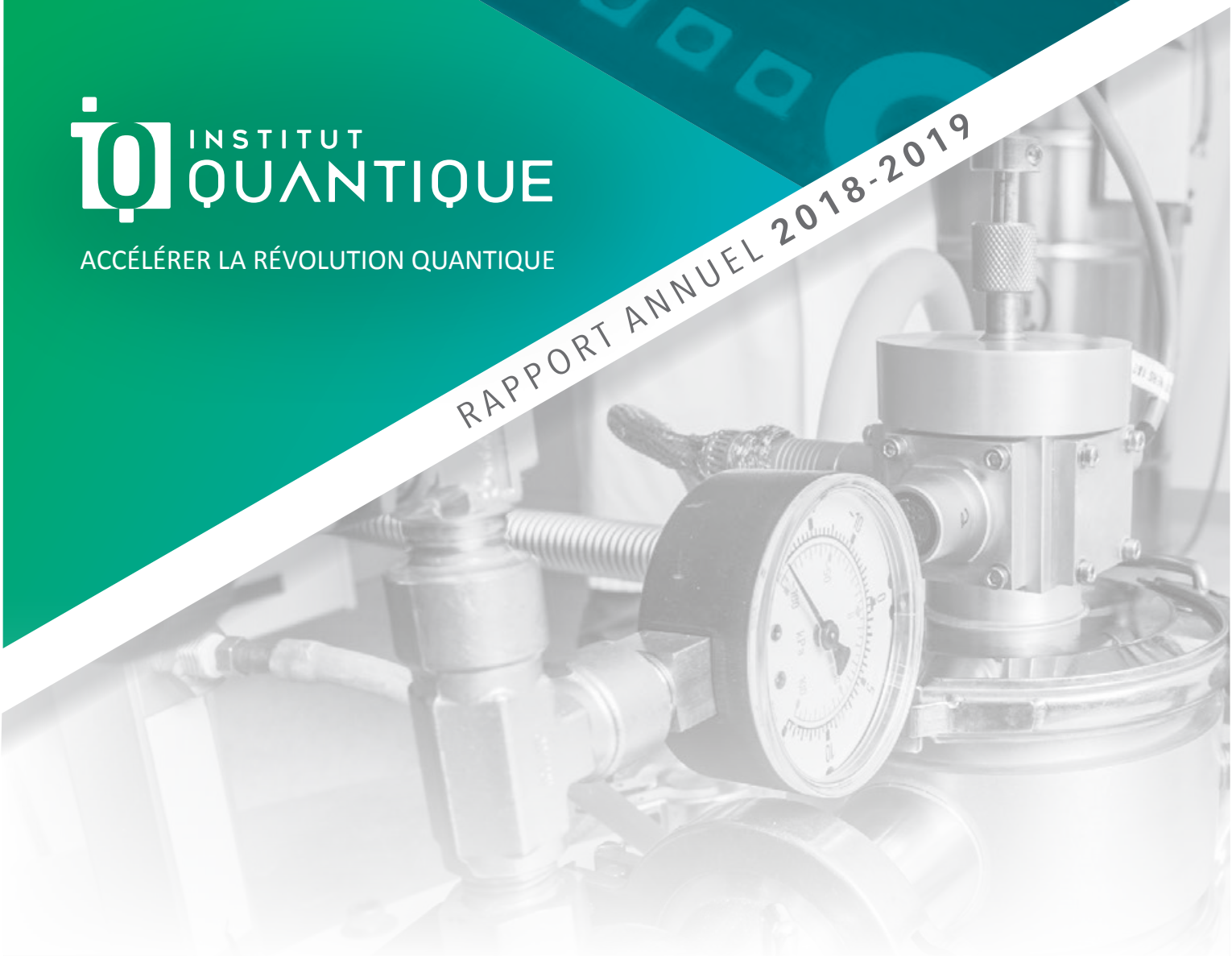
INSTITUT QUANTIQUE

ACCÉLÉRER LA RÉVOLUTION QUANTIQUE

RAPPORT ANNUEL 2018-2019



UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

LA VISION

L'Institut quantique (IQ) de l'Université de Sherbrooke croit que des technologies transformatrices émergeront des sciences quantiques et que cette révolution quantique aura une influence sur notre société et sur notre vie quotidienne.

LA MISSION

Avec son expertise unique, l'IQ accélère la révolution quantique. Notre mission est d'être un acteur clé de cette révolution en nous positionnant en tant que leader mondial de la recherche interdisciplinaire et de la formation en sciences des matériaux quantiques, de l'information quantique et de l'ingénierie quantique.

TABLE DES MATIÈRES

MOT DU DIRECTEUR 5

À PROPOS DE L'INSTITUT 6

FAITS SAILLANTS 7

Financement de la chaîne innovation intégrée pour innover et commercialiser 7

Le rendez-vous Femmes en physique 2018 à Sherbrooke 8

L'IQ ira en orbite 10

Programme FONCER : Réduire l'écart entre la science et les technologies 12

SCIENCE ET TECHNOLOGIE 16

Max Hofheinz et la photonique Josesphson 16

Couplage cohérent spin-photon utilisant un qubit d'échange résonant 17

Simuler la nature sans l'imiter 19

Unir des concepts d'information quantique et de matériaux quantiques 20

Au cœur de la supra-conductivité à haute température 22

Amplificateurs quantiques Sébastien Jézouin - Udson Mendes 24

Fortes interactions et modèle de Fermi-Hubbard 25

Arash Akbari-Sharbaf 26

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE 28

Formation physicien, profession entrepreneur 28

Générer des nombres aléatoires et créer une entreprise 30

PRIX ET DISTINCTIONS 32

2018 Radiation Instrumentation Early Career Award 32

Prix Kamerlingh Onnes 2018 33

La Société royale du Canada remet ses distinctions 34

Relève étoile Louis-Berlinguet Mars 2019 34

Prix Adrien-Pouliot 35

Prix de vulgarisation 35

Prix inspiration 2018 36

Prix d'enseignement 36

COLLABORATIONS ET PARTENARIATS 37

Participer aux efforts internationaux – OpenSuperQ 37

Ouvrir nos portes aux autres joueurs dans l'écosystème canadien – NRC 37

Annonce de projets quantiques pancanadiens 38

SENSIBILISATION ET FORMATION 39

Conférence étudiante en quantique du Canada - CGQC 39

Un franc succès pour un atelier rassembleur 40

Atelier scientifique : Spin Canada 41

École d'été internationale sur les Méthodes numériques pour matériaux quantiques 42

Colloque annuel 2018 – 4 Mai 2018 43

PERSONNES 44
Programme de bourses postdoctorales de l'IQ 44
Clément Godfrin 44
Alexandru Petrescu 45
Ryan Foote 46
Mathieu Massicotte 47
Sanghita Sengupta 48

IQ EN CHIFFRES 49
1er avril 2018 au 31 mars 2019 49

VISITEURS DE L'IQ 51

MEMBRES – AXES ET OBJECTIFS DE RECHERCHE 52

PERSONNEL 56

CONSEIL D'INSTITUTS 58

CONSEIL D'ORIENTATION 58
Claude Jean, Marie d'Iorio, Raymond Laflamme, Denis Thérien, Rémi Quirion 58

CONSEIL SCIENTIFIQUE 58
David Danovitch, David DiVicenzo, Michel Devoret, David Reilly, Antoine Georges 58

COLLABORATEURS ET PARTENAIRES DE L'IQ 59
Institutions Internationales 59
Institutions Canadiennes 60
Industrie et Gouvernement 60

PRIX ET MENTIONS 61
Prix Internationaux 61
Prix Nationaux 61
Prix Provinciaux 61
CGQC 2018 61
INTRIQ – CONFETI 61
Université de Sherbrooke 61

FINANCES 62

PUBLICATIONS DE 2018 63
Journaux avec revue 63
Actes de conferences 66
Présentations de conference 68
Preprints 71
Dans les médias 72
Thèses et mémoires 72
Propriété intellectuelle 73

MOT DU DIRECTEUR

Encore une année chargée pour l'Institut quantique et ses chercheuses et chercheurs où plusieurs actions entreprises lors des premières années d'existence de l'institut ont pris forme. On pense par exemple au financement de 20,5M$ octroyé par le gouvernement du Québec pour le projet Chaîne d'innovation intégrée dont fait partie l'IQ. Une autre grande réussite est le financement de 3.6M$ sur six ans d'un programme de formation FONCER ayant pour objectif de réduire l'écart entre la science et les technologies. Au niveau national, l'Institut quantique s'est aussi investi dans l'établissement d'une stratégie quantique nationale. Il s'agit d'un effort de longue haleine dont l'impact à moyen et long terme pourrait être déterminant dans le rôle que jouera le Québec et le Canada, ainsi que notre institut, sur l'échiquier mondial de la recherche et du développement en science et technologies quantiques.

Alexandre Blais, directeur scientifique.
Photo : Michel Caron – UdeS

Une priorité de l'institut quantique est la formation de ses étudiantes et étudiants et, encore cette année, nous avons pris cette mission à cœur en leur offrant des opportunités exceptionnelles. On pense par exemple à l'organisation de la 7e édition de la conférence Femmes en physique Canada par trois étudiantes de l'IQ. À cette occasion c'est plus de 120 participantes et participants qui se sont rencontrés à l'Université de Sherbrooke pour entendre 21 conférencières et conférenciers invités et pour participer à des ateliers de développement. De même, les futurs ingénieurs de l'équipe QMSat pilotée par le postdoctorant de l'Institut quantique David Roy-Guay a remporté une subvention de l'Agence spatiale canadienne dans le but de mettre en orbite une technologie quantique Sherbrookoise. C'est ainsi plus de 500 jeunes du secondaire au baccalauréat qui seront mis en contact avec le quantique dans ce projet pédagogique d'envergure.

Vous retrouverez également dans ce rapport annuel certaines des nombreuses percées des membres de l'IQ dans le domaine des matériaux, du génie et de l'information quantique, incluant des découvertes à l'interface de ces trois grands axes de recherche. Vous pourrez aussi lire sur les prix reçus par nos membres encore cette année. Le talent de nos chercheuses et chercheurs est en effet salué, tant à l'Université de Sherbrooke, au Québec, au Canada que dans le monde. Dans cette dernière catégorie, on pense particulièrement à la Radiation Instrumentation Early Career Award au professeur Jean-François Pratte et au prix Prix Kamerlingh Onnes au professeur Louis Taillefer.

Finalement, entre autres projets emballants, celui de la nouvelle bâtisse de l'Institut quantique progresse. Nous avons la chance de travailler avec la firme Saucier + Perrotte Architectes, l'une des firmes d'architectes les plus reconnues au Québec. Nous sommes impatients de vous accueillir dans ce nouvel endroit d'échanges et de collaborations de l'Institut quantique.

À PROPOS DE L'INSTITUT

L'Institut quantique (IQ) de l'Université de Sherbrooke rassemble des chefs de file mondiaux de la recherche et de la formation interdisciplinaire en science et technologies quantiques. L'IQ est un milieu collaboratif à l'interface de l'informatique quantique, des matériaux quantiques et de l'ingénierie quantique qui offre des perspectives scientifiques et professionnelles exceptionnelles aux étudiants, à ses membres et à ses partenaires.

NOS ACTIONS

- Développer des projets à l'interface de nos axes de recherche.
- Former le personnel hautement qualifié qui sera le moteur de l'économie de demain.
- Accélérer le développement des technologies quantiques, l'entrepreneuriat et la mise en marché de ces technologies.
- Susciter l'intérêt des joueurs clés dans le développement des technologies quantiques.
- Sensibiliser la société aux enjeux technologiques émanant des sciences quantiques.

SUBVENTION MAJEURE APOGÉE

Les chercheurs de l'IQ ont reçu un financement de 33,5 M$ pour les sept prochaines années par le Fonds d'excellence à la recherche Apogée Canada (CFREF), dans le cadre du projet « De la science quantique aux technologies quantiques », une stratégie ambitieuse comptant répondre aux besoins de l'ère numérique du 21e siècle.

APOGÉE CANADA
FONDS D'EXCELLENCE EN RECHERCHE

FAITS SAILLANTS

FINANCEMENT DE LA CHAÎNE INNOVATION INTÉGRÉE POUR INNOVER ET COMMERCIALISER

Le gouvernement du Québec a accordé une contribution de 20,5 M $ afin de réaliser le projet Chaîne d'innovation intégrée (CII) pour la prospérité numérique. Ce projet, évalué à 28,5 M$, vise à effectuer de la recherche dans de nouveaux secteurs industriels, dont le développement de technologies quantiques.

Il s'intègre naturellement et deviendra un élément clé dans le passage de la science fondamentale au développement et à la mise à l'échelle des technologies reliées. L'Institut quantique pourra profiter de cet investissement avec les deux autres infrastructures faisant partie de la CII : l'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT) pour le prototypage de pièces et le Centre de Collaboration MiQro Innovation (C2MI) pour la mise à l'échelle de dispositifs en compagnie des experts sur place.

Vincent Aimez, vice-recteur à la valorisation et aux partenariats et Pierre Cossette, recteur de l'Université de Sherbrooke, Dominique Anglade, vice-première ministre, ministre de l'Économie, de la Science et de l'Innovation et ministre responsable de la Stratégie numérique et Luc Fortin député de Sherbrooke, ministre de la Famille et ministre responsable de la région de l'Estrie et Normand Bourbonnais président-directeur général du C2MI.

«En soutenant ce projet, notre gouvernement réitère sa volonté, telle qu'énoncée dans la Stratégie numérique, d'accélérer la transformation du Québec vers l'économie du 21e siècle. Par ailleurs, notre soutien à l'Université de Sherbrooke concrétise notre souhait d'être un partenaire attentif aux besoins du milieu universitaire en matière d'infrastructures de recherche, tout en poursuivant nos efforts d'investissements en recherche et en innovation. » a expliqué *Dominique Anglade, vice-première ministre, ministre de l'Économie, de la Science et de l'Innovation et ministre responsable de la Stratégie numérique*

LE RENDEZ-VOUS FEMMES EN PHYSIQUE 2018 À SHERBROOKE

La 7e édition de la conférence Femmes en physique Canada (WIPC 2018) s'est tenue du 17 au 20 juillet 2018 à l'Université de Sherbrooke, une première édition en sol québécois pour cette conférence nationale qui a réuni 120 membres de la communauté étudiante, du corps professoral, des chercheurs postdoctoraux et des professionnels du secteur privé travaillant dans des domaines liés à la physique. Également, 21 conférenciers et conférencières et panélistes ont animé les discussions.

En plus de pouvoir en apprendre davantage sur les travaux de chercheuses québécoises de renommée internationale, les participants étaient conviés à des ateliers de développement d'habiletés professionnelles ainsi qu'à des panels de discussion sur les obstacles auxquels font face les femmes et les minorités s'orientant dans une carrière scientifique.

(Suite page suivante)

Les participants et les participantes à la conférence Femmes en physique Canada (WIPC 2018).

Le tour de force des organisatrices

Alors que la communauté mondiale des chercheurs ne compte pas 30% de femmes et que les efforts collectifs pour changer la donne entraînent de modestes résultats, Femmes en Physique Canada soutient et encourage les jeunes physiciennes en début de carrière à persister dans ce domaine.

En attirant cette conférence à Sherbrooke, au Québec, les trois organisatrices, étudiantes en physique, membres de l'IQ, ont réussi un véritable tour de force. « Jusqu'à maintenant, l'événement se tenait en Ontario ou dans des provinces de l'Ouest, fait valoir Sophie Rochette, étudiante en physique au doctorat et co-organisatrice. En étant au Québec, on rejoint davantage de participants provenant des provinces de l'Est, ce qui n'était pas le cas les années précédentes. En plus, bien que l'événement se déroule en anglais, tout le matériel relatif à la conférence est bilingue, ce qui accroît encore l'accessibilité. » La jeune femme a travaillé de concert avec ses collègues Maude Lizaire et Marie-Eve Boulanger, toutes deux étudiantes à la maîtrise en physique, pour concrétiser la tenue de l'événement.

Sophie Rochette, Maude Lizaire et Marie-Ève Boulanger, organisatrices de l'événement. Photo : UdeS

Le regard vers l'avenir

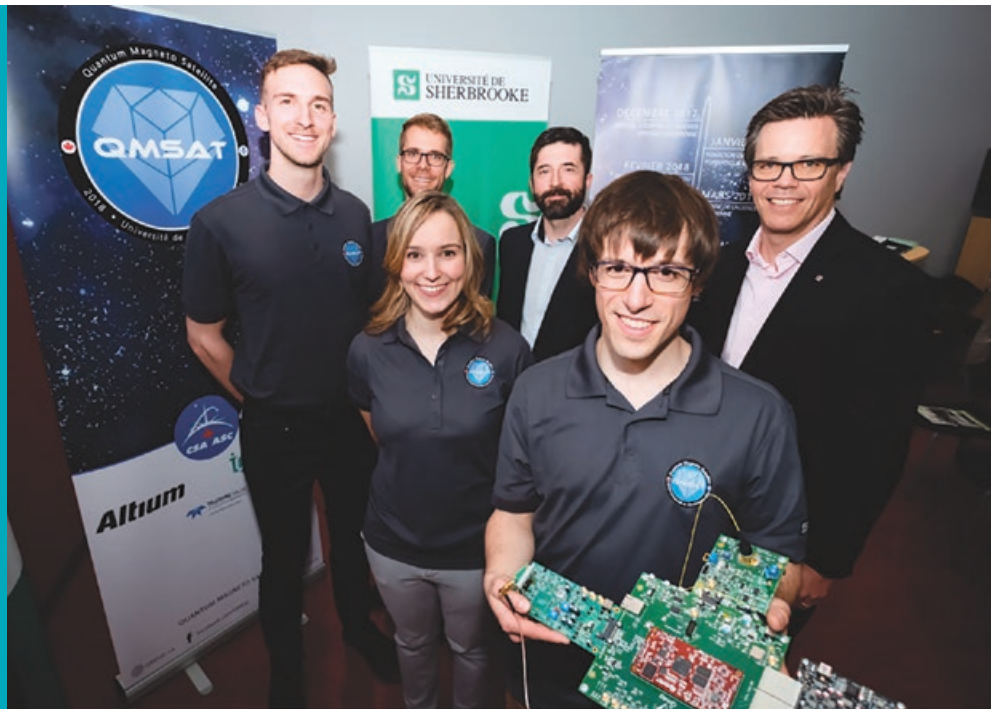
Durant les mois de labeur qui ont précédé la tenue de la grande rencontre, le trio a pu compter sur la collaboration de plusieurs de leurs collègues masculins et sur le solide appui de l'Institut quantique, principal parrain de l'événement. « La popularité de l'activité démontre un besoin de réseautage, poursuit Maude Lizaire. Plusieurs personnes se sentent seules et isolées par les situations qu'elles vivent. Parfois elles pensent même que ces situations sont inéluctables, que les choses vont ainsi et qu'il faut accepter cela. Des journées comme aujourd'hui prouvent que ce n'est pas vrai. »

Pour sa part, la titulaire de la *Chaire pour les femmes en sciences et en génie au Québec*, la professeure Ève Langelier, a salué l'engagement des organisatrices. « Cette initiative fait bien plus que soutenir l'augmentation de la représentation féminine en physique : elle participe aussi à une meilleure inclusion des physiciennes dans leur domaine afin qu'elles s'y sentent bien. L'équité est une valeur recherchée dans tous les milieux en 2018. Néanmoins, il faut continuer à mettre de l'avant les avantages importants de la diversité sur le plan de l'innovation par exemple. »

L'IQ IRA EN ORBITE

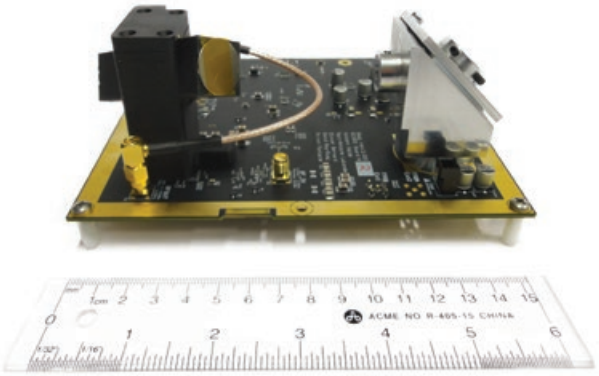
PROJET QMSAT

L'équipe QMSat, composée de futurs ingénieurs inscrits au baccalauréat en génie ainsi que d'étudiants d'autres facultés de l'Université de Sherbrooke, a obtenu en 2018 l'une des 15 subventions de plus de 200 000 dollars sur trois ans, accordées par l'Agence spatiale canadienne dans le cadre de l'Initiative canadienne CubeSats.



Les intervenants réunis lors de l'annonce du projet QMSat : Claude Samuel Chrétien et Chloé Mireault-Lecourt, étudiants en génie électrique, David Roy-Guay, étudiant post-doctoral en génie électrique, les professeurs en génie mécanique David Rancourt et Julien Sylvestre, ainsi que Patrik Doucet, doyen de la Faculté de génie.

Photo : UdeS – Michel Caron



Le projet QMSat souhaite démontrer une nouvelle technologie de capteur permettant de mesurer des champs magnétiques dans l'espace pour améliorer la mesure de précision des tempêtes solaires sur les communications radio, les GPS et les réseaux électriques.

« Ce satellite représentera un des premiers transferts d'une technologie quantique d'avant-garde développée à l'Institut quantique de l'Université de Sherbrooke vers une application concrète, qui sera elle-même l'une des premières applications des technologies quantiques dans l'espace » explique avec enthousiasme le professeur Julien Sylvestre de la Faculté de génie et membre de l'Institut quantique, le coordonnateur du projet.

(Suite page suivante)

Après avoir réalisé en laboratoire les preuves initiales d'un magnétomètre quantique à base de diamant, lequel nécessitait une superficie de quelques mètres carrés et cent mille dollars d'équipements scientifiques, le postdoctorant en génie électrique de l'Institut quantique de l'Université de Sherbrooke, David Roy-Guay, a proposé à des étudiants en génie électrique et en génie informatique de miniaturiser ce senseur quantique pour qu'il puisse être intégré dans un CubeSat. « Ils devront réduire le prototype actuel qui est de la taille d'un ordinateur portable à un cube de 10 cm d'arête, un défi colossal, mais qu'ils peuvent réaliser. Ce CubeSat nous permettra d'être à l'avant-garde de la recherche et de l'éducation des sciences des matériaux, de l'informatique et de l'ingénierie quantique », fait valoir le docteur en physique quantique.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES :

www.qmsat.ca | www.asc-csa.gc.ca/fra/satellites/cubesat/default.asp

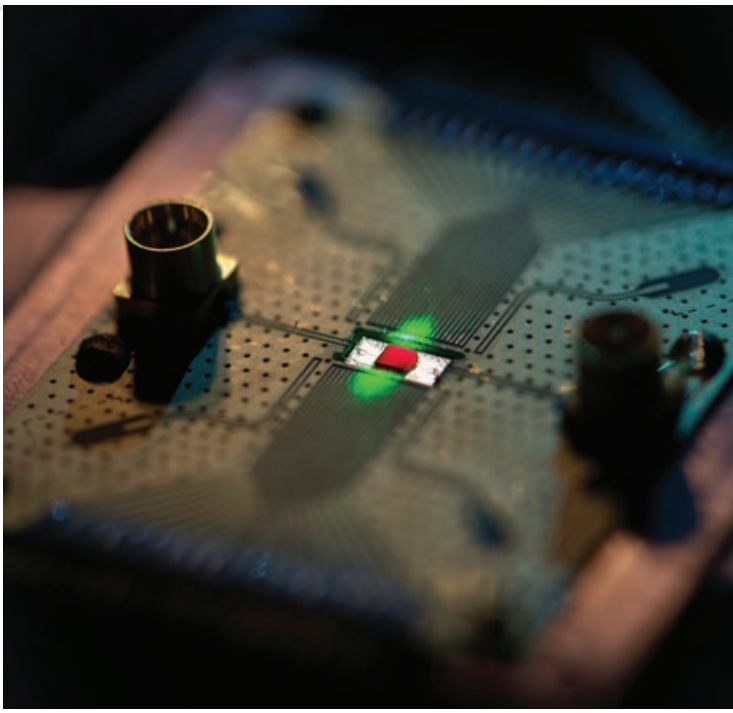
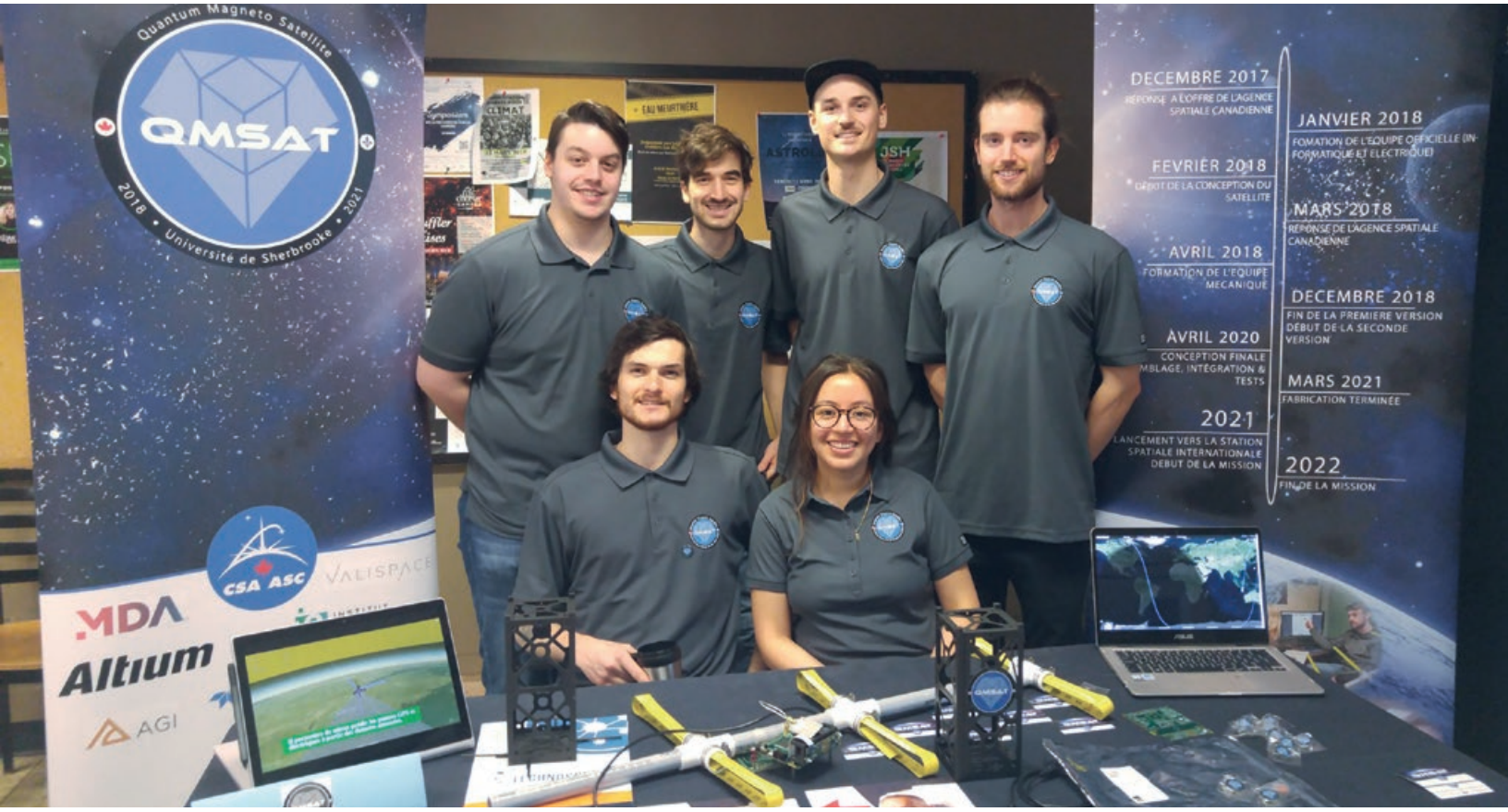


Photo : UdeS – Karine Couillard



Debout de gauche à droite : Antoine Beaudry, Thomas Roy, Jean-François Bilodeau, Charles-Olivier Jacques.
Assis de gauche à droite : Philippe Gobeil, Wendy Édith Vasquez Gutierrez.
Photo : Fournie

PROGRAMME FONCER :
RÉDUIRE L'ÉCART ENTRE LA SCIENCE ET LES TECHNOLOGIES

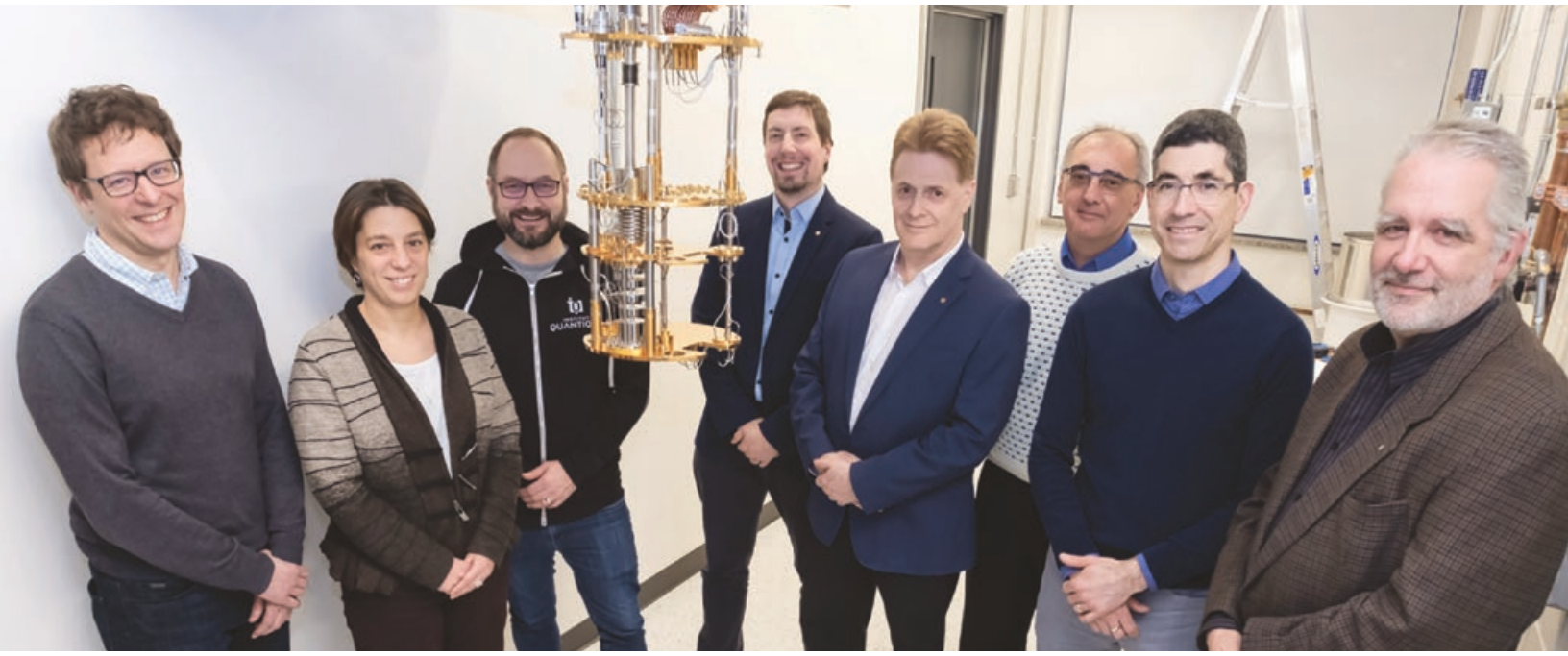
Former les professionnels de demain de l'industrie quantique

Former du personnel qualifié avec une vue d'ensemble de la chaîne quantique, de la science quantique fondamentale aux compétences professionnelles en passant par les méthodes d'ingénierie, c'est ce que l'Université de Sherbrooke pourra accomplir au cours des six prochaines années, en collaboration avec six universités partenaires. Les technologies quantiques font partie d'un secteur prioritaire de l'économie de haute technologie au Canada.

Yves Bérubé-Lauzière, professeur à la Faculté de génie de l'Université de Sherbrooke et membre de l'Institut quantique et de l'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT), sera en charge d'un Programme de formation orientée vers la nouveauté, la collaboration et l'expérience en recherche (FONCER) du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Avec cette subvention de 3,6 M$ sur 6 ans, il coordonnera des activités de formation de pointe pour la R&D en technologies quantiques à la grandeur du pays.

(Suite page suivante)

À partir de la droite : Marie-Claude Bibeau, ministre du Développement international de la Francophonie, et Kirsty Duncan, ministre des Sciences et ministre des Sports et des Personnes handicapées. Elles sont en compagnie de chercheurs en physique.
Photo : fournie



Chercheur associé à la demande : Alexandre Blais, directeur de l'IQ, Eva Dupont-Ferrier, chercheure à l'IQ, Michel Pioro-Ladrière, directeur adjoint de l'IQ, Christian Sarra-Bournet, directeur exécutif à l'IQ, Patrick Fournier, vice-doyen à la recherche, Faculté des sciences, Marc Leclair, assistant de recherche, Yves Bérubé Lauzière, directeur du programme QSciTech et professeur à la Faculté de génie, et Pierre Labossière, vice-doyen à la recherche de la Faculté de génie. Photo : UdeS – Michel Caron

Ce programme, nommé *QSciTech – Réduire l'écart entre la science quantique et les technologies quantiques*, vise à former la prochaine génération de scientifiques, d'ingénieurs et d'entrepreneurs quantiques. La formation intégrée permettra aux étudiants en physique quantique d'acquérir des bases en ingénierie et, inversement, aux étudiants en génie et en informatique d'être formés en physique quantique. Ces étudiants de différents horizons auront également des activités de formation communes afin d'apprendre à travailler ensemble pour développer les technologies quantiques.

(Suite page suivante)

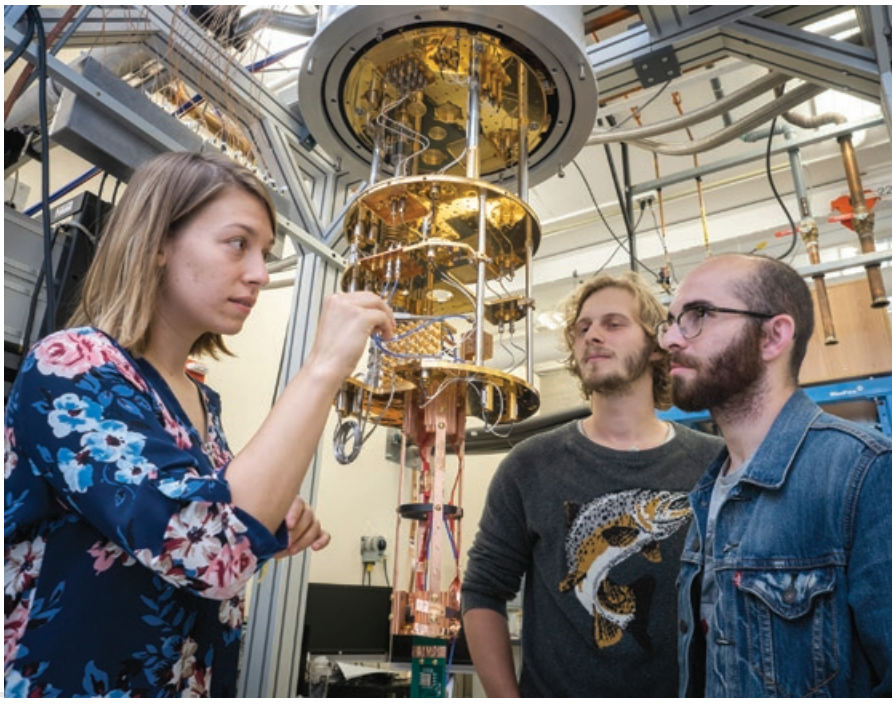


Photo : UdeS – François Lafrance

« Ce programme est important, car les technologies quantiques sont principalement entre les mains des physiciens en ce moment et, pour déployer ces technologies à plus grande échelle et les amener au stade de la commercialisation, les approches de l'ingénierie sont nécessaires. D'un autre côté, les ingénieurs ont habituellement peu de connaissances en sciences quantiques pour pouvoir contribuer à les développer. Le programme QSciTech vise donc à amener ces deux communautés à se comprendre afin de mieux travailler ensemble », illustre Yves Bérubé-Lauzière.

« Ce programme permettra la formation des professionnels de demain pour développer les technologies quantiques et venir appuyer l'industrie quantique. Former des étudiants aux études supérieures dans des domaines qui sont en pleine émergence, tels que les technologies quantiques, permet de bonifier le marché de l'emploi avec des professionnels qui ont une vision intégrée de la discipline, une valeur ajoutée qui est plus que significative », ajoute le professeur Jean-Pierre Perreault, vice-recteur à la recherche et aux études supérieures de l'UdeS.

Photo : UdeS – François Lafrance

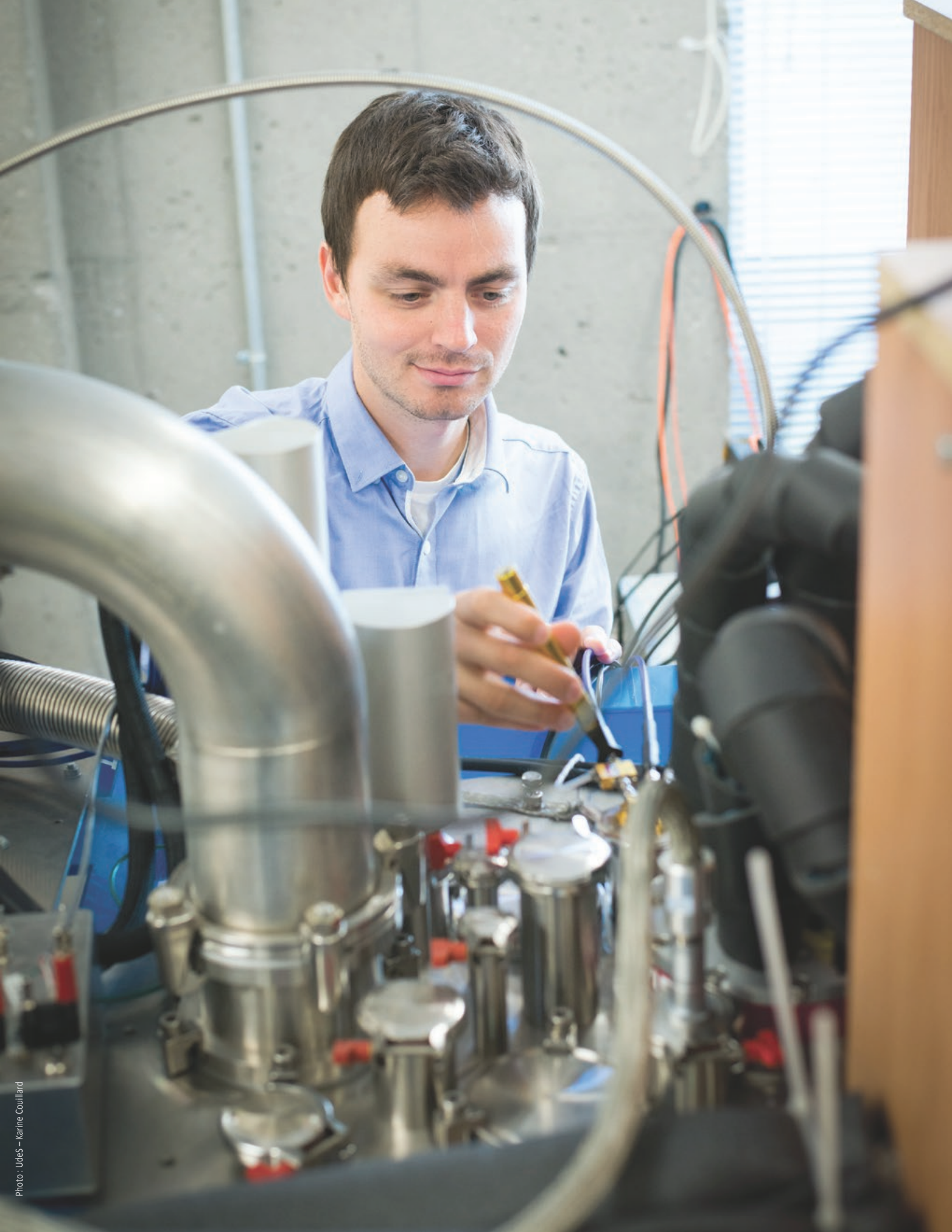


Photo : UdeS – Karine Couillard

SCIENCE ET TECHNOLOGIE

MAX HOFHEINZ ET LA PHOTONIQUE JOSESPHSON

Photo : fournie

Max Hofheinz, est un expérimentateur, expert des dispositifs quantiques supraconducteurs, qui complète l'expertise théorique déjà présente à l'IQ dans ce domaine.

Il concentre ses recherches sur la photonique Josephson qui permet d'implémenter des dispositifs quantiques particulièrement simples alimentés à partir d'une simple tension continue. Il s'intéresse au potentiel de ces dispositifs pour différentes utilisations tel que la génération d'états quantiques micro-ondes, l'amplification limitée quantiquement et la détection de photons micro-ondes uniques.

Dans les circuits supraconducteurs quantiques, la jonction de Josephson est l'élément clé puisqu'elle est le seul élément de circuit fortement nonlinéaire et sans dissipation que nous connaissons. Il est habituellement utilisé à l'état supraconducteur où il agit comme inductance nonlinéaire, par exemple dans les qubits supraconducteurs ou les amplificateurs paramétriques Josephson. Une jonction Josephson peut aussi être nonlinéaire et sans dissipation lorsqu'une tension continue non nulle est appliquée. Dans ce cas, un courant de paires de Cooper peut circuler à travers la jonction lorsque l'énergie 2eV d'une paire de Cooper qui traverse la jonction par effet tunnel peut être dissipée dans le circuit linéaire qui l'entoure, sous forme de photons émis dans un ou plusieurs de ses modes. Dans ce régime, utilisé dans la photonique Josephson, la jonction agit comme un élément nonlinéaire actif, transformant l'énergie fournie par la source continue en rayonnement micro-ondes. L'équipe de Max Hofheinz a adapté cette physique aux sources micro-ondes quantiques, telles que les sources de photons uniques et les appareils de mesure, tels que les amplificateurs limités quantiquement ou les photomultiplicateurs micro-ondes. Bien que ces dispositifs ont tendance à être moins cohérents que leurs homologues utilisant la jonction Josephson dans l'état supraconducteur, ils permettent des performances très proches de la limite quantique tout en étant bien plus faciles à mettre en oeuvre et pouvant fonctionner sur des bandes passantes élevées.

Le Yale Quantum Institute lui a décerné le Yale Quantum Institute Distinguished Lecturer Award en janvier 2019. Pour l'occasion, il a donné une présentation portant le titre : « *Can we build quantum devices using the voltage state of Josephson junctions?* »

COUPLAGE COHÉRENT SPIN-PHOTON UTILISANT UN QUBIT D'ÉCHANGE RÉSONANT

Plusieurs chercheurs dans le domaine des sciences et des technologies quantiques sont motivés par la perspective d'apporter une contribution substantielle au développement des ordinateurs quantiques. Partageant cette motivation, Udson Cabral Mendes, stagiaire postdoctoral à l'Institut quantique, étudie comment les bits quantiques et les photons peuvent interagir fortement dans une puce quantique.

Udson Cabral Mendes
Photo : UdeS – Karine Couillard

Les qubits de spin deviennent de plus en plus une approche à considérer dans la conception des ordinateurs quantiques. En effet, leur longue durée de cohérence et leur petite taille en font un outil intéressant pour le calcul quantique à l'état solide. Cependant, la connexion de différents qubits de spin à l'intérieur d'une puce reste un défi majeur. Un premier pas vers la résolution de ce problème a été signalé dans les publications de *Science* et de *Nature*, dont Udson est co-auteur.

Dans le cadre d'une collaboration internationale, Udson et le Pr Alexandre Blais ont combiné leur expertise théorique avec des équipes expérimentales de QuTech et d'ETH-Zurich pour démontrer, dans des expériences de preuve de concept, comment transférer l'information codée dans un qubit de spin à un photon micro-ondes dans un résonateur supraconducteur. « Alors que l'idée derrière les papiers de *Science* et de *Nature* est la même, la physique du couplage photon-spin quantique, les dispositifs et le matériel utilisé dans ces expériences sont très différents », explique Udson.

(Suite page suivante)

Science : Couplage spin-photon dans le silicium

Dans l'expérience réalisée par le groupe QuTech dirigé par le Pr Lieven Vandersypen, le qubit de spin est formé dans un matériau en silicium en confinant un spin électronique unique dans deux boîtes quantiques – également connues sous le nom de points quantiques doubles. Grâce à une astuce utilisant des champs magnétiques proposés par le Pr Michel Pioro-Ladrière de l'IQ et son équipe, les chercheurs ont pu coupler la rotation des électrons au champ électrique du photon.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Samkharadze, N., Zheng, G., Kalhor, N., Brousse, D., Sammak, A., Mendes, U. C., … Vandersypen, L. M. K. (2018). Strong spin-photon coupling in silicon. Science, 359(6380), 11231127. www.doi.org/10/gc95x8

Nature : Couplage cohérent spin-photon utilisant un qubit d'échange résonant

Quant à l'expérience menée avec la participation de ETH-Zurich et les Prs Andreas Wallraff, Klaus Ensslin et Thomas Ihn, le qubit de spin est constitué d'arséniure de gallium, dans lequel trois spins électroniques sont piégés dans trois boîtes quantiques formant un qubit d'échange dit résonant. Dans ce dispositif, le couplage entre le photon et le qubit de spin est le résultat d'un processus de conversion spin-to-charge médié par l'interaction d'échange.

« Dans les futurs ordinateurs quantiques, les photons micro-ondes pourraient être utilisés pour transmettre de l'information quantique entre les qubits de spin séparés par un centimètre où même plus dans une puce complexe », ajoute le Pr Blais.

Udson poursuivra ses études postdoctorales à l'IQ jusqu'en 2019, où il aura d'autres occasions passionnantes de contribuer au développement des technologies quantiques.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Landig, A. J., Koski, J. V., Scarlino, P., Mendes, U. C., Blais, A., Reichl, C., … Ihn, T. (2018). Coherent spin–photon coupling using a resonant exchange qubit. Nature, 560(7717), 179. www.doi.org/10/gdvnpf

SIMULER LA NATURE SANS L'IMITER

Si certains philosophes se sont jadis questionnés sur l'état de l'être humain avant l'apparition de la société, la physicienne ou le physicien s'interroge parfois sur l'état fondamental d'un matériau. A quoi ressemblerait le matériau s'il était dans un état de repos absolu, son état de plus basse énergie? Cette question est particulièrement pertinente pour comprendre certains matériaux ou molécules dont les propriétés exotiques ne se dévoilent qu'à basse température.

« Utiliser un ordinateur quantique pour simuler la dynamique d'un matériau, d'un système, mesurer son évolution, son comportement, c'est un processus connu et maîtrisé. Par contre, placer l'objet de l'étude dans ses conditions initiales de repos absolu, c'est tout un défi », explique le Pr David Poulin.

La formidable capacité de calcul estimée pour l'ordinateur quantique permet d'envisager de nombreuses percées dans des domaines comme la recherche de médicaments, les transports et la finance. En physique, dans la recherche de nouveaux matériaux, l'une des tâches que l'on souhaite confier à l'ordinateur quantique est la simulation du comportement de matériaux à basse température, donc à partir de l'état fondamental.

Ce que le Pr Poulin et ses co-auteurs, dont le très réputé Pr Alexei Y. Kitaev du Institute for Quantum Information and Matter (IQIM) au California Institute for Technology, ont exploré comme idée c'est que, pour des fins de recherche, il est peut-être plus porteur d'essayer de simuler mathématiquement l'état fondamental plutôt que de suivre le même parcours que la nature.

Le Pr Poulin explique : « Tout ce qui a été testé auparavant consiste à reproduire de façon algorithmique la nature. Par exemple, comment fait-on refroidir un matériau dans le laboratoire ? Il suffit de le mettre en contact avec quelque chose de froid, de l'hélium liquide par exemple, et la dynamique du système l'amènera naturellement à se refroidir. Dans une simulation quantique, il est possible d'imiter cette dynamique d'un système couplé à un réservoir froid, ce qui nous permet en principe de le préparer dans son état de repos absolu. Cette simulation est toutefois très lente et coûteuse, ce qui pose un obstacle majeur à ce type d'application. »

La découverte du Pr. Poulin et ses co-auteurs est un algorithme qui permet de préparer l'état fondamental d'un système sans toutefois imiter un processus de refroidissement. La méthode utilise plutôt une astuce mathématique beaucoup plus efficace pour effectuer le même travail. « Ce qui distingue notre approche est qu'elle repose sur un processus qui ne se produit pas dans la nature. C'est une sorte de raccourci algorithmique qui nous permet de simuler la nature sans l'imiter. »

Ce que les chercheurs ont exposé dans ce texte constitue une innovation; il ne serait pas impensable d'adapter la même idée pour déborder du cadre de l'étude des matériaux pour, par exemple, faire l'étude de molécules complexes ou pour des expériences en cours dans le grand collisionneur du CERN (Conseil européen pour la recherche nucléaire).

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Poulin, D., Kitaev, A., Steiger, D. S., Hastings, M. B., & Troyer, M. (2018). Quantum Algorithm for Spectral Measurement with a Lower Gate Count. *Physical Review Letters*, *121*(1), 010501.

David Poulin
Photo : UdeS – Karine Couillard

UNIR DES CONCEPTS D'INFORMATION QUANTIQUE ET DE MATÉRIAUX QUANTIQUES

Corrélation quantique et transition de phase

Il suffit de regarder l'eau bouillir pour constater les changements dramatiques dans l'organisation de la matière lors d'un changement de phase. Au niveau quantique, les transitions de phase impliquent aussi des changements dramatiques, en particulier dans un phénomène très quantique, celui de l'enchevêtrement.

André-Marie Tremblay et David Poulin

Photo : UdeS – Michel Caron

Dans un article paru dans Physical Review Letters, une équipe de théoriciens de l'Institut quantique (P^rs David Poulin et André-Marie Tremblay), du Royal Holloway à Londres (Caitlin Walsh, étudiante et le P^r Giovanni Sordi) et du laboratoire Brookhaven aux États-Unis (le chercheur Patrick Sémon) ont uni des concepts d'information quantique et de matériaux quantiques pour mettre en évidence les corrélations quantiques lors d'une transition de phase fondamentale pour les matériaux.

La recherche initiée par Giovanni Sordi s'est attaquée à un modèle mathématique où les interactions entre les électrons transforment un métal, où les électrons peuvent bouger librement, en un isolant, où les électrons se localisent. Cette transition entre métal et isolant, aussi connue sous le nom de transition de Mott, est un phénomène central pour la théorie des matériaux quantiques, comme les supraconducteurs à haute température.

De façon analogue à la transition liquide-gaz qui nous est familière avec l'ébullition de l'eau, cette transition métal-isolant possède deux caractéristiques essentielles : elle est abrupte à basse température et se termine à haute température en un point critique où il n'y a plus de différence entre les deux phases. La découverte importante de cette équipe a été de montrer que toutes ces caractéristiques se manifestent dans des mesures clés des corrélations quantiques. En particulier, ils ont identifié comment les électrons étaient enchevêtrés et comment l'information mutuelle se modifie à la transition. Les électrons sont enchevêtrés lorsque la mesure de l'état d'un électron modifie instantanément l'état d'autres électrons. Et l'information mutuelle nous informe de la présence de corrélations, quelle que soit leur nature. Ces deux quantités sont reliées à des généralisations du concept d'entropie.

Les résultats de cette théorie peuvent être vérifiés par des expériences de pointe utilisant des simulateurs quantiques formés d'atomes ultrafroids où il est possible de mesurer les corrélations quantiques.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Walsh, C., Sémon, P., Poulin, D., Sordi, G., & Tremblay, A.-M. S. (2019). Local Entanglement Entropy and Mutual Information across the Mott Transition in the Two-Dimensional Hubbard Model. *Physical Review Letters*, *122*(6), 067203.

AU CŒUR DE LA SUPRA-CONDUCTIVITÉ À HAUTE TEMPÉRATURE

Les électrons dans les cuprates supraconducteurs se comportent d'une façon remarquable. Ils transportent l'électricité sans aucune résistance à des températures particulièrement élevées et, lorsqu'ils cessent d'être supraconducteurs, ils n'obéissent pas au comportement attendu d'un métal. Une équipe menée par le professeur de l'Université de Sherbrooke et membre de l'IQ, Louis Taillefer, vient maintenant de publier dans la revue *Nature* une découverte majeure qui pourrait expliquer ces phénomènes : un point critique quantique situé au cœur des cuprates supraconducteurs.

La supraconductivité révolutionnera un jour notre quotidien, dans des domaines aussi variés que la transmission d'énergie, la médecine et les communications. Mais pour cela, la température critique d'apparition de la supraconductivité doit être augmentée et atteindre la température ambiante. À ce jour, des matériaux à base d'oxyde de cuivre, les cuprates, sont les candidats les plus prometteurs pour atteindre cet objectif. Mais les cuprates sont des matériaux dans lesquels l'étrangeté de la mécanique quantique semble avoir créé une tempête, qui se manifeste par une gamme de propriétés anormales et spectaculaires qui défient nos théories.

Leur caractéristique la plus intrigante est la phase « pseudogap », un mystérieux état électronique qui coexiste avec la supraconductivité et est largement considéré comme une des grandes énigmes de la physique contemporaine. Élucider cette question sera la clé qui permettra de comprendre le comportement des électrons dans les cuprates.

L'équipe de chercheurs menée par Louis Taillefer et Thierry Klein à l'Institut Néel de Grenoble, en France, a découvert un ingrédient essentiel pour résoudre ce mystère : la phase pseudogap se termine à un point critique quantique. Cela implique que cette phase pseudogap possède une forme d'ordre et cet ordre est certainement la clé du problème. Dans plusieurs autres familles de matériaux, il a été observé qu'un point critique quantique associé à un ordre magnétique peut causer la supraconductivité, qui apparaît alors à son voisinage. Mais dans les cuprates, il n'y a pas de magnétisme et, par conséquent, identifier la nature de l'ordre inhabituel associé au pseudogap devient maintenant la grande question.

(Suite page suivante)

La découverte de l'équipe est basée sur des mesures de chaleur spécifique à très basses températures, accessibles en supprimant la supraconductivité avec les puissants aimants du Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses de Grenoble. Ce projet de longue haleine est une collaboration entre Sherbrooke et Grenoble impliquant trois chercheurs principaux, membres du Laboratoire Circuits et Matériaux Quantiques, un Laboratoire International Associé (LIA) créé par le CNRS en 2017 pour favoriser les collaborations entre l'IQ à Sherbrooke et plusieurs laboratoires français. Cette collaboration Sherbrooke-France est d'ailleurs un excellent exemple de cotutelle, Taillefer et Klein étant les deux co-directeurs de doctorat de Bastien Michon et Clément Girod, premier et second auteurs de l'article publié dans *Nature*.

Christophe Marcenat, Thierry Klein, Bastien Michon et Louis Taillefer.
Photo : fournie

« À Sherbrooke, nous avons exploré la phase pseudogap avec plusieurs sondes, mais l'observation du point critique quantique reposait sur l'expertise de Thierry Klein et Christophe Marcenat pour mesurer la chaleur spécifique à forts champs magnétiques », raconte Taillefer. « Une belle complémentarité! »

Ce projet est aussi une illustration de l'approche synergétique de l'Institut canadien de recherches avancées (CIFAR), où expérimentateurs, théoriciens et experts de la synthèse des matériaux sont rassemblés pour collaborer à des grandes découvertes. Dans le cas présent, le programme *Matériaux quantiques* du CIFAR a permis à Louis Taillefer d'obtenir des échantillons de cuprates de Bruce Gaulin et Hidenori Takagi, respectivement membre et conseiller du programme. De plus, des calculs théoriques ont été faits par Simon Verret, stagiaire postdoctoral dans le groupe du membre de l'IQ André-Marie Tremblay, un membre de longue date du CIFAR.

« Pouvoir convaincre Bruce Gaulin et son groupe à McMaster de produire des échantillons de cuprate à fort dopage fût crucial pour notre étude », raconte Taillefer. « Grâce au CIFAR, une nouvelle collaboration Sherbrooke – McMaster s'est ouverte. »

La fondation Gordon & Betty Moore a aussi contribué à cette découverte, en accordant une subvention majeure à Taillefer dans le cadre de son programme *Emergent Phenomena in Quantum Systems*.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Michon, B., Girod, C., Badoux, S., Kačmarčík, J., Ma, Q., Dragomir, M., … Klein, T. (2019). Thermodynamic signatures of quantum criticality in cuprate superconductors. *Nature*, *567*(7747), 218.

AMPLIFICATEURS QUANTIQUES À TRÈS LARGES BANDES PASSANTES

L'appel à projets de l'IQ est une occasion de collaborer et de partager des expertises tout en donnant une grande indépendance aux chercheurs. Sébastien Jézouin et Udson Mendes, stagiaires postdoctoraux à l'IQ, ont saisi la balle au bond et ont soumis un projet pour la réalisation d'un amplificateur quantique.

Sébastien Jézouin
Photo : UdeS – Karine Couillard

Pour survivre à la température ambiante et contribuer à la transmission efficace de l'information quantique, un signal aussi faible qu'un unique photon doit nécessairement être augmenté par un amplificateur. Il existe présentement beaucoup d'amplificateurs qui fonctionnent très bien, mais dont la bande passante est étroite, ils amplifient des signaux sur des plages de fréquences réduites, ce qui n'est pas optimal. Il n'existe que de très rares exemples d'amplificateur efficace sur une très large bande passante; ils sont cependant difficiles à réaliser en raison de la complexité des prouesses techniques qu'il faut déployer pour les fabriquer.

Les deux chercheurs ont allié leurs expertises pour concevoir un amplificateur limité quantiquement, doté d'une bande passante de plusieurs GHz, tout en ayant une architecture relativement simple. Ils ont consacré la première portion du projet à élaborer les scénarios de conception et à trouver des solutions aux problèmes expérimentaux engendrés par les contraintes théoriques. Sébastien Jézouin, l'expérimentateur, et Udson Cabral, le théoricien, ont pleinement profiter de l'occasion de se côtoyer au quotidien pour faire progresser le projet.

Le résultat : avec une largeur de bande de 3-dB atteignant 4,3 GHz, ils ont démontré un gain de 20 dB, ce qui correspond au genre de performances qui étaient prévues au départ. Le tout a fait l'objet d'une publication dans *Physical Review Applied*.

Ce projet a également permis aux deux chercheurs d'explorer l'univers de la propriété intellectuelle, appuyés dans leur démarche par l'IQ.

Bien que le stage postdoctoral soit terminé pour Sébastien Jézouin et Udson Cabral, le projet suscite un intérêt suffisamment grand à l'IQ pour qu'il soit prolongé.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Mendes, U. C., Jezouin, S., Joyez, P., Reulet, B., Blais, A., Portier, F., … Altimiras, C. (2019). Parametric amplification and squeezing with an ac- and dc-voltage biased superconducting junction. *Physical Review Applied*, *11*(3), 034035.

FORTES INTERACTIONS ET MODÈLE DE FERMI-HUBBARD

Une collaboration fructueuse

Une publication récente dans la revue *Science* illustre parfaitement à quel point le travail collaboratif est essentiel à la recherche scientifique. Reza Nourafkan, Alexis Reymbaut, Charles-David Hébert et Simon Bergeron de l'équipe de recherche du Pr André-Marie Tremblay, ont fourni la partie théorique qui a mené à l'article *Bad metallic transport in a cold atom Fermi-Hubbard system*, tandis que les expériences ont été effectuées à Princeton par l'équipe du Pr W. S. Bakr. De son côté, J. Kokalj de l'Université de Ljubljana en Slovénie a également contribué par des travaux théoriques complémentaires.

Reza Nourafkan - Photo : IQ

La résistivité électrique détermine si un matériau est un conducteur ou un isolant, selon qu'il transporte ou non du courant électrique. Les électrons transportent le courant, mais ils font généralement des collisions qui les diffusent d'un état à l'autre, c'est ce qui cause la résistivité électrique, ρ. La distance moyenne parcourue par les électrons entre deux collisions est appelée libre parcours moyen, l.

Selon le critère de Mott-Ioffe-Regel, ce libre parcours moyen ne peut être plus court que la distance entre deux atomes. Lorsque cela se produit, la résistivité doit saturer, c'est-à-dire atteindre sa limite. Cependant, une grande variété de matériaux, y compris les cuprates supraconducteurs, ne suivent pas cette dépendance en température : la résistivité est linéaire en T et dépasse à haute température la limite de résistivité prescrite par Mott-Ioffe-Regel.

Dans les matériaux réels, les électrons interagissent non seulement entre eux, mais aussi avec les vibrations des noyaux et avec les impuretés. Pour simplifier le problème, l'équipe du Pr Waseem S. Bakr a créé un simulateur quantique à partir de systèmes d'atomes froids, qui peuvent être décrits par un modèle simple, le modèle de Hubbard. Le groupe de Princeton a également trouvé un moyen ingénieux de mesurer la conductivité électrique malgré le fait que les porteurs soient neutres dans le cas présent.

Les résultats du simulateur quantique montrent que la résistivité présente une dépendance linéaire en température et ne montre aucun signe de saturation, semblable au comportement observé dans l'étrange phase métallique des cuprates supraconducteurs. Toutefois, la linéarité en T de ρ ne provient pas de la limite planckienne du taux de diffusion. En effet, le taux de diffusion est saturé à la valeur de Mott-Ioffe-Regel.

Spontanément, il est tentant d'attribuer la linéarité en T de ρ à la forte interaction entre les porteurs de charge, ce qui peut modifier le portrait conventionnel des quasiparticules et invalider ses prédictions. Cependant, la compréhension quantitative de ce problème nécessite une simulation théorique de la conductivité électrique du modèle de Hubbard, un sujet pour lequel le groupe du Pr Tremblay possède une vaste expertise.

Reza Nourafkan a utilisé une méthode de pointe, appelée théorie du champ moyen dynamique (DMFT), pour résoudre le modèle de Hubbard et calculer la résistivité. Les travaux d'Alexis Reymbaut, de Simon Bergeron, étudiant de premier cycle, et de Charles-David Hébert, étudiant au doctorat, sont venus compléter le tout. Le taux de diffusion calculé est saturé en excellent accord avec les données expérimentales. Cela serait dû à un comportement inattendu de la compressibilité, qui diminue plutôt en 1/T à haute température, ce qui était aussi observé par le groupe de Princeton. Ainsi, la linéarité en T de ρ proviendrait de cette caractéristique de la compressibilité. Une conclusion qui aurait été difficile à atteindre sans la participation de ces trois groupes de recherche.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Brown, P. T., Mitra, D., Guardado-Sanchez, E., Nourafkan, R., Reymbaut, A., Hébert, C.-D., … Bakr, W. S. (2019). Bad metallic transport in a cold atom Fermi-Hubbard system. *Science, 363*(6425), 379 382.

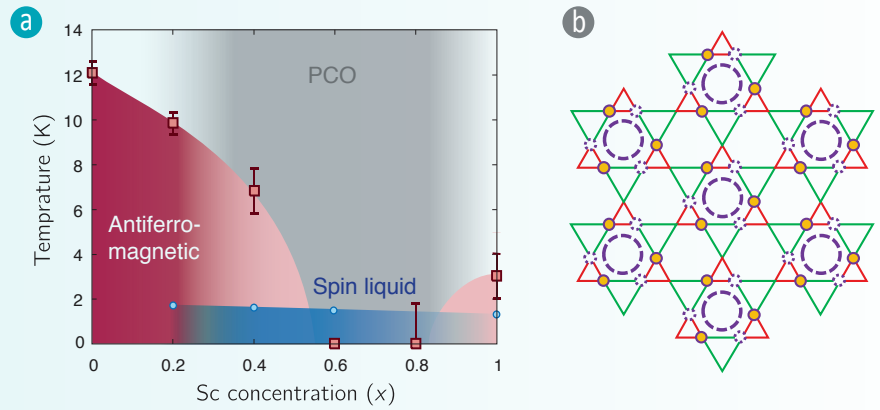
ÉTAT EXOTIQUE : LE LIQUIDE DE SPIN QUANTIQUE

La mécanique quantique permet l'émergence de nombreux états exotiques de la matière. Le liquide de spins quantique, par exemple, est un état fondamental d'un système magnétique où les spins sont hautement intriqués et donnent lieu à des excitations magnétiques émergentes. Plusieurs types de liquides de spins présentent des quasi-particules fractionnaires dîtes spinons : des excitations fermioniques qui portent un spin-1/2 (comme un électron), mais qui ne portent aucune charge électrique.

Arash Akbari-Sharbaf, Aimé Verrier et Jeffrey Quilliam ont participé à l'étude d'une série de matériaux, les $Li_2In_{1-x}Sc_xMo_3O_8$, parmi lesquels se trouve un exemple de cette phase surprenante. Dans ce cas, les spinons ont un comportement métallique selon les mesures de chaleur spécifique, malgré que ces matériaux soient des isolants électriques !

Ayant étudié ces matériaux avec un ensemble de techniques expérimentales, les chercheurs proposent que ce soit l'interaction des degrés de liberté de spin et de charge sur un réseau hautement frustré – le réseau kagomé – qui est à l'origine du liquide de spins. Plus précisément, cette famille de matériaux peut être considérée comme un réseau kagomé « respirant » d'ions de molybdène, où les triangles ascendants et descendants ont deux tailles différentes. Dans les composés $Li_2In_{1-x}Sc_xMo_3O_8$, le paramètre respiratoire (λ), défini comme le rapport des longueurs de liaison longue et courte, change de façon non monotone avec la concentration de Sc (x), permettant le passage du système d'un antiferroaimant conventionnel pour grand λ en un liquide de spins quantique pour petit λ. Lorsque λ est grand, les électrons sont confinés sur les petits triangles formant des amas de spin-1/2 sur un réseau triangulaire avec une interaction d'échange antiferromagnétique entre eux, ce qui conduit à un ordre antiferromagnétique à longue portée. D'autre part, lorsque λ est petit, les électrons ne sont plus confinés à des triangles individuels mais peuvent résonner autour d'un hexagone, ce qui conduit à un nouvel ordre de charge de plaquette (PCO). Les mesures thermodynamiques et de rotation de spin muon (μSR) suggèrent que la phase PCO coïncide avec un degré élevé de frustration de spin menant à un liquide de spins. Ainsi, en jouant sur les degrés de liberté de charge, il est possible d'augmenter ou de diminuer la frustration magnétique et donc ajuster le système entre un état conventionnel et un état exotique, c'est-à-dire le liquide de spins quantique.

Ces recherches, réalisées en collaboration avec deux groupes de recherche situés en Chine et aux États-Unis, ont abouties à un papier dans le journal Physical Review Letters en mai 2018.



a Diagramme de phase de la série de matériaux $Li_2In_{1-x}Sc_xMo_3O_8$. La phase rouge est entièrement antiferromagnétique, tandis que la région rose est un mélange d'ordre magnétique et liquide de spins. (b) Le réseau kagomé respirant où les triangles ascendants (rouges) sont plus petits que les triangles descendants (verts). Ici on présente l'ordre de charge par plaquette (PCO), qui implique la résonance d'électrons autour de certains hexagones.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Akbari-Sharbaf, A., Sinclair, R., Verrier, A., Ziat, D., Zhou, H.D., Sun, X.F., & Quilliam, J.A. (2018). Tunable Quantum Spin Liquidity in the 1/6th-Filled Breathing Kagome Lattice. *Physical Review Letters, 120* (227201).

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

FORMATION PHYSICIEN, PROFESSION ENTREPRENEUR

David Roy-Guay et l'équipe de SB Tech voient grand

Pour la plupart des étudiants, un passage à l'Institut quantique pour des études supérieures ou un stage postdoctoral a pour objectif ultime une carrière en recherche ou en milieu universitaire. D'autres décident d'emprunter une voie peu fréquentée qui gagne en popularité : l'entrepreneuriat. Ayant tout récemment terminé son parcours universitaire, David Roy-Guay fait partie de ceux qui osent se lancer dans un projet d'entreprise : il a démarré SB Tech. L'entreprise se spécialise dans le développement de magnétomètres à l'aide de centre coloré de diamant.

David Roy-Guay et son équipe
Photo : UdeS – Martin Blache

La technologie

M. Roy-Guay et son équipe travaillent sur un nouveau modèle de magnétomètre, que l'on désigne également sous l'appellation senseur de champ magnétique. Son utilisation est largement répandue dans le domaine de la sécurité, de l'imagerie médicale, de la géologie et de la navigation. La technologie développée par SB Tech peut trouver son utilité, par exemple, en matière d'assurance qualité de matériaux telle la détection de fuites, que ce soit pour des pipelines ou des lieux d'enfouissement. Par ailleurs, le magnétomètre peut aussi accélérer les opérations de sauvetage et permettre une navigation sous-marine précise.

La technologie de choix pour SB Tech est celle des centres colorés dans le diamant. Le fondateur de l'entreprise nous parle de ses avantages : « C'est une technologie quantique qui est appréciée, puisqu'elle conserve ses propriétés quantiques à température pièce. Nul besoin d'un immense réfrigérateur à dilution pour pouvoir s'en servir. J'aborde d'ailleurs maintenant la question de la technologie sous l'angle de mon nouveau statut

d'entrepreneur : les recherches de pointe en laboratoire sont indéniablement pertinentes, mais quand on constate ce qui existe, on réalise qu'il y a déjà des senseurs qui fonctionnent très bien. Ce qui détermine le choix d'une technologie c'est la façon dont elle sera utilisée, son scénario d'utilisation. L'avantage de notre technologie repose sur le fait qu'elle peut être miniaturisée tout en demeurant très stable et qu'elle est facilement intégrable à d'autres plates formes comme un drone ou un robot autonome. »

David Roy-Guay
Photo : UdeS – Martin Blache

Le chemin vers l'entrepreneuriat

Selon David Roy-Guay, le démarrage de son entreprise n'aurait pas été possible sans l'aide de l'Institut quantique qui lui a permis de réaliser une première ronde de prototypage avec une équipe d'ingénieurs. Et, d'un point de vue stratégique, l'IQ m'a invité à des rencontres d'envergure nationale. Non seulement l'IQ représente un bon partenaire collaboratif pour générer des idées et initiatives unissant l'expertise de physiciens et ingénieurs, il permet également à ses membres de s'ouvrir à différents horizons professionnels autres que les carrières en milieu universitaire en provoquant notamment des rencontres avec d'autres intervenants du domaine qu'ils soient aux études ou encore en entreprise.

Miser sur l'expertise locale

L'un des traits distinctifs de SB Tech est la diversité de l'expertise des membres de l'équipe. En effet, des étudiants en génie ont contribué à la création des prototypes du magnétomètre, comme Olivier Bertrand, Pierre-Luc Côté, Marc-Antoine Lalonde et Vincent Halde. David Roy-Guay espère que certains des étudiants à la maîtrise en génie électrique feront partie du futur de SBTech.

Un avenir prometteur pour SBTech

Quant au futur de la jeune entreprise, M. Roy-Guay prévoit agrandir son équipe pour l'automne prochain en recrutant des spécialistes passionnés par leur domaine. À plus long terme, l'entrepreneur aimerait être en mesure de déployer sa technologie innovante à la protection de l'environnement tout en participant à la démocratisation du magnétomètre à de nouveaux domaines d'application toujours inexploités.

En attendant la concrétisation des futurs projets de SB Tech, l'équipe participera en fin 2021 à l'aventure QMSat qui enverra un satellite miniature dans l'espace en partenariat avec l'Agence spatiale canadienne. Pour l'instant, David mise toute son énergie à bâtir une équipe agile et innovante pour continuer à développer de nouvelles technologies tout en ayant du plaisir.

POUR EN SAVOIR PLUS
www.sbquantum.com

GÉNÉRER DES NOMBRES ALÉATOIRES ET CRÉER UNE ENTREPRISE

Les recherches du Pr Bertrand Reulet portent en partie sur les fluctuations, plus communément appelées « bruit ». Typiquement, le bruit est vu comme un élément nuisible à la détection du signal recherché; il est réduit au minimum en moyennant plusieurs mesures consécutives. Toutefois, le bruit n'est pas complètement inutile. Il peut par exemple fournir de l'information sur les particules régissant le transport électrique ou permettre de générer des nombres aléatoires. Cette deuxième propriété est à la base du dispositif commercialisé par Quantum Numbers Corporation (QNC).

Pr Bertrand Reulet
Photo : Michel Caron – UdeS

C'est ici que la technologie développée par Bertrand Reulet, membre de l'IQ, est avantageuse. Elle utilise directement le caractère quantique du bruit électronique, un phénomène fondamentalement aléatoire et qui permet de surcroît un taux de génération très rapide (dans les GHz).

La commercialisation d'une telle technologie nécessite plusieurs expertises différentes. Avec l'aide de TransferTech Sherbrooke, la firme de transfert technologique de l'UdeS, le Pr Reulet a trouvé un promoteur qui a conçu une entente profitable pour toutes les parties. Ce qui a mené au recrutement de M. Jean-Charles Phaneuf, maintenant PDG de QNC. « A ma connaissance, QNC est la première compagnie publique de

haute technologie à avoir acheté non pas un brevet, mais une demande PCT (Patent Cooperation Treaty) qui offre aux déposants une protection par brevet au niveau international. L'objectif est de structurer la technologie et de l'amener à un niveau de maturité supérieur. Depuis, QNC a transformé cette demande PCT en deux brevets aux États-Unis et aura bientôt deux autres brevets qui sont le fruit d'une étude de brevetabilité dans plusieurs autres pays. Cet énorme accomplissement sécurise pour plusieurs années à venir la propriété intellectuelle de la technologie développée par QNC », nous explique M. Phaneuf.

Présentement, le groupe de recherche de M. Ghyslain Gagnon, membre du Laboratoire de communications et d'intégration de la microélectronique à l'École de technologie supérieure de Montréal, est maintenant en charge du développement de la technologie. Ils franchissent l'étape de passer d'un générateur de bruit quantique aléatoire à un générateur de nombre aléatoire. Une première mise en application sera dévoilée bientôt, alors que la deuxième itération est déjà conçue et en phase de débogage. Les représentants de QNC espèrent voir le premier dispositif pilote d'ici la fin de l'été 2019.

« Notre objectif est de fabriquer des dispositifs pouvant entrer sur le marché de masse global. Pour l'instant, nos compétiteurs proposant de « vrais » générateurs de nombres aléatoires quantiques utilisent surtout des technologies basées sur la photonique, alors que la technologie de QNC est basée sur l'électronique. Ce qui nous confère plusieurs avantages : la faible taille des dispositifs, un coût potentiellement moindre, une grande efficacité énergétique (grâce aux avancées dans le domaine des semi-conducteurs) et une intégration beaucoup plus facile dans les dispositifs de micro-électronique déjà sur le marché », analyse M. Phaneuf.

La commercialisation de cette technologie aura créé de nombreuses retombées pour le Pr Reulet et l'IQ, dont l'augmentation de nos collaborations avec l'ÉTS, plusieurs brevets et de nombreux projets pour des étudiants aux études supérieures.

Comment génère-t-on un nombre aléatoire ?

La génération de nombres aléatoires est à l'origine du système de cryptage de communications le plus répandu, le chiffrement RSA. L'algorithme RSA utilise deux nombres premiers générés aléatoirement, à partir duquel deux clés – une publique et une privée – sont calculées. La force du chiffrement dépend directement de la nature des nombres premiers aléatoires. Plusieurs appareils permettent de générer des nombres aléatoires. Ils sont classés en deux catégories, les générateurs de nombres pseudo-aléatoires – basés sur des algorithmes – et les « vrais » générateurs de nombre aléatoires – basés sur des phénomènes physiques. Les générateurs de nombres pseudo-aléatoires produisent des séquences de nombres qui semblent aléatoires à première vue, mais ce n'est qu'une apparence; un motif ou une répétition apparaît lorsqu'une assez grande quantité de nombres générés sont considérés. Plus précisément, ce motif est complètement déterminé par un seul nombre – appelé graine aléatoire – utilisé pour initier le générateur. À l'opposé, un « vrai » générateur de nombres aléatoires mesure un phénomène physique qui est présumé aléatoire, puis compense pour les biais possibles de la mesure physique. Deux problèmes sont à considérer dans ce cas, la majorité des phénomènes utilisés ne sont pas véritablement aléatoires et peuvent donc être attaqués sous différents angles, et le taux de génération de nombres aléatoires est souvent très faible vu le processus de mesure.

PRIX ET DISTINCTIONS

2018 RADIATION INSTRUMENTATION EARLY CAREER AWARD

Une prestigieuse reconnaissance internationale pour le Pr Jean-François Pratte

En 2001, il assistait à la même conférence en tant qu'étudiant à la maîtrise et la conférence avait lieu à San Diego. Cette fois-ci la conférence a lieu en Australie, et malgré les années, la passion demeure la même. Celle qui est née dans un laboratoire où il a vu pour la première fois des scans du corps humain en compagnie de celui qui allait être un de ses mentors, le Pr Roger Lecomte. Le génie, oui, mais pour changer la vie des gens, faire une différence.

Ce prix prestigieux veut reconnaître les contributions techniques significatives et innovatrices d'un jeune chercheur - qui a obtenu son doctorat depuis moins de 10 ans - en ce qui a trait aux techniques de mesure et d'instrumentation appliquées aux sciences des radiations.

Les travaux de recherche du Pr Pratte touchent globalement la conception de circuits intégrés, de détecteurs photoniques, de microsystèmes électroniques et l'assemblage 3D de circuits intégrés pour l'imagerie médicale et l'instrumentation pour des détecteurs de radiation.

Le Pr Jean-François Pratte, entouré de son équipe.
Photo : UdeS - Michel Caron

Jean-François Pratte, professeur à la Faculté de génie depuis 9 ans, est reparti de la conférence annuelle sur les sciences nucléaires et l'imagerie médicale *IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference* avec un prix qu'il qualifie lui-même de : « C'est probablement le prix le plus prestigieux que je pouvais gagner là où j'en suis dans ma carrière! », le *2018 Radiation Instrumentation Early Career Award.* Une bourse de 1500$ est associée à ce prix. Mais c'est surtout la reconnaissance qui en découle qui rend ce prix si significatif pour le chercheur.

PRIX KAMERLINGH ONNES 2018

P[r] Louis Taillefer reçoit une nouvelle accolade internationale

Louis Taillefer, professeur au Département de physique de l'Université de Sherbrooke et membre de l'Institut quantique, est le premier canadien à recevoir le prix Kamerlingh Onnes 2018, décerné pour « la mise en lumière de la nature de la supraconductivité dans les supraconducteurs non conventionnels » lors d'une cérémonie tenue à Beijing le 21 août 2018. Ce prix est partagé avec le professeur Yuji Matsuda de l'Université de Kyoto. Le comité a choisi de récompenser le P[r] Taillefer pour « ses études fondamentales dans les supraconducteurs à fermions lourds et les cuprates par mesures de transport sous champ magnétique ».

Ces avancées fondamentales par le P[r] Taillefer et ses collègues font progresser notre compréhension de ce qui rend les supraconducteurs plus robustes, ayant pour but ultime d'arriver à la supraconductivité à température ambiante, ce qui déclencherait une révolution technologique majeure.

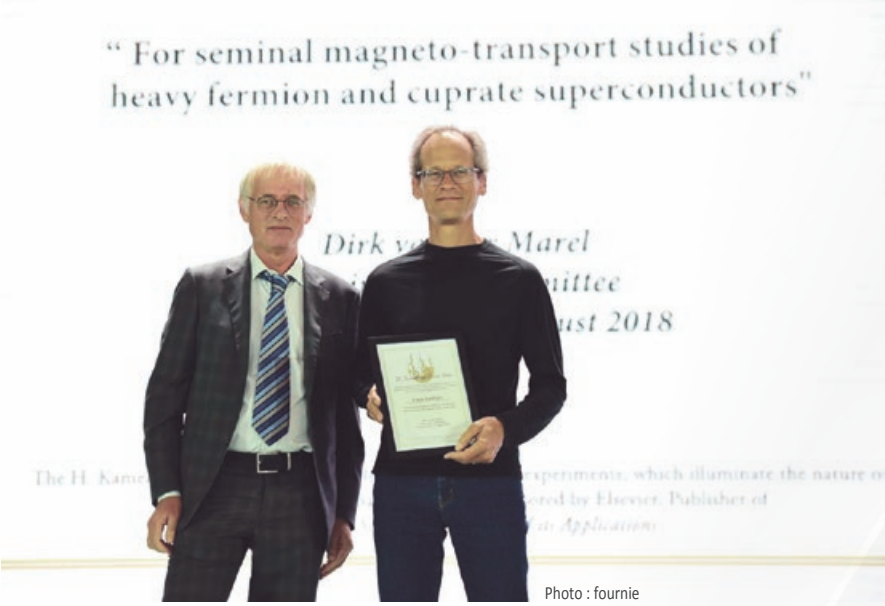


Photo : fournie

Le Prix KAMERLINGH ONNES a été établi en 2000 par les organisateurs de l'*International Conference on the Materials and Mechanisms of Superconductivity (M2S)*, en l'honneur du professeur Heike Kamerlingh Onnes qui a découvert la supraconductivité en 1911. Le prix est commandité par Elsevier, maison de publication de la revue *Physica C – Superconductivity and its Applications*. Ce prix, octroyé pour des expériences remarquables qui mettent en lumière la nature de la supraconductivité, comprend une bourse de 7500 € et un certificat.

LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA REMET SES DISTINCTIONS

La médaille Rutherford en physique pour Alexandre Blais

Le professeur Alexandre Blais, du Département de physique et directeur de l'Institut quantique de l'Université de Sherbrooke, est récipiendaire de la Médaille commémorative Rutherford en physique, attribuée annuellement par la Société royale du Canada (SRC) en reconnaissance de recherches éminentes dans le domaine de la physique.

« C'est une belle reconnaissance et je suis honoré de voir mon nom ajouté à une liste de personnes qui ont contribué de façon significative au progrès de la physique. Ils vous diraient sans doute la même chose que moi, le travail qui mène à cette distinction ne se fait pas seul, c'est la somme des efforts de toute une équipe. Cette médaille Rutherford, c'est aussi celle des membres de mon équipe », précise le professeur Blais.

La contribution scientifique du professeur Blais est multiple, et ce qui retient surtout l'attention, c'est son apport au développement de l'électrodynamique quantique en circuit (*circuit quantum electrodynamics*), en étant notamment l'auteur de l'article fondateur du domaine : *Cavity quantum electrodynamics for superconducting electrical circuits: An architecture for quantum computation*.

Médaille Rutherford de la Société royale du Canada

La médaille Rutherford est remise annuellement par la Société royale du Canada, en mémoire du professeur Ernest Rutherford. Physicien et chimiste né en Nouvelle-Zélande, professeur Rutherford a passé une partie de sa carrière à l'Université McGill. Puisque ses découvertes se sont faites alors qu'il était relativement jeune, la SRC privilégie de jeunes chercheurs pour cette distinction attribuée en reconnaissance de recherches éminentes dans tout domaine de la physique.

RELÈVE ÉTOILE LOUIS-BERLINGUET MARS 2019

Baptiste Royer

Photo : IQ

Baptiste Royer

Publication primée :
Itinerant microwave photon detector

Publiée dans :
Physical Review Letters

Au début du siècle dernier, Albert Einstein avance que la lumière est composée de paquets d'énergie bien définie : les photons. Quelques décennies plus tard, la possibilité de détecter ces photons un par un a révolutionné plusieurs aspects de la physique moderne, de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Dans son article, Baptiste Royer propose une méthode novatrice permettant de mesurer des photons micro-ondes uniques, ce qui auparavant n'était possible que pour les photons de la lumière visible. Ce détecteur aura une pléthore d'applications, de l'informatique quantique jusqu'à la détection de la matière noire.

PRIX ADRIEN-POULIOT

Laurence Haguenauer, Consule générale de France à Québec, et Louis Taillefer, lauréat du prix Acfas-Adrien Pouliot 2018

Photo : Acfas – Hombelhne Dumas

L'ACFAS souligne les collaborations de Louis Taillefer avec la France

Le prix Adrien-Pouliot de l'ACFAS (Association francophone pour le savoir) soulignant la coopération scientifique avec la France est, cette année, décerné au P[r] Louis Taillefer du Département de physique et membre de l'IQ. Le prix a été remis dans le cadre du 74[e] Gala annuel tenu à Montréal le 13 novembre 2018. Reconnu pour ses travaux sur les supraconducteurs et autres matériaux quantiques, Louis Taillefer multiplie les collaborations avec des chercheurs et des centres de recherche français depuis son arrivée à Sherbrooke en 2002. Il a également contribué à la formation de plusieurs jeunes chercheurs issus d'institutions françaises.

« Ce prix, ajoute le chercheur, souligne l'importance de la collaboration en recherche et les fructueux partenariats que nous avons ici, à l'Université de Sherbrooke, avec des chercheurs français ». La collaboration entre Cyril Proust et Louis Taillefer est au cœur de la création par le CNRS en 2017 d'un nouveau Laboratoire International Associé (LIA) entre Sherbrooke et plusieurs laboratoires en France.

PRIX DE VULGARISATION

Sekou-Oumar Kaba

Photo : UdeS - Michel Caron

Sekou-Oumar Kaba, lauréat du prix de vulgarisation scientifique de l'ACFAS

L'intérêt pour la vulgarisation scientifique est au cœur de la passion de Sekou-Oumar pour la science. Sa longue liste de contributions comprend un été d'animation pour Les Débrouillards, la coanimation d'une émission de radio sur les ondes de CFAK et CISM – les radios universitaires de l'UdeS et l'UdeM, l'organisation de diverses conférences et la création d'une capsule audio sur les propriétés extraordinaires des supraconducteurs. Ce dernier projet a été récompensé par l'ACFAS lors de son congrès de 2018 par la remise d'un prix de vulgarisation scientifique. Étudiant à la maîtrise sous la direction de David Sénéchal, Sekou-Oumar sonde la supraconductivité du ruthénate de strontium à l'aide de méthodes numériques de pointe. Expliquer en quelques minutes ses recherches dans un format audio accessible à tous est un exploit en soi; nous le félicitons grandement pour son prix largement mérité!

PRIX INSPIRATION 2018

Christian Sarra-Bournet en compagnie du vice-recteur aux ressources humaines, Pr Jean Goulet et du recteur, Pr Pierre Cossette.
Photo : UdeS

Christian Sarra-Bournet, directeur exécutif de l'IQ, récipiendaire du prix de l'engagement professionnel au sein de la communauté universitaire

La communauté de l'UdeS est appelée à chaque année à soumettre des candidatures aux Prix Inspiration. Ceux-ci exposent les membres du personnel qui s'investissent charitablement et ont un impact majeur dans la communauté universitaire.

L'obtention du prix de l'engagement professionnel au sein de la communauté universitaire par le directeur exécutif de l'Institut quantique souligne la place grandissante de notre institut au sein de l'UdeS et dans son rayonnement autant au niveau local, national et international.

PRIX D'ENSEIGNEMENT

Le Pr Garate en compagnie de la doyenne de la Faculté des sciences, Pre Carole Beaulieu, de la vice-rectrice aux études, Pre Christine Hudon et le recteur, Pr Pierre Cossette.
Photo : UdeS - Michel Caron

Pr Ion Garate, récipiendaire du prix Reconnaissance de la qualité de l'enseignement de la Faculté des sciences

Le professeur Ion Garate, du Département de physique et membre de l'Institut quantique, a reçu le prix Reconnaissance de la qualité de l'enseignement de la Faculté des sciences. Pr Garate s'est distingué à bien des égards en enseignement universitaire. Il a enseigné aux trois cycles d'études et les évaluations par ses étudiants sont exceptionnelles dans chacun de ses cours.

Le professeur Garate se distingue aussi au plan de la formation de personnel hautement qualifié en recherche. Il a encadré les travaux de recherche de plusieurs stagiaires de 1er cycle, en plus d'étudiants aux études supérieurs et des stagiaires postdoctoraux depuis le début de sa carrière professorale en 2013. De nombreux étudiants supervisés par Pr Garate, qui le considèrent comme un mentor, ont obtenu des bourses compétitives de grands organismes.

COLLABORATIONS ET PARTENARIATS

OUVRIR NOS PORTES AUX AUTRES JOUEURS DANS L'ÉCOSYSTÈME CANADIEN – CNRC

Conseil national de recherches Canada | National Research Council Canada

Le Conseil national de recherche du Canada (CNRC) et l'UdeS ont signé un protocole d'entente ayant pour objectif d'explorer les collaborations possibles et développer des projets de recherche sous quatre thèmes, incluant : l'information quantique, la correction d'erreurs et les algorithmes, l'intégration photonique et les senseurs quantiques photoniques. Ils souhaitent du même coup améliorer leurs offres de formation, ainsi que leurs activités de sensibilisation en science quantique et photonique.

Nous avons pu voir des résultats concrets de ce partenariat. Le premier est la nomination à titre de professeur auxiliaire de quatre chercheurs du CNRC, dont trois femmes. Il s'agit de Alicia Kam, Ph. D. (nanofabrication), Madeline Lee, Ph.D. (détection magnétique), Li-Lin Tay, Ph.D. (senseurs) et Louis Gaudreau, Ph.D. (électronique et photonique quantique).

L'autre résultat issu de ce partenariat est la collaboration de l'Institut quantique au sein du Centre d'accès à la technologie de sécurité quantique (QSTAC). Ce centre a été formée par le CNRC, Recherche et développement pour la défense Canada

et le Centre de la sécurité des télécommunications pour aider à coordonner et à renforcer les efforts internes du gouvernement en matière de recherche en sciences et technologie quantiques en rapport avec les questions de politique gouvernementale.

PARTICIPER AUX EFFORTS INTERNATIONAUX – OPENSUPERQ

Le directeur scientifique de l'IQ, Alexandre Blais, a été nommé coprésident du groupe de science fondamentale d'OpenSuperQ, un des 20 projets financés par le European Quantum Flagship. Ce consortium de 10 partenaires internationaux académiques et industriels vise à concevoir, créer et opérer un processeur quantique de 100 qubits sur le *cloud*. Ce système de traitement de l'information quantique, physiquement situé au Forschungszentrum Jülich (FZJ), sera mis à la disposition des utilisateurs externes par un site web central.

L'European Quantum Flagship a été lancé en 2018 et est l'une des initiatives de recherche les plus ambitieuses mise de l'avant au sein de l'Union Européenne. Avec un budget d'un milliard d'euros pour 10 ans, ce projet a comme objectif de consolider et étendre le leadership de l'Europe dans le domaine quantique, ainsi que d'accélérer la transition de la science vers le marché au moyen d'applications commerciales et de technologies disruptives.

ANNONCE DE PROJETS QUANTIQUES PANCANADIENS

Initiative de recherche conjointe entreprise par l'Université de Sherbrooke, l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université de Waterloo

Trois des centres de recherche sur l'information et les matériaux quantiques les plus reconnus au Canada ont entrepris cinq projets de recherche conjoints dès mars 2019.

Les projets choisis ont répondu à l'invitation lancée conjointement par le Stewart Blusson Quantum Matter Institute (SBQMI) de l'Université de la Colombie-Britannique, le programme de développement technologique Transformative Quantum Technologies (TQT) de l'Université de Waterloo et l'Institut quantique (IQ) de l'Université de Sherbrooke. Ces trois centres reçoivent du financement dans le cadre du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada.

Chacun des projets de recherche quantique vise à accélérer les percées scientifiques en tirant parti de l'équipement et de l'expertise hautement spécialisés des établissements au cours des deux prochaines années.

Des possibilités grâce à la complémentarité

« La mise en commun de nos expertises offre des possibilités remarquables », a déclaré le Pr David Cory, chercheur principal de TQT. « Ces projets de recherche conjoints misent sur la complémentarité des trois programmes quantiques du Fonds d'excellence en recherche Apogée, élargissant ainsi la portée de leurs réalisations et accélérant leur développement. Grâce à ces projets, nous verrons de nouveaux matériaux quantiques reliés à des dispositifs quantiques, de nouvelles théories du contrôle quantique menant à des applications quantiques plus vastes et l'expertise des trois centres visant à résoudre le problème du bruit, qui fait obstacle au calcul quantique efficace. »

Les projets finaux ont été sélectionnés en fonction de leur importance scientifique, de leurs échéanciers et de leur potentiel à produire des résultats dans un délai de deux ans. Dirigé par des réseaux collaboratifs de chercheurs œuvrant dans les trois centres, chaque projet met à contribution des connaissances, les ressources techniques et l'infrastructure propres à chaque centre.

Unir les forces

L'ampleur et la portée des approches de recherche laissent supposer d'importantes possibilités de collaboration entre les établissements canadiens. Le modèle offert par cet effort conjoint pourrait être utilisé pour cartographier les réseaux de ressources entre les établissements spécialisés en science quantique à l'échelle mondiale.

« Je suis très emballé par la perspective de ces nouveaux efforts de collaboration, confie le Pr Andrea Damascelli, directeur scientifique du SBQMI. L'union de nos forces fera avancer le Canada comme chef de file mondial dans les domaines des matériaux et des technologiques quantiques. »

Le Pr Alexandre Blais, directeur scientifique de l'IQ, abonde dans le même sens : « La collaboration dans le domaine de la science quantique permet non seulement de réaliser des avancées scientifiques, mais également de former les leaders en technologie quantique au Canada et dans le monde. »

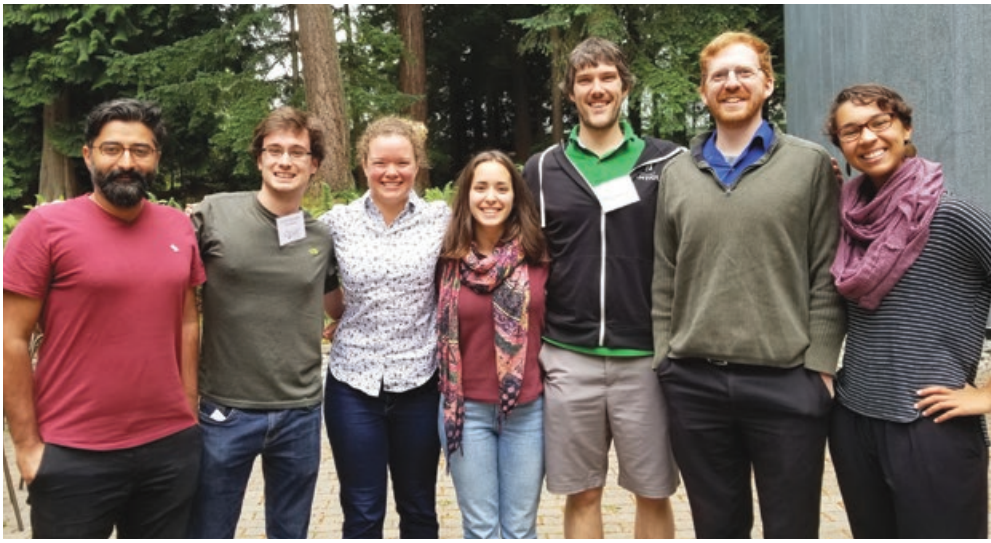
Les trois établissements bénéficiaires du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada prévoient collaborer dans le cadre de travaux futurs, y compris pour créer un laboratoire coopératif dans le cadre d'une proposition de stratégie quantique nationale.

SENSIBILISATION ET FORMATION

CONFÉRENCE ÉTUDIANTE EN QUANTIQUE DU CANADA - CGQC

20 au 22 juin 2018

La toute première édition de cette conférence étudiante – dont l'objectif est de tisser des liens entre les communautés en quantique au Canada, de promouvoir les collaborations scientifiques et le réseautage – a eu lieu sur le campus de UBC l'été passé. Cette conférence a été organisée conjointement par des étudiants membres des trois Apogées quantiques canadiens : *Institut quantique (IQ)*, *Stewart Blusson Quantum Matter Institute (SBQMI)* et *Transformative Quantum Technologies (TQT)*. Les participants ont eu la chance de rencontrer des leaders de l'industrie en quantique du Canada, ainsi que de partager leurs travaux avec leurs pairs. Cette première édition est un pas important dans la création d'un écosystème de recherche en quantique au Canada. Le comité organisateur souhaite que cette conférence devienne un incontournable et évolue pour refléter les besoins de la communauté étudiante en quantique.



Comité organisateur CGQC 2018 : Mohamad Nikman, Étienne Lantagne-Hurtubise, Madelaine Liddy, Sara Turcotte, Karl Thibault, Thomas Baker, Maude Lizaire

Photo : Fournie

UN FRANC SUCCÈS POUR UN ATELIER RASSEMBLEUR

Atelier scientifique international - Nouvelles directions en correction d'erreur quantique

Avril 2018, le professeur David Poulin organisait un atelier sur les *Nouvelles directions en correction d'erreur quantique*. Cet atelier a réuni des experts internationaux de premier plan dans le domaine de l'information quantique théorique, qui ont fait équipe avec des chercheurs de l'IQ pour relever certains des nombreux défis du domaine. C'est plus d'une vingtaine d'étudiants participants qui ont pu profiter de ces moments précieux pour échanger avec les chercheurs invités.

En plus du volet recherche, l'événement a offert une série de cours éducatifs sur des sujets de pointe en informatique quantique théorique. Les présentateurs et les sujets étaient les suivants :

Michael Beverland (Microsoft) — Codes quantiques de couleur

Benjamin Brown (Sydney) — Mémoires quantiques auto-correctrices

Guillaume Dauphinais (Madrid) — Décodage de codes topologiques

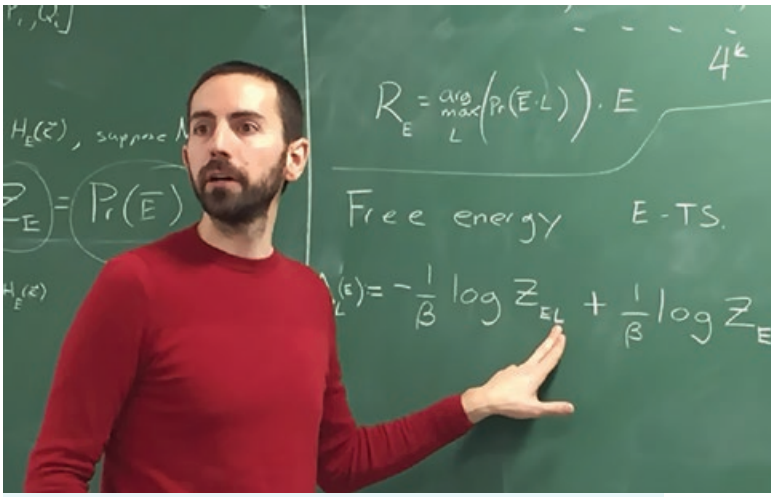
Steven Flammia (Sydney) — Physique statistique de la correction d'erreur quantique

Tomas Jochym-O'Connor (Caltech) — Codes quantiques éparses

Aleksander Kubica (Perimeter Institute) — Stabilité de l'ordre topologique

Fernando Pastawski (Berlin)— Codes quantiques holographiques

Theodore Yoder (IBM) — Correction d'erreur approximative



Steven Flammia

Photo : David Poulin

Dans le cadre du cours qu'il présentait, Steven Flammia a parlé du lien entre la physique statistique et la correction des erreurs quantiques (la physique d'un grand nombre de systèmes en interaction) et la science de la correction des bogues dans les processeurs d'information quantique. « Ces types d'événements sont importants pour au moins deux raisons. Tout d'abord, les étudiants bénéficient de l'interaction avec des experts et de l'apprentissage de ces derniers. Le fait que plusieurs experts donnent des conférences sur des sujets conduit inévitablement à ce que les idées soient expliquées de plusieurs façons différentes et, d'après mon expérience, cela est inestimable pour améliorer la compréhension des étudiants. Deuxièmement, le fait d'avoir un petit nombre d'experts réunis pour tenir un atelier ciblé est formidable parce que nous parlons tous un langage commun. Ma partie préférée de l'atelier a été de rencontrer des étudiants brillants et des postdoctorants qui travaillent sur des sujets d'information quantique à Sherbrooke. »

ATELIER SCIENTIFIQUE : SPIN CANADA

La deuxième édition de l'atelier « Spin Canada » s'est tenue à Calgary en juillet 2018, regroupant plus de quarante personnes, dont des chercheurs canadiens et des membres de l'industrie ou du gouvernement ayant un intérêt de recherche sur les dispositifs quantiques à base de spin. Les qubits de spin sont des candidats de choix à la course à l'ordinateur quantique et le Canada possède une expertise renommée dans de domaine.

Plusieurs activités ont été organisées lors de ce rassemblement, incluant des présentations scientifiques, une table ronde industrielle et des discussions thématiques en petits groupes. Une vision canadienne de la recherche dans ce domaine est en train de se cristalliser grâce à de tels événements, ne manquez pas la prochaine édition en 2020!

Les participantes et participants à l'atelier Spin Canada.
Photo : Fournie

ÉCOLE D'ÉTÉ INTERNATIONALE SUR LES MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR MATÉRIAUX QUANTIQUES

Du 27 mai au 8 juin 2018 - Centre de villégiature Jouvence - Québec

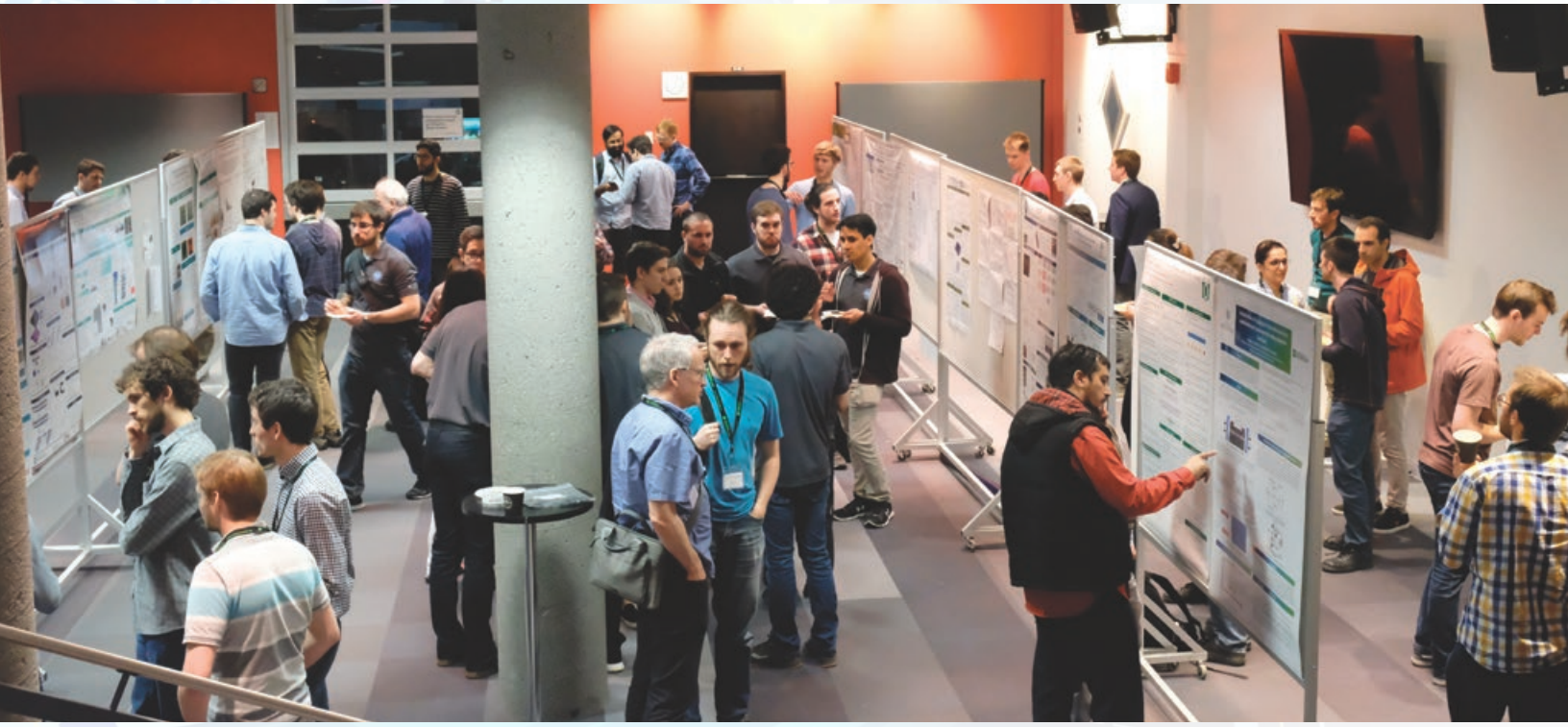
L'École d'été internationale sur les méthodes numériques pour matériaux quantiques a eu lieu pour une deuxième édition sur le site de villégiature enchanteur Jouvence, près de l'Institut quantique. Des professeurs de calibre internationaux – dont plusieurs sont les inventeurs des méthodes qu'ils ont enseignés durant l'école – et leurs étudiants étaient rassemblés afin d'accroître la capacité des participants d'appliquer des méthodes numériques à leurs problèmes de recherche. Les soixante participants ont eu encore une fois la chance de vivre une expérience d'apprentissage mémorable.

Les participantes et participants à l'école d'été.
Photo : fournie

COLLOQUE ANNUEL 2018 – 4 MAI 2018

Cette deuxième édition du colloque annuel, organisée par Eva Dupont-Ferrier, Ion Garate et André-Marie Tremblay, s'est déroulée le 4 mai 2018. L'Institut quantique a accueilli près de 150 participantes et participants membres tant de la communauté étudiante, du corps professoral que du personnel administratif. L'objectif d'échanger et d'en apprendre davantage sur les projets qui ont été réalisés lors de la dernière année ou qui sont en cours à l'Institut quantique a encore une fois été atteint.

Les participantes et les participants ont eu l'occasion de présenter des projets de recherche, de faire connaître des initiatives étudiantes, d'être au fait des nouvelles initiatives de l'IQ et d'être mis au courant des offres d'emplois et de stages.



Comité d'animation scientifique Séminaires.
Photo : IQ

PROGRAMME DE BOURSES POSTDOCTORALES DE L'IQ

CLÉMENT GODFRIN

Clément Godfrin est stagiaire postdoctoral à l'IQ sous la direction de la P^re^ Eva Dupont-Ferrier et du P^r^ Michel Pioro-Ladrière. Son parcours scolaire débute à Brest en France d'où il est originaire, pour ensuite s'orienter vers Paris pour des études de maîtrise, puis Grenoble pour le doctorat à l'Institut Néel.

À l'IQ, il se concentre sur les spins dans des structures à base de silicium, plus précisément sur l'interaction entre ces spins et les photons, pour réaliser des protocoles d'informations quantiques. De façon plus générale, il s'enthousiasme à l'idée de réaliser des expériences basées sur les théories de précurseurs comme Einstein, Schrödinger ou Planck: « Grâce aux développements des techniques expérimentales (cryogénie, nano-fabrication, électronique…), il nous est maintenant possible de réaliser des systèmes qui ressemblent fortement aux expériences de pensée imaginées par les pères fondateurs de la mécanique quantique il y a maintenant plus de cent ans. J'aime réaliser ces expériences dites *toy model* qui font intervenir un très petit nombre de constituants (atome, photon…) et permettent ainsi d'avoir une compréhension approfondie des mécanismes fondamentaux de la mécanique quantique. »

Pourquoi choisir Sherbrooke

Clément Godfrin nous explique qu'une combinaison de plusieurs éléments l'ont mené à choisir l'Institut quantique. Le premier contact avec Sherbrooke se fait il y a sept ans par l'entremise d'un stage dans le groupe de Michel Pioro-Ladrière. Dès cette première visite, Clément Godfrin y décèle une ambiance de travail qui lui plaît, tout en précisant qu'il s'agit là d'une dimension importante en recherche. Plus tard, lors d'une visite à l'Institut quantique, il fait plus ample connaissance avec l'équipe, dont le savoir-faire et les compétences en physique quantique l'impressionnent. « Après un doctorat, il est primordial de trouver un lieu dynamique dans lequel on peut bénéficier d'une grande liberté, c'est ce que j'ai trouvé ici », précise-t-il. L'amateur de plein air a trouvé dans les grands espaces de la nature québécoise le dernier argument qui l'a convaincu de s'établir en sol estrien.

Ensuite?

A la question « Quelles sont vos intentions professionnelles après votre séjour à l'IQ? », Clément Godfrin répond sans hésitations : « J'aimerais poursuivre dans le milieu de la recherche. Je pense donc faire un autre stage postdoctoral afin de continuer à apprendre des techniques expérimentales permettant de sonder et jouer plus efficacement avec les systèmes quantiques. Beaucoup d'équipes dans le monde travaillent en ce moment sur des systèmes liant spin et circuit supraconducteur, j'aimerais poursuivre dans cette voie. »

ALEXANDRU PETRESCU

S'engager dans un parcours de chercheur est parfois synonyme de déracinement. Alexandru Petrescu, stagiaire postdoctoral à l'IQ, l'a vécu à 18 ans alors qu'il entreprend des études de physique à l'Université Princeton au New Jersey grâce à une bourse obtenue en participant à des olympiades de physique. Il passe donc de la Roumanie aux États-Unis, du roumain à l'anglais qu'il a appris dans ses études pré-universitaires.

Suivent ensuite des études doctorales à l'Université Yale faites sous la supervision de la Pr Karyn Le Hur. Puisque cette dernière prend ensuite la direction de l'École Polytechnique, Alexandru Petrescu terminera donc son doctorat en co-tutelle, Paris-Yale. Une première immersion en français pour le stagiaire postdoctoral, lui qui s'est discipliné à parler la langue quotidiennement durant son doctorat.

C'est comme si, dès ce moment, la voie vers Sherbrooke commençait à se tracer peu à peu pour lui. En effet, ayant fait un passage à Sherbrooke, devenant même la première femme à occuper un poste de professeure en physique à l'Université de Sherbrooke, la Pre Le Hur a parlé de Sherbrooke à son étudiant. « Je savais aussi que Sherbrooke est un centre universitaire très renommé dans notre domaine. D'excellentes publications proviennent de Sherbrooke, j'ai, par exemple, eu l'occasion pendant mon doctorat d'étudier des articles rédigés par les Prs Blais, Sénéchal et Tremblay. De plus, j'ai rencontré le Pr Garate alors qu'il était en stage postdoctoral à Yale. » précise Alexandru.

Sur plan personnel, l'arrivée au Québec s'est faite de façon tout aussi naturelle. « Nous sommes européens, ma conjointe et moi, et, pour nous, il y a des traits communs évidents avec le Québec, avec la région, notamment en matière de culture. C'est un milieu très chaleureux, la nature est à proximité, nous sommes vraiment choyés »

D'un point de vue scientifique

En obtenant la bourse postdoctorale prestige de l'IQ, Alexandru s'est joint au groupe du Pr Blais. « Je travaille surtout sur la dynamique des systèmes quantiques en circuits supraconducteurs. Notre objectif est de trouver des méthodes analytiques pour mieux comprendre les sources de décohérence dans ces systèmes, pour savoir comment peut-on maintenir l'information quantique afin de donner des indications aux expérimentateurs sur la meilleure façon de manipuler leurs systèmes. Sous l'impulsion d'Alexandre Blais, je me suis également intéressé aux états quantiques appelés « chats de Schrödinger » pour la correction d'erreurs quantique. Tous ces projets sont reliés entre eux et c'est ce qui rend mon séjour à Sherbrooke tout à fait stimulant. »

Attiré par Sherbrooke en raison des possibilités de collaborer et de se retrouver à l'interface de divers domaines de la physique, le stagiaire postdoctoral multiplie les projets de recherche. « Je contribue également à des projets de recherche avec le Pr Garate et Pr Le Hur dans un domaine tout à fait différent. Il s'agit de simulation quantique. Nous nous attaquons au problème posé par Richard Feynman il y a 40 ans, c'est-à-dire, l'impossibilité d'avoir recours à des outils classiques pour simuler et comprendre un système complexe quantique et la nécessité d'utiliser des systèmes quantiques pour le faire. Comment dupliquer un système physique pour en étudier les propriétés, une copie qui peut donner de l'information sur l'original. C'est ce que je fais avec Ion et Karyn en étudiant les fermions de Majorana dans des échelles quantiques. »

Après le stage postdoctoral?

Alexandru Petrescu estime avoir, jusqu'à maintenant, atteint ses objectifs professionnels en venant faire son stage postdoctoral à l'IQ, tant en raison de la liberté qui est accordé au chercheur qu'en raison de la qualité des personnes avec qui il collabore.

Bien que ce stage ne soit pas encore terminé, il doit tout de même songer à la prochaine étape. « Mon objectif est de rester dans le milieu universitaire, j'espère pouvoir enseigner et faire de la recherche. Je suis fasciné par notre domaine, par cette qualité du travail qui est réalisé. J'aime jouer avec les idées, les partager avec les collègues, qu'ils soient théoriciens ou expérimentateurs. Les idées, c'est un peu notre monnaie d'échange entre chercheurs. Et, qui sait, peut-être verrons-nous des applications pratiques prendre forme grâce à nos recherches. » Souhaitons-lui, de pouvoir un jour voir des applications tirées de ses découvertes.

RYAN FOOTE

Le parcours qui mène à Sherbrooke

Originaire de Bedford, au New Hampshire, Ryan Foote est présentement stagiaire postdoctoral à l'Institut quantique. Après avoir obtenu son diplôme de premier cycle au Massachusetts Institute of Technology (MIT) à Cambridge, Ryan a travaillé un an dans un laboratoire comme moniteur technique. Il a ensuite fait des études supérieures à l'Université du Wisconsin-Madison de 2012 à 2018. C'est en août 2018 qu'il arrive à Sherbrooke pour travailler dans le groupe du Pr Michel Pioro-Ladrière.

Comment passe-t-on du Wisconsin à l'Estrie? « Au cours de mes études, j'ai rencontré de nombreuses personnes qui ont travaillé ici, j'ai lu leurs publications, j'ai même lu des publications du Pr Pioro-Ladrière avant qu'il ne devienne professeur. Même si mes connaissances de l'université et de la ville étaient limitées, je savais qu'il s'y passait des choses intéressantes sur le plan de la science quantique », explique Ryan Foote qui apprécie le fait qu'étant à Sherbrooke, il n'est plus qu'à 300 km d'un repas en compagnie de sa famille.

Nouveaux défis

Pendant ses études supérieures, Ryan Foote a orienté ses recherches sur l'informatique quantique dans des hétérostructures silicium/silicium-germanium. Au postdoctorat, il travaille maintenant sur le silicium. Comme le physicien le dit lui-même :

« J'essaie de prendre et de simplifier toutes les connaissances et l'expertise que la communauté des semi-conducteurs a accumulées au fil des ans pour fabriquer toutes sortes de micropuces qui fonctionnent très rapidement et pour voir ce que nous pouvons faire pour intégrer cela dans le développement d'un ordinateur quantique. Là où mon projet de recherche s'intègre, c'est en se concentrant spécifiquement sur la co-intégration du matériel classique avec les systèmes quantiques. Au fur et à mesure que mon projet progresse, j'essaie de mettre au point différents petits circuits qui nous permettront d'effectuer des mesures plus pointues tout en fonctionnant à d'aussi basses températures. »

Ce projet servira de précurseur dans la construction d'un mini-ordinateur qui entrerait dans un ordinateur quantique pour lui permettre de traiter plus rapidement l'information et d'envoyer un signal de niveau supérieur dans un réfrigérateur.

Une expertise diversifiée

Une fois que les mesures des expériences de Ryan débuteront, le physicien pourra vraiment tirer profit de son travail en compagnie des ingénieurs électriques de l'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique - 3IT. Le principal avantage de faire de la recherche à Sherbrooke est la proximité et la variété des experts et des ressources.

« Je me doute bien que lorsque je commencerai à obtenir des résultats et que je commencerai à intégrer ces appareils, c'est à ce moment que mes amis ingénieurs seront utiles. Ou quand j'essaierai de passer de la première à la deuxième version de ma puce, toute l'expertise disponible ici sera un énorme avantage. Si je n'avais pas eu toute cette aide supplémentaire, je n'aurais peut-être pas été capable de démarrer ce projet ; cela m'aurait probablement pris trois fois plus de temps. »

En fait, l'une des principales raisons qui ont convaincu Ryan Foote de choisir Sherbrooke était la diversité de l'expertise. Comme il le dit lui-même : « Nous ne pouvons pas fabriquer des ordinateurs quantiques sans intégrer d'autres domaines que la physique. Ce que j'aime de l'IQ, c'est que cette philosophie est largement partagée par les membres. »

MATHIEU MASSICOTTE

Originaire de Drummondville, Mathieu Massicotte a fait un long chemin pour se rendre à Sherbrooke. Des labos de Montréal à ceux de Barcelone, en passant par une incursion dans le monde des start-ups, il a roulé sa bosse jusqu'à l'Institut quantique pour y entreprendre un stage postdoctoral. Féru de matériaux 2D comme le graphène, il s'est donné comme objectif d'explorer leur potentiel dans le domaine des technologies quantiques. Pour y parvenir, dit-il, « Il faut apprendre à jouer avec des blocs Lego de l'épaisseur d'un atome. »

De Montréal à Barcelone

Hésitant d'abord entre le génie et la physique, Mathieu Massicotte tranche en choisissant le génie physique à Polytechnique de Montréal, où il complète son baccalauréat. Puis, il se dirige vers une maîtrise en physique à l'Université McGill. C'est là qu'il commence à étudier le graphène, un matériau aux propriétés physiques exceptionnelles. « Et d'une grande beauté! », ajoute Mathieu en faisant allusion aux flocons qu'il synthétise sur du cuivre.

L'étudiant déménage par la suite à Barcelone, en Espagne, où il y effectue son doctorat en photonique à l'Institut des Sciences Photoniques (ICFO). Durant sa thèse, il cherche à comprendre comment le graphène et les autres matériaux 2D convertissent la lumière qu'ils absorbent en électricité. « Ce processus est extrêmement rapide; il prend à peine quelques picosecondes », précise-t-il. Ces travaux, espère-t-il, ouvriront la voie à une nouvelle génération de photodétecteurs ultra-rapides à base de matériaux 2D.

Une passion pour la bidimension

Mathieu Massicotte est passionné par tout ce qui touche aux matériaux 2D. « Ce qui est particulièrement excitant avec ces matériaux, c'est qu'on peut les empiler les uns sur les autres, une couche atomique à la fois, pour créer des matériaux artificiels avec des propriétés complètement nouvelles. Pour le physicien, la conception de ces hétérostructures s'apparente à une séance de jeu avec des blocs Lego, mais dans une version quantique et atomique. À cette échelle, les blocs interagissent de manière complexe et dans les bonnes conditions, de nouvelles propriétés peuvent émerger », explique M. Massicotte qui cite l'exemple de la supraconductivité dans le graphène décalé d'un angle magique. « L'hétérostructure est plus que la somme des couches qui la constituent », conclut-il.

Un détour entrepreneurial

Une fois son doctorat complété, Mathieu Massicotte décide d'explorer d'autres avenues que celle de la recherche universitaire. Il s'intéresse au processus de commercialisation des innovations, c'est-à-dire « comment une invention passe du laboratoire au marché ». De retour au Québec, il se joint à l'équipe de TandemLaunch, un incubateur d'entreprises en démarrage qui aide des chercheurs à identifier des technologies porteuses pour lancer des entreprises. Aux côtés de son équipe, Il cofonde la compagnie Edgehog qui se spécialise dans les solutions antiréfléchissantes pour les écrans et autres dispostifs opto-électroniques.

Un retour aux sources/ à la terre

Pour le moment, le stagiaire postdoctoral planche principalement sur deux projets combinant matériaux 2D et technologies quantiques. « Le premier consiste à utiliser les matériaux 2D pour développer une diode électroluminescente quantique capable d'émettre des photons uniques, tandis que pour le second on se sert d'une technologie quantique, les résonateurs supraconduteurs, pour étudier les matériaux 2D », explique-t-il.

SANGHITA SENGUPTA

Sanghita Sengupta a vu passer une l'offre de bourses postdoctorales de prestige de l'Institut quantique. Elle a présenté sa candidature. Comme d'autres candidats, elle a été invitée à faire une présentation de ses recherches à Sherbrooke. En février 2018, elle était à Sherbrooke devant les membres de l'IQ pour présenter *Quantum Many-Body Interaction Effects in Two-Dimensional Materials*.

Elle a ensuite reçu une réponse positive du jury chargé de la sélection des boursiers postdoctoraux. Pour Mme Sengupta, ce que Sherbrooke avait à offrir répondait vraiment à ses attentes. « Cette bourse me paraissait très intéressante parce qu'elle met l'accent sur l'indépendance et permet aussi de collaborer avec d'autres professeurs pour apprendre. »

Lors de sa première visite à Sherbrooke, elle a également eu l'occasion de rencontrer le Pr Ion Garate. « Quand je suis venue en visite, j'ai rencontré le Pr Garate. Je l'aimais beaucoup, il est humble et très au fait des récents développements en physique, ce qui m'a convaincu de rejoindre son groupe quand j'ai appris que j'avais été sélectionnée. » Notre stagiaire postdoctorale est persuadée d'avoir fait le bon choix. « Pr Garate a de très bonnes qualités de leader. »

Habituée aux changements

Notre post-doctorante est née à Calcutta où elle a fait ses études de premier cycle et sa maîtrise en physique. Toujours curieuse de savoir comment les choses fonctionnent, Sanghita a parcouru les 12 000 km qui séparent Calcutta de Burlington, au Vermont, où elle a décidé de faire ses études doctorales à l'Université du Vermont.

Son projet initial était de devenir expérimentaliste et de développer des couches minces dans des matériaux comme le graphène, ce domaine scientifique relativement nouveau qui a valu à André Geim et Konstantin Novoselov, tous deux de l'Université de Manchester au Royaume-Uni, un prix Nobel de physique en 2010. « C'est la raison pour laquelle je suis venue dans le Vermont. Il y avait un professeur avec qui je voulais vraiment travailler. Mais dans l'année qui a suivi mes études doctorales, je suis passée de l'expérimentation à la théorie. Je ne l'avais pas prévu, mais j'ai fini par devenir une physicienne théoricienne. Je pense que mes professeurs de l'Université du Vermont m'ont trouvé bien adapté à la théorie parce que je posais toujours trop de questions dans les expériences. Au début, cette transition de l'expérimentation à la théorie a été très difficile parce que j'ai dû mettre une structure mathématique aux questions que je posais. Rétrospectivement, je constate que ce qui était une difficulté à l'époque est maintenant quelque chose avec lequel je m'amuse », explique Mme Sengupta.

Ses projets en cours

Toujours prête à explorer de nouvelles voies, elle se lance à la découverte de la topologie. « La plupart des travaux de mon doctorat portaient sur les matériaux quantiques liés aux matériaux 2D, comme le graphène. Le Pr Garate mène un projet où il veut entendre le son de la topologie des électrons. C'est un domaine nouveau pour moi. Ce projet est très intéressant car nous sommes en train d'élaborer une théorie qui combine des idées issues de la physique semi classique, de la physique statistique et de la théorie quantique des champs. Et je peux aussi contribuer à ce projet avec une partie de mes connaissances en physique des phonons, il s'agit d'un quantum d'énergie de vibration dans un solide cristallin. »

Projets d'avenir

Mme Sengupta aimerait poursuivre une carrière universitaire, mais elle est bien consciente que seule une infime minorité peut y accéder. « Dans cette perspective, je sais que l'année à venir sera cruciale, et j'investis toute mon énergie et tous mes efforts pour tirer le meilleur parti de l'expertise disponible à l'IQ et des grandes opportunités de collaboration. »

IQ EN CHIFFRES

1er avril 2018 au 31 mars 2019

26
Professeurs-chercheurs

138
Étudiants gradués

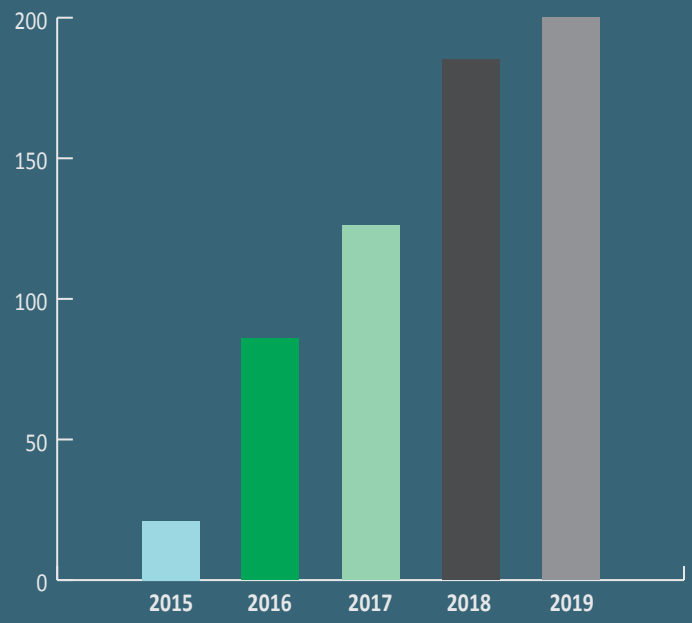
37
Postdocs

22
Personnel de recherche

67
Publications

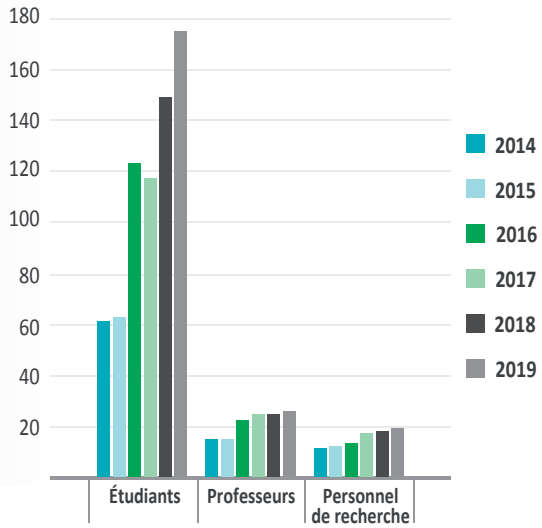
6
Professeurs associés

Séminaires



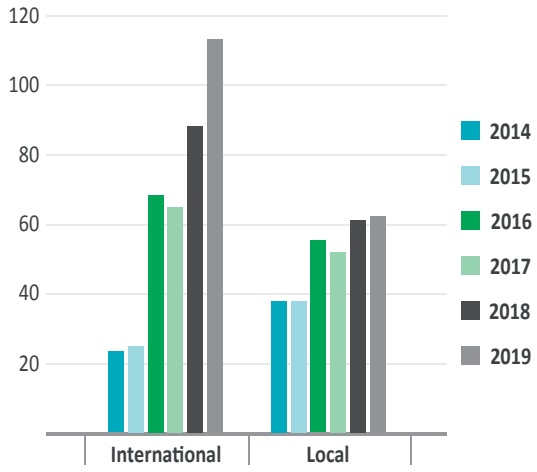
Recruter et retenir les meilleurs chercheurs au monde est une priorité pour l'Institut quantique. Le graphique montre la croissance de tous les types de chercheurs pour les années fiscales 2014 à 2019.

Effectifs de l'IQ



Nombre de professeurs, personnel technique et professionnels, postdoctorants et étudiants

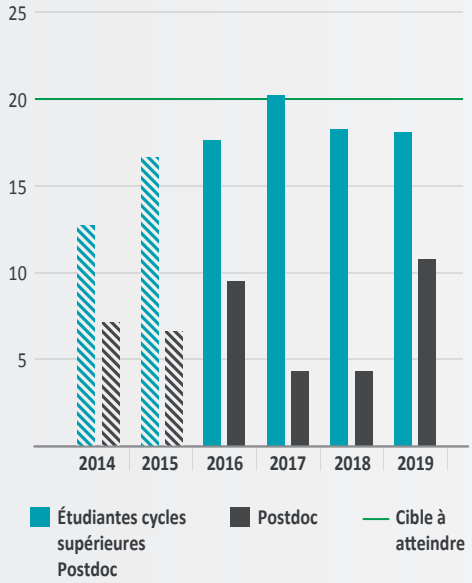
Étudiants de l'IQ



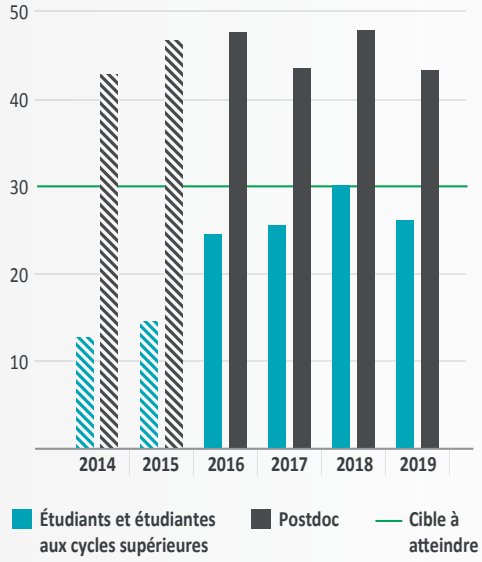
La provenance des étudiants

L'ÉQUITÉ, LA DIVERSITÉ ET L'INCLUSION À L'IQ

% d'étudiantes à l'IQ

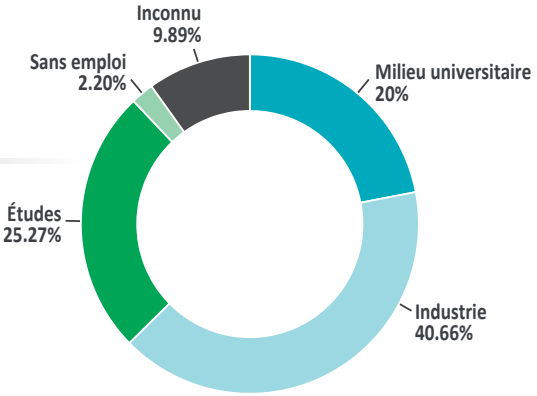


% de minorités visibles à l'IQ

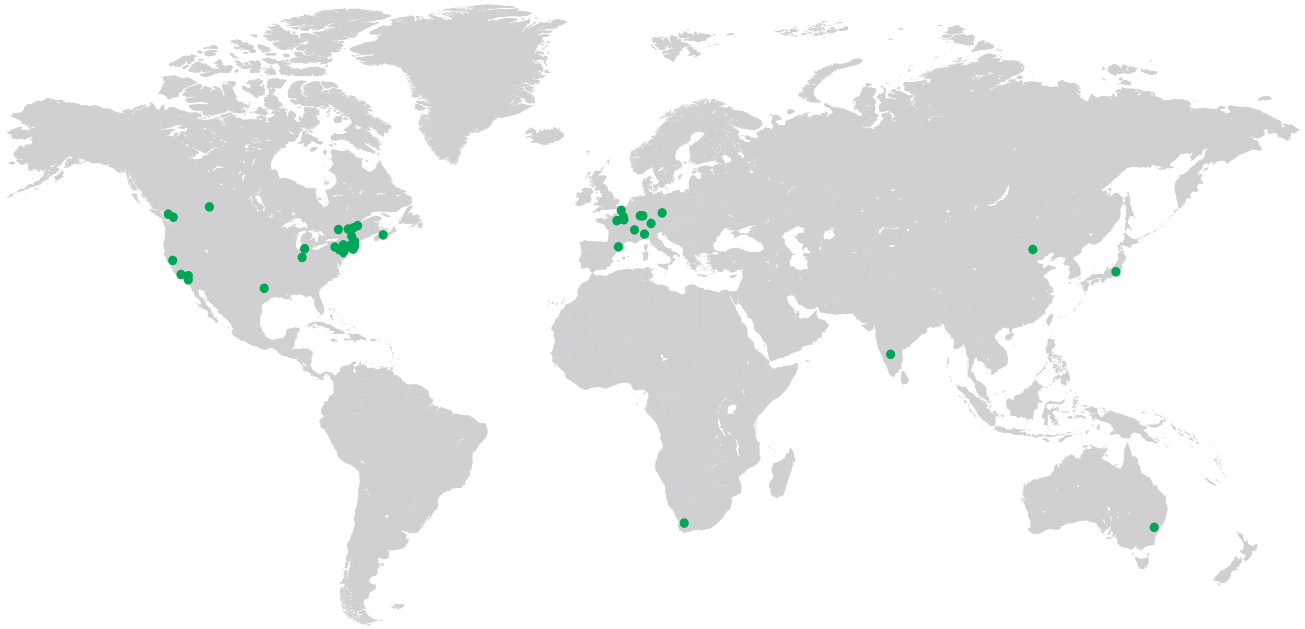


Ce que font nos anciens étudiants

(166 étudiants en 3 ans)



VISITEURS DE L'IQ



Pietro Giampa, TRIUMF, Canada

Pr Nergis Mavalvala, Massachusetts Institute of Technology, États-Unis

Nicolas Emond, INRS-Énergie, Matériaux et Télécommunications, Canada

Pierre Richard, Institute of Physics, Chinese Academy of Science, Chine

Michel Devoret, Applied Physics, Yale University, États-Unis

Dr Gerhard Kirchmair, Institute for Experimental Physics, Innsbruck, Autriche

Pouyan Ghaemi, City University of New York, États-Unis

Benoît Douçot, Université Pierre et Marie Curie, France

Abhijeet Alase, Darmouth College, États-Unis

Martin Rodriguez-Vega, University of Indiana, États-Unis

Dr Andrej Pustogow, UCLA Physics and Astronomy, États-Unis

Martin Dressel, Physikalisches Institut, Universitat Stuttgart, Allemagne

David Le Bœuf, Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (LNCMI) CNRS, France

Richard H. Rand, Mathematics and Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, États-Unis

Alex Sushkov, Boston University, États-Unis

Zlatko Minev, Yale University, États-Unis

Denis Golež, Department of Physics, University of Fribourg, Suisse

Antoine Georges, Collège de France, France

Mingda Li, Nuclear Science and Engineering, MIT, États-Unis

Michael Gershenson, Department of Physics and Astronomy, Rutgers University, New Jersey, États-Unis

Allan H. MacDonald, University of Texas at Austin, États-Unis

Mark Freeman, Department of Physics, University of Alberta, Canada

Sami Mitra, Editor Physical Review Letters, États-Unis

Andrew Darmawan, University of Tokyo , Japon

Christopher Chubb (candidat postdoc), University of Sydney, Australie

Pr Alexei Orlov, Department of Electrical Engineering, University of Notre Dame, IN, États-Unis

Hugo Touchette, Department of Mathematical Sciences, Stellenbosch University, Afrique du Sud

Sarah A. Burke, Department of Physics & Astronomy, Department of Chemistry, Stewart Blusson Quantum Matter Institute, University of British Columbia, Canada

Sam Roberts, University of Sydney, Australie

Alexander Wietek, Flatiron Institute, CCQ, États-Unis

Alessandro Braggio, Université de Gênes, Italie

Kimberley Hall, Department of Physics and Atmospheric Science, Dalhousie University, Canada

Kevin. J. Satzinger, Google AI Quantum Hardware Team, Santa Barbara, California, États-Unis

Christina Knapp, University of California, Santa Barbara, États-Unis

Margherita Mazzera, Institute of Photonic Sciences, Barcelone, Espagne

Stefanos Kourtis, Boston University, États-Unis

Laurens Vanderstraeten, Department of Physics and Astronomy, University of Ghent, Belgique

Joachim Cohen, QUANTIC project-team, INRIA Paris, France

Mathieu Juan, Institute for Quantum Optics and Quantum Information, Austrian Academy of Sciences, Autriche

Ashley Cook, University of California, Berkeley, États-Unis

Emmanuel Lorin, Carleton University, Canada

Johannes Mitscherling, Solid State Research, Stuttgart, Allemagne

Andrew King, D-Wave, Montréal, Canada

Lindsay LeBlanc, Dept of physics, University of Alberta, Canada

Keyan Bennaceur, Amrita University, Inde

Alex Maloney, Dept of Physics, McGill University, Canada

MEMBRES – AXES ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

Alexandre Blais
Département Physique
Directeur Scientifique
Information Quantique

- Détection sur une large bande passante de photons micro-ondes uniques
- Développement de nouvelles portes d'enchevêtrement haute-fidélité pour les qubits supraconducteurs
- Développement d'une architecture d'ordinateur quantique supraconductrice basée sur l'encodage en états-chats.
- Développement de nouvelles applications pour les ordinateurs quantiques à petite échelle
- Conception de dispositifs quantiques basés l'apprentissage automatique

Michel Pioro-Ladrière
Département Physique
Directeur adjoint
Information Quantique

- Réaliser un qubit de spin à l'aide d'une solution industrielle
- Fabriquer un semiconducteur unidimensionnel de taille atomique
- Mesurer l'influence du couplage spin-orbite synthétique sur le facteur gyromagnétique
- Caractériser le contrôle cohérent d'un ensemble de spins opérant à la température ambiante
- Réaliser un dispositif de type CCD dans la limite quantique
- Étudier la faisabilité d'une nouvelle approche pour le calcul quantique efficace en ressources matérielles

Yves Bérubé-Lauzière
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Développer un protocole pour le contrôle de la rétroaction de l'état d'un qubit de spin dans une double boîte quantique
- Terminer l'élaboration d'un protocole de contrôle de la rétroaction pour préparer et stabiliser les superpositions d'états quantiques en cavité.
- Développer des impulsions optimisées pour la caractérisation par résonance magnétique ultra-sensible de matériaux quantiques
- Développer un compilateur de circuits quantiques pour un ordinateur à piège à ions

Claude Bourbonnais
Département Physique
Matériaux Quantique

- Participation à titre de conférencier plénier invité à l'Internaltional Symposium on Crystalline Organic Metals and Magnets (ISCOM2019), septembre 2019, Tomar, Portugal.
- Publication de travaux sur l'application du groupe de renormalisation aux systèmes critiques quantiques de basse dimensionalité sous l'influence du dopage
- Publication de travaux sur la théorie de l'effet Seebeck dans les systèmes fortement corrélés de basse dimensionalité

Vincent Aimez
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Développement de méthodes de micro-nanofabrication avancées pour matériaux heterogènes

François Boone
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Conception, fabrication et caractérisation de composants passifs micro-usinés
- Conception et développement de MMIC
- Composant THz
- Caractérisation des bétons par mesures hyperfréquences

Serge Charlebois
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Cryptographie quantique: exploitation de la haute résolution temporelle pour augmenter la fiabilité des protocoles de communication quantique
- Génération de photons intriqués VUV-visible pour la caractérisation de photodétecteurs dans la gamme VUV

Paul Charrette
Informatique
Génie Quantique

- Réalisation d'antennes nanoplasmoniques couplées aux centres NV
- Réalisation de dispositifs à onde acoustiques de surface pour le couplage opto-mécanique cohérent de photons microondes à des photons télécom
- Réalisations de guides d'ondes à très faibles pertes pour la photonique quantique intégrée sur puce

René Côté
Département Physique
Matériaux Quantique

- Étude des états collectifs du gaz d'électrons dans les multicouches de graphene
- Diagramme de phase du gaz d'électrons dans un potentiel modulé spatialement
- Propriétés optiques topologiques des semimétaux de Weyl

  Étude des skyrmions orbitaux dans la bicouche de graphène

Dominique Drouin
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Développement de dispositif nanoélectronique à faible consommation d'énergie (fabrication de transistor à nanofil de Si / SiGe, à nanotube de carbone, film mince de silicium et monoélectronique)
- Intégration sur CMOS de fonction innovante (capteurs gaz/contrainte/ humidité, mémoire résistive à oxyde métallique, circuit faible consommation)

Éva Dupont-Ferrier
Département Physique
Information Quantique

- Etablissement de protocoles quantiques avec des dispositifs issus des filières microélectronique
- Qubit MOS avec des transistors de la microéletronique
- Interfacage de dopants avec circuits supraconducteurs
- Développements de qubit de spins avec des dopants dans les transistors MOS
- Fabrication de transistor MOS à dopant unique avec la plateforme 3IT

Patrick Fournier
Département Physique
Matériaux Quantique

- Effet Hall non-linéaire dans les cuprates et matériaux reliés
- Effet Little-Parks dans les supraconducteurs à haute température critique
- Développement de l'épitaxie sélective sur substrats pour les oxydes
- Interfaces dans les hétérostructures à base d'oxydes
- Croissance et étude des propriétés magnétocaloriques de matériaux quantiques
- Démonstration de l'effet magnétocalorique rotatif

Ion Garate Aramberri
Département Physique
Matériaux Quantique

- Trouver de nouvelles signatures optiques et sonores des invariants topologiques dans les matériaux quantiques
- Développer des algorithmes d'optimisation pour les dispositifs abritant des modes de Majorana
- Concevoir de nouveaux dispositifs quantiques basés sur la manipulation et contrôle des invariants topologiques

Max Hofheinz
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Élaboration d'un photomultiplicateur micro-ondes
- Démonstration d'un amplificateur micro-ondes limité quantiquement alimenté en courant continu
- Développement d'un cadre théorique pour les dispositifs photoniques de Josephson
- Exploration de dispositifs non réciproques basés sur la photonique de Josephson
- Réalisation de circuits de polarisation en tension continue à faible bruit (nV rms)

Denis Morris
Département Physique
Matériaux Quantique & Génie Quantique

- Études des défauts de spin dans des matériaux semiconducteurs à grand gap comme l'AlN, le h-BN et le diamant
- Étude du couplage entre structure plasmonique et émetteurs de photons associés aux défaut luminescents dans des matériaux semiconducteurs à grand gaps.
- Études des propriétés de transport électronique dans des nanofils et autres structures semiconductrices présentant des défauts de volume ou de surface (structure poreuse, graphene, matériaux implantés, etc.)
- Dynamique ultrarapide des phénomènes de superdiffusion et de transfert de chaleur dans des structures plasmoniques

David Poulin
Département Physique
Information Quantique

- Découverte d'un nouvel algorithme quantique.
- Renforcer nos liens industriels.
- Découvrir de nouveaux codes correcteurs d'erreurs utilisant un plus petit nombre de qubits.
- Approfondir nos connaissances fondamentales de la physique.

Jean-François Pratte
Département de Génie Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Mise en œuvre de diodes à avalanche à photon unique intégrées verticalement (3D)
- Réalisation d'un circuit intégré pour la distribution temporelle de clés quantiques
- Développement d'un système d'acquisition et de contrôle de très faible puissance pour les qubits de spin électronique.

Jeffrey Quilliam
Département Physique
Matériaux Quantique

- Mettre en évidence des Fermions de Majorana dans des liquides de spin.
- Utiliser la pression hydrostatique pour induire des nouveaux états magnétiques
- Développer des nouvelles techniques de mesure nous permettant d'étudier des couches minces ou des surfaces
- Étudier des semi-métaux de Weyl avec des mesures de RMN et de vitesse ultrasonore
- Découvrir et comprendre des nouvelles phases de matériaux magnétiques frustrés

Bertrand Reulet
Département Physique
Information Quantique

- Générer des signaux quantiques non gaussiens à l'aide de bruit quantique électronique
- Développer des outils théoriques et expérimentaux pour l'optique quantique à large bande.
- Développer de nouvelles expériences pour sonder la matière quantique

Jean Rouat
Électrique et Génie Informatique
Génie Quantique

- Rôle du bruit et de l'activité spontanée comme révélateur de topologies neuronales au sein de réseaux de neurones formels à décharges
- Rôle du bruit et de l'activité spontanée comme révélateur de topologies neuronales au sein de micro-circuits neuronaux du cerveau
- Apprentissage de réseaux de neurones profonds à décharges
- Étude de la criticalité pour des réseaux de neurones récurrents
- Liens entre quantique et réseaux de neurones à décharges

David Sénéchal
Département Physique
Matériaux Quantique

- Publication d'un logiciel public pour les calculs d'amas quantiques basés sur les diagonalisations exactes
- Élaboration d'un logiciel public pour les calculs basés sur les réseaux de tenseurs
- Étude de l'ordre de charge dans les supraconducteurs à haute température critique dans le cadre des modèles de Hubbard à une et trois bandes.
- Étude du passage BEC-BCS et de la phase pseudogap dans les supraconducteurs à haute température critique dans le cadre du modèle de Hubbard à 3 bandes
- Étude de la supraconductivité dans les bicouches de graphènes désalignées (twisted bilayer graphene) à l'aide de la théorie du champ moyen

Julien Sylvestre
Département de Génie Mécanique
Génie Quantique

- Modélisation thermomécanique et fiabilité des microsystèmes (microélectronique, MEMS, photovoltaïque, etc.)
- Manipulation de l'information par des systèmes mécaniques micro et nanométriques, microscopie acoustique à haute vitesse (entrepreneuriat)

Louis Taillefer
Département Physique
Matériaux Quantique

- Matériaux quantiques, où les corrélations entre électrons sont fortes, tels les cuprates, les supraconducteurs non-conventionnels, les métaux près d'un point critique quantique, et certains matériaux topologiques.

Dave Touchette
Département d'informatique
Information Quantique

- Découverte de nouvelles tâches de traitement de l'information avec avantage quantique
- Adaptation pour architecture concrète de protocoles abstraits avec avantage quantique
- Développer compréhension des limites au traitement de l'information quantique
- Dévelopement du cadre du coût de l'information quantique
- Dévelopement de schéma d'encodage quantique interactif

André-Marie Tremblay
Département Physique
Matériaux Quantique

- Clarifier les phénomènes physiques apparaissant au voisinage de la transition métal-isolant induite par les interactions (transition de Mott)
- Déterminer si la supraconductivité de Sr2RuO4 est de type topologique ou impair en fréquence
- Accélérer la découverte de matériaux et les algorithmes de calcul en utilisant des méthodes d'intelligence artificielle
- Trouver théoriquement ce qui détermine la température de transition des supraconducteurs à haute température à base de cuivre
- Généraliser la méthode auto-cohérente à deux particules pour inclure l'effet des fluctuations de spin dans les calculs réalistes de matériaux quantiques

PERSONNEL

ADMINISTRATION

Émilie Moquin
Secrétaire de direction

Christian Sarra-Bournet
Directeur Exécutif

Karl Thibault
Gestionnaire des Projets Stratégiques

Hugues Vincelette
Responsable Communications

ÉQUIPE TECHNIQUE ET PROFESSIONNELS

Mohamed Balli
Professionnel de Recherche

Guy Bernier
Coordonnateur Laboratoires

Jerome Bourassa
Professionnel de Recherche

Mario Castonguay
Technicien Physique

Benoit Couture
Technicien Génie Mécanique

Maxime Dion
Professionnel de Recherche

Nicolas Doiron-Leyraud
Département Physique
Matériaux Quantique

Simon Fortier
Technicien Physique

ÉQUIPE TECHNIQUE ET PROFESSIONNELS (suite)

Frédéric Francoeur
Technicien Génie Mécanique

Éric Giguère
Professionnel de Recherche

Étienne Grondin
Professionnel de Recherche

Carine Huillier
Coordonnatrice – salles blanches

Sarah Labbé
Technicien Physique

Michael Lacerte
Technicien Physique

Gabriel Laliberté
Technicien Physique

Felix Lalumière
Ingénieur de procédés - Nanofabrication

Christian Lupien
Professionnel de Recherche

Stéphane Morin
Technicien Physique

Reza Nourafkan
Professionnel de Recherche

Stéphane Pelletier
Technicien Physique

Édouard Pinsolle
Professionnel de Recherche

Bobby Rivard
Technicien Physique

Patrick Vachon
Technicien Support Informatique

L'IQ est soutenu par deux entités : un conseil d'orientation et un conseil scientifique. Ces conseils identifient les grandes orientations de recherche et les domaines en émergence qui présentent un intérêt pour le développement de l'institut, ainsi que les occasions de collaboration scientifique avec des partenaires extérieurs. De plus, ils appuient la direction dans sa recherche de collaboratrices et de collaborateurs et agissent comme ambassadeurs dans les activités auxquelles ils sont conviés. Ils sont composés de membres de l'industrie, du milieu académique et du gouvernement ayant une vaste expérience en administration et politique scientifique.

CONSEIL D'INSTITUT

Pr Jean-Pierre Perreault
Vice-recteur à la recherche, et aux études supérieures

Pr Carole Beaulieu
Doyenne (Faculté des sciences)

Pr Patrick Doucet
Doyen (Faculté de génie)

Pr Alexandre Blais
Directeur scientifique (Institut quantique)

CONSEIL D'ORIENTATION

Claude Jean
Vice-président exécutif et directeur-général, Teledyne-DALSA
Vice-président, Conseil d'administration, C2MI

Marie d'Iorio
Directrice exécutive, Cabinet du vice-recteur à la recherche, Université d'Ottawa
Présidente, NanoCanada
Secrétaire internationale, Société Royale du Canada

Raymond Laflamme
Directeur exécutif, Perimeter Institute for Theoretical Physics
Titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'information *quantique*

Denis Thérien
Vice-président recherche et partenariats R&D, Element AI
Ancien vice-président de la recherche et des partenariats, ICRA

Rémi Quirion
Scientifique en chef du Québec
Directeur exécutif de la Stratégie internationale de recherche concertée sur la maladie d'Alzheimer des Instituts de recherche en santé du Canada

CONSEIL SCIENTIFIQUE

David Danovitch
Professeur en génie électrique et informatique, Université de Sherbrooke
Titulaire de la Chaire cadre CRSNG-IBM Canada en encapsulation microélectronique pour l'échelonnement de la performance.
Membre du comité de conseil (TAC) de CMC Microsystems

Michel Devoret
Professeur de physique appliquée Frederick W. Beinecke au Yale Quantum Institute
Membre de l'Académie des sciences

David DiVicenzo
Directeur de l'Institute of Theoretical Nanoelectronics au Peter Grünberg Institute de Jülich
Professeur à l'Institute for Quantum Information de l'Université RWTH d'Aachen

David Reilly
Professeur de physique à l'Université de Sydney
Chercheur principal et directeur de Microsoft Quantum – Sydney
Chercheur en chef à l'ARC Centre of Excellence, Engineered Quantum Systems (EQuS)

Antoine Georges
Professeur au Collège de France, titulaire de la chaire de Physique de la matière condensée
Membre de l'Académie des sciences
Directeur du Center for Computational Quantum Physics (CCQ), Flatiron Institute

COLLABORATEURS ET PARTENAIRES DE L'IQ

INSTITUTIONS INTERNATIONALES

Académie tchèque de la science, République Tchèque

Amrita Vishwa Vidyapeetham, Inde

Austrian Academy of Sciences, Autriche

Berkeley, États-Unis

Bordeaux IMS, France

Boston University, États-Unis

Brookhaven National Laboratory, États-Unis

Caltech, États-Unis

CEA Grenoble, France

CEA Saclay, France

Chalmers University, Suède

Centre National de Recherche Scientifique, France

City University of New York, États-Unis

Colorado State University, États-Unis

Cornell University, États-Unis

Darmouth College, États-Unis

École des Mines de Paris – ParisTech, France

École Polytechnique de Paris, France

ETH Zurich, Suisse

Flatiron Institute, CCQ, États-Unis

G2ELab/CNRS, Grenoble, France

ICTP Trieste, Italie

INL-Lyon, France

INRIA Paris, France

INRS-Énergie, Matériaux et Télécommunications, France

INSA Lyon, France

Instituts Fraunhofer, Allemagne

Institute for Experimental Physics, Innsbruck, Autriche

Institute of Photonic Sciences, Barcelone, Espagne

Institute of Physics, Chinese Academy of Science, Chine

Konstanz University, Allemagne

Laboratoire de Physique des Solides Orsay, France

Ljubljana, Slovénie

LNCMI – Grenoble, France

LNCMI – Toulouse, France

LTM, Grenoble, France

Max Planck Institute, Allemagne

MIT, États-Unis

Northwestern University, États-Unis

Oak Ridge National Laboratory, États-Unis

Princeton, États-Unis

Rice University, États-Unis

Royal Holloway, University of London, Royaume-Uni

Rutgers University, États-Unis

Stellenbosch University, Afrique du Sud

Technical University of Isfahan, Iran

TU Delft, Pays-Bas

UC Berkeley, États-Unis

UCL, Royaume-Uni

UCLA Physics and Astronomy, États-Unis

Universität Karlsruhe, Allemagne

Universität Stuttgart, Allemagne

Universität Ulm, Allemagne

Université de Bordeaux, France

Université de Lyon 1, France

Université de Gênes, Italie

University of Ghent, Belgique

Université de Grenoble, France

Université de Sydney, Australie

Université des Sciences et Technologies de Lille 1, France

Université Paris-Diderot, France

Université Pierre et Marie Curie, France

Université Tahar Moulay, Saida, Algérie

University of California, Santa Barbara, États-Unis

University of Fribourg, Suisse

University of Indiana, États-Unis

University of Leipzig, Allemagne

University of Notre Dame, Indiana, États-Unis

University of Texas at Austin, États-Unis

University of Tennessee, États-Unis

University de Tokyo, Japon

Xiamen University, Chine

Yale University, États-Unis

INSTITUTIONS CANADIENNES

Carleton University

Dalhousie University

Institut Transdisciplinaire d'Information Quantique (INTRIQ)

McMaster University

Memorial University

Polytechnique Montréal

Regroupement québécois en matériaux de pointe (RQMP)

Regroupement stratégique en microsystèmes (RESMiQ)

Centre canadien d'accélération des particules (TRIUMF)

Simon Fraser University

Université de Montréal

Université Laval

University of Alberta

University of British Columbia

University of Manitoba

University of Waterloo

Université McGill

Western University

INDUSTRIE ET GOUVERNEMENT

Anyon Systems, Inc., Canada

Army Research Office, États-Unis

BlueFors Inc., Finlande

Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR), Canada

Calcul Québec

Centre National de Recherche du Canada (CNRC), Canada

Compute Canada

D-Wave, Canada

Google AI Quantum Hardware Team, Santa Barbara, California, États-Unis

Gordon & Betty Moore Foundation, États-Unis

IBM Canada

IBM, Watson, États-Unis

IBM Yorktown, États-Unis

Keysight Technologies Canada Inc., Canada

Microsoft Research, États-Unis

JILA Science, États-Unis

MiQroInnovation Collaborative Centre (C2MI), Canada

Raytheon BBN Technologies, États-Unis

Sandia National Laboratories, États-Unis

STMicroelectronics, France

Teledyne Dalsa Semiconductor, Canada

PRIX ET MENTIONS

PRIX INTERNATIONAUX

Radiation Instrumentation Early Career Award
Jean-François Pratte

Prix Kamerlingh Onnes
Louis Taillefer

PRIX NATIONAUX

Médaille commémorative Rutherford de la Société royale du Canada
Alexandre Blais

CRSNG Bourses de recherche premier cycle
Léo Caussan
Simon Bergeron
Catherine Éthier
Clovis Farley
Maxime Chagnon
Alexandre Dumont
Marc-Antoine Gauthier
Charles Richard
Olivier Trépanier

CRSNG Bourses études graduées – Maîtrise
Lucas St-Jean
Gregory Brookes
Alexandre Choquette-Poitevin
Chloé-Aminata Gauvin-Ndiaye
Thomas Gobeil
Jean-Michel Parent
Sara Turcotte

CRSNG Bourses études graduées – Doctorat
Simon Bolduc Beaudoin
Frédéric Nolet

CRSNG Bourses Vanier
Baptiste Royer

PRIX PROVINCIAUX

Prix Acfas Adrien-Pouliot
Louis Taillefer

Prix vulgarisation scientifique de l'ACFAS
Sékou-Oumar Kaba

FRQNT Bourses de maîtrise
Julien Rossignol
Jessica Lemieux
Maude Lizaire
Alexandre Bédard-Vallée
Gregory Brookes
Chloé-Aminata Gauvin-Ndiaye
Thomas Gobeil
Mathieu Lachapelle
Jean-Michel Parent
Lucas St-Jean
Maxime Tremblay

FRQNT Bourses doctorales
Samuel Boutin
Charles-David Hébert
Anirudh Krishna

FRQNT Bourses postdoctorales
Mathieu Douhard

FRQNT BMP Innovation
Samuel Parent

CGQC 2018

Prix meilleure présentation
Sékou-Oumar Kaba

Prix meilleur poster
Priyanka Brojabasi

INTRIQ – CONFETI

Prix meilleure présentation d'introduction
Maxime Tremblay

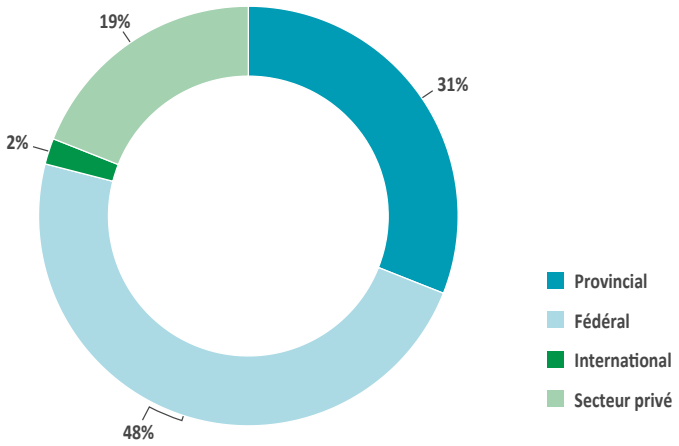
Prix meilleure présentation de spécialité
Thomas Baker

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

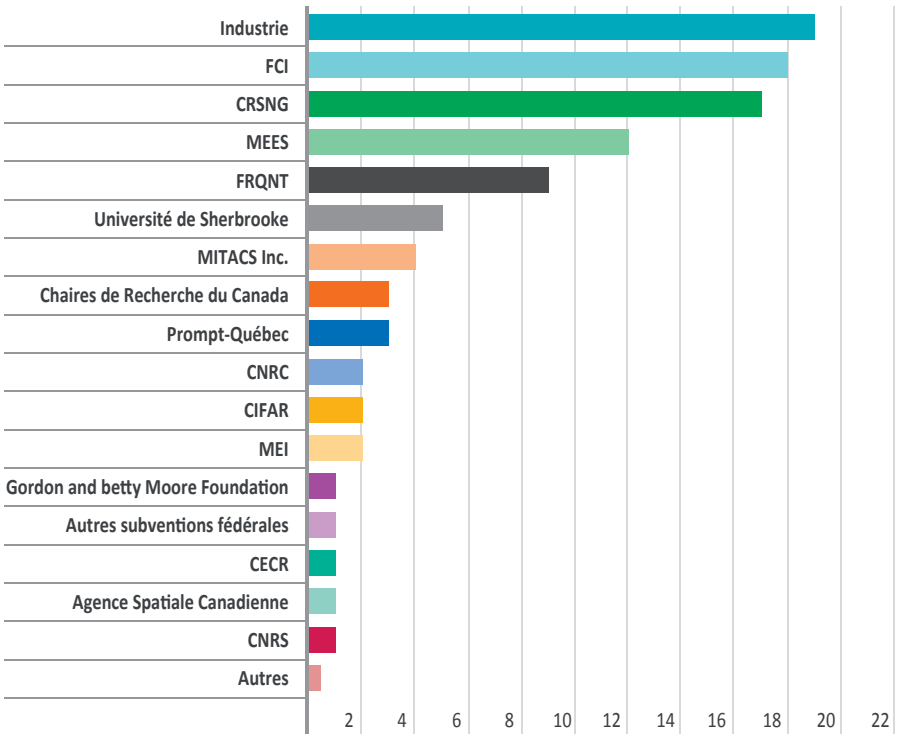
Prix Inspiration – Engagement professionnel au sein de la communauté universitaire
Christian Sarra-Bournet

Prix Reconnaissance de la qualité de l'enseignement de la Faculté des Sciences
Ion Garate

FINANCES



Subventions de recherche et contrats (non vérifiés) Revenus totaux : 16 M$



Subventions de recherche et contrats (non vérifiés) Revenus totaux : 16M$ (Par agence de financement)

JOURNAUX AVEC REVUE

Akbari-Sharbaf, A., Sinclair, R., Verrier, A., Ziat, D., Zhou, H. D., Sun, X. F., & Quilliam, J. A. (2018). Tunable Quantum Spin Liquidity in the $1/6$th-Filled Breathing Kagome Lattice. *Physical Review Letters*, *120*(22), 227201. www.doi.org/10/gdk3w4

Albert, J. B., Anton, G., Arnquist, I. J., Badhrees, I., Barbeau, P., Beck, D., … Ziegler, T. (2018). Sensitivity and discovery potential of the proposed nEXO experiment to neutrinoless double- β decay. *Physical Review C*, *97*(6). www.doi.org/10.1103/PhysRevC.97.065503

Ayele, G. T., Monfray, S., Ecoffey, S., Boeuf, F., Cloarec, J. P., Drouin, D., & Souifi, A. (2018). Ultrahigh-Sensitive CMOS pH Sensor Developed in the BEOL of Standard 28 nm UTBB FDSOI. *IEEE Journal of the Electron Devices Society*, *6*, 1026–1032. www.doi.org/10.1109/JEDS.2018.2861622

Balli, M., Jandl, S., Fournier, P., Vermette, J., & Dimitrov, D. Z. (2018). Unusual rotating magnetocaloric effect in the hexagonal ErMn O3 single crystal. *Physical Review B*, *98*(18). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.184414

Banville, F. A., Canva, M., Charette, P. G., Moreau, J., Sarkar, M., & Besbes, M. (2018). Spatial resolution versus contrast trade-off enhancement in high-resolution surface plasmon resonance imaging (SPRI) by metal surface nanostructure design. *Optics Express*, *26*(8), 10616–10630. www.doi.org/10.1364/OE.26.010616

Beattie, M. N., Bioud, Y. A., Hobson, D. G., Boucherif, A., Valdivia, C. E., Drouin, D., … Hinzer, K. (2018). Tunable conductivity in mesoporous germanium. *Nanotechnology*, *29*(21), 215701–215701. www.doi.org/10.1088/1361-6528/aab3f7

Bennaceur, K., Lupien, C., Reulet, B., Gervais, G., Pfeiffer, L. N., & West, K. W. (2018). Competing Charge Density Waves Probed by Nonlinear Transport and Noise in the Second and Third Landau Levels. *Physical Review Letters*, *120*(13), 136801. www.doi.org/10/gc7q8h

Blanchette, A., & Côté, R. (2018). Phase transitions induced by a lateral superlattice potential in a two-dimensional electron gas. *Physical Review B*, *98*(24), 245306. www.doi.org/10/gf5h5w

Bolt, A., Poulin, D., & Stace, T. M. (2018). Decoding schemes for foliated sparse quantum error-correcting codes. *Physical Review A*, *98*(6), 062302. www.doi.org/10/gfkr9h

Bonafos, C., Benassayag, G., Cours, R., Pécassou, B., Guenery, P. V., Baboux, N., … Drouin, D. (2018). Ion beam synthesis of indium-oxide nanocrystals for improvement of oxide resistive random-access memories. *Materials Research Express*, *5*(1). www.doi.org/10.1088/2053-1591/aaa30b

Bouchilaoun, M., Soltani, A., Chakroun, A., Jaouad, A., Darnon, M., Boone, F., & Maher, H. (2018). A Hydrogen Plasma Treatment for Soft and Selective Silicon Nitride Etching. *Physica Status Solidi (A) Applications and Materials Science*, *215*(9). www.doi.org/10.1002/pssa.201700658

Boulanger, M. E., Laliberté, F., Dion, M., Badoux, S., Doiron-Leyraud, N., Phelan, W. A., … Taillefer, L. (2018). Field-dependent heat transport in the Kondo insulator SmB6 : Phonons scattered by magnetic impurities. *Physical Review B*, *97*(24). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.97.245141

Boutin, S., Camirand Lemyre, J., & Garate, I. (2018). Majorana bound state engineering via efficient real-space parameter optimization. *Physical Review B*, *98*(21). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.214512

Braverman, M., Ko, Y. K. U. N., and Garg, A., & Touchette, D. (2018). Near-optimal bounds on the bounded-round quantum communication complexity of disjointness. *SIAM Journal on Computing*, *47*(6), 2277–2314. www.doi.org/10.1137/16M1061400

Cyr-Choinière, O., Daou, R., Laliberté, F., Collignon, C., Badoux, S., LeBoeuf, D., … Taillefer, L. (2018). Pseudogap temperature T* of cuprate superconductors from the Nernst effect. *Physical Review B*, *97*(6). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.97.064502

Cyr-Choinière, O., Leboeuf, D., Badoux, S., Dufour-Beauséjour, S., Bonn, D. A., Hardy, W. N., … Taillefer, L. (2018). Sensitivity of T c to pressure and magnetic field in the cuprate superconductor YBa2Cu3 Oy : Evidence of charge-order suppression by pressure. *Physical Review B*, *98*(6). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.064513

Dankert, A., Bhaskar, P., Khokhriakov, D., Rodrigues, I. H., Karpiak, B., Kamalakar, M. V., … Dash, S. P. (2018). Origin and evolution of surface spin current in topological insulators. *Physical Review B*, *97*(12). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.97.125414

Darmawan, A. S., & Poulin, D. (2018). Linear-time general decoding algorithm for the surface code. *Physical Review E*, *97*(5), 051302. www.doi.org/10/gf5gh7

Dion, G., Mejaouri, S., & Sylvestre, J. (2018). Reservoir computing with a single delay-coupled non-linear mechanical oscillator. *Journal of Applied Physics*, *124*(15). www.doi.org/10.1063/1.5038038

Edjlali, E., & Bérubé-Lauzière, Y. (2018a). Lq–Lp optimization for multigrid fluorescence tomography of small animals using simplified spherical harmonics. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, *205*, 163–173. www.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.10.015

Edjlali, E., & Bérubé-Lauzière, Y. (2018b). Solving analytically the simplified spherical harmonics equations in cylindrical turbid media. *Journal of the Optical Society of America A*, *35*(9), 1633. www.doi.org/10.1364/josaa.35.001633

Evenbly, G. (2018). Gauge fixing, canonical forms, and optimal truncations in tensor networks with closed loops. *Physical Review B*, *98*(8), 85155–85155. www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.085155

Evenbly, G., & White, S. R. (2018). Representation and design of wavelets using unitary circuits. *Physical Review A*, *97*(5). www.doi.org/10.1103/PhysRevA.97.052314

Faye, J. P. L., Kiselev, M. N., Ram, P., Kumar, B., & Sénéchal, D. (2018). Phase diagram of the Hubbard-Kondo lattice model from the variational cluster approximation. *Physical Review B*, *97*(23), 235151. www.doi.org/10/gf5h5x

Galy, P., Camirand Lemyre, J., Lemieux, P., Arnaud, F., Drouin, D., & Pioro-Ladriere, M. (2018). Cryogenic Temperature Characterization of a 28-nm FD-SOI Dedicated Structure for Advanced CMOS and Quantum Technologies Co-Integration. *IEEE Journal of the Electron Devices Society*, *6*, 594–600. www.doi.org/10.1109/JEDS.2018.2828465

Gauvin-Ndiaye, C., Baker, T. E., Karan, P., Massé, Balli, M., Brahiti, N., … Nourafkan, R. (2018). Electronic and magnetic properties of the candidate magnetocaloric-material double perovskites La2MnCoO6, La2MnNiO6, and La2MnFeO6. *Physical Review B*, *98*(12). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.125132

Groszkowski, P., Paolo, A. D., Grimsmo, A. L., Blais, A., Schuster, D. I., Houck, A. A., & Koch, J. (2018). Coherence properties of the 0-$\uppi$ qubit. *New Journal of Physics*, *20*(4), 043053. www.doi.org/10/gf5ghd

Haegeman, J., Swingle, B., Walter, M., Cotler, J., Evenbly, G., & Scholz, V. B. (2018). Rigorous Free-Fermion Entanglement Renormalization from Wavelet Theory. *Physical Review X*, *8*(1). www.doi.org/10.1103/PhysRevX.8.011003

Harvey-Collard, P., D'Anjou, B., Rudolph, M., Tobias Jacobson, N., Dominguez, J., Eyck, G. A. T., … Carroll, M. S. (2018). High-Fidelity Single-Shot Readout for a Spin Qubit via an Enhanced Latching Mechanism. *Physical Review X*, *8*(2), 21046–21046. www.doi.org/10.1103/PhysRevX.8.021046

Hazra, D., Tsavdaris, N., Mukhtarova, A., Jacquemin, M., Blanchet, F., Albert, R., … Hofheinz, M. (2018). Superconducting properties of NbTiN thin films deposited by high-temperature chemical vapor deposition. *Physical Review B*, *97*(14). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.97.144518

Iyer, P., & Poulin, D. (2018). A small quantum computer is needed to optimize fault-tolerant protocols. *Quantum Science and Technology*, *3*(3), 030504. www.doi.org/10/gf5gg3

Jamil, A., Ziegler, T., Hufschmidt, P., Li, G., Lupin-Jimenez, L., Michel, T., … Zhou, Y. (2018). VUV-Sensitive Silicon Photomultipliers for Xenon Scintillation Light Detection in nEXO. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, *65*(11), 2823–2833. www.doi.org/10.1109/TNS.2018.2875668

Jebari, S., Blanchet, F., Grimm, A., Hazra, D., Albert, R., Joyez, P., … Hofheinz, M. (2018). Near-quantum-limited amplification from inelastic Cooper-pair tunnelling. *Nature Electronics*, *1*(4), 223–227. www.doi.org/10.1038/s41928-018-0055-7

Jewell, M., Schubert, A., Cen, W. R., Dalmasson, J., DeVoe, R., Fabris, L., … Ziegler, T. (2018). Characterization of an Ionization Readout Tile for nEXO. *Journal of Instrumentation*, *13*(01), P01006–P01006. www.doi.org/10/gf5gg7

Kačmarčík, J., Vinograd, I., Michon, B., Rydh, A., Demuer, A., Zhou, R., … Klein, T. (2018). Unusual Interplay between Superconductivity and Field-Induced Charge Order in YBa2Cu3 Oy. *Physical Review Letters*, *121*(16). www.doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.167002

Kurpiers, P., Magnard, P., Walter, T., Royer, B., Pechal, M., Heinsoo, J., … Wallraff, A. (2018). Deterministic quantum state transfer and remote entanglement using microwave photons. *Nature*, *558*(7709), 264. www.doi.org/10/gdr8xc

Landig, A. J., Koski, J. V., Scarlino, P., Mendes, U. C., Blais, A., Reichl, C., … Ihn, T. (2018). Coherent spin–photon coupling using a resonant exchange qubit. *Nature*, *560*(7717), 179. www.doi.org/10/gdvnpf

Lefebvre, S., Belmouaddine, H., Morris, D., & Houde, D. (2018). Phase control algorithms and filamentation of ultrashort laser pulses in a scattering medium. *Applied Physics B: Lasers and Optics*, *124*(11). www.doi.org/10.1007/s00340-018-7083-x

Leppäkangas, J., Marthaler, M., Hazra, D., Jebari, S., Albert, R., Blanchet, F., … Hofheinz, M. (2018). Multiplying and detecting propagating microwave photons using inelastic Cooper-pair tunneling. *Physical Review A*, *97*(1). www.doi.org/10.1103/PhysRevA.97.013855

Lera, N., & Alvarez, J. V. (2018). Mechanical topological insulator in zero dimensions. *Physical Review B*, *97*(13), 134118. www.doi.org/10/gf5gh8

Lu, X., & Sénéchal, D. (2018). Parity-mixing superconducting phase in the Rashba-Hubbard model and its topological properties from dynamical mean-field theory. *Physical Review B*, *98*(24), 245118. www.doi.org/10/gf5gjc

Magnard, P., Kurpiers, P., Royer, B., Walter, T., Besse, J.-C., Gasparinetti, S., … Wallraff, A. (2018). Fast and Unconditional All-Microwave Reset of a Superconducting Qubit. *Physical Review Letters*, *121*(6), 060502. www.doi.org/10/gdxtqt

Mansouri, S., Jandl, S., Balli, M., Fournier, P., Mukhin, A. A., Ivanov, V. Y., … Orlita, M. (2018). Study of crystal-field excitations and infrared active phonons in TbMnO3. *Journal of Physics: Condensed Matter*, *30*(17), 175602. www.doi.org/10/gf5gjj

Mansouri, S., Jandl, S., Balli, M., Fournier, P., Roberge, B., Orlita, M., … Shiryaev, S. V. (2018). Probing the role of Nd3+ ions in the weak multiferroic character of NdMn2 O5 by optical spectroscopies. *Physical Review B*, *98*(20). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.205119

Matte, D., De Lafontaine, M., Ouellet, A., Balli, M., & Fournier, P. (2018). Tailoring the Magnetocaloric Effect in La2NiMnO6 Thin Films. *Physical Review Applied*, *9*(5). www.doi.org/10.1103/PhysRevApplied.9.054042

Mauws, C., Hallas, A. M., Sala, G., Aczel, A. A., Sarte, P. M., Gaudet, J., … Wiebe, C. R. (2018). Dipolar-octupolar Ising antiferromagnetism in ${\text{Sm}}_{2}{\text{Ti}}_{2}{\text{O}}_{7}$: A moment fragmentation candidate. *Physical Review B*, *98*(10), 100401. www.doi.org/10/gd4wcr

Mavrovic, A., Roy, A., Royer, A., Filali, B., Boone, F., Pappas, C., & Sonnentag, O. (2018). Dielectric characterization of vegetation at L band using an open-ended coaxial probe. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems*, *7*(3), 195–208. www.doi.org/10.5194/gi-7-195-2018

Merhej, M., Honegger, T., Bassani, F., Baron, T., Peyrade, D., Drouin, D., & Salem, B. (2018). Direct measurement of AC electrokinetics properties and capture frequencies of silicon and silicon-germanium nanowires. *Semiconductor Science and Technology*, *33*(1). www.doi.org/10.1088/1361-6641/aa99fd

Michon, B., Ataei, A., Bourgeois-Hope, P., Collignon, C., Li, S. Y., Badoux, S., … Taillefer, L. (2018). Wiedemann-Franz Law and Abrupt Change in Conductivity across the Pseudogap Critical Point of a Cuprate Superconductor. *Physical Review X*, *8*(4), 41010–41010. www.doi.org/10.1103/PhysRevX.8.041010

Mukhtarova, A., Redaelli, L., Hazra, D., Machhadani, H., Lequien, S., Hofheinz, M., … Gérard, J.-M. (2018). Polarization-insensitive fiber-coupled superconducting-nanowire single photon detector using a high-index dielectric capping layer. *Optics Express*, *26*(13), 17697. www.doi.org/10.1364/oe.26.017697

Nolet, F., Dubois, F., Roy, N., Parent, S., Lemaire, W., Massie-Godon, A., … Pratte, J. F. (2018). Digital SiPM channel integrated in CMOS 65 nm with 17.5 ps FWHM single photon timing resolution. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *912*, 29–32. www.doi.org/10.1016/j.nima.2017.10.022

Nolet, F., Parent, S., Roy, N., Mercier, M.-O., Charlebois, S., Fontaine, R., & Pratte, J.-F. (2018). Quenching Circuit and SPAD Integrated in CMOS 65 nm with 7.8 ps FWHM Single Photon Timing Resolution. *Instruments*, *2*(4), 19. www.doi.org/10.3390/instruments2040019

Nourafkan, R., & Tremblay, A.-M. S. (2018). Hall and Faraday effects in interacting multiband systems with arbitrary band topology and spin-orbit coupling. *Physical Review B*, *98*(16), 165130. www.doi.org/10/gf5gh2

Pinsolle, E., Houle, S., Lupien, C., & Reulet, B. (2018). Non-Gaussian Current Fluctuations in a Short Diffusive Conductor. *Physical Review Letters*, *121*(2), 027702. www.doi.org/10/gdsm66

Poulin, D., Kitaev, A., Steiger, D. S., Hastings, M. B., & Troyer, M. (2018). Quantum Algorithm for Spectral Measurement with a Lower Gate Count. *Physical Review Letters*, *121*(1), 010501. www.doi.org/10/gdtgtd

Provencher, D., Bizeau, A., Gilbert, G., Bérubé-Lauzière, Y., & Whittingstall, K. (2018). Structural impacts on the timing and amplitude of the negative BOLD response. *Magnetic Resonance Imaging*, *45*, 34–42. www.doi.org/10.1016/j.mri.2017.09.007

Richard, O., Aimez, V., Arès, R., Fafard, S., & Jaouad, A. (2018). Simulation of through-cell vias contacts under non-uniform concentrated light profiles. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *188*, 241–248. www.doi.org/10.1016/j.solmat.2018.08.023

Royer, B., Grimsmo, A. L., Choquette-Poitevin, A., & Blais, A. (2018). Itinerant Microwave Photon Detector. *Physical Review Letters*, *120*(20), 203602. www.doi.org/10/gdg63b

Royer, B., Puri, S., & Blais, A. (2018). Qubit parity measurement by parametric driving in circuit QED. *Science Advances*, *4*(11), eaau1695. www.doi.org/10/gf5gjd

Samkharadze, N., Zheng, G., Kalhor, N., Brousse, D., Sammak, A., Mendes, U. C., … Vandersypen, L. M. K. (2018). Strong spin-photon coupling in silicon. *Science*, *359*(6380), 11231127. www.doi.org/10/gc95x8

Sedeki, A., Auban-Senzier, P., Yonezawa, S., Bourbonnais, C., & Jerome, D. (2018). Influence of carrier lifetime on quantum criticality and superconducting Tc of (TMTSF) 2ClO4. *Physical Review B*, *98*(11). www.doi.org/10.1103/PhysRevB.98.115111

Söllradl, T., Banville, F. A., Fröhlich, U., Canva, M., Charette, P. G., & Grandbois, M. (2018). Label-free visualization and quantification of single cell signaling activity using metal-clad waveguide (MCWG)-based microscopy. *Biosensors and Bioelectronics*, *100*, 429–436. www.doi.org/10.1016/j.bios.2017.09.002

Söllradl, T., Chabot, K., Fröhlich, U., Canva, M., G. Charette, P., & Grandbois, M. (2018). Monitoring individual cell-signaling activity using combined metal-clad waveguide and surface-enhanced fluorescence imaging. *Analyst*, *143*(22), 55595567. www.doi.org/10/gf5gjb

Solyom, A., Flansberry, Z., Tschudin, M. A., Leitao, N., Pioro-Ladrière, M., Sankey, J. C., & Childress, L. I. (2018). Probing a Spin Transfer Controlled Magnetic Nanowire with a Single Nitrogen-Vacancy Spin in Bulk Diamond. *Nano Letters*, *18*(10), 6494–6499. www.doi.org/10.1021/acs.nanolett.8b03012

Sun, X. L., Tolba, T., Cao, G. F., Lv, P., Wen, L. J., Odian, A., … Ziegler, T. (2018). Study of silicon photomultiplier performance in external electric fields. *Journal of Instrumentation*, *13*(9). www.doi.org/10.1088/1748-0221/13/09/T09006

Tetsi, E., Philippot, G., Bord Majek, I., Aymonier, C., Audet, J., Lemire, R., … Drouin, D. (2018). Ba0.6Sr0.4TiO3 Thin Films Deposited by Spray Coating for High Capacitance Density Capacitors. *Physica Status Solidi (A) Applications and Materials Science*, *215*(23), 1800478–1800478. www.doi.org/10.1002/pssa.201800478

Therrien, A. C., Lemaire, W., Lecoq, P., Fontaine, R., & Pratte, J. F. (2018). Energy discrimination for positron emission tomography using the time information of the first detected photons. *Journal of Instrumentation*, *13*(1). www.doi.org/10.1088/1748-0221/13/01/P01012

Touchette, D., Lovitz, B., & Lütkenhaus, N. (2018). Practical quantum appointment scheduling. *Physical Review A*, *97*(4). www.doi.org/10.1103/PhysRevA.97.042320

York, M. C. A., Mailhot, A., Boucherif, A., Arès, R., Aimez, V., & Fafard, S. (2018). Challenges and strategies for implementing the vertical epitaxial heterostructure architechture (VEHSA) design for concentrated photovoltaic applications. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *181*, 46–52. www.doi.org/10.1016/j.solmat.2017.11.034

ACTES DE CONFÉRENCES

Amrani, A. E., Paradis, E., Danovitch, D., & Drouin, D. (2018). Investigation of a Low-Cost Sequential Plating Based Process for Pb-free Bumping. *2018 7th Electronic System-Integration Technology Conference, ESTC 2018 - Proceedings*, 1–5. www.doi.org/10.1109/ESTC.2018.8546369

Arrazola, J. M., Marwah, A., Lovitz, B., Touchette, D., & Lutkenhaus, N. (2018). Cryptographic and Non-Cryptographic Network Applications and Their Optical Implementations. *2018 IEEE Photonics …*, 9–10. www.doi.org/10.1109/phosst.2018.8456658

Ayele, G. T., Monfray, S., Ecoffey, S., Boeuf, F., Cloarec, J., Drouin, D., & Souifi, A. (2018). Highly Performant Integrated pH-Sensor Using the Gate Protection Diode in the BEOL of Industrial FDSOI. *2018 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)*, 12.3.1-12.3.4. www.doi.org/10/gf5gh4

Ayele, Getenet Tesega, Monfray, S., Ecoffey, S., Boeuf, F., Bon, R., Cloarec, J. P., … Souifi, A. (2018). Ultrahigh-sensitive and CMOS compatible ISFET developed in BEOL of industrial UTBB FDSOI. *Digest of Technical Papers - Symposium on VLSI Technology*, *2018-June*, 97–98. www.doi.org/10.1109/VLSIT.2018.8510686

Beattie, M. N., Bioud, Y. A., Boucherif, A., Drouin, D., Arès, R., Valdivia, C. E., & Hinzer, K. (2018). III-V Multi-Junction Solar Cells on Si Substrates with a Voided Ge Interface Layer : A Modeling Study. *2018 IEEE 7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, WCPEC 2018 - A Joint Conference of 45th IEEE PVSC, 28th PVSEC and 34th EU PVSEC*, 180–184. www.doi.org/10.1109/PVSC.2018.8547836

Bioud, Y. A., Boucherif, A., Paradis, E., Soltani, A., Drouin, D., & Arès, R. (2018). Defect-free, heteroepitaxy through electrochemical etching of germanium for multijunction solar cells applications. *Porous Semiconductors - Science and Technology (PSST) and related Conferences 2018*. Présenté à La grande Motte, France. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-01908833

Bouzazi, B., Jaouad, A., Turala, A., Arès, R., Fafard, S., & Aimez, V. (2018). InGaP/Ge and GaAs/Ge double-junction solar cells for thermal-CPV hybrid energy systems. *AIP Conference Proceedings*, *2012*. www.doi.org/10.1063/1.5053549

Bryche, J.-F., Bresson, P., Karsenti, P.-L., Moreau, J., Morris, D., Canva, M., & Charette, P. G. (s. d.). *Study of Thermoplasmonics effects on gold film and coupled nanoparticles array at subpicosecond resolution.*

Canva, M., Sarkar, M., Moreau, J., Bryche, J.-F., Bartenlian, B., Banville, F., & Charette., P. (2018). Advantages of Hybrid, Propagating and Localized, Plasmonic Modes for Biosensing such as SPRI, SERS and Bio-Imaging. *Scix2018*. Présenté à Atlanta, United States. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-02093428

Celotti, L., Brodeur, S., & Rouat, J. (s. d.). *Language coverage and generalization in RNN-based continuous sentence embeddings for interacting agents*. 12.

Chancerel, F., Regreny, P., Leclercq, J.-L., jaouad, abdelatif, DARNON, M., Volatier, M., … Aimez, V. (2018). Dual technological procedure for multijunction solar cell : InGaAs subcell Epitaxial Lift-Off combined with InP wafer recycling. *14th International Conference on Concentrator Photovoltaic Systems CPV'14*. Présenté à Puertollano, Spain. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-01963993

Commère, L., Florian, G., Côté, F., & Rouat, J. (2018). Sonification of 3D point clouds for substitution of vision by audition for blind users. *24ème conference internationale Auditory Display (ICAD 2018). Michigan Technological University, USA*.

Dutra, S. L., de Sa, N. M., Calomeno, R. S., Es'kov, A., Anokhin, A., Pakhomov, O., … Baranov, I. (2018). Solid-state magnetocaloric cooler without heat switches. *POPRAVI The Proceedings of Thermag VIII International Conference on Caloric Cooling*, 132–136. www.doi.org/10.18462/iir

Fandio, D. J. J., Sauze, S., Arès, R., Boucherif, A., & Morris, D. (2018). *Terahertz spectroscopy of graphene-mesoporous silicon nanocomposites*.

Godard, M., Drouin, D., Darnon, M., Martel, S., & Fortin, C. (2018). Plasma Treatment for Fluxless Flip-Chip Chip-Joining Process. *Proceedings - Electronic Components and Technology Conference*, *2018-May*, 419–424. www.doi.org/10.1109/ECTC.2018.00069

Harvey-Collard, P., Jock, R. M., Jacobson, N. T., Baczewski, A. D., Mounce, A. M., Curry, M. J., … Carroll, M. S. (2018). All-electrical universal control of a double quantum dot qubit in silicon MOS. *Technical Digest - International Electron Devices Meeting, IEDM*, 36.5.1–36.5.4. www.doi.org/10.1109/IEDM.2017.8268507

Lafage, V., Beilliard, Y., Sridhar, A., Brunschwiler, T., & Drouin, D. (2018). Fabrication of 2D and 3D inductors for DC-DC converters integrated on glass interposer. *2018 Pan Pacific Microelectronics Symposium (Pan Pacific)*, 18. www.doi.org/10/gf5ghz

Lafage, Vincent, Beilliard, Y., Sridhar, A., Brunschwiler, T., & Drouin, D. (2018). 2D magnetic inductors for DC-DC converters on glass interposer. *Proceedings - Electronic Components and Technology Conference*, *2018-May*, 2055–2060. www.doi.org/10.1109/ECTC.2018.00308

Lafontaine, M. D., Gay, G., Petit-Etienne, C., Pargon, E., Darnon, M., Jaouad, A., … Aimez, V. (2018, octobre 21). *III-V/Ge Heterostructure Etching for Through Cell Via Contact Multijunction Solar Cell*. Consulté à l'adresse www.hal.univ-grenoble-alpes.fr/hal-01942766

Laucher, C., Colin, C., De Lafontaine, M., Melul, F., Volatier, M., Darnon, M., … Jaouad, A. (2018). Permanent bonding process for III-V/Ge multijunction solar cell integration. *AIP Conference Proceedings*, *2012*. www.doi.org/10.1063/1.5053542

Leung, D., Nayak, A., Shayeghi, A., Touchette, D., Yao, P., & Yu, N. (2018). Capacity approaching coding for low noise interactive quantum communication. *Proceedings of the 50th Annual ACM SIGACT Symposium on Theory of Computing*, 339–352. www.doi.org/10.1145/3188745.3188908

Maalaoui, A., Frenea-Robin, M., Genest, J., Ecoffey, S., Beauvais, J., Charette, P., … Cloarec, J. P. (2018). Towards miniaturized pH sensor based on carbon nanotubes assembled by DEP on titanium electrodes? *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, *2018-February*, 1350–1354. www.doi.org/10.1109/ICIT.2018.8352375

Norman, R., Bouzazi, B., Leveille, E., Siskavich, B., Dufault, J. F., Arenas, O., … Frechette, L. G. (2018). On-sun testing of a 100-shingled-cell dense receiver array at ~50 W/cm2 using overlapped single-axis foci. *AIP Conference Proceedings*, *2012*, 20009–20009. www.doi.org/10.1063/1.5053497

Norman, R., Siskavich, B., Fafard, S., Bechou, L., Ares, R., Aimez, V., & Frechette, L. G. (2018). Trough-Lens-Cone optics with microcell arrays : High efficiency at low cost. *AIP Conference Proceedings*, *2012*, 90006–90006. www.doi.org/10.1063/1.5053544

Quelennec, A., Ayadi, Y., Vandier, Q., Duchesne, É., Frémont, H., & Drouin, D. (2018). Smart packagingâ"Microscopic temperature and moisture sensors embedded in a flip-chip package. *Proceedings - Electronic Components and Technology Conference*, *2018-May*, 1639–1644. www.doi.org/10.1109/ECTC.2018.00247

Saugnon, D., Tartarin, J. G., Franc, B., Maher, H., & Boone, F. (2018). Fully Automated RF-Thermal Stress Workbench with S-Parameters Tracking for GaN Reliability Analysis. *EuMIC 2018 - 2018 13th European Microwave Integrated Circuits Conference*, 17–20. www.doi.org/10.23919/EuMIC.2018.8539919

Souare, P. M., Toure, M. K., Allard, S., Borzou, B., Sylvestre, J., Foisy, B., … Sylvestre, J. (2018). High Precision Numerical and Experimental Thermal Studies of Microelectronic Packages in Still Air Chamber Tests. *2018 7th Electronic System-Integration Technology Conference, ESTC 2018 - Proceedings*, 1–8. www.doi.org/10.1109/ESTC.2018.8546346

Tetsi, E., Majek, I. B., Philippot, G., Aymonier, C., Lemire, R., Audet, J., … Drouin, D. (2018). Fabrication of high capacitance density capacitor using spray coated Ba 0.6 Sr 0.4 TiO 3 Thin Films. *Proceedings - Electronic Components and Technology Conference*, *2018-May*, 1389–1395. www.doi.org/10.1109/ECTC.2018.00212

Tetsi, E., Philippot, G., Bord Majek, I., Aymonier, C., Audet, J., Lemire, R., … Drouin, D. (2018). Spray coating of Ba0.6Sr0.4TiO3 nanoparticles : A low-cost and scalable process for the deposition of dielectric thin films. *44th International Conference on Micro and Nanoengineering (MNE 2018)*. Présenté à Copenhague, Denmark. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-01957047

Toure, M. K., Momar Souare, P., Allard, S., Foisy, B., Duchesne, E., & Sylvestre, J. (2018). CFD-based iterative methodology for modeling natural convection in microelectronic packages. *2018 19th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems, EuroSimE 2018*, 1–8. www.doi.org/10.1109/EuroSimE.2018.8369862

Tremblay, M., Bourassa, B., & Poulin, D. (2018). Depth versus Breadth in Convolutional Polar Codes. *2018 IEEE Information Theory Workshop (ITW)*, 15. www.doi.org/10/gf5ght

Valdivia, C., Beattie, M., Bioud, Y., Hobson, D., Boucherif, A., Drouin, D., … Hinzer, K. (2018). Mesoporous Germanium for High Efficiency Photovoltaic Cells. *42nd International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites (ICACC)*. Présenté à Daytona Beach, United States. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-02089573

PRÉSENTATIONS DE CONFÉRENCE

Invités

Blais, A. (2018a, janvier). *Quantum computing with superconducting circuits*. Présenté à Department of Physics and Astronomy Colloquium, University of Calgary, Calgary, AL.

Blais, A. (2018b, février). *Itinerant microwave photon detector*. Présenté à Frontiers of Circuit QED and Optomechanics, Vienna, Austria.

Blais, A. (2018c, mars). *Qubit parity measurement in circuit QED*. Présenté à Aspen Winter Conference on Advances in Quantum Algorithms and Computation, Aspen, CO.

Blais, A. (2018d, juin). *Itinerant microwave photon detector*. Présenté à WQED18, Mazara del Vallo, Italy.

Blais, A. (2018e, juin). *Qubit parity measurement in circuit QED*. Présenté à Quantum Fluids of Light and Matter, Les Houches, France.

Blais, A. (2018f, juillet). *Quantum computing with superconducting circuits – Plenary talk*. Présenté à 9th International Conference on Spontaneous Coherence in Excitonic Systems (ICSCE9), Montreal, QC.

Blais, A. (2018g, juillet). *Superconducting quantum circuits*. Présenté à CIFAR Fundamental interactions workshop, Ontario.

Blais, A. (2018h, septembre). *Quantum Engineering of Superconducting Qubits*. Présenté à European microwave week, Madrid, Spain.

Bourbonnais, C. (2018, juillet). *Quantum criticality in low dimensional organic superconductors*. Présenté à International Conference on Synthetic Metals (ICSM2018), Busan, South Korea.

Côté, R. (2018a, février). *The world according to quantum mechanics*. Présenté à Champlain College Conference, Lennoxville,QC.

Côté, R. (2018b, avril). *NMR spectra of charge-density-wave states in GaAs/AlGaAs quantum wells and ^{13}C-enriched graphene*. Présenté à Physics at the nanoscale, Winnipeg, MA.

Dupont-Ferrier, E. (2018a, juillet). *Cool transistors : When devices from microelectronics industry become quantum!* Présenté à Women in Physics Canada 2018 / Femmes en physique Canada 2018, Sherbrooke, QC.

Dupont-Ferrier, E. (2018b, juillet). *Key role of dopants for quantum information with foundry-based transistors*. Présenté à LN2 colloque, Autrans, France.

Garate, I. (2018, avril). *An efficient algorithm for the optimization of Majorana devices*. Présenté à Workshop on interacting systems in low dimensions, Vancouver, BC.

Hofheinz, M. (2018, mai). *Quantum microwave devices based on inelastic Cooper-pair tunneling*. Présenté à INTRIQ Spring Meeting 2018, Bromont, QC.

Quilliam, J. (2018, mai). *Inducing quantum spin liquids with the interplay of charge and spin degrees of freedom*. Présenté à la Grande conférence du RQMP.

Reulet, B. (2018a). *Current/voltage fluctuations in nanodevices: From thermal and shot noise to quantum optics*. Présenté à IEEE 13th Nanotechnology Materials & Devices Conference, Portland, OR.

Reulet, B. (2018b). *Panel Discussion: QRNG Outlook*. Présenté à 6th Annual International Cryptographic Module Conference, Ottawa, ON.

Sénéchal, D. (2018, mai). *Dynamical Mean Field Theory*. Présenté à International Summer School on Computational Quantum Materials, Jouvence, Orford, QC.

Tremblay, A.-M. (2018a, juin). *Mott transition as an organizing principle for high-temperature superconductivity*. Présenté à Canadian Association of Physicists Congress, Halifax, NS.

Tremblay, A.-M. (2018b, juillet). *Being a physicist*. Présenté à Women in Physics Canada 2018 / Femmes en physique Canada 2018, Sherbrooke, QC.

Tremblay, A.-M. (2018c, novembre). *Perspectives on d-wave superconductivity and the pseudogap*. Présenté à Fall meeting of the Quantum Materials program of the Canadian Institute for Advanced Research, Toronto, ON.

▪ Autres

Acha, M. B., Robles, R., Charette, P. G., Bechou, L., & Sylvestre, J. (2018). Imaging based on low-coherence interferometry in the visible spectrum. *Photonics North*. Présenté à Montreal, Canada. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-02093409

Acheche, S., Nourafkan, R., & Tremblay, A.-M. (2018). Transport properties of interacting Weyl semi-metals. *APS Meeting Abstracts*, C44.002. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARC44002A

Ataei, A., Gourgout, A., Badoux, S., Laliberté, F., Navarro, A. E., & ... (2018). Effect of pressure on charge density wave order in the cuprate superconductor Nd-LSCO. *APS Meeting Abstracts*.

Bertrand, S., Cote, R., & Garate, I. (2018). Electron-electron interactions induced phases of Weyl semimetals in strong magnetic fields. *APS Meeting Abstracts*.

Boulade, M., Livache, T., Leroy, L., Charette, P. G., & Canva, M. (2018). High resolution Surface Plasmon Resonance Imaging (SPRI) for the early detection and study of bacteria. *Journée plénière du GDR B2i*. Présenté à Besançon, France. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-01991491

Bourgeois-Hope, P., Li, S., Doiron-Leyraud, N., Taillefer, L., Croft, T., Lester, C., & ... (2018). Impact of spin-density-wave order on thermal transport in the cuprate superconductor LSCO. *APS Meeting Abstracts*.

Boutin, S., & Garate, I. (2018). Efficient real-space parameter optimization algorithm for Majorana nanowires. *APS Meeting Abstracts*.

Bryche, J.-F., Moreau, J., Barbillon, G., Sarkar, M., Maillart, E., Banville, F., … Canva., M. (2018). Innovative Gold Nanostructred biochips for surface plasmon resonance imaging and surface enhanced raman spectroscopy. *Photonic North*. Présenté à Montreal, Canada. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-02093425

Bureau-Oxton, C., Ward, D., Anderson, J., Manginell, R., Wendt, J., Pluym, T., & … (2018). Few-Electron Quantum Dot Magnetospectroscopy Dependences on Tunable Coupling and Confinement. *APS Meeting Abstracts*.

Calvo, M., Guerber, S., Beaudin, G., Canva, M., Rojo-Romeo, P., Baudot, C., … Charette, P. (2018). Demonstration of silicon nitride based photonic bio-sensing in 300 mm industrial environment. *Photonics North 2018*. Présenté à Montreal, Canada. Consulté à l'adresse www.hal.archives-ouvertes.fr/hal-02096864

Cote, R., & Parent, J.-M. (2018). Nuclear Magnetic Resonance Line Shapes of Electron Crystals in 13C Graphene. *APS Meeting Abstracts*, B35.007. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARB35007C

di Paolo, A., Groszkowski, P., Grimsmo, A., Gyenis, A., Houck, A., Koch, J., & Blais, A. (2018). Improving control and coherence of the 0-π qubit. *APS Meeting Abstracts*, F33.002. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARF33002D

Doiron-Leyraud, N., Cyr-Choinière, O., Badoux, S., Ataei, A., Collignon, C., & … (2018). Pressure Effects Show that the Pseudogap Phase of Cuprates is Confined by Fermi Surface Topology. *APS Meeting Abstracts*.

El Ferdaoussi, A., Brodeur, S., Calvet, E., Abdelnour, J., Richan, É., Bharmauria, V., … Rouat, J. (s. d.). *Study of the emergence of cortical maps in large-scale simulation of V1*.

Garate, I., Boutin, S., & Ramirez-Ruiz, J. (2018). NMR in an electric field : A bulk probe of the hidden spin and orbital polarizations. *APS Meeting Abstracts*.

Grissonnanche, G., Legros, A. L., Zatko, V., Badoux, S., Lefrancois, E., & … (2018). Thermal Hall effect in cuprate superconductors. *APS Meeting Abstracts*.

Haeberle, L., Pioro-Ladriere, M., & Roy-Guay, D. (2018). Frequency-tunable Three-dimensional Microwave Resonator for Coherent Control of Large NV Ensembles. *APS Meeting Abstracts*.

Harvey-Collard, P., Jacobson, N., Jock, R., Mounce, A., Srinivasa, V., Ward, D., & … (2018). Implications of the Spin-Orbit Effect for Singlet-Triplet Qubit Operation. *APS Meeting Abstracts*.

Hébert, C.-D., Bourassa, L., & Tremblay, A.-M. (2018). DC conductivity, superfluid stiffness, and phase diagrams of quasi 2d organic Mott insulators (σ-BEDT). *APS Meeting Abstracts*, P30.011. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARP30011H

Hofheinz, M., Blanchet, F., Grimm, A., Albert, R., Leppäkangas, J., Jebari, S., & … (2018). On-demand antibunched photons from inelastic Cooper pair tunneling. *APS Meeting Abstracts*.

Lachapelle, M., Bourassa, J., & Blais, A. (2018). Longitudinal Coupling for Fast QND Measurement : Numerical Study. *APS Meeting Abstracts*, S39.010. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARS39010L

Laliberte, F., Boulanger, M. E., Dion, M., Badoux, S., Doiron-Leyraud, N., & … (2018). Heat transport in the Kondo insulator SmB6. *APS Meeting Abstracts*.

Lizaire, M., Legros, A. L., Collignon, C., Gourgout, A., Badoux, S., Laliberté, F., & … (2018). Investigating the pseudogap critical point of the cuprate superconductor Bi2201. *APS Meeting Abstracts*.

Mendes, U., Landig, A., Koski, J., Scarlino, P., Reichl, C., Wegscheider, W., … Blais, A. (2018). Coherent spin-qubit photon coupling : Part 1. *APS Meeting Abstracts*, L55.003. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARL55003M

Pinsolle, E., Lupien, C., & Reulet, B. (2018). Third Moment of Current Fluctuations in a Diffusive Conductor. *APS Meeting Abstracts*, A15.011. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARA15011P

Puri, S., Royer, B., Girvin, S., Blais, A., & Shruti Puri Team. (2018). Parity measurements using parametrically driven resonators : Part I. *APS Meeting Abstracts*, A39.009. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARA39009P

Royer, B., Puri, S., Girvin, S., & Blais, A. (2018). Parity measurement using parametrically driven resonatorsâ"Part 2. *APS Meeting Abstracts*, A39.010. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARA39010R

Simard, O., HéBert, C.-D., Tremblay, A.-M., Foley, A., & SéNéChal, D. (2018). Superfluid stiffness in the 2-d Hubbard model with coexisting antiferromagnetism (AFM) and d-wave superconductivity (d-SC). *APS Meeting Abstracts*, A30.010. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARA30010S

Simoneau, J. O., Virally, S., Lupien, C., & Reulet, B. (2018). Photon statistics of a Josephson parametric amplifier from continuous microwave measurements. *APS Meeting Abstracts*, R39.004. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARR39004S

St-Jean, L., Iyer, P., Krishna, A., Puri, S., & Blais, A. (2018). Error Model for Cat States in Superconducting Kerr Nonlinear Resonators. *APS Meeting Abstracts*, V33.003. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARV33003S

Taillefer, L. (2018). The quantum critical point of cuprate superconductors. *APS Meeting Abstracts*.

Thibault, K., Gabelli, J., Lupien, C., & Reulet, B. (2018). Dynamical Coulomb Blockade in an avalanche diode at room temperature. *APS Meeting Abstracts*, B15.003. Consulté à l'adresse www.adsabs.harvard.edu/abs/2018APS..MARB15003T

▪ Preprints

Abdelnour, J., Salvi, G., & Rouat, J. (2018). CLEAR : A Dataset for Compositional Language and Elementary Acoustic Reasoning. *arXiv:1811.10561 [cs, eess, stat]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1811.10561

Bourassa, B., Tremblay, M., & Poulin, D. (2018). Convolutional Polar Codes on Channels with Memory using Tensor Networks. *arXiv:1805.09378 [cs, math]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1805.09378

Brahiti, N., Eskandari, M. A., Balli, M., Gauvin-Ndiaye, C., Nourafkan, R., Tremblay, A.-M. S., & Fournier, P. (2018). Analysis of the magnetic and magnetocaloric properties of ALaFeMnO6 (A= Sr, Ba and Ca) double perovskites. *arXiv:1810.11356 [cond-mat]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1810.11356

Brodeur, S., Carrier, S., & Rouat, J. (2018). *CREATE: Multimodal Dataset for Unsupervised Learning, Generative Modeling and Prediction of Sensory Data from a Mobile Robot in Indoor Environments*. 1–2. www.doi.org/10.21227/H2M94J

Chambers, C., Walton, T., Fairbank, D., Craycraft, A., Yahne, D. R., Todd, J., … Ziegler, T. (2018). Imaging individual barium atoms in solid xenon for barium tagging in nEXO. *arXiv:1806.10694 [nucl-ex, physics:physics]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1806.10694

Harvey-Collard, P., Jacobson, N. T., Bureau-Oxton, C., Jock, R. M., Srinivasa, V., Mounce, A. M., … Carroll, M. S. (2019). Spin-orbit Interactions for Singlet-Triplet Qubits in Silicon. *Physical Review Letters*, *122*(21), 217702. www.doi.org/10/gf5gh5

Hazra, D., Jebari, S., Albert, R., Blanchet, F., Grimm, A., Chapelier, C., & Hofheinz, M. (2018). Microwave response and electrical transport studies of disordered s wave superconductor : NbN thin films. *arXiv:1806.03935 [cond-mat]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1806.03935

Kurpiers, P., Pechal, M., Royer, B., Magnard, P., Walter, T., Heinsoo, J., … Wallraff, A. (2018). Quantum communication with time-bin encoded microwave photons. *arXiv:1811.07604 [cond-mat, physics:quant-ph]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1811.07604

Latella, I., Marconot, O., Sylvestre, J., Fréchette, L. G., & Ben-Abdallah, P. (2019). Dynamical Response of a Radiative Thermal Transistor Based on Suspended Insulator-Metal-Transition Membranes. *Physical Review Applied*, *11*(2), 024004. www.doi.org/10/gf5ghx

Legros, A., Benhabib, S., Tabis, W., Laliberté, F., Dion, M., Lizaire, M., … Proust, C. (2019). Universal T-linear resistivity and Planckian limit in overdoped cuprates. *Nature Physics*, *15*(2), 142147. www.doi.org/10/gf5gjn

Liu, Y.-H., & Poulin, D. (2019). Neural Belief-Propagation Decoders for Quantum Error-Correcting Codes. *Physical Review Letters*, *122*(20), 200501. www.doi.org/10/gf284q

Lopes, P. L. S., Boutin, S., Karan, P., Mendes, U. C., & Garate, I. (2019). Microwave signatures of $\mathbb{Z}_{2}$ and $\mathbb{Z}_{4}$ fractional Josephson effects. *Physical Review B*, *99*(4), 045103. www.doi.org/10/gf5gh9

Michon, B., Girod, C., Badoux, S., Kačmarčík, J., Ma, Q., Dragomir, M., … Klein, T. (2019). Thermodynamic signatures of quantum criticality in cuprate superconductors. *Nature*, *567*(7747), 218. www.doi.org/10/gf5gjm

Moinnereau, M.-A., Brienne, T., Brodeur, S., Rouat, J., Whittingstall, K., & Plourde, E. (2018). Classification of auditory stimuli from EEG signals with a regulated recurrent neural network reservoir. *arXiv:1804.10322 [cs, eess]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1804.10322

Poulin, D., Melko, R. G., & Hastings, M. B. (2019). Self-correction in Wegner's 3D Ising lattice gauge theory. *Physical Review B*, *99*(9), 094103. www.doi.org/10/gf5gjf

Tkáč, V., Výborný, K., Komanický, V., Warmuth, J., Michiardi, M., Ngankeu, A. S., … Honolka, J. (2019). Influence of an anomalous temperature-dependence of the phase coherence length on the conductivity of magnetic topological insulators. *Physical Review Letters*, *123*(3), 036406. www.doi.org/10/gf5gh6

Virally, S., & Reulet, B. (2018). Unidimensional Time Domain Quantum Optics. *arXiv:1810.06932 [quant-ph]*. Consulté à l'adresse www.arxiv.org/abs/1810.06932

Walsh, C., Sémon, P., Poulin, D., Sordi, G., & Tremblay, A.-M. S. (2019). Entanglement entropy and mutual information across the Mott transition in the two-dimensional Hubbard model. *Physical Review Letters*, *122*(6), 067203. www.doi.org/10/gfvn7t

DANS LES MÉDIAS

Dupont-Ferrier, E. (2018, July 19). Où sont les femmes en sciences pures et appliquees. *La Presse*. Consulté à l'adresse www.lapresse.ca/sciences/en-vrac/201807/19/01-5190055-ou-sont-les-femmes-en-sciences-pures-et-appliquees.php

Tremblay, A.-M. (2018, November). Künstliche Intelligenz hilft Quantenphysikern auf die Sprünge. *Spektrum.De*. Consulté à l'adresse www.spektrum.de/news/kuenstliche-intelligenz-hilft-quantenphysikern-auf-die-spruenge/1609856

THÈSES ET MÉMOIRES

Acheche, S. (2018). *Effets des corrélations électroniques et du champ magnétique dans les semi-métaux de Weyl*. www.hdl.handle.net/11143/14630

Ahmadi Afshar, S. A. (2018). *Reconstruction de la surface de Fermi par ordre de densité de charge dans le supraconducteur cuprate LSCO*. www.hdl.handle.net/11143/12746

Avenas, Q. (2018). *Intégration d'une méthode d'actuation électrocinétique sur biocapteur plasmonique*. www.hdl.handle.net/11143/14666

Bédard-Vallée, A. (2018). *Développement d'une méthodologie extensible pour la détection de charges électriques uniques dans une boîte quantique par un pont capacitif cryogénique*. www.hdl.handle.net/11143/13337

Bioud, Y. A. (2018). *Ingénierie de défauts liés à l'hétéroépitaxie de Ge sur Si : Substrats virtuels à base de germanium poreux pour le photovoltaïque*. www.hdl.handle.net/11143/14176

Boulanger, M.-E. (2018). *Étude de la conductivité thermique dans SmB6, un isolant de Kondo topologique*. www.hdl.handle.net/11143/14462

Chaussé, L. (2018). *Étude de la tricouche de graphène biaisée en empilement ABA*. www.hdl.handle.net/11143/14476

Collignon, C. (2017). *De la densité des fluides électroniques dans deux oxydes supraconducteurs*. www.hdl.handle.net/11143/11636

Corbeil Therrien, A. (2018). *Conception et modélisation de détecteurs de radiation basés sur des matrices de photodiodes à avalanche monophotoniques pour la tomographie d'émission par positrons*. www.hdl.handle.net/11143/11909

d'Arcy-Lepage, A. (2018). *Modélisation, analyse et vérification expérimentale d'un détecteur de masse ultra-sensible utilisant le comportement oscillatoire non linéaire d'une microgoutte de liquide*. www.hdl.handle.net/11143/14492

Durand-Gasselin, M. (2018). *Mise au point d'un dispositif de mesure d'impédance complexe, micro-onde et cryogénique*. www.hdl.handle.net/11143/14186

Ettehadi, S. (2017). *Model-based and machine learning techniques for nonlinear image reconstruction in diffuse optical tomography*. www.hdl.handle.net/11143/11895

Harvey-Collard, P. (2018). *Qubits de spin composés de boîtes quantiques et de donneurs dans le silicium*. www.hdl.handle.net/11143/12275

Iyer, P. S. (2018). *Une analyse critique de la correction d'erreurs quantique pour du bruit réaliste*. www.hdl.handle.net/11143/14194

Kaba, S.-O. (2018). *Symétrie du paramètre d'ordre supraconducteur dans le ruthénate de strontium*. www.hdl.handle.net/11143/14646

Labalette, M. (2018). *Intégration 3D de mémoires résistives complémentaires dans le back-end-of-line du CMOS*. www.hdl.handle.net/11143/12267

Lachance Quirion, D. (2018). *Dispositifs quantiques hybrides basés sur les systèmes de spins et les circuits supraconducteurs*. www.hdl.handle.net/11143/15268

Lachapelle, M. (2018). *Mesure optimale des qubits supraconducteurs*. www.hdl.handle.net/11143/14325

Langlois Demers, D. (2018). *Conception et fabrication d'un tomographe optique et caractérisation d'un porte échantillon à répétabilité de positionnement submicronique*. www.hdl.handle.net/11143/12982

Legros, A. (2018). *Étude en transport de la phase pseudogap des cuprates supraconducteurs : Point critique, limite Planckienne et transformation de la surface de Fermi*. www.hdl.handle.net/11143/15205

Maalaoui, A. (2018). *Étude et caractérisation du positionnement de nanotubes de carbone par diélectrophorèse pour la fabrication de capteurs chimiques en milieu liquide*. www.hdl.handle.net/11143/14667

Maurais, L. (2018). *Conception d'un procédé de microfabrication pour l'assemblage 3D puce-à-puce de circuits intégrés hétérogènes à des fins de prototypage*. www.hdl.handle.net/11143/11911

Mejaouri, S. (2018). *Conception et fabrication de microrésonateurs pour la réalisation d'une puce neuromorphique*. www.hdl.handle.net/11143/11930

Mercier, M.-O. (2018). *Conception d'un système d'acquisition de données pour une matrice de photodiodes à avalanche monophotonique conçue en technologie CMOS 65 nm*. www.hdl.handle.net/11143/13606

Merhej, M. (2018). *Intégration 3D des transistors à nanofils de silicium-germanium sur puces CMOS*. www.hdl.handle.net/11143/14203

Michon, B. (2017). *Point critique quantique de la phase pseudogap dans les cuprates supraconducteurs*. www.hdl.handle.net/11143/11815

Plourde, M. (2018). *Fabrication d'un détecteur de charge basé sur un transistor monoélectronique métallique damascène*. www.hdl.handle.net/11143/12398

Quelennec, A. (2018). *Capteurs intégrés pour la fiabilisation des technologies d'encapsulation en microélectronique*. www.hdl.handle.net/11143/13360

Ramirez Ruiz, J. E. (2018). *Détection des polarisations cachées dans des matériaux centrosymétriques avec la résonance magnétique nucléaire*. www.hdl.handle.net/11143/13144

Rinkel, P. (2018). *Dynamique du réseau dans les semimétaux de Weyl sous champ magnétique*. www.hdl.handle.net/11143/14651

Saugnon, D. (2018). *Contribution aux analyses de fiabilité des transistors HEMTs GaN ; exploitation conjointe du modèle physique TCAD et des stress dynamiques HF pour l'analyse des mécanismes de dégradation*. www.hdl.handle.net/11143/15770

Söllradl, T. (2018). *Développement d'un microscope à guide d'onde à gaine métallique combiné avec fluorescence P l'imagerie de cellules vivantes*. www.hdl.handle.net/11143/14197

Verret, S. (2018). *Rôle des ondes de densité dans les modèles théoriques pour cuprates supraconducteurs*. www.hdl.handle.net/11143/12097

Wood, S. (2017). *GCC-NMF : Séparation et rehaussement de la parole en temps-réel à faible latence*. www.hdl.handle.net/11143/11905

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Duchesne, E., Drouin, D., Frémont, H., Landry, S., Quelennec, A. F. M. E., Shafique, U., & Wilson, P. R. J. (2018). *United States Patent Nº US20180231484A1*. Consulté à l'adresse www.patents.google.com/patent/US20180231484A1/en

Haah, J., Wecker, D., Hastings, M., & Poulin, D. (2018). *United States Patent Nº US20180269906A1*. Consulté à l'adresse www.patents.google.com/patent/US20180269906A1/en

Hofheinz, M., & Jebari, S. (2018). *United States Patent Nº US10122329B2*. Consulté à l'adresse www.patents.google.com/patent/US10122329B2/en

Mailhot, F., Séguin-Godin, G., & Rouat, J. (2018). *United States Patent Nº US20180137408A1*. Consulté à l'adresse www.patents.google.com/patent/US20180137408A1/en

Puri, S., Grismo, A. L., Blais, A., & Andersen, C. K. (2018). *United States Patent Nº US20180341874A1*. Consulté à l'adresse www.patents.google.com/patent/US20180341874A1/en

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

USHERBROOKE.CA/IQ