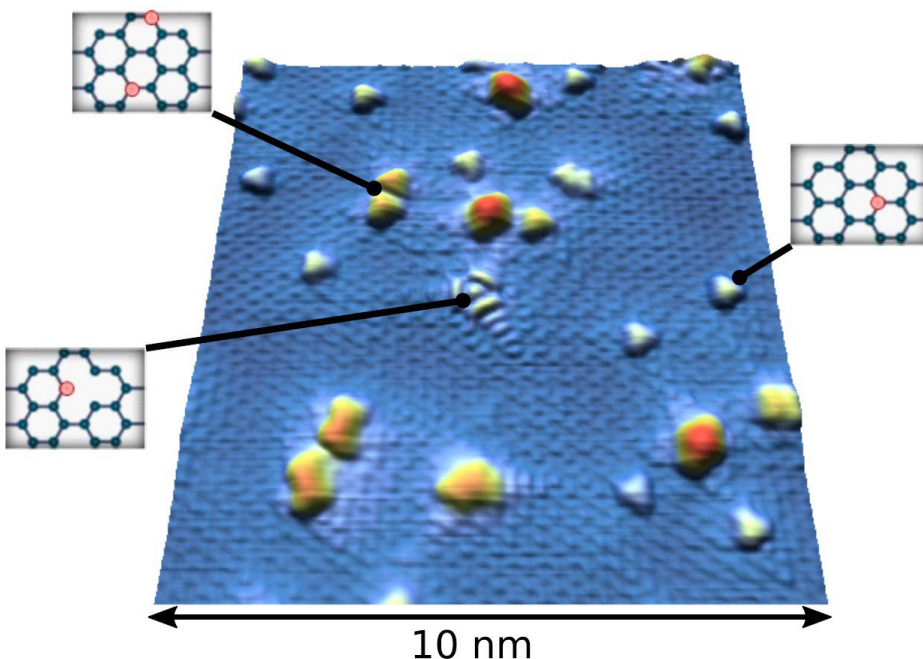
Les matériaux bidimensionnels (2D) constituent une nouvelle classe de matériaux qui sont **constitués d'un seul plan d'atomes**. Le premier matériau 2D à avoir été isolé est le **graphène** (en 2004) qui est fait d'un plan d'atomes de carbone arrangés en nid d'abeille. De nombreux autres matériaux 2D ont depuis été étudiés comme le nitrure de bore hexagonal, le phosphorène, les dichalcogénures de métaux de transition. La basse dimension confère à cette nouvelle classe de matériaux des **propriétés physiques exceptionnelles** qui les rendent très prometteurs pour des applications dans des domaines très variés comme **l'électronique, l'énergie ou la catalyse**.

L'un des défis actuels dans ce domaine est d'aller au-delà des propriétés intrinsèques des matériaux 2D et d'arriver à **moduler leur structure et leurs propriétés**. C'est de cette manière, par

POUR ALLER PLUS LOIN

- Fiche du projet sur le [site de l'ANR](#).
- Contact du chercheur : [M. Jérôme LAGOUTE](#), Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques.

Image de microscopie à effet tunnel de graphène dopé par de l'azote. Les schémas indiquent la structure des sites dopants (carbone en bleu, azote en rouge).



exemple, que la science et la technologie des semi-conducteurs s'est développée, en maîtrisant leur dopage qui consiste à introduire volontairement des impuretés en faible quantité.

Le projet DEFINE2D, financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et le Ministère de la Science et des Technologies de Taïwan (MOST), a pour objectif de **contrôler les propriétés des matériaux 2D par l'ingénierie de défauts**. Il s'agit de créer des défauts contrôlés dans différents matériaux 2D, afin d'obtenir de nouvelles propriétés. Les propriétés des défauts sont caractérisées par microscopie et spectroscopie à effet tunnel qui permet de mesurer la structure et les propriétés électroniques à l'échelle atomique.

Un exemple est le dopage du graphène par l'azote obtenu en remplaçant des atomes de carbone par des atomes d'azote. L'azote induit un dopage en électron qui permet d'envisager de l'ingénierie de bande pour des fonctionnalités électroniques, et induit également une modification locale de la densité électronique qui peut donner une fonctionnalité chimique ou catalytique au graphène.

Ce projet rassemble les compétences de deux laboratoires français, **MPQ** (Matériaux et Phénomènes Quantiques, UMR7162 CNRS/Université Paris-Cité) et **SPEC** (Service de physique de l'état condensé, UMR3680 CNRS/CEA Saclay), et de deux laboratoires Taïwanais, le Center for Condensed Matter Sciences à la **National Taiwan University** (NTU) et l'Institute of Physics de l'**Academia Sinica**.

Jérôme LAGOUTE



RETOUR SUR LES ACTIVITÉS DU GDRI MECMATPLA

L'école d'hiver du GDRI MECMATPLA s'est tenue en mars 2022. L'occasion de revenir sur les activités de ce réseau international de recherche sur les plasmas et l'astrophysique de laboratoire qui s'est terminé fin 2021.

Le GDRI (réseau international de recherche, ancien nom des IRN) **MECMATPLA** (Matter in Extreme Conditions: from MATerial science to Plasmas for Laboratory Astrophysics) est un groupement de recherche international du CNRS réunissant 5 pays : France, Japon, Royaume-Uni, Allemagne et États-Unis. Il fait suite à plusieurs programmes communs CNRS-JSPS depuis plus de 10 ans. MECMATPLA a débuté en 2014, a été renouvelé en 2017 et vient de se terminer fin 2021.

Ce groupement de recherche s'appuie sur l'avancée rapide de la technologie laser à haute puissance qui permet désormais aux chercheurs **de générer et d'observer des plasmas extrêmement chauds et à haute densité en laboratoire**. Sur les installations laser de grande puissance, des volumes de matière macroscopiques peuvent être amenés à des conditions pertinentes soit pour la combustion de DT (ICF) ou des situations d'astrophysique.

Ce programme de recherche international a permis de **rassembler un large spectre et un haut niveau d'expertise complémentaire dans la matière dense chaude, la physique pla-**

nétaire et les chocs en astrophysique, des expériences à la modélisation sur le plan international. Jusqu'à présent, cependant, ces communautés avaient des collaborations bilatérales sans efforts concertés de formation visant à développer ce nouveau domaine. Le GDRI a été l'occasion, par un réseau coordonné de scientifiques interdisciplinaires, d'augmenter considérablement son impact.

En outre, compte tenu des grandes installations laser et XFEL européennes, japonaises et de Rochester, le GDRI a permis de combiner les différentes communautés à travers des activités de rencontres de scientifiques, d'échanges d'informations et de compétence ainsi que commencer des collaborations multilatérales. Un point particulier a été de **former de jeunes doctorants et post-doctorants dans le domaine de la physique de la haute densité d'énergie qui vont constituer l'élite de demain**. Les activités du groupement de recherches s'est articulé autour de l'organisation d'écoles, de séminaires communs, réunions de travail et l'accès aux grandes installations.

Parmi toutes ces activités, **la tenue d'une école d'hiver biennale a constitué le phare de MECMATPLA**. La première a eu lieu en 2015 réunissant 55 participants et la dernière s'est tenue du 12 au 19 mars 2022 avec 85 participants dont 47 étudiants et 7 post-doctorants venant des 5 pays impliqués dans le programme. ●

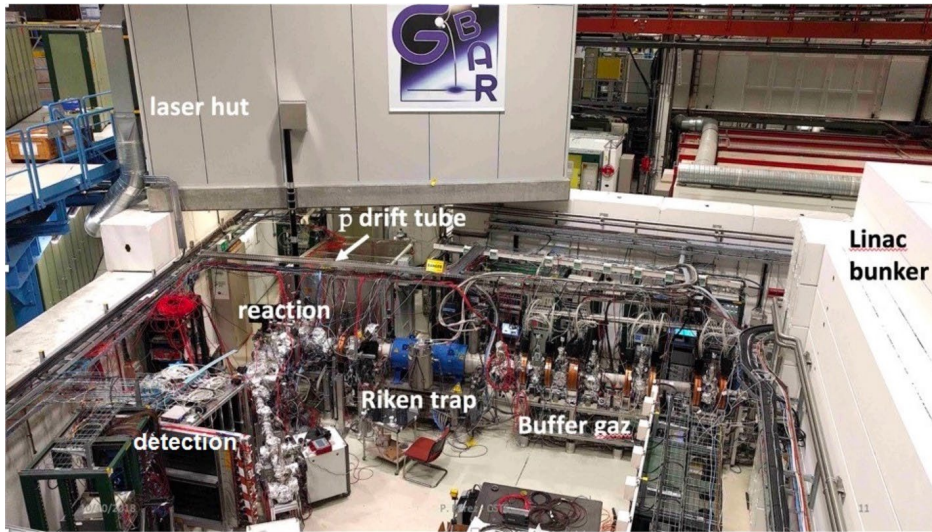
Dernière école d'hiver du GDRI MECMATPLA en mars 2022, qui a réuni 85 participants.
Source : Michel KOENIG.

Michel KOENIG



POUR ALLER PLUS LOIN

Interview de Michel KOENIG dans l'épisode « [Le cosmos dans le laboratoire](#) » du podcast La méthode scientifique (France Culture), 7 décembre 2021.



IRN GBAR : UNE EXPÉRIENCE INTERNATIONALE POUR TESTER LES THÉORIES DE PHYSIQUES FONDAMENTALES DE LA GRAVITATION

L'IRN GBAR (Gravitational Behavior of Antihydrogen at Rest), lancé en 2021 entre la France, l'Allemagne, la Suède, la Pologne, la Suisse, la Corée et le Japon, a organisé un workshop début décembre.

L'expérience GBAR (Gravitational Behavior of Antihydrogen at Rest) est destinée à **tester les théories de physiques fondamentales de la gravitation** (en particulier la Relativité Générale d'Einstein).

L'idée est de **fabriquer de l'antihydrogène ultra-froid** (quelques micro-degrés au-dessus du zéro absolu) et de **mesurer son temps de chute dans le champ de gravitation terrestre**. Selon la Relativité Générale, l'antihydrogène doit tomber comme l'hydrogène, alors que certaines théories prédisent une chute modifiée, voire une répulsion qui le ferait monter. Comme refroidir l'(anti)hydrogène par laser à ce genre de température est impossible, la collaboration GBAR travaille à fabriquer un ion composé de deux positrons et d'un antiproton (l'ion anti H-), de le refroidir par interaction avec des ions de Be⁺ que l'on sait bien refroidir par laser.

Cette expérience doit avoir lieu au CERN sur l'anneau ELENA, et **réunit une**

collaboration internationale incluant la France, l'Allemagne, la Suède, la Pologne, la Suisse, la Corée et le Japon. La collaboration est soutenue depuis 2021 par un IRN CNRS. C'était aussi l'année où ELENA délivrait un faisceau d'antiproton depuis la phase de test en 2018, site à l'arrêt du CERN pour une phase de construction. ELENA permet de plus décélérer et mieux refroidir les antiprotons fournis par le CERN ce qui facilite la réalisation d'expériences telles que GBAR.

Nous avons **organisé un workshop de la collaboration à Paris début décembre**, en présentiel pour les collaborateurs présents en Europe, et à distance pour les autres. La collaboration a pu discuter des premiers résultats de la décélération des antiprotons, des tests de la cible de positronium et les tests du système de piégeage des antiprotons décélérés. Nous avons ensuite réuni des spécialistes de l'interaction hydrogène-électron pour discuter de résultats théoriques nouveaux donnant la probabilité de fabriquer l'anti H-. Nos collaborateurs coréens ont montré les premiers tests du système de piégeage des antiprotons en partie développé au Japon. Un total de 44 membres de la collaboration ont participé à ce workshop, dont 32 présents à Paris. Onze exposés ont été présentés sur les 3 jours du colloque. ●

Paul INDELICATO

L'expérience GBAR au CERN.

- **RIKEN trap et buffer gaz** : système de refroidissement et piégeage des positrons fabriqués par l'accélérateur d'électrons de GBAR.
- **Reaction** : cible de positronium qui vont interagir avec les antiprotons pour créer l'anti-hydrogène.
- **p⁻ drift tube** : décélération finale des antiprotons fournis par l'anneau de stockage ELENA.

Source : Paul INDELICATO.

IRN GBAR : FICHE EXPRESS

Coordinateur français : Paul INDELICATO, UMR8552 Laboratoire Kastler Brossel (LKB)

Coordinateur coréen : Sun-kee KIM, Seoul National University

Chercheurs japonais impliqués : Yasunori YAMAZAKI, Ulmer Fundamental Symmetries Laboratory (RIKEN) ; Yasuyuki MATSUDA et Naofumi KURODA, Institute of Physics (Université de Tokyo)

Autres pays : Allemagne, Suède, Pologne, Suisse

Mots-clés : Physique fondamentale, Théorie de la gravitation, Structure de l'univers, Antimatière.



PICS "MANIPULATION D'EXCITATIONS FRACTIONNAIRES DANS LES LIQUIDES DE SPINS (MEFLS)"

Le chercheur Ludovic JAUBERT du Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine (UMR5798 CNRS/Université de Bordeaux) nous présente son projet international de coopération scientifique franco-japonais sur les liquides de spins.

Quand les électrons ne sont pas « satisfaits » de vivre ensemble, on parle de **frustration magnétique**. Cette frustration empêche certains matériaux de s'ordonner magnétiquement même aux plus basses températures, proche du zéro absolu. Dans notre vie de tous les jours, c'est comme si un verre d'eau ne pouvait jamais geler, même au milieu de l'Antarctique.

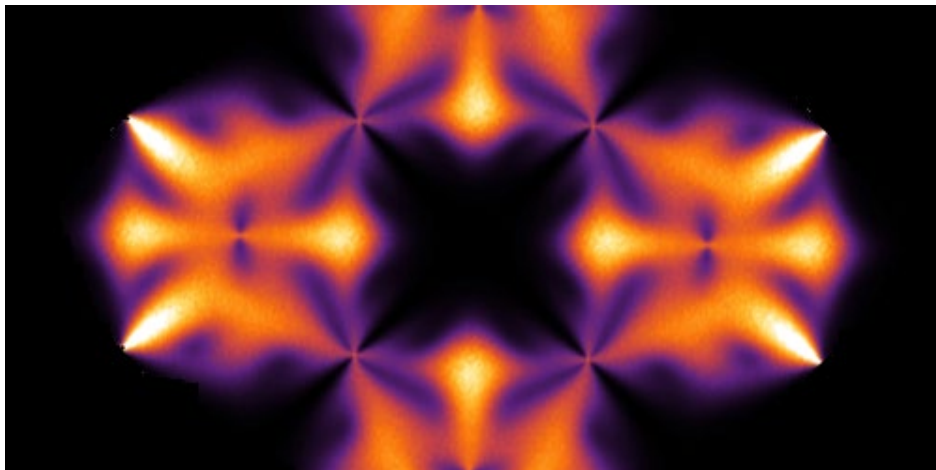
Pour les physiciens, cette frustration a ouvert une fenêtre sur un monde quantique qui reste généralement caché. Ces phases magnétiques qui ne s'ordonnent pas s'appellent des **liquides de spins**, aux propriétés remarquables. Nous avons ici à faire à des systèmes de basse énergie (de matière condensée) décrits mathématiquement par des théories des champs de hautes énergies (de physique des particules), avec par exemple des quasi-particules se comportant comme des monopoles magnétiques. C'est comme si nous pouvions **artificiellement reproduire un mini-univers dans un cristal** !

Durant cette collaboration avec Masafumi UDAGAWA (Université de Gakushuin), Tomonari MIZOGUCHI (Uni-

POUR ALLER PLUS LOIN

- Interview de l'American Physical Society ([YouTube](#)).
- "A Recipe for Finding Fractons", article paru dans le [magazine Physics](#).

Facteur de structure d'un liquide de spin tensoriel simulé par Monte Carlo.
Source : H. YAN et al., *Phys. Rev. Lett.* (2020).



versité de Tsukuba), Nic SHANNON (Okinawa Institute of Science and Technology) et nos collègues en Allemagne, nous avons exploré à l'aide de calculs analytiques et de simulations numériques s'il était possible d'aller au-delà des théories traditionnelles. Nous savions déjà que les quasi-particules de ces modèles frustrés pouvaient se comporter comme des charges magnétiques, où le plus et le moins s'attirent. Nous avons montré qu'en modifiant un peu ces modèles, il était **possible d'inverser l'interaction entre ces quasi-particules**. Les charges opposées s'attirent dorénavant, produisant une séparation de phases avec des amas distincts de charges positives d'un côté et négatives de l'autre.

Ces quasi-particules topologiques sont **prometteuses pour le stockage pérenne d'information**. Les fractons sont aussi particulièrement étudiés dans ce contexte, mais ils n'apparaissent que dans des théories des champs de rang supérieur, telles que l'électromagnétisme tensoriel où la charge électrique devient un vecteur. Ces théories sont connues, mais leur réalisation dans des modèles microscopiques réalistes reste un challenge. Nous avons construit un tel modèle, très proche du composé $Ba_3Yb_2Zn_5O_{11}$, où la structure tensorielle pourrait être mesurée par diffraction de neutrons (voir les singularités à quatre branches sur la figure). Les fractons sont donc peut-être à portée de main en jouant sur la composition chimique de ce matériau. Cette découverte a été mise en avant dans une interview de l'American Physical Society et dans leur magazine *Physics* (voir encadré). •

Ludovic JAUBERT



ENTRETIEN

ANDRÉS SANTANDER SYRO IRP "EXCELSIOR" (FRANCE/JAPON/ARGENTINE)

POUVEZ-VOUS NOUS PRÉSENTER LES GRANDES LIGNES DE VOTRE PARCOURS ACADÉMIQUE ?

Je suis colombien d'origine ; **j'ai fait ma licence et mon master en Colombie.** Après le master, je suis venu en France pour faire un autre master 2, puis ma thèse. J'ai ensuite fait deux postdocs, le premier à Chicago, aux Etats-Unis, et le deuxième en France. Enfin, j'ai réussi à obtenir un poste d'enseignant-chercheur à l'Université Paris-Sud (aujourd'hui Paris-Saclay).

QU'EST-CE QUI VOUS A DONNÉ ENVIE DE VENIR EN FRANCE ?

J'hésitais **entre les Etats-Unis et la France.** Finalement, une année avant de choisir, je suis venu en Europe pour la première fois, pour aller à une conférence en Italie. A cette occasion, j'ai pu visiter Paris et ça m'a beaucoup plu.

L'autre raison est qu'**à l'époque je voulais travailler sur l'optique quantique ; or, la France est un des référents mondiaux dans ce domaine.** Finalement, j'ai eu la chance d'avoir un très bon enseignant en matière



Andrés SANTANDER SYRO est enseignant-chercheur à l'Université Paris-Saclay. Il est le coordinateur français du projet international de recherche EXCELSIOR (Etats électroniques exotiques dans les matériaux corrélés et fonctionnels), lancé avec l'Argentine et le Japon en 2021.

condensée pendant mon master 2, ce qui a changé mon point de vue et m'a convaincu de travailler sur ce sujet. Depuis, je suis très content d'avoir choisi cette thématique de recherche et d'être venu en France.

DANS LE CADRE DE VOTRE IRP « EXCELSIOR », VOUS ÉTUDIEZ LES OXYDES DE MÉTAL DE TRANSITION. POUVEZ-VOUS NOUS EXPLIQUER DE QUOI IL S'AGIT ET POURQUOI VOUS AVEZ DÉCIDÉ DE TRAVAILLER SUR CE SUJET ?

On appelle « métaux de transition » **tout ce qui se trouve au milieu du tableau périodique des éléments**, c'est-à-dire la sorte de bloc rectangulaire entre les deux longues colonnes à gauche et à droite. Comme il y en a beaucoup, les oxydes de ces métaux constituent une famille de matériaux très vaste.

Il y a deux choses intéressantes avec les oxydes de métaux de transition. La première, c'est qu'ils ont des **propriétés très particulières qui peuvent donner lieu à des applications potentielles.**

.....

« Les propriétés remarquables des oxydes de métaux de transition sont liées à la façon dont les électrons se comportent dans ces matériaux. (...) Les conséquences de ces interactions ne sont pas encore complètement comprises d'un point de vue fondamental. »

.....



Par exemple, certains de ces oxydes présentent une **supraconductivité** à haute température ; autrement dit, si on les refroidit en-dessous d'une certaine température, typiquement de l'ordre de l'azote liquide, le courant électrique peut passer sans aucune résistance. D'autres ont une propriété qui s'appelle la **magnétorésistance**. En appliquant un petit champ magnétique, la résistance du matériau, c'est-à-dire sa capacité à conduire le courant, peut changer de plusieurs ordres de grandeur. C'est une façon pas chère de faire des zéros et des uns (le courant électrique passe ou pas), ou encore de stocker l'information. Et encore, ce sont seulement deux exemples parmi plein d'autres !

La seconde raison pour laquelle je m'intéresse aux oxydes de métaux de transition, c'est que toutes leurs propriétés remarquables sont **liées à la façon dont les électrons se comportent dans ces matériaux**. En fait, dans ces matériaux les électrons interagissent fortement entre eux. Or, les conséquences de ces interactions ne sont pas encore complètement comprises d'un point de vue fondamental ; **ça remet en question la théorie quantique conventionnelle sur les électrons**

LE PROGRAMME ECOS

Le programme ECOS (évaluation - orientation de la coopération scientifique) est une initiative du MEAE (Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères) et du MESRI (Ministère de l'Education Supérieure, de la Recherche et de l'Innovation) pour renforcer et coordonner la coopération dans le domaine de la recherche scientifique avec l'Amérique latine. Lancé avec le Chili en 1992, il s'est étendu successivement à l'Uruguay, l'Argentine, la Colombie, le Venezuela et le Mexique. (Source : MEAE).

Changement d'énergies électroniques lors de la transition d'un état conducteur à 180K vers un état isolant à 60K du matériau V_2O_5 . Ces expériences, qui ont fait récemment l'objet d'un papier à *Science Advances* [M. Thees et al, *Science Advances* 7, eabj1164 (2021)], ont été faites en collaboration avec nos partenaires japonais dans le cadre de l'IRP EXCELSIOR.

dans les solides. Ma recherche s'intéresse donc surtout à l'étude expérimentale, d'un point de vue fondamental, des propriétés électroniques de ces matériaux.

VOUS AVEZ DÉCIDÉ DE LANCER CET IRP AVEC L'ARGENTINE ET LE JAPON. QUELS AVANTAGES VOYEZ-VOUS À COLLABORER AVEC CES PAYS ?

La première raison est « historique » : j'avais déjà beaucoup de collaborations et de publications avec l'Argentine et le Japon sur ces sujets. Développer un projet international de recherche avec eux faisait sens puisque cela contribuait à renforcer nos activités communes.

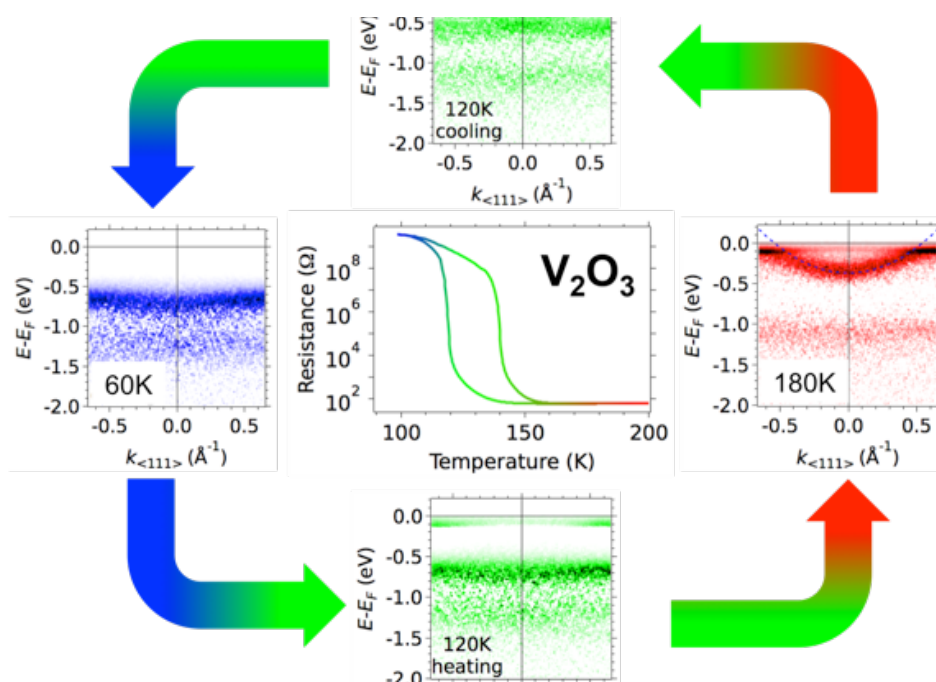
Le Japon a de très bons groupes de recherches en oxydes de métaux de transition d'une part, et en spectroscopie électronique d'autre part. C'est **un des leaders dans le monde pour la spectroscopie électronique de photoémission**, une méthode dont nous nous servons pour étudier et essayer de comprendre ces matériaux.

Par ailleurs, l'Argentine dispose d'**excellents théoriciens** dans ce domaine. Nous collaborons avec eux depuis presque dix ans, donc c'est venu assez naturellement.

EST-CE QUE VOUS ENVISAGEZ D'ÉLARGIR CETTE COOPÉRATION À LA COLOMBIE ?

Jusqu'à récemment, il y avait peu de groupes qui travaillaient sur ce sujet en Colombie, mais **on commence à collaborer avec une équipe de Bogota**, qui nous envoie des échantillons et avec qui on a déjà des premiers résultats. J'espère pouvoir lancer prochainement des collaborations formelles avec la Colombie.

Cette année on a essayé de monter un projet ECOS (voir encadré) ; malheureusement cela n'a pas marché parce que c'est très compétitif, mais dès qu'on





Salle de manipulation à l'Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (ISMO), Université Paris-Saclay. Source : Andrés SANTANDER SYRO.

commencera à avoir des résultats publiés on réessaiera.

AVEZ-VOUS D'AUTRES PERSPECTIVES POUR L'AVENIR À PART CET ÉLARGISSEMENT ?

Mon équipe et moi allons (enfin!) réaliser notre **première mission depuis le début de l'IRP**, qui a malheureusement coïncidé avec l'apparition de la pandémie. Nous partons en Argentine pour 3 semaines, dont deux semaines à Buenos Aires et une semaine à Bariloche. Cette mission nous permettra d'avancer sur plusieurs travaux en cours, mais aussi de suivre une formation sur une technique théorique qui est maintenant très importante pour nous en tant qu'expérimentateurs. **J'ai hâte de pouvoir revenir au Japon** également! ●

Propos recueillis par Clément DUPUIS

IRP EXCELSIOR : FICHE EXPRESS

Coordinateur français : Andrés SANTANDER SYRO, UMR8214 Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (ISMO)

Coordinateur japonais : Hiroshi KUMIGASHIRA, NanoPhysical Chemistry Lab, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM), Université du Tohoku

Coordinateur argentin : Rubén WEHT, Dept of Condensed-Matter Physics. Atomic National Energy Commission (CNEA) & CONICET

Mots-clés : Oxydes de métal de transition, Transitions métal-isolant, Matériaux à électrons corrélés, Gaz d'électrons 2D, Nano-domaines magnétiques, Spectroscopie de photoémission, Calculs numériques de structure électronique.



Cette spirale, qui ne mesure que quelques dizaines de micromètres, a été reproduite à la surface d'un verre métallique - un alliage aux propriétés exceptionnelles - grâce au procédé de thermoformage. Les fissures proviennent de la rupture du moule lors de l'essai et ont été "tatouées" en même temps que la spirale ! Cette image fait partie des lauréats du concours Mécapixel 2021.

© Loïcia GAUDILLIERE / SIMAP / CNRS Photothèque (référence : 20220011_0003).



EXPLOREZ LES PRÉCÉDENTS NUMÉROS POUR DÉCOUVRIR D'AUTRES COOPÉRATIONS DE L'INP EN ASIE DU NORD-EST

[Numéro 10 \(Février 2022\)](#)

- Présentation des nouvelles coopérations du CNRS lancées en 2022 en Asie du Nord-Est, dont les laboratoires internationaux de recherche **JFAST** et **DYNACOM** (présentés dans ce numéro), le réseau international de recherche **MHEDP** (Magnetized High Energy Density Physics on large scale facilities) et le projet international de recherche **EXTREME** (Block Copolymer Ordering and Crystallization in Extreme Conditions of Confinement) de l'INP.

[Numéro 8 \(Juillet 2021\)](#)

- Annonce des lauréats du [programme doctoral CNRS-Université de Tokyo](#), dont deux, Simona Cocco et Guillaume Bachelier, sont rattachés à l'INP.
- Communiqué sur une publication dans *Nature Communications* de l'**IRP ESEC** (Excitations in correlated electron systems driven in the gigahertz range).

[Numéro 7 \(Avril 2021\)](#)

- Présentation des activités et d'une publication dans *Nature Communications* de l'**IRP IM-LED** (Impacting Materials with Light and Electric Fields and Watching Real Time Dynamics) qui est devenu en 2022 l'IRL **DYNACOM** présenté en page 9 de ce numéro.

ACTUALITÉS DU CNRS EN ASIE DU NORD-EST



Prof. Kae NEMOTO, l'ambassadeur et M. KITSUREGAWA, Directeur Général du National Institute of Informatics. © Ambassade de France au Japon.

IRP SMOLAB (JAPON)

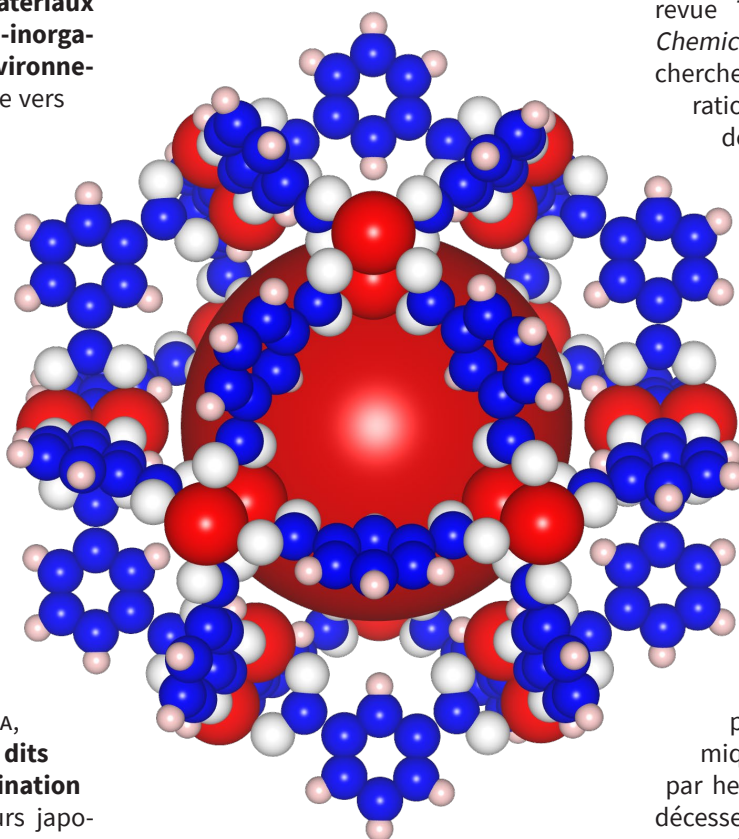
DEUX PUBLICATIONS ET UNE VIDÉO DE PROMOTION POUR L'IRP SMOLAB

Initié par les professeurs Susumu KITAGAWA (Université de Kyoto), Shuhei FURUKAWA (Université de Kyoto) et David FARRUSSENG (CNRS), le Small Molecule Laboratory (Smolab) est un projet de recherche international (IRP) inauguré en octobre 2018. La thématique de recherche porte sur la découverte de nouveaux concepts de **matériaux poreux hybrides organiques-inorganiques pour l'énergie et l'environnement**, un point clé de l'avancée vers une société plus durable.

Smolab est composé d'universités et de pôles d'excellence en France et au Japon, comme l'**Institut des sciences intégrées de la cellule au matériaux (iCeMS)**, l'Université de Kyoto, et deux laboratoires du CNRS : l'**IRCELYON** (Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon, UMR5256 avec l'Université de Lyon) et l'**IR-CP** (Institut de Recherche de Chimie Paris, UMR8247 avec l'Université PSL).

Dans la lignée des découvertes du Prof. KITAGAWA, **pionnier des matériaux dits « polymères de coordination poreux » (PCP)**, les chercheurs japonais et français étudient le comportement physicochimique de nouveaux composés hybrides et les mécanismes

Représentation d'une cavité poreuse d'un solide hybride "MOP". Source : David FARRUSSENG.



d'interactions entre de nouveaux matériaux nanoporeux et des petites molécules telles que le CO₂ ou l'acétylène.

Pour en savoir plus, n'hésitez pas à regarder la vidéo de promotion de l'IRP, disponible sur YouTube (voir encadré).

Le travail collaboratif au sein de ce projet international de recherche très dynamique entre le CNRS et l'Université de Kyoto a récemment donné lieu à deux publications.

Dans la première, parue dans la revue *The Journal of the American Chemical Society* (voir encadré), des chercheurs de l'IRCELYON en collaboration avec une équipe de l'iCeMS de Kyoto, des chercheurs du laboratoire de chimie de la matière condensée de Paris et de l'Université de Regensburg ont récemment mis en œuvre de nouvelles entités moléculaires, les **Metal-Organic Polyhedra (MOP)**, voir illustration, sous une forme polymérique afin de **catalyser la transformation du dioxyde de carbone en acide formique** par action de la lumière visible.

Grâce à leur conception rationnelle, ces nouveaux catalyseurs hétérogènes à base de rhodium produisent près de 3 grammes d'acide formique par gramme de catalyseur et par heure, surpassant tous leurs prédécesseurs. **Ces nouveaux systèmes catalytiques combinent à la fois la réduction d'un gaz à effet de serre et la production d'une molécule ré-**



Acétylène reportée comme carburant pour pile à combustible.

La seconde publication, parue dans la revue *Nature Chemistry* (voir encadré), porte sur le **stockage en toute sécurité de gaz inflammables, tels que l'acétylène**, qui est primordial pour les activités industrielles actuelles. Cependant, la plage étroite de pression et de température requise pour l'utilisation de l'acétylène pur ($100 < P < 200$ kPa à 298 K) et son comportement explosif à des pressions plus élevées rendent son stockage et son relargage difficiles. Des matériaux poreux hybrides appelés « **metal-organic frameworks** » (MOF) – formés par la coordination d'ions métalliques à des ligands organiques – ont la **capacité d'adsorber une très grande quantité de gaz et de vapeurs**. De plus ces structures peuvent se montrer flexibles, c'est-à-dire se déformer lors de l'adsorption et le relargage de molécules invitées à des pressions seuils. Cette propriété particulière fait des MOF une classe d'adsorbants prometteurs pour des applications de stockage de gaz.

Les chercheurs de l'IRCP avec une équipe de l'iCeMS de Kyoto, et des chercheurs d'Air Liquide montrent ici que les pressions pour l'adsorption et la libération de gaz d'une série de MOF interpénétrés peuvent être contrôlées par la fonctionnalisation des ligands organiques, faisant partie du réseau du MOF, avec des groupes fonctionnels précis. En effet, la modification du ratio de ses fonctions dans le réseau affecte l'énergie de déformation de la structure, qui en retour impacte son comportement d'adsorption et de désorption. Les matériaux présentés dans cet article offrent de bonnes performances pour le stockage de l'acétylène avec une capacité utilisable de ~ 90 v/v (77 % de la quantité totale) à 298 K et sous une plage de pression pratique (100–150 kPa). Comparativement à une bouteille d'acétylène pure compressée, le système « MOF » peut contenir **36 fois plus d'acétylène dans les mêmes conditions de pression et de température**.

David FARRUSSENG
François-Xavier COUDERT



Alexandre LEGRAND, Elsie Alessandra QUADRELLI et David FARRUSSENG discutent en visio-conférence avec Shuhei FURUKAWA. Extrait de la vidéo de promotion de l'IRP Smolab.



Institut
de Recherche
de Chimie Paris



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

RÉFÉRENCES

- “Rhodium-Based Metal–Organic Polyhedra Assemblies for Selective CO₂ Photoreduction”. Ashta C. GHOSH, Alexandre LEGRAND, Rémy RAJAPAKSHA, Gavin A. CRAIG, Capucine SASSOYE, Gábor BALÁZS, David FARRUSSENG, Shuhei FURUKAWA*, Jérôme CANIVET*, and Florian M. WISSER*. *J. Am. Chem. Soc.* (2022, 144, 8, 3626–3636). [Voir en ligne](#).
- “Tunable acetylene sorption by flexible catenated metal–organic frameworks”. Micaele BONNEAU, Christophe LAVENN, Jia-Jia ZHENG, Alexandre LEGRAND, Tomofumi OGAWA, Kuniyoshi SUGIMOTO, Francois-Xavier COUDERT, Regis REAU, Shigeyoshi SAKAKI, Ken-ichi OTAKE and Susumu KITAGAWA. *Nature Chemistry* (2022). [Voir en ligne](#).

POUR ALLER PLUS LOIN

- La [vidéo de promotion](#) de l'IRP sur YouTube.
- Le [communiqué de presse](#) de l'INC sur les MOP.



INSTITUTIONNEL

REMISE DES INSIGNES DE L'ORDRE NATIONAL DU MÉRITE AU PROFESSEUR KAE NEMOTO

L'ambassadeur de France au Japon, M. Philippe SETTON, a remis le 2 mars 2022 les insignes d'**Officier dans l'Ordre National du Mérite** à Mme Kae NEMOTO, Professeur au National Institute of Informatics (NII) et à l'Université Sokendai, **co-directrice du Laboratoire Franco-Japonais d'Informatique (CNRS-JFLI)** et spécialiste de l'informatique quantique.

Diplômée d'un doctorat en physique en 1996 au sein de la prestigieuse Université Ochanomizu à Tokyo, Mme NEMOTO a par la suite obtenu un poste au National Institute of Informatics à Tokyo 2003 et à l'université Sokendai en 2005. En 2010, elle est nommée Professeur au sein de ces deux institutions.

Son **lien privilégié avec la France** n'a cessé de croître au fil des années. Au-delà de ses responsabilités de co-di-

POUR ALLER PLUS LOIN

Le site internet du [laboratoire international de recherche JFLI](#).

rectrice au sein du JFLI depuis 2015, sa **contribution à la coopération scientifique bilatérale dans le domaine de l'information quantique remonte à la fin des années 2000**. La qualité de ses travaux reconnus tant sur la scène japonaise qu'internationale, se traduit également par une participation à de multiples conférences internationales, ainsi qu'à la prise de responsabilités dans le cadre de programmes nationaux, comme le **programme Q-LEAP** où Prof. NEMOTO est à la fois responsable d'un projet de recherche fondamentale ainsi que d'un programme de formation.

Lors de cette cérémonie de remise de décoration, Prof. Kae NEMOTO a été mise à l'honneur pour son parcours brillant et sa contribution au renforcement des échanges entre la France et le Japon dans le domaine stratégique de l'informatique quantique.

(Originellement publié sur le [site de l'ambassade de France au Japon](#))

Prof. Kae NEMOTO, l'ambassadeur et M. KITSUREGAWA, Directeur Général du National Institute of Informatics. © Ambassade de France au Japon.

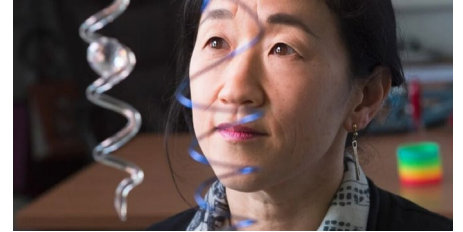




EN BREF

CHIMIE : INTERVIEW DE LA CHERCHEUSE REIKO ODA (IRP NCAP)

Reiko ODA, directrice de recherche au CNRS et porteuse du projet international de recherche en chimie **NCAP** (Nanostructures Chirales pour Applications Photoniques) avec l'Université de Kumamoto, a réalisé une [interview avec l'Ambassade de France au Japon](#) à l'occasion de la **Journée Internationale des Droits des Femmes**, le 8 mars.

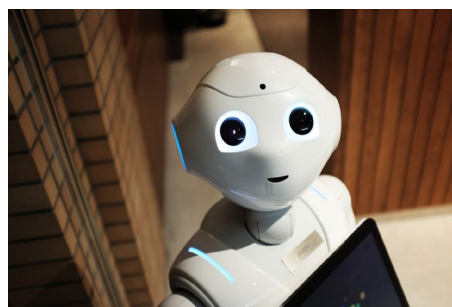
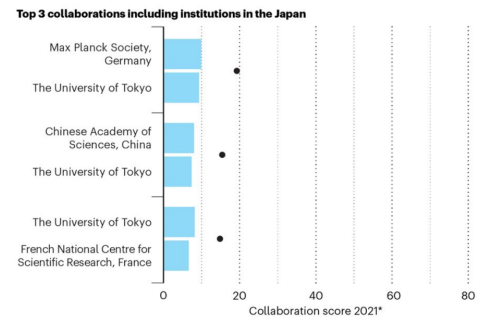


ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT : COMMUNIQUÉ DE L'INEE SUR LES RECHERCHES D'EMMANUEL GARNIER (IRN RISCDIS)

L'INEE a publié un [communiqué](#) sur les recherches d'Emmanuel GARNIER, qui travaille en coopération avec des chercheurs japonais sur **le rôle de la mémoire collective dans la résilience des sociétés face aux catastrophes naturelles**. Cette collaboration a fait l'objet d'un PICS (SECURE : Safe, sECURE and RESilient Societies) et plus récemment d'un IRN (**RISCDIS** : Trajectoires de résilience des sociétés aux catastrophes naturelles) avec l'Université de Kyoto et l'Université du Tohoku.

LA COLLABORATION ENTRE LE CNRS ET L'UNIVERSITÉ DE TOKYO EST LA TROISIÈME PLUS IMPORTANTE DU JAPON

Un [article du journal Nature](#) recensant les principales collaborations internationales dans les pays leaders en production scientifique, paru le 9 mars, a démontré que **la coopération entre l'Université de Tokyo et le CNRS est la troisième plus importante du Japon**, derrière la Max Planck Society (Allemagne) et la Chinese Academy of Science (Chine). Des chiffres qui confortent le CNRS dans son ambition de monter un [partenariat stratégique](#) avec l'Université de Tokyo.



SHS : PUBLICATION D'UN ARTICLE DE SÉBASTIEN LECHEVALIER (IFRJ-MFJ) DANS LE MONDE

Sébastien LECHEVALIER, chercheur à l'**Institut français de recherche sur le Japon à la Maison Franco-Japonaise (IFRJ-MFJ)** et président de la Fondation France-Japon de l'EHESS, a publié un [article dans le quotidien Le Monde](#) sur la **présence croissante de robots dans les maisons de retraite japonaises** et leur impact, à la fois sur les personnes âgées dépendantes et sur les conditions de travail du personnel.

Légende et crédit photos de haut en bas :

- Portrait de Reiko ODA, Ambassade de France au Japon.
- Dépôts bâchés de terre radioactive dans la commune de Iitate, Préfecture de Fukushima, Emmanuel GARNIER.
- Graphique sur le top 3 des collaborations internationales au Japon, *Nature Index*.
- Pepper, robot humanoïde développé par la société SoftBank Robotics, Unsplash.



**CNRS - Direction Europe de la Recherche et
Coopération Internationale**

Bureau de Tokyo pour l'Asie du Nord-Est

Bulletin n°11

Date de publication : avril 2022

Responsable de publication : Clément DUPUIS

Contact : clement.dupuis [at] cnrs.fr

Bureau CNRS de Tokyo pour l'Asie du Nord-Est
c/o Ambassade de France au Japon
4-11-44 Minami Azabu, Minato-ku
Tokyo 106-8514
JAPON

Tél : +81-3-5798-6183

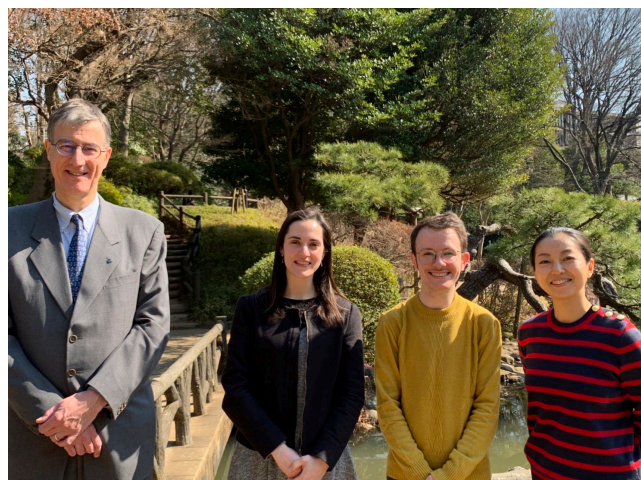
Fax : +81-3-5798-6179

<https://tokyo.cnrs.fr/>

<https://twitter.com/CNRSinJapan>

Ont également contribué à ce numéro : Eric COLLET, François-Xavier COUDERT, Thierry DAUXOIS, Benoît DEVINCRE, David FARRUSSENG, Paul INDELICATO, Ludovic JAUBERT, Michel KOENIG, Jérôme LAGOUTE, Jacques MALEVAL, Frédéric PETROFF, Andrés SANTANDER SYRO.

Source des photos des première et dernière pages :
Unsplash, bibliothèque en ligne d'images libres de droits.
Icônes : icon8.



L'ÉQUIPE DU BUREAU DE TOKYO POUR L'ASIE DU NORD-EST

(de gauche à droite) Jacques MALEVAL, Camille PAINBLANC, Clément DUPUIS, Ryuko NAKAMURA

Bienvenue à Camille PAINBLANC qui a rejoint en mars le bureau de Tokyo en qualité de gestionnaire administrative des laboratoires internationaux de recherche (IRL).



Office for North-East Asia
Japan - Taiwan - South Korea



30th anniversary
1991-2021