Institut d'informatique Quantique

Rapport annuel couvrant la période du 1er avril 2019 au 31 mars 2020

Destiné au ministère de l'Innovation, des Sciences et Développement économique
Le 31 juillet 2020

Université de Waterloo | Institut d'informatique Quantique

MESSAGE DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

L'avenir quantique du Canada

La dernière année a été encore une fois productive pour l'Institut d'informatique quantique (IQC). Grâce à l'appui constant et généreux du gouvernement du Canada, l'IQC a pu continuer de jouer un rôle de chef de file pour ce qui est des collaborations, des infrastructures et de la formation en matière de recherche dans le domaine quantique. Nous avons attiré des scientifiques de premier plan, venus à l'IQC pour y faire carrière, collaborer avec d'autres chercheurs et former la prochaine génération d'experts du monde quantique.

Unique en son genre, le contexte de l'IQC nous a permis de créer une communauté vraiment interdisciplinaire de chercheurs, de mathématiciens et d'ingénieurs qui explorent les possibilités offertes par le calcul quantique, la communication quantique, les capteurs quantiques et les matériaux quantiques. Ces technologies quantiques vont révolutionner certains des plus grands secteurs d'activité dans le monde : santé et médecine, ressources naturelles, surveillance de l'environnement, cybersécurité, électronique, télécommunications. Les recherches menées à l'IQC ont établi des liens entre les propriétés quantiques et d'importantes applications allant de la sécurité des communications à de nouvelles techniques de traitement du cancer. Nous avons élaboré des algorithmes quantiques et des méthodes d'optimisation de la performance des ordinateurs quantiques. Nous avons étendu la théorie de la communication quantique et mis au point de nouvelles techniques essentielles pour la mission du satellite quantique canadien. Nous continuons de collaborer avec l'industrie pour créer de nouvelles manières de résoudre certains des problèmes les plus difficiles auxquels le monde fait face à l'heure actuelle.

Au moment où l'IQC poursuit ses efforts afin de recruter 7 chercheurs principaux supplémentaires pour atteindre son effectif complet, nous devons reconnaître que la recherche de talents de premier ordre fait l'objet d'une concurrence féroce, alors que d'autres pays et des entreprises multinationales augmentent leurs investissements et leurs activités en physique quantique. Par contre, l'entrée précoce du Canada dans ce domaine a créé un milieu riche et dynamique qui fait de la région de Waterloo un lieu attirant pour les meilleurs experts au monde. En plus de ses efforts de recherche, de recrutement et de formation, l'IQC travaille aussi à de nouvelles initiatives de soutien à la croissance industrielle, et nous étendons notre offre de formation pour répondre à la demande de main-d'œuvre dans le secteur quantique.

La révolution quantique est arrivée, et je suis fier que l'IQC et le Canada y jouent un rôle majeur.

Kevin Resch
Directeur général par intérim
Institut d'informatique quantique
Université de Waterloo

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ 4
L'INSTITUT D'INFORMATIQUE QUANTIQUE 5
OBJECTIFS DU FINANCEMENT POUR LA PÉRIODE 2019-2022 6
RÉALISATIONS EN 2019-2020 7
Objectif A 7
Objectif B 26
Objectif C 33
Objectif D 38
Objectif E 45
ANNEXES 50
A. Évaluation et mitigation des risques 50
B. Publications 52
C. Professeurs, professeur-chercheur adjoint et associés de recherche 60
D. Collaborations 61
E. Postdoctorants 64
F. Étudiants diplômés 65
G. Invitations comme conférencier et participations à des conférences 68
H. Séminaires et colloques 76
I. Scientifiques invités et visiteurs 78

RÉSUMÉ

Les 20 dernières années ont connu des progrès importants de la science et de la technologie de l'information quantique. Nous sommes bien placés pour voir comment la recherche dans ce domaine entraîne la découverte et la mise au point de systèmes dont les capacités dépassent de beaucoup ce qui existait auparavant. Depuis sa fondation en 2002, l'IQC est devenu un moteur de la création de savoir et de technologie en informatique quantique, et il suscite des initiatives de commercialisation qui bénéficient déjà aux Canadiens et le feront pendant encore longtemps. L'IQC demeure un acteur-clé de l'économie quantique émergente du Canada.

À l'appui de son action, l'IQC a obtenu l'an dernier du gouvernement du Canada un financement de 15 millions de dollars sur 3 ans. Ces fonds serviront à poursuivre 5 objectifs-clés et à aller au-delà des grandes avancées que l'IQC a réalisées pour chacun d'entre eux.

Voici les points saillants de l'exercice 2019-2020 :

- Obtention de plus de 30 000 000 $ en fonds de recherche
- Recrutement de 2 nouveaux professeurs
- Recrutement de 6 nouveaux associés de recherche
- Publication de plus de 170 articles dans des revues scientifiques à comité de lecture
- Total de plus de 47 500 citations depuis la fondation de l'IQC
- Recrutement de 29 nouveaux postdoctorants
- Obtention de plus de 400 prix et distinctions par les étudiants diplômés de l'IQC
- Examen de plus de 500 candidatures aux programmes d'études supérieures, dont 15 % de femmes
- Accueil de 141 scientifiques invités, provenant de 100 institutions du monde entier, pour des séjours prolongés
- Organisation de 3 conférences majeures, 6 ateliers, 60 séminaires et 21 colloques, et parrainage de 14 programmes scientifiques à l'extérieur de l'IQC
- Partenariat avec le Centre de technologiques quantiques pour l'organisation de l'exposition *QUANTUM* à Singapour, où elle a attiré plus de 200 000 visiteurs
- Contrat d'une agence de renseignement pour faire un exposé spécialisé devant 80 invités de divers organismes gouvernementaux et participer à des réunions à huis clos avec des responsables de la sécurité

Avec ses partenaires, l'IQC œuvre à la construction de l'économie canadienne de l'information quantique à Waterloo. L'IQC a mis à profit son infrastructure unique au monde et ses capacités scientifiques exceptionnelles pour créer un milieu orienté vers les marchés, le premier du genre au Canada, pour la conception, la réalisation et les essais de services et dispositifs d'informatique quantique. La croissance rapide de l'IQC et ses progrès dans la connaissance du monde quantique consolideront la réputation de la région de Waterloo — et du Canada — comme chef de file planétaire du domaine quantique.

L'INSTITUT D'INFORMATIQUE QUANTIQUE

L'Institut d'informatique quantique (en abrégé IQC pour *Institute for Quantum Computing*) de l'Université de Waterloo a été fondé en 2002 afin d'exploiter le potentiel de l'informatique quantique au bénéfice du Canada. L'IQC avait une vision audacieuse : *faire du Canada un chef de file de la recherche et lui donner l'infrastructure nécessaire afin que le pays soit un moteur de la recherche en physique quantique*. Aujourd'hui, l'IQC fait partie des principaux instituts de recherche sur l'information quantique au monde. Des experts de tous les domaines de l'informatique quantique viennent à l'IQC pour y faire des recherches, partager leurs connaissances et former la nouvelle génération de scientifiques.

L'IQC mène la prochaine grande révolution technologique du Canada — la révolution quantique. Les dispositifs et applications quantiques mis au point dans les laboratoires de l'IQC constituent le fondement de technologies de la prochaine génération issues de la recherche menée ici même au Canada sur l'information quantique.

Rien de cela ne serait possible sans la vision et les investissements de Mike et Ophelia Lazaridis, du gouvernement du Canada, du gouvernement de l'Ontario et de l'Université de Waterloo. Ce partenariat public-privé stratégique accélère les progrès de la recherche et des découvertes en informatique quantique, non seulement au Canada, mais à l'échelle de la planète.

Vision et mission

L'IQC vise à exploiter la puissance de la mécanique quantique pour créer des technologies révolutionnaires qui bénéficieront à la société et deviendront le nouveau moteur de la croissance économique au XXIe siècle et au-delà.

L'IQC a pour mission de développer et faire progresser la science et la technologie de l'information quantique au plus haut niveau international, grâce à la collaboration entre informaticiens, ingénieurs, mathématiciens et physiciens.

Objectifs stratégiques

Les 3 objectifs stratégiques suivants, définis en partenariat avec le gouvernement du Canada en 2008, orientent l'action de l'IQC :

1. faire de Waterloo un centre de calibre mondial pour la recherche sur les technologies quantiques et leurs applications;
2. attirer du personnel hautement qualifié en informatique quantique;
3. constituer une source faisant autorité en matière d'idées, d'analyses et de commentaires sur l'information quantique.

OBJECTIFS DU FINANCEMENT POUR LA PÉRIODE 2019-2022

En 2019, le gouvernement du Canada a octroyé à l'IQC la somme de 15 millions de dollars sur 3 ans, en vue de la réalisation des 5 objectifs suivants :

A. enrichir les connaissances dans les divers domaines et sous-domaines de l'informatique quantique, afin de placer les Canadiens à la fine pointe de la recherche et de la technologie de l'information quantique;

B. offrir aux étudiants des occasions d'acquérir et d'appliquer de nouvelles connaissances, pour le bénéfice du Canada, afin de stimuler l'innovation et les investissements dans les activités de R-D grâce à la formation d'un personnel hautement qualifié;

C. faire du Canada la destination de choix pour la recherche sur les technologies quantiques et y attirer les meilleurs au monde, en mettant sur pied des partenariats avec la communauté internationale de l'information quantique, et en favorisant à l'échelle mondiale l'excellence en science et technologie de l'information quantique;

D. améliorer et étendre les activités publiques de formation et de diffusion des connaissances de l'Institut, afin de promouvoir effectivement la science et l'informatique quantique, et de montrer comment la recherche sur l'information quantique peut être appliquée, en vue de soutenir et d'attirer des scientifiques de classe mondiale;

E. traduire de plus en plus les résultats de la recherche en produits quantiques commercialisables qui apporteront des bénéfices économiques et sociétaux au Canada, et favoriser du même coup les projets conjoints et la collaboration avec des partenaires du secteur privé tout en suscitant des occasions de commercialisation.

Avec les activités planifiées et menées grâce à la contribution du gouvernement du Canada au cours des dernières années, l'IQC a positionné le Canada de manière à ce qu'il profite pleinement des bénéfices socioéconomiques venant de la recherche et de la technologie dans le domaine quantique. La suite de ce rapport présente les progrès réalisés pendant l'exercice 2019-2020.

RÉALISATIONS EN 2019-2020

Objectif A

Enrichir les connaissances dans les divers domaines et sous-domaines de l'informatique quantique, afin de placer les Canadiens à la fine pointe de la recherche et de la technologie de l'information quantique.

Résultat visé : Améliorer les connaissances en science et technologie de l'information quantique.

Activités prévues

- Poursuivre les recherches en collaboration et interdisciplinaires sur le calcul quantique, la communication quantique, les capteurs quantiques et les matériaux quantiques, menées par des professeurs de 3 facultés — Sciences, Mathématiques et Génie.
- Continuer de publier les résultats de la recherche dans des revues scientifiques de premier plan.
- Recruter de nouveaux professeurs.
- Recruter de nouveaux professeurs-chercheurs adjoints.
- Continuer d'équiper les laboratoires du Centre Quantum-Nano Mike-et-Ophelia-Lazaridis, à mesure que de nouveaux membres de l'IQC sont recrutés.
- Continuer d'équiper et d'entretenir l'installation de fabrication et caractérisation nanométriques quantiques, pour permettre la fabrication de dispositifs quantiques.
- Poursuivre la mise à niveau et l'entretien des laboratoires des bâtiments du RAC (*Research Advancement Centre* – Centre d'avancement de la recherche).
- Continuer d'entretenir des relations effectives et pertinentes avec les partenaires actuels de l'Institut.
- Chercher à conclure de nouveaux partenariats favorisant l'accomplissement de la mission de l'IQC et l'atteinte de ses objectifs.

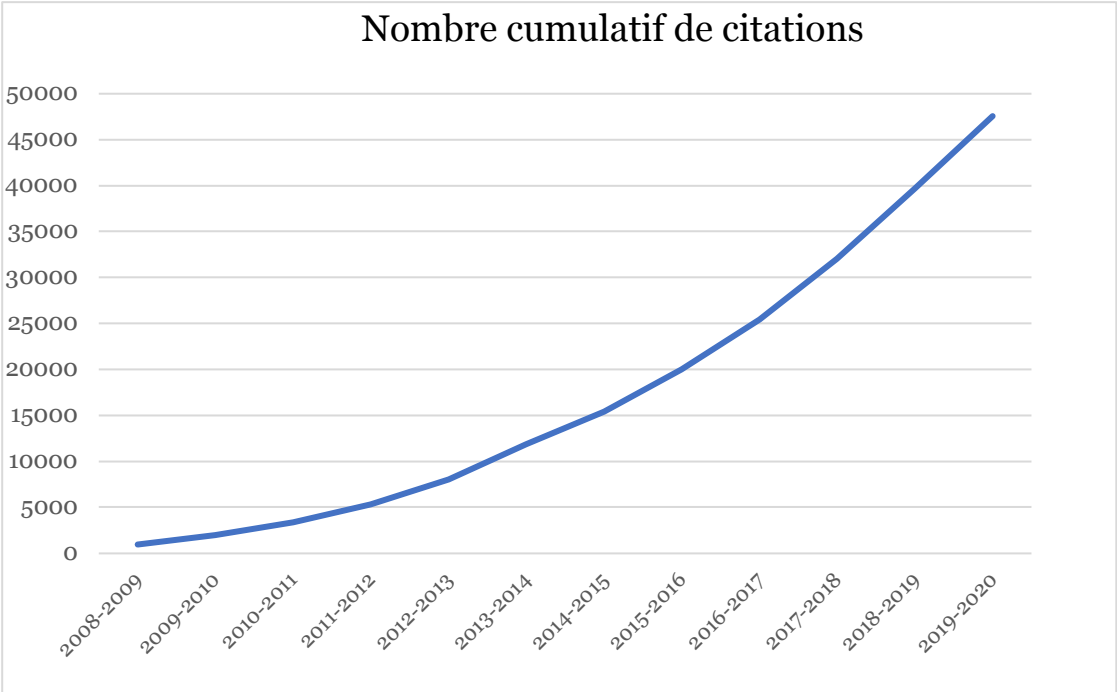
Publications de recherche et citations

En 2019-2020, les chercheurs de l'IQC ont publié en tout 171 articles dans des revues scientifiques à comité de lecture, portant le nombre cumulatif de publications à 1 922 depuis 2002. Plusieurs articles sont parus dans des publications scientifiques de premier ordre, dont celles du groupe *Nature*, Science, le *Journal of Mathematical Physics* et les *Physical Review Letters*. Voici un résumé des articles publiés dans des revues prestigieuses depuis 2013. L'annexe B, à la page 52, donne la liste complète des articles publiés cette année.

Publications de premier ordre	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Revues du groupe *Nature*	7	9	7	9	6	4	8
Physical Review Letters	14	16	17	11	6	8	15
Science	1	3				1	
Journal of Mathematical Physics	4	4	6	2	3	3	2
Foundations of Computer Science			1				3
Symposium on Theory of Computing					1	1	

Une analyse plus poussée révèle que 69 % des articles de l'IQC (de 2002 à ce jour) ont été publiés avec des chercheurs d'importants instituts et universités du monde entier, notamment l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), l'Université du Maryland, l'Université de technologie de Delft, l'Université Tsinghua, l'Université de Sherbrooke, l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université de Toronto.

Le nombre de citations est un indicateur important de l'influence des recherches publiées. Au 31 mars 2020, les articles publiés par des membres de l'IQC ont fait en tout l'objet de 47 564 citations. Le graphique ci-dessous montre l'augmentation importante du nombre de citations, étant donné la croissance modérée du corps professoral de l'IQC, ce qui témoigne de l'impact de ses chercheurs.



Source : Web of Science : AD= ((Inst Quant* Comp*) OU IQC) ET ad = waterloo; période couverte : de 2008-2009 à 2019-2020. Données extraites le 31 mars de chaque année.*

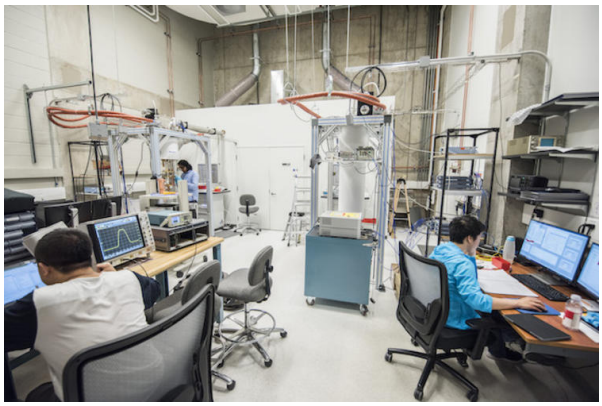
Points saillants de la recherche

Les comptes rendus qui suivent ne constituent qu'un échantillon des recherches publiées par l'IQC au cours de la dernière année. Ils mettent en évidence l'étendue et la profondeur des recherches effectuées à l'Institut.

OBSERVATION D'UN ABAISSEMENT DE FRÉQUENCE PARAMÉTRIQUE SPONTANÉ DE 3 PHOTONS DANS UNE CAVITÉ PARAMÉTRIQUE SUPRACONDUCTRICE
Observation of three-photon spontaneous parametric down-conversion in a superconducting parametric cavity
Publié le 16 janvier 2020 dans *Physical Review X*
https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.10.011011

Des chercheurs de l'IQC ont rapporté la première subdivision directe d'un photon en trois.

Cette première a fait appel à l'abaissement de fréquence paramétrique spontané (SPDC pour *spontaneous parametric down conversion*) et a produit ce que l'on appelle en optique quantique un *état de lumière non gaussien*, considéré comme crucial pour obtenir un avantage quantique.



Étudiants au travail dans le laboratoire de Chris Wilson

« On savait que le type d'intrication produit avec 2 photons comportait des limites, et ce nouveau résultat constitue le point de départ d'un modèle prometteur d'optique quantique à 3 photons », a déclaré CHRIS WILSON, chercheur principal et membre du corps professoral de l'IQC, professeur de génie électrique et informatique nommé conjointement avec le Département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo.

« Comme ces travaux nous mènent au-delà de la capacité connue de diviser 1 photon en 2 photons intriqués, nous avons de bonnes raisons de croire qu'ils ouvrent une avenue de recherche inédite.

« L'intrication de 2 photons est un moteur de la recherche en physique quantique depuis plus de 30 ans. Nous croyons que 3 photons permettront de repousser les limites actuelles et favoriseront de nouvelles recherches théoriques et applications expérimentales et, espère-t-on, le développement de l'informatique quantique exploitant des unités supraconductrices. »

M. Wilson a utilisé des photons micro-ondes pour repousser les limites du SPDC. La mise en œuvre expérimentale a fait appel à un résonateur paramétrique supraconducteur. Le résultat a clairement montré la forte corrélation entre les 3 photons produits à différentes fréquences. Des travaux en cours visent à prouver que ces photons sont effectivement intriqués.

« Les états et opérations non gaussiens sont cruciaux pour obtenir un avantage quantique, a-t-il poursuivi. Ils sont très difficiles à simuler et à modéliser de façon classique, d'où la rareté des travaux théoriques portant sur cette application. » [traduction]

ANALYSE ASYMPTOTIQUE DE SÉCURITÉ DE PROTOCOLES DE DQC À VARIABLES CONTINUES ET À MODULATION DISCRÈTE

Asymptotic security analysis of discrete-modulated continuous-variable quantum key distribution

Publié le 30 décembre 2019 dans *Physical Review X*

https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.9.041064

Des chercheurs de l'IQC viennent de mettre au point un nouvel outil d'évaluation de la sûreté d'une vaste catégorie de protocoles, capables d'exploiter l'infrastructure actuelle de télécommunications afin de créer dans un avenir rapproché de grands réseaux de communication sécurisés à l'aide de mécanismes quantiques.

L'informatique quantique constitue une menace pour notre infrastructure cryptographique actuelle. On s'attend à ce que la distribution quantique de clés (DQC) constitue une part importante de la solution à ce problème en permettant à 2 parties éloignées l'une de l'autre de définir de longues suites de chiffres, appelées *clés*, qui soient sécurisées grâce aux lois de la mécanique quantique.

Ces clés secrètes pourront ensuite être utilisées dans d'autres systèmes cryptographiques pour des applications sécuritaires de communication, d'authentification et de cryptographie. De nouvelles recherches effectuées à l'IQC par le doctorant JIE LIN, l'étudiant à la maîtrise TWESH UPADHYAYA et le professeur NORBERT LÜTKENHAUS démontrent la sûreté d'une catégorie de protocoles de DQC qui pourraient être mis en œuvre de manière concrète et abordable dans nos réseaux actuels de télécommunications.

Le principal problème théorique en matière de DQC consiste à calculer le débit de clé de protocoles de DQC, indicateur de l'efficacité de ces protocoles. De nombreux protocoles déjà reconnus comme théoriquement sûrs sont des protocoles de DQC à variables discrètes. Ces protocoles codent l'information quantique dans des états quantiques distincts de photons et exigent des détecteurs perfectionnés de photons individuels pour la réception de clés. Même s'ils sont plus faciles à analyser sur le plan théorique, ces protocoles font face à une plus grande difficulté pour être largement adoptés : il faudrait ajouter une technologie spécialisée distincte à l'infrastructure de télécommunications existante.

Le doctorant Jie Lin, l'étudiant à la maîtrise Twesh Upadhyaya et le professeur Norbert Lütkenhaus.

Au lieu d'utiliser la DQC à variables discrètes, on peut faire appel à la DQC à variables continues (DQCVC), qui permet de coder l'information d'une clé secrète dans des variables continues telles que l'amplitude d'un signal envoyé dans un câble à fibres optiques. La technologie permettant de recevoir ce genre d'information quantique est déjà largement utilisée dans les réseaux actuels de télécommunications à grande vitesse, ce qui abaisse le seuil de rentabilité de la DQCVC par rapport aux protocoles à variables discrètes. Cela fait de la DQCVC une avenue prometteuse pour l'adoption à grande échelle de réseaux quantiques sûrs.

Pour garantir la sécurité, les travaux précédents sur les protocoles à variables continues exigeaient que ces états quantiques de codage soient choisis de manière aléatoire dans un énorme ensemble d'états selon une distribution continue. Par contre, la préparation exacte et rapide des états, les exigences relatives au caractère aléatoire ainsi que la puissance de calcul et de communication requise pour ce genre de protocole sont autant d'obstacles à leur adoption généralisée.

Dans ces nouvelles recherches, les scientifiques de l'IQC ont étudié une catégorie de protocoles de DQCVC qui n'exige qu'un petit nombre d'états quantiques. Ces protocoles combinent les avantages des protocoles à variables discrètes (peu de nombres aléatoires à générer, faible puissance de calcul nécessaire pour traiter les données) et ceux de la DQCVC, qui met à profit la technologie optique des équipements modernes de communication exploités aujourd'hui. Par contre, jusqu'à maintenant, il manquait une analyse de la sécurité théorique et du débit de ces protocoles, car une telle analyse est plus difficile à effectuer que dans le cas des protocoles étudiés précédemment.

Les chercheurs ont mis au point une méthode permettant de prouver la sûreté de ce type de protocoles de DQCVC et de déterminer le débit de clé sécuritaire. Leur méthode d'analyse est souple et peut servir à évaluer une variété de protocoles de DQCVC utiles.

Ces travaux s'appuient sur des recherches précédentes effectuées par le groupe de théorie de la communication quantique optique de M. Lütkenhaus, qui a mis au point un logiciel facile à utiliser permettant d'évaluer de nombreux protocoles de DQC. Les nouvelles recherches étendent la portée de cet outil aux protocoles très prometteurs de DQCVC compatibles avec l'infrastructure dominante de télécommunications.

En raison de leur sécurité, de leur souplesse et de leur commodité, les protocoles de DQCVC constituent une manière efficace de sécuriser à l'aide de clés secrètes nos données cruciales dans de futurs réseaux de communications quantiques.

UN NOUVEAU MIROIR DESTINÉ À LA RECHERCHE EN PHYSIQUE QUANTIQUE POURRAIT DÉTECTER LA FAUSSE MONNAIE

L'article *Spin-Preserving Chiral Photonic Crystal Mirror* (Miroir à cristal photonique chiral conservant le spin) a été publié le 20 février 2020 dans *Light Science and Applications* du groupe Nature Publishing.
http://www.nature.com/articles/s41377-020-0256-5

Des chercheurs de l'IQC ont mis au point un nouveau type de miroir qui pourrait servir à détecter de faux billets de banque.

Comme les êtres humains, les photons — particules quantiques de lumière — peuvent être droitiers ou gauchers. Dans certaines applications, les chercheurs ont besoin de distinguer les photons droitiers des photons gauchers, par exemple pour étudier l'arrangement des molécules dans un médicament.

Dans de récents travaux dirigés par BEHROOZ SEMNANI, chercheur en 2e année de postdoctorat à l'IQC et au Département de génie électrique et informatique de l'Université de Waterloo, des scientifiques ont créé une structure 2D qui, tout comme un miroir, réfléchit les photons d'un type (droitiers ou gauchers), mais qui, à la différence d'un miroir ordinaire, laisse traverser les photons de l'autre type. Cette structure est un miroir à cristal photonique : une fine membrane ayant un motif chiral répétitif de perforations et ressemblant à un filtre très fin.

L'adjectif *chiral* signifie que le motif n'est pas identique à son image dans un miroir. Par exemple, les lettres *S* et *Z* sont chirales.

La mise au point de ce nouveau miroir permettra de distinguer les photons dans un grand nombre d'applications, notamment la détection de fausse monnaie. Comme cette structure a une épaisseur inférieure à un micromètre, on peut l'imprimer sur des documents officiels — tels que des billets de banque —, où elle constitue une caractéristique invisible de sécurité permettant de détecter la contrefaçon.

« Cette structure est invisible à l'œil nu, dit M. Semnani. Grâce à ses propriétés caractéristiques, elle ne peut être détectée que lors d'une inspection avec une lumière ayant la longueur d'onde et le sens de polarisation appropriés. Elle peut être produite en série, ce qui est important pour des applications pratiques comme la détection de fausse monnaie. » [traduction]

Ces travaux prouvent que l'on peut distinguer les photons selon leur caractère droitier ou gaucher à l'aide d'une structure 2D fine, alors qu'auparavant on pensait avoir besoin de structures 3D épaisses et complexes.

Ces recherches ont été menées en partie grâce à l'appui du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada (FERAC).

MÉTHODE PROPOSÉE POUR PRODUIRE DES PAIRES BRILLANTES DE PHOTONS INTRIQUÉS PAR L'APPLICATION D'UN CHAMP QUADRIPOLAIRE À UNE SEULE BOÎTE QUANTIQUE

Proposed scheme to generate bright entangled photon pairs by application of a quadrupole field to a single quantum dot

Publié le 7 juin 2019 dans *Physical Review Letters*

https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.122.227401

Les sources de photons intriqués sont cruciales dans les domaines de l'optique quantique, des capteurs quantiques et des communications quantiques. Les boîtes quantiques de semiconducteur produisent sur demande des paires de photons intriqués par une cascade biexciton-exciton. Par contre, ces paires de photons sont émises de manière isotrope dans toutes les directions, ce qui limite l'efficacité de leur collecte à une fraction d'un pour cent. De plus, la tension et la structure asymétrique des boîtes quantiques augmentent la dégénérescence des états intermédiaires d'exciton dans la cascade, ce qui diminue la fidélité de l'intrication mesurée. Dans cet article, MICHAEL REIMER et ses collègues proposent une méthode de production d'une paire de photons intriqués à partir d'une boîte quantique de semiconducteur en appliquant un potentiel électrostatique quadripolaire. Les auteurs montrent que le champ électrique quadripolaire corrige l'asymétrie spatiale de la fonction d'onde excitonique pour toute orientation dipolaire d'une boîte quantique et compense pleinement la scission de la structure fine sans compromettre le chevauchement spatial entre les électrons et les trous. Cette méthode est compatible avec des structures nanophotoniques telles que des microcavités et des nanofils, ce qui ouvre la voie à la réalisation d'une source déterministe de photons intriqués avec une fidélité et une efficacité de collecte élevées.

ÉVALUATION DE L'EXTENSIBILITÉ ET DES PERFORMANCES D'ORDINATEURS QUANTIQUES

L'article *Characterizing large-scale quantum computers via cycle benchmarking* (Caractérisation d'ordinateurs quantiques de grande taille par étalonnage cyclique) a été publié le 25 novembre 2019 dans *Nature Communications*.
https://www.nature.com/articles/s41467-019-13068-7

Des chercheurs de l'IQC viennent de faire la démonstration d'une nouvelle méthode, dite d'*étalonnage cyclique*, pour évaluer l'extensibilité et comparer les capacités de divers ordinateurs quantiques. Ces travaux ouvrent la voie vers l'établissement de normes de performance d'ordinateurs quantiques et contribuent aux efforts déployés à l'échelle mondiale pour construire un ordinateur quantique exploitable de grande taille.

Joel Wallman et Joseph Emerson, professeurs à l'IQC, dans les bureaux de Quantum Benchmark

« Une méthode uniforme de caractérisation et de correction des erreurs dans des systèmes quantiques permet de normaliser la manière d'évaluer un processeur quantique, et donc de faire des comparaisons équitables entre diverses architectures » [traduction], a déclaré JOEL WALLMAN, professeur adjoint à l'IQC et au Département de mathématiques appliquées de l'Université de Waterloo.

L'étalonnage cyclique aide les utilisateurs de l'informatique quantique à comparer diverses configurations matérielles et à accroître la capacité de tout ordinateur quantique à répondre aux exigences des applications visées. Cette percée survient alors que la course à l'informatique quantique s'intensifie rapidement et que l'offre d'informatique quantique en nuage augmente rapidement. Microsoft, IBM et Google ont fait récemment des annonces majeures en ce sens.

Cette méthode détermine en outre la probabilité d'une erreur dans une application de calcul quantique, lorsque celle-ci est mise en œuvre par compilation aléatoire. Cela signifie que l'étalonnage cyclique constitue un moyen de mesurer et de comparer les capacités de processeurs quantiques offerts par différents fournisseurs, d'une manière pouvant être adaptée aux applications qui intéressent l'utilisateur.

« L'étalonnage cyclique ouvre la voie à l'évaluation, à l'amélioration et à la validation des capacités de calcul quantique à notre époque de découvertes dans le domaine, où l'on espère que des ordinateurs quantiques susceptibles d'erreurs offriront de nouvelles solutions à des problèmes pressants et où la qualité de ces solutions ne peut plus être vérifiée à l'aide des ordinateurs de haute performance actuels » [traduction], a déclaré JOSEPH EMERSON, professeur à l'IQC et au Département de mathématiques appliquées, également co-auteur de l'article.

MM. Emerson et Wallman ont fondé Quantum Benchmark inc., société issue de l'essaimage à partir de l'IQC, qui a déjà vendu cette technologie sous licence à plusieurs chefs de file mondiaux de l'informatique quantique, dont la division d'IA quantique de Google.

Le problème des erreurs
Grâce à la mécanique quantique, les ordinateurs quantiques offrent une puissance de calcul fondamentalement plus grande. Ils peuvent résoudre certains types de problèmes plus efficacement qu'un ordinateur numérique traditionnel. Par contre, les qubits — unités élémentaires de traitement dans un ordinateur quantique — sont fragiles; toute imperfection ou source de bruit présente dans le système peut causer dans un calcul quantique des erreurs conduisant à des solutions erronées.

Le contrôle d'un ordinateur quantique limité à 1 ou 2 qubits est la première étape d'une entreprise plus ambitieuse. Un ordinateur quantique de plus grande taille peut être capable d'effectuer des tâches de plus en plus complexes telles que l'apprentissage automatique ou la simulation de systèmes complexes visant à découvrir de nouveaux médicaments. Mais la construction d'un ordinateur quantique de grande taille pose des défis : le spectre des erreurs possibles s'élargit à mesure que l'on ajoute des qubits et que le système quantique grossit.

Augmenter ou non la taille d'un ordinateur quantique
La caractérisation d'un système quantique produit un profil du bruit et des erreurs, indiquant du même coup si le processeur effectue réellement les tâches ou les calculs qu'on lui demande. Pour connaître le rendement de tout ordinateur quantique existant face à un problème complexe, ou pour réduire les erreurs afin d'augmenter la taille d'un ordinateur quantique, il faut d'abord caractériser toutes les erreurs notables qui affectent le système.

MM. Wallman et Emerson, ainsi qu'une équipe de chercheurs de l'Université d'Innsbruck, ont conçu une méthode d'évaluation de tous les taux d'erreur qui affectent un ordinateur quantique. Ils ont mis en œuvre cette nouvelle technique pour l'ordinateur quantique à ions piégés de l'Université d'Innsbruck et ont constaté que les taux d'erreur n'augmentent pas avec la taille de cet ordinateur quantique, ce qui constitue en soi un résultat très prometteur.

« L'étalonnage cyclique est la première méthode qui permet de vérifier de façon fiable si l'on est sur la bonne voie pour étendre l'architecture d'un ordinateur quantique, dit M. Wallman. Ce résultat est important parce qu'il fournit un instrument complet de caractérisation des erreurs, valable quel que soit l'ordinateur quantique. » [traduction]

NOUVELLE TECHNIQUE ROBUSTE DE REFROIDISSEMENT ALGORITHMIQUE OPTIMAL
Novel technique for robust optimal algorithmic cooling
Publié le 7 juin 2019 dans *Physical Review Letters*
https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.122.220501

Le refroidissement algorithmique d'un bain de chaleur constitue un ensemble de moyens algorithmiques d'améliorer la pureté d'états quantiques. Cette famille de techniques consiste en des processus itératifs complexes qui changent d'une itération à l'autre, ce qui rend difficile la mise en œuvre de ces algorithmes. Dans cet article, Sadegh Raeisi, Mária Kieferová et MICHELE MOSCA présentent une nouvelle technique. Sur le plan théorique, celle-ci montre qu'il est possible de réaliser le refroidissement algorithmique et même d'atteindre la limite de refroidissement sans connaître quoi que ce soit sur l'état quantique et en utilisant une seule opération fixe. Sur le plan pratique, la technique proposée constitue une mise en œuvre plus faisable et robuste du refroidissement algorithmique d'un bain de chaleur. Les auteurs montrent aussi que leur nouvelle technique converge vers l'état asymptotique du refroidissement algorithmique d'un bain de chaleur et que l'algorithme de refroidissement peut être mis en œuvre d'une manière efficace; par contre, la saturation pourrait exiger un nombre exponentiel d'itérations et demeure peu pratique. Avec cette nouvelle technique, le refroidissement

algorithmique d'un bain de chaleur devient possible et constitue une option viable ayant des applications réalistes dans des technologies quantiques.

INFONUAGIQUE QUANTIQUE AVEC AUTOVÉRIFICATION : UNE NOUVELLE MÉTHODE PERMET DE RÉALISER DE PUISSANTES SIMULATIONS QUANTIQUES SUR LE MATÉRIEL ACTUEL

L'article *Self-verifying variational quantum simulation of lattice models* (Simulation quantique variable avec autovérification de modèles en treillis) a été publié le 3 avril 2019 dans la revue *Nature*.
https://www.nature.com/articles/s41586-019-1177-4

Pour la première fois, selon une nouvelle étude publiée dans la revue *Nature*, un coprocesseur quantique a simulé avec succès des phénomènes de physique des particules sur 20 bits quantiques (ou qubits) avec autovérification des résultats.

Menée à Innsbruck par une équipe de chercheurs comprenant Rainer Blatt et Peter Zoller, de l'Université d'Innsbruck, et CHRISTINE MUSCHIK, professeure à l'IQC, cette expérience ouvre la voie à la simulation de problèmes auparavant insolubles de chimie, de science des matériaux et de physique des hautes énergies.

« Grâce à ce nouveau type de simulateur quantique, nous allons étudier et mieux comprendre la physique des hautes énergies et la physique des particules, et notamment des questions sur l'univers primitif » [traduction], a déclaré Mme Muschik, qui est également professeure adjointe au Département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo.

De nombreux scientifiques étudient actuellement comment l'avantage quantique peut être exploité sur le matériel déjà disponible aujourd'hui. Il y a 3 ans, à l'Université d'Innsbruck, une équipe dont faisaient partie Mme Muschik et MM. Blatt et Zoller a simulé pour la première fois à l'aide d'un ordinateur numérique quantique la formation spontanée d'une paire de particules élémentaires. Cependant, en raison du taux d'erreur, des simulations plus complexes exigeraient un nombre de qubits qui n'est pas encore disponible dans les ordinateurs quantiques actuels. La simulation analogique de systèmes quantiques dans un ordinateur quantique comporte aussi de strictes limites.

En faisant appel à une nouvelle méthode, des chercheurs de l'Institut d'optique et d'information quantiques (IQOQI) de l'Académie autrichienne des sciences sont allés au-delà de ces limites. Ils ont utilisé comme coprocesseur quantique un ordinateur quantique programmable à ions piégés comportant 20 qubits, auquel on fait exécuter des calculs quantiques qui atteignent les limites des ordinateurs classiques.

« Nous exploitons les meilleures caractéristiques des deux technologies », explique Christine Maier, physicienne spécialisée en expérimentation. « Le simulateur quantique résout les problèmes quantiques dont la complexité de calcul est grande, et l'ordinateur classique se charge des autres tâches. » [traduction]

Une boîte à outils pour les modélisateurs quantiques

Les scientifiques ont utilisé la méthode variationnelle connue en physique théorique, mais en l'appliquant à leur expérience quantique. « L'avantage de cette méthode réside dans le fait que nous pouvons utiliser le simulateur quantique comme une ressource quantique indépendante du problème étudié, explique Rick van Bijnen. Ainsi, nous pouvons simuler des problèmes beaucoup plus complexes. » [traduction]

La différence est illustrée par une simple comparaison : un simulateur quantique analogique est comme une maison de poupée; il représente la réalité. Pour sa part, le simulateur quantique variationnel programmable offre des briques individuelles avec lesquelles on peut construire de nombreuses maisons différentes. Dans les simulateurs quantiques, ces briques sont des portes d'intrication et des rotations de spins individuels. À l'aide d'un ordinateur classique, on ajuste ces composantes jusqu'à ce que l'on atteigne l'état quantique voulu. Pour cela, les physiciens ont mis au point un algorithme d'optimisation sophistiqué qui, au bout d'environ 100 000 utilisations du coprocesseur quantique par l'ordinateur classique, donne le résultat.

Combiné à ces cycles de mesure extrêmement rapides de l'expérience quantique, le simulateur de l'IQOQI d'Innsbruck devient extraordinairement puissant. Les physiciens ont simulé sur 20 qubits la création et la destruction spontanées de paires de particules élémentaires dans le vide. Comme la nouvelle méthode est très efficace, elle fonctionne même sur de plus gros simulateurs quantiques. Les chercheurs prévoient construire dans un avenir rapproché un simulateur quantique comportant jusqu'à 50 ions. Cela ouvre des perspectives intéressantes pour l'étude d'autres modèles à l'état solide et problèmes de physique des hautes énergies.

Autovérification intégrée

Un problème auparavant non résolu des simulations quantiques complexes est celui de la vérification des résultats de la simulation. Le physicien théoricien Christian Kokail a expliqué : « De tels calculs peuvent difficilement, sinon pas du tout, être vérifiés à l'aide d'ordinateurs classiques. Comment vérifions-nous alors si le système quantique donne le bon résultat? Nous avons résolu pour la première fois cette question en effectuant des mesures supplémentaires dans le système quantique. Selon les résultats de ces mesures, la machine quantique évalue la qualité de la simulation. » [traduction] Un tel mécanisme de vérification est un préalable nécessaire à des simulations quantiques plus complexes, parce que le nombre de qubits requis augmente rapidement.

« Nous pouvons encore tester une simulation sur 20 qubits dans un ordinateur classique, dit Rick van Bijnen, mais cela est impossible avec des simulations plus complexes. Dans notre étude, l'expérience quantique a même été plus rapide que la simulation de contrôle sur ordinateur classique. Au bout du compte, nous avons dû retirer cette dernière de la course, afin de ne pas ralentir l'expérience. » [traduction]

Les travaux publiés dans la revue *Nature* ont bénéficié notamment du soutien financier du Fonds scientifique autrichien FWF et de l'Union européenne.

RÉVÉLER LA GRAVITATION QUANTIQUE À L'AIDE D'UNE SIMULATION SUR ORDINATEUR QUANTIQUE

L'article *Measuring holographic entanglement entropy on a quantum simulator* (Mesure de l'entropie d'une intrication holographique dans un simulateur quantique) a été publié le 23 avril 2019 dans la revue *Quantum Information* de la collection *Nature Partner Journals*. https://www.nature.com/articles/s41534-019-0145-z

RAYMOND LAFLAMME, membre de l'IQC et professeur au Département de physique et d'astronomie de l'Université de Waterloo, entretient sa curiosité scientifique en explorant de nouveaux domaines d'intérêt.

Collaborant avec une équipe internationale de chercheurs, M. Laflamme, titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-John-von-Neumann d'informatique quantique, a publié ses récents résultats sur la simulation d'une propriété de la gravitation quantique dans un processeur

quantique. Il est stimulé par ces résultats parce que, jusqu'à maintenant, la gravitation quantique a surtout été étudiée en théorie.

« Nous n'avons pas étudié auparavant la gravitation quantique dans un ordinateur quantique, a-t-il déclaré, en partie parce que nous ne disposions pas d'un processeur d'information quantique. » [traduction]

Raymond Laflamme et son équipe ont simulé à l'aide d'un processeur quantique à résonance magnétique nucléaire (RMN) la propriété caractérisée par la formule de Ryu-Takayanagi (RT) dans le domaine de la gravitation quantique. La gravité est l'une des 4 forces présentes dans la nature; les 3 autres (l'interaction forte, l'interaction faible et la force électromagnétique) sont bien documentées en physique quantique. M. Laflamme fait remarquer que la gravité ne cadre pas aussi facilement dans la physique quantique parce que cette force est plus faible que les 3 autres, et qu'il est donc plus difficile de caractériser son comportement à l'échelle quantique.

Menés au laboratoire de RMN de l'IQC, ces travaux ont fait appel à un petit processeur quantique pour effectuer une manipulation de la formule RT puis examiner la propriété correspondante afin de voir si elle obéit à une relation prédite par les théoriciens. M. Laflamme a été satisfait des résultats.

« Nous avons pu montrer les résultats, dit-il. Si nous avions eu un ordinateur quantique parfait, la réponse aurait été 'oui'. » À cause du bruit détecté dans le processeur quantique, les résultats de M. Laflamme ne correspondaient pas parfaitement à la courbe théorique de l'équation, mais ils en étaient suffisamment proches pour montrer que la propriété était respectée lorsque traitée dans une simulation.

« D'une certaine manière, dit-il, nous nous demandons si nous avons suffisamment de contrôle sur un processeur quantique pour pouvoir faire des simulations liées à la gravitation quantique. Si la réponse avait été 'non', il aurait fallu revenir en arrière et mieux contrôler notre ordinateur quantique. » [traduction]

Mais selon M. Laflamme, la réponse a été « oui » : l'ordinateur quantique est assez bon pour commencer à tester des théories pour lesquelles on attend une réponse. Cependant, le chercheur fait remarquer qu'une simulation quantique donne rarement une réponse nette. Elle ressemble plutôt à une simulation météorologique, où il y a un risque d'erreur, mais les erreurs diminuent au fur et à mesure des progrès de la technologie.

Raymond Laflamme voit déjà l'avenir, où de meilleurs ordinateurs quantiques ayant davantage de qubits et moins de bruit permettront aux chercheurs de connaître les propriétés d'états que des ordinateurs classiques ne peuvent calculer, et dont les théoriciens n'ont pas encore prédit les réponses. « Il s'agit d'une première étape pour poser ce genre de question et d'un premier essai d'immersion dans le domaine de la gravitation quantique, dit-il, mais il y aura d'autres étapes. » [traduction]

UN FINANCEMENT DE HONEYWELL MET QEYSSAT EN ORBITE
Nouvelle du projet publiée le 19 juin 2020
https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/news/financement-honeywell-met-qeyssat-en-orbite

Lorsqu'on voit des personnes âgées utiliser des applications de transactions bancaires en ligne pour payer leurs factures, on sait que le monde est devenu numérique. THOMAS JENNEWEIN, membre de l'IQC et professeur au Département de physique et d'astronomie de l'Université de

Waterloo, a vu la communication numérique devenir dominante, tout comme les transactions bancaires numériques. Et cela le préoccupe.

Les méthodes de communication numérique que l'on utilise actuellement pour les transferts de fonds comme pour envoyer des photos de chats, ne sont pas des plus sûres. M. Jennewein croit que la clé réside dans le cryptage quantique. Depuis 2009, il est le chercheur principal de l'initiative QEYSSAT (*Quantum Encryption and Science Satellite* – Satellite de cryptographie et physique quantiques). En collaboration avec l'Agence spatiale canadienne (ASC), il crée et met à l'épreuve des prototypes de dispositifs de communication quantique. Son but est de faire progresser la recherche sur la cryptographie quantique en faisant la démonstration de communications quantiques planétaires ultrasûres par satellite.

Thomas Jennewein et son équipe ont fait plusieurs tests de faisabilité, embarquant même un prototype à bord d'un avion pour faire la démonstration d'un transfert du sol vers le ciel, le tout en vue de mettre au point une méthode plus sûre d'échange d'information entre 2 personnes sur de longues distances.

Mais une pièce manquait encore dans ses recherches : qui va mettre son dispositif en orbite? Il a eu une réponse à cette question lorsque l'ASC a annoncé l'attribution d'un contrat de 30 millions de dollars à COM DEV, qui fait maintenant partie du groupe Honeywell, pour la phase de conception et de réalisation de la mission QEYSSat. « Je suis vraiment enthousiasmé par cette nouvelle, a déclaré M. Jennewein. Nous sommes fiers d'utiliser des connaissances et compétences canadiennes pour réaliser cette mission. » [traduction]

Le lancement étant prévu pour 2022, Thomas Jennewein et son équipe peuvent maintenant mettre en œuvre leurs idées et passer de leurs prototypes à un satellite fonctionnel capable de réaliser la distribution quantique de clés, méthode ultrasûre de partage de clés cryptographiques.

« La construction et le test du satellite nous permettront de lancer les communications quantiques dans l'espace, a poursuivi M. Jennewein. En faisant la démonstration d'une distribution de clés ultrasûre à l'échelle mondiale, nous aiderons le Canada et le monde entier à progresser vers une nouvelle génération de communications sécuritaires. » [traduction]

Recrutement – Corps professoral

En plus de la recherche et de la formation, l'IQC accorde chaque année une place importante aux activités de recrutement, afin de continuer d'attirer des théoriciens et expérimentateurs de premier plan dans une variété de disciplines. L'Institut compte actuellement 32 professeurs qui travaillent en équipe pour résoudre des problèmes difficiles concernant l'extension de systèmes quantiques complexes. En 2019-2020, l'IQC a accueilli 2 nouveaux professeurs au sein de son équipe de chercheurs.

Après avoir étudié la physique et les mathématiques à l'Université Harvard, **Alan Jamison** a travaillé dans le domaine de l'éducation. Il a enseigné la physique, l'initiation à l'analyse mathématique et la création littéraire au niveau secondaire. Travaillant ensuite pour une jeune entreprise d'enseignement en ligne, il a enseigné la physique au niveau universitaire à des dizaines de milliers d'étudiants de grandes universités dans le monde entier. Il a complété son B.Sc. en mathématiques à l'Université de Floride centrale en 2007.

M. Jamison a obtenu une maîtrise et un doctorat en physique à l'Université l'État de Washington, respectivement en 2008 et en 2014. Au début, il a étudié la phénoménologie au-delà du modèle standard, sous la direction d'Ann Nelson. Il est ensuite passé de la théorie des hautes énergies à la physique des atomes ultrafroids, avec une thèse sur l'interférométrie atomique de précision à l'aide de condensats de Bose-Einstein, sous la direction de Subhadeep Gupta. Il a également élaboré le cadre théorique nécessaire pour obtenir une grande précision dans ces expériences, avec son codirecteur J. Nathan Kutz, du Département de mathématiques appliquées. Il s'est ensuite joint à l'équipe de Wolfgang Ketterle au MIT et a conseillé 3 laboratoires pendant son séjour dans cette institution. Les recherches menées dans ces laboratoires portaient sur des expériences concernant des molécules ultrafroides et leurs propriétés chimiques, l'émulation quantique de systèmes à couplage spin-orbite, ainsi que les atomes exotiques de lanthanides refroidis par laser.

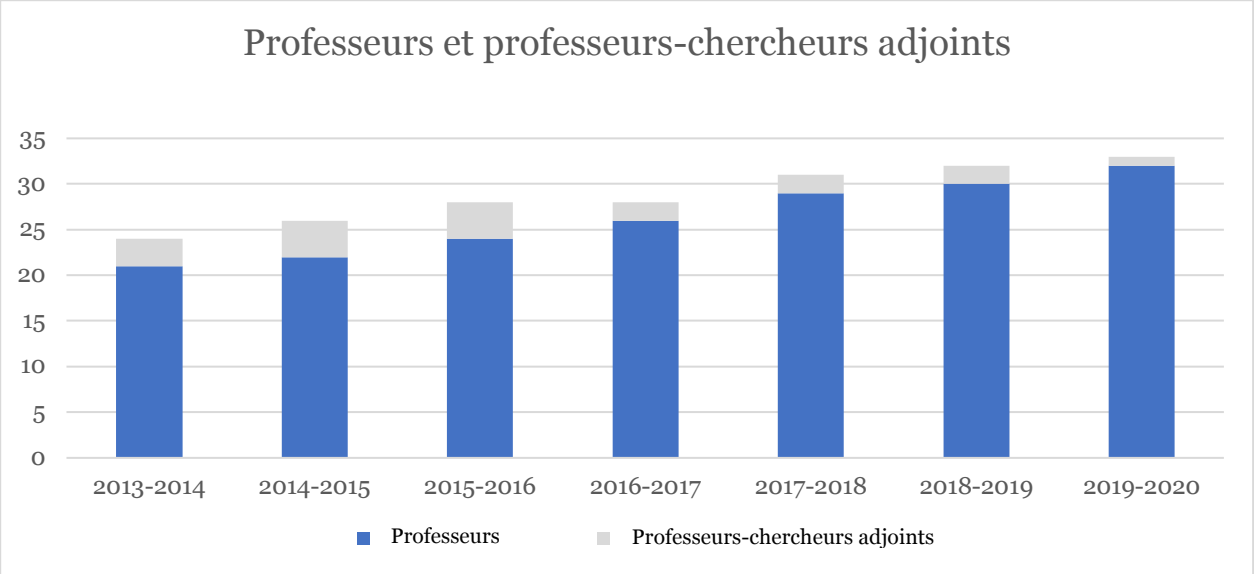
Alan Jamison est devenu professeur adjoint à l'IQC en 2020. Son équipe travaille sur le calcul quantique et la chimie quantique avec des molécules ultrafroides, ainsi que sur l'émulation quantiques avec des mélanges ultrafroids.

Joel Wallman a obtenu en 2008 un B.Sc. (spécialisé) en physique et mathématiques à l'Université de Sydney, en Australie, avec distinction, et a reçu la Médaille de l'université pour un rendement exceptionnel. En 2013, il a obtenu un doctorat en physique à l'Université de Sydney. Sa thèse était intitulée *Information, Observers, and Quantum Mechanics* (Information, observateurs et mécanique quantique). Il a reçu la bourse de recherche du vice-chancelier et le prix Denison Merit de l'université pour son rendement et son potentiel de recherche exceptionnels.

M. Wallman a complété un postdoctorat à l'Université de Sydney en 2013 avant de se joindre à l'IQC, à l'Université de Waterloo, pour faire un postdoctorat sous la direction de Joseph Emerson. En 2016, il a reçu de l'Institut FQXi (*Foundational Questions Institute*) une subvention en physique de l'observateur.

Joel Wallman est également directeur de la technologie chez Quantum Benchmark, entreprise qu'il a fondée en 2017 avec Joseph Emerson.

Le graphique ci-après montre la croissance du nombre de professeurs et de professeurs-chercheurs adjoints à l'IQC au cours des 7 dernières années.

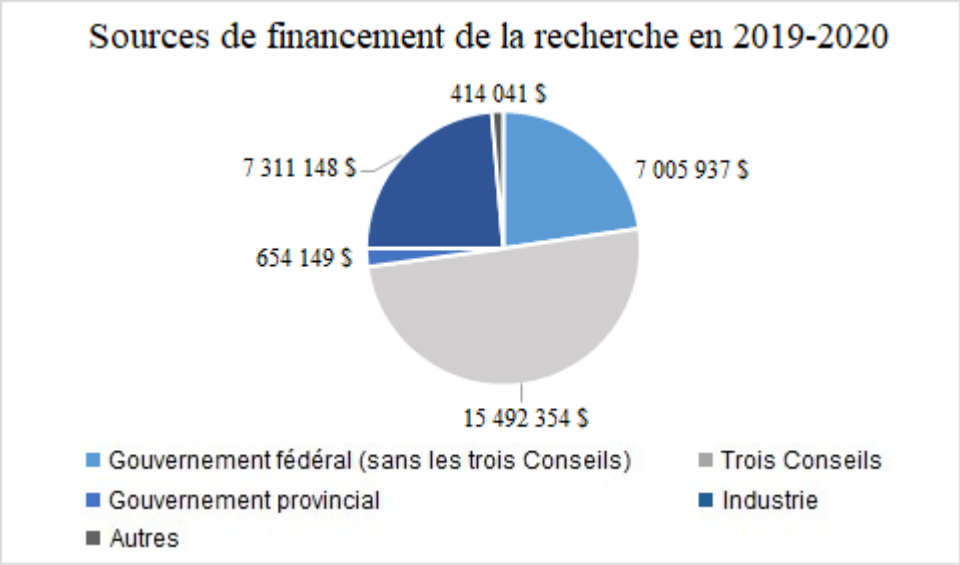


Recrutement – Associés de recherche

Depuis 2 ans, l'embauche d'associés de recherche s'est intensifié et fait partie du plan de recrutement de l'IQC. Sur les 10 associés de recherche que compte actuellement l'IQC, 6 ont été embauchés en 2019-2020. Deux de ces six associés de recherche sont d'anciens postdoctorants à l'IQC, ce qui témoigne de l'importance de développer et de maintenir un réservoir de talents à Waterloo. Les associés de recherche travaillent avec les chercheurs principaux de l'IQC au progrès de programmes et initiatives de recherche. L'IQC compte actuellement 32 professeurs, 1 professeur-chercheur adjoint et 10 associés de recherche, dont les noms sont énumérés à l'annexe C, à la page 60.

Prix, distinctions et chaires de recherche

Du 1er avril 2019 au 31 mars 2020, les chercheurs de l'IQC ont obtenu des fonds de recherche pour un montant total de 30 877 629 $. Les sources de financement sont diversifiées et comprennent des chaires de recherche, ainsi que des subventions du gouvernement du Canada, de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), de partenaires industriels et d'autres organismes.



Les professeurs de l'IQC mènent des recherches de fort calibre sur l'information quantique qui continuent d'avoir un impact à l'échelle mondiale. Non seulement leurs recherches, mais aussi les nombreux prix et distinctions qu'ils reçoivent, témoignent de la qualité et des capacités de ces scientifiques. Dans un contexte de concurrence à l'échelle planétaire, ces prix et distinctions s'ajoutent à l'excellente réputation de l'IQC et du Canada en informatique quantique. Voici un résumé des prix et distinctions obtenus par des professeurs de l'IQC en 2019-2020 :

Professeur	Distinction	Source
Adrian Lupascu	Subvention à la découverte du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)	CRSNG
Ashwin Nayak	Puissance et limite des algorithmes quantiques	Laboratoires Fujitsu des États-Unis
Christine Muschik	Supplément Tremplein vers la découverte du CRSNG Bourse de recherche Alfred-P.-Sloan en physique	CRSNG Fondation Alfred-P.-Sloan
Christopher Wilson	Subvention à la découverte du CRSNG	CRSNG
David Gosset	Subvention à la découverte du CRSNG Prix TQC 2019 pour un article exceptionnel Supplément Tremplin vers la découverte du CRSNG Supplément d'accélération à la découverte du CRSNG	CRSNG TQC 2019 CRSNG CRSNG

Professeur	Distinction	Source
Joel Wallman	Bureau de la recherche de l'Armée des États-Unis Subvention de démarrage de l'Université de Waterloo	Bureau de la recherche, Armée des États-Unis Université de Waterloo
John Watrous	Subvention à la découverte du CRSNG Soutien aux membres de l'ICRA	CRSNG Institut canadien de recherches avancées
Jonathan Baugh	Collaboration du CRNSG avec Kennedy Labs Fonds de démarrage de TQT, *Matériaux pour des qubits topologiques fondés sur des fermions de Majorana* (2e chercheur principal; le 1er chercheur principal est Z. Wasilewski) — subvention de 2 ans Colauréat (2019) pour la meilleure table ronde de VTS 2018, sur les prochains défis en matière de conception, de test et d'intégration de systèmes quantiques	CRSNG Fonds de démarrage en développement quantique (FDDQ) de Technologies quantiques transformatrices (TQT), Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada Symposium VTS (*VLSI Test Symposium*) de l'IEEE)
K. Rajibul Islam	Bourse de nouveau chercheur de l'Ontario (2019)	Ministère de la Recherche, de l'Innovation et des Sciences de l'Ontario
Kevin Resch	Subvention à la découverte du CRSNG	CRSNG
Kyung Soo Choi	Fonds d'exploitation des infrastructures Subvention de l'IRPG Fonds IdEX de Waterloo et Bordeaux	Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) Subventions de partenariats internationaux de recherche (IRPG) Université de Waterloo et Université de Bordeaux
Matteo Mariantoni	Fonds des leaders John-R.-Evans Subvention à la découverte du CRSNG Supplément d'accélération à la découverte du CRSNG Financement de prototype par WatCo	FCI CRSNG CRSNG Bureau de la commercialisation de Waterloo (WatCo)
Michal Bajscy	Fonds de démarrage de TQT, 4e ronde	Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada, FDDQ de TQT
Michele Mosca	Fonds des précurseurs interdisciplinaires Projet libOQS (*Open Quantum Safe*) Recherche sur les réseaux de DQC sûrs et fiables	Université de Waterloo Amazon Conseil national de recherches du Canada
Wei Tsen	Bureau de la recherche de l'Armée des États-Unis Fonds de démarrage de TQT, 4e ronde	Bureau de la recherche, Armée des États-Unis Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada, FDDQ de TQT

Remarque : *Étant donné les modalités internes de reddition de comptes, il se peut que d'autres prix et distinctions ne figurent pas dans ce tableau.*

L'IQC compte également les titulaires de chaire de recherche suivants :

- David Cory, lauréat d'une chaire d'excellence en recherche du Canada (2017)
- Kevin Resch, chaire de recherche du Canada (2013-2023)
- Raymond Laflamme, chaire de recherche du Canada (2002-2022)
- Michele Mosca, chaire de recherche de l'université (2012-2022)
- Debbie Leung, chaire de recherche de l'université (2015-2022)
- Raymond Laflamme, chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis (2017-2027)
- Raffi Budakian, chaire financée par un fonds de dotation de l'Institut de nanotechnologie de Waterloo (2014-2019)

Infrastructure — Centre Quantum-Nano Mike-et-Ophelia-Lazaridis

En date de mars 2020, le Centre Lazaridis comptait 16 laboratoires de recherche opérationnels, et un autre laboratoire est en cours de conception pour des expériences menées par Alan Jamison, la plus récente recrue au sein du corps professoral de l'IQC.

Dans des rapports précédents, l'IQC mentionnait que Crystal Senko et Rajibul Islam travaillaient à la mise sur pied de leurs laboratoires sur les ions piégés. Ces 2 laboratoires sont maintenant complètement opérationnels, ce qui constitue une première étape importante qui permettra à des chercheurs de l'IQC de construire des simulateurs quantiques, et ultimement des ordinateurs quantiques. Parmi les laboratoires de recherche en activité, mentionnons les suivants :

- Laboratoire de photonique quantique
- Laboratoire de distribution quantique de clés par satellite
- Laboratoire de vérification quantique
- Laboratoire de matière quantique numérique
- Laboratoire de nanophotonique et d'optique quantique
- Laboratoire de contrôle quantique des ions piégés
- Laboratoire d'ingénierie de systèmes quantiques
- Laboratoire de nanoélectronique intégrée
- Laboratoire de matière quantique et de lumière ultrafroides
- Laboratoire d'optique quantique du groupe d'information quantique
- Laboratoire d'informatique quantique avec des ions piégés

Chaque laboratoire est tenu à jour par les chercheurs responsables. Alan Jamison, qui est parmi les expérimentateurs à s'être joints le plus récemment à l'IQC, travaille à la conception de son laboratoire. Les plans initiaux de rénovation ont été remis aux firmes d'architectes et d'experts-conseils, qui travaillent à la production des plans détaillés. Les premières composantes électroniques et optiques ont été commandées, de même qu'un laser à fibre.

Infrastructure — Installation de fabrication et caractérisation nanométriques quantiques

La salle blanche de l'IQC, qui s'appelle maintenant l'Installation de fabrication et caractérisation nanométriques quantiques (en abrégé QNFCF pour *Quantum-Nano Fabrication and Characterization Facility*) prend en charge 3 laboratoires de la section de métrologie du Centre Quantum Nano : le laboratoire TEM, le laboratoire FIB et le laboratoire de préparation d'échantillons secs. Ouverte aux chercheurs des milieux gouvernemental, industriel et universitaire, la QNFCF a enregistré au cours de la dernière année 32 894 heures d'utilisation d'équipement consignées par les utilisateurs du laboratoire. À ce jour, il s'agit du plus grand

nombre d'heures d'utilisation en un an, une augmentation de 10 % par rapport à l'année précédente.

Au cours de l'année écoulée, 195 personnes, affiliées à 59 groupes de recherche distincts de l'Université de Waterloo et de partout au Canada, ont utilisé les installations de la QNFCF pour leurs projets de recherche respectifs.

Plus de 3 500 heures d'activités d'élaboration de procédés ont été consignées par le personnel, ce qui s'est traduit par la création et la caractérisation de nombreux nouveaux procédés (et par plusieurs nouveaux rapports techniques) pour le bénéfice de tous les utilisateurs inscrits de la QNFCF.

Le personnel a assuré plus de 900 heures de formation pratique à l'utilisation de l'équipement. De plus, le personnel d'ingénierie des procédés fournit dans le cadre de son travail des centaines d'heures de soutien et de conseils à l'ensemble des utilisateurs de l'installation.

L'IQC ainsi que les programmes de TQT (Technologies quantiques transformatrices) et du FERAC appuient le fonctionnement de la QNFCF et ont fourni en 2019-2020 plus de 2 millions de dollars en salaires du personnel, rénovations de laboratoires, acquisitions d'équipement et contrats de service portant sur l'équipement. Un certain nombre de systèmes essentiels de laboratoire, p. ex. la gravure ionique réactive au chlore, ont été utilisés à presque pleine capacité pendant l'année.

Il est à noter que l'exploitation des laboratoires a dû être interrompue le 18 mars 2020 à cause de la COVID-19. Les entreprises ont compté pour environ 16 % du total des heures d'utilisation consignées de l'équipement.

Infrastructure — Centres d'avancement de la recherche

Au 31 mars 2020, les bâtiments RAC1 et RAC2 abritaient 10 laboratoires de recherche opérationnels, dont les suivants :

- le laboratoire de matériaux et dispositifs quantiques;
- le laboratoire de dispositifs photoniques quantiques;
- le laboratoire d'innovation quantique (QuIN);
- le laboratoire d'électronique de spin cohérente;
- le laboratoire d'imagerie nanométrique par résonance magnétique.

Dans le bâtiment RAC1, la 1re phase de la conception et de la mise sur pied d'un espace d'exploration quantique est terminée. Cet espace sert à donner aux étudiants et aux visiteurs un accès à des systèmes quantiques d'un véritable calibre de recherche, pour l'acquisition de connaissances et la réalisation d'expériences de laboratoire. Grâce à cet espace, les participants à des programmes tels que USEQIP et QCSYS peuvent acquérir une expérience pratique avec de vrais systèmes. Dans l'avenir, un grand nombre d'experts de l'industrie et de visiteurs pourront y voir de véritables dispositifs quantiques en action.

Collaborations et partenariats

La communauté scientifique de l'IQC apprécie les occasions de collaboration, que ce soit avec d'autres équipes de recherche et universités ou avec des administrations gouvernementales, des organismes à but non lucratif et des entreprises privées. En 2019-2020, les professeurs de l'IQC ont fait état de 108 collaborations actives avec 94 organisations distinctes partout dans le monde. Voici quelques exemples de telles organisations, qui comprennent des universités, des instituts de recherche, des entreprises privées et des organismes gouvernementaux. L'annexe D, à la page 61, donne la liste complète de ces collaborations pour chaque membre du corps professoral de l'Institut.

- *Anyon System*
- *Honeywell (auparavant ComDev)*
- *Conseil national de recherches du Canada*
- *Service canadien du renseignement de sécurité*
- *Xiphos Systems*
- *Université du Queensland*
- *Université de la Californie*
- *Institut fédéral suisse de technologie*
- *InfoSec Global*
- *Université d'Ottawa*
- *Recherche et développement pour la défense Canada*
- *Bourse des valeurs canadiennes*
- *Excelitas*
- *Institut Périmètre de physique théorique*
- *M2lasers*
- *Mitacs*
- *Université Tsinghua*
- *Laboratoires du NIST à Boulder*
- *Université Cornell*
- *Université de Vienne*
- *Université de Montréal*
- *ID Quantique*
- *Centre de technologies quantiques*
- *Université de Sherbrooke*
- *Institut de technologie du Massachusetts*
- *Université de Calgary*

En plus de maintenir et d'intensifier les liens établis, les scientifiques et parties prenantes de l'IQC cherchent continuellement à conclure de nouveaux partenariats à l'appui des objectifs stratégiques de recherche de l'Institut. Voici quelques initiatives en ce sens lancées en 2019-2020 :

- À l'automne 2019, le personnel a organisé des visites d'une demi-journée de la part de dirigeants de l'entreprise pharmaceutique Roche, afin d'explorer des avenues possibles de partenariat. Des professeurs ayant une expertise pertinente en détection quantique ont été invités à participer à des rencontres.

- L'IQC a accueilli des représentants de l'Institut coréen de recherche sur les normes et les sciences (KRISS) pour examiner des possibilités de collaboration dans les domaines du calcul, des matériaux, de la détection et des algorithmes quantiques.

- L'IQC élabore une programmation et des ateliers visant à sensibiliser les entreprises aux avantages des technologies quantiques et aux possibilités de collaboration avec des experts de l'IQC. Le pôle de données Communitech est l'un des partenaires de l'IQC pour ce projet.

- Le Conseil national de recherches du Canada travaille à l'élaboration de sa politique dans le domaine quantique. En mars 2020, l'IQC et le Bureau de la Conseillère scientifique en chef du Canada se sont rencontrés pour discuter de la participation de l'IQC ainsi que des possibilités de collaboration entre chercheurs des 2 organismes.

Objectif B

Offrir aux étudiants des occasions d'acquérir et d'appliquer de nouvelles connaissances, pour le bénéfice du Canada, afin de stimuler l'innovation et les investissements dans les activités de R-D grâce à la formation d'un personnel hautement qualifié.

Résultats visés : Soutenir les étudiants et leur offrir des occasions d'acquérir et d'appliquer de nouvelles connaissances.

Activités prévues

- Poursuivre la croissance des programmes d'études supérieures de l'IQC et y attirer les meilleurs talents.
- Susciter au moins 200 demandes d'admission dans les programmes d'études supérieures de l'Université de Waterloo et de l'IQC.
- Intensifier les liens avec les programmes de 1er cycle d'universités ontariennes et canadiennes.
- Continuer d'organiser des conférences, ateliers, séminaires et cours ciblés et opportuns.
- Organiser 2 conférences majeures.
- Tenir jusqu'à 10 ateliers et séminaires.
- Organiser jusqu'à 10 ateliers et conférences en partenariat avec des organismes canadiens et étrangers.

Recrutement de postdoctorants

Les postes de boursier postdoctoral donnent à de jeunes scientifiques l'occasion de bénéficier d'un mentorat supplémentaire, de publier des travaux et d'acquérir de l'expérience en recherche et en enseignement. En 2019-2020, l'IQC a recruté 29 nouveaux postdoctorants — soit 15 % de plus que l'année précédente —, dépassant son objectif qui était de recruter 5 postdoctorants. Au cours de l'année écoulée, l'IQC avait à son emploi 65 postdoctorants, dont 20 % de femmes. Comme le souligne le tableau ci-dessous, les nouvelles recrues sont venues d'institutions canadiennes et étrangères de premier plan.

L'annexe E, à la page 64, donne la liste complète des postdoctorants à l'IQC.

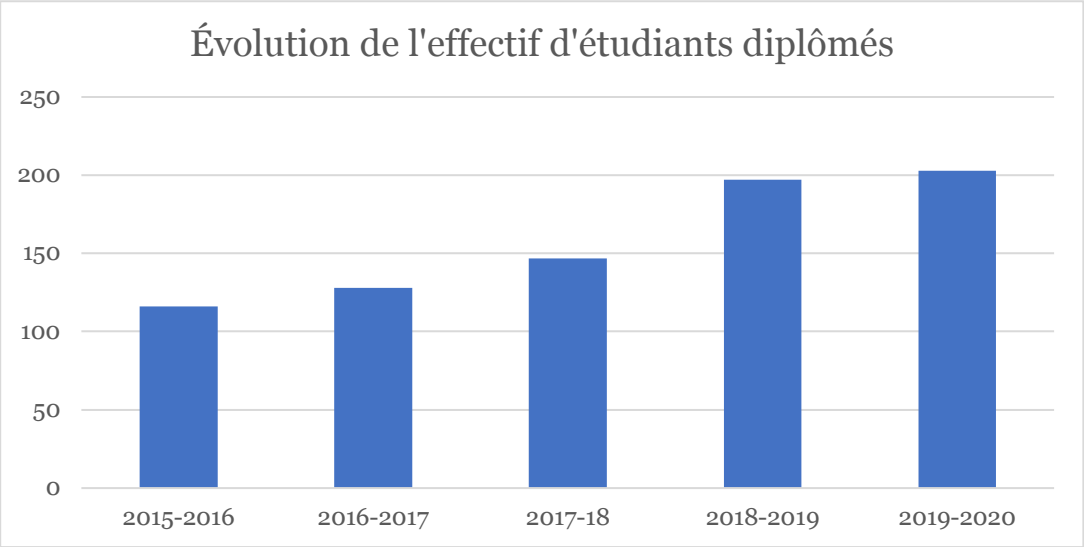
Canada	États-Unis	Autres pays
Université de Sherbrooke	Institut de technologie du Massachusetts	Collège universitaire de Londres
Université de Toronto	Université d'État de Pennsylvanie	Université de Cambridge
Université de Waterloo	Université du Maryland	Université de Sydney
Université Western	Université de Virginie-Occidentale	Inria, Paris
		Université de technologie de Darmstadt

Depuis 2015, 10 anciens doctorants de l'IQC ont obtenu des bourses postdoctorales. Ils forment un groupe de jeunes chercheurs qui se sont engagés à faire progresser leurs travaux en information quantique à l'IQC. En plus d'attirer des candidats hautement qualifiés, les bourses postdoctorales de l'IQC constituent une méthode éprouvée de recrutement de futurs professeurs. Avant de devenir membre du corps professoral de l'IQC, Joel Wallman a été postdoctorant puis a été promu professeur-chercheur adjoint.

Recrutement d'étudiants diplômés

Au cours de la dernière année, l'IQC a accueilli 60 nouveaux étudiants diplômés sur un total de 528 candidatures, ce qui porte à 203 le nombre total d'étudiants à la maîtrise et au doctorat (respectivement 91 et 112). Comme le montre le graphique ci-dessous, l'IQC connaît une croissance constante des inscriptions d'étudiants diplômés.

Il est à noter qu'en 2019-2020, le nombre de candidatures féminines aux études supérieures dans le domaine quantique a doublé (passant en moyenne de 38 à 80 par année). On croit que cette augmentation est en partie due à l'obtention par Donna Strickland du prix Nobel de physique en 2018.

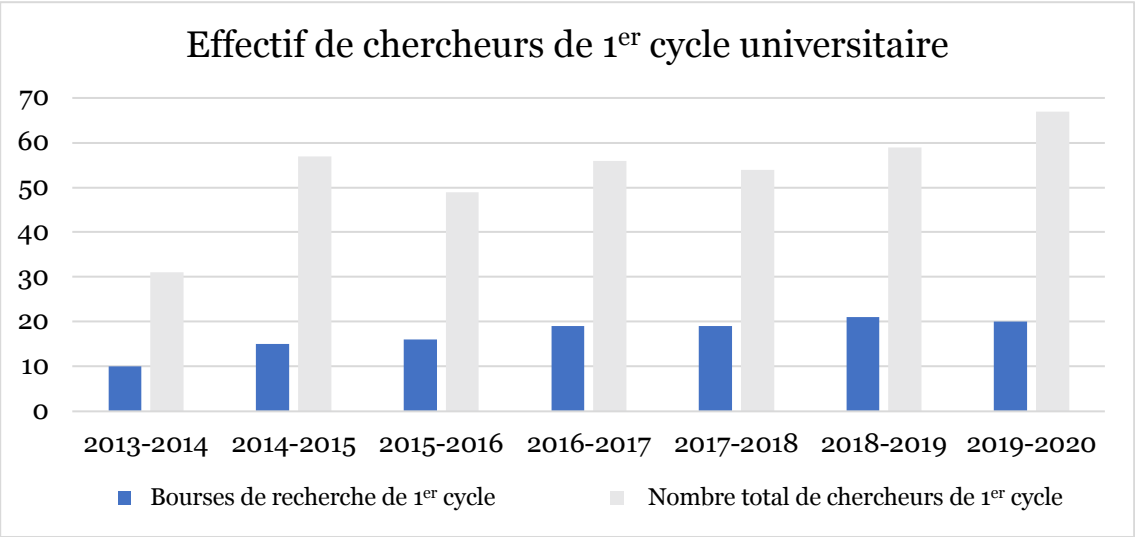


L'IQC s'est engagé en faveur de l'équité, de la diversité et de l'inclusion. Parmi ses étudiants diplômés, l'IQC compte 20 % de femmes (20 % à la maîtrise et 21 % au doctorat). L'annexe F, à la page 65, donne la liste complète des étudiants diplômés inscrits à l'IQC au cours du dernier exercice.

Recrutement d'étudiants de 1er cycle

L'IQC offre aux étudiants de 1er cycle universitaire de nombreuses occasions d'être en contact avec la recherche. En même temps qu'ils posent leur candidature à l'USEQIP (*Undergraduate School for Experimental Quantum Processing* – École de 1er cycle sur le traitement quantique expérimental de l'information), ils peuvent aussi solliciter un stage de recherche qui se déroulera après l'école d'été. Les étudiants de 1er cycle peuvent de plus poser directement leur candidature à une bourse de recherche.

Le graphique ci-après montre l'évolution du nombre de participants à l'USEQIP qui ont obtenu en même temps une bourse de recherche, ainsi que du nombre d'étudiants de 1er cycle qui ont eu la possibilité de travailler à l'IQC par d'autres voies telles que les stages de programmes coopératifs. Les postes d'assistant de recherche de 1er cycle offrent une occasion unique de travailler avec un professeur ou un professeur-chercheur adjoint et d'entrer en relation avec notre communauté de recherche interdisciplinaire.



Des programmes tels que l'USEQIP incitent d'anciens participants à revenir à l'IQC pour y poursuivre leurs études. Depuis la création de l'USEQIP en 2009, 21 anciens participants sont revenus à l'IQC pour y faire des études supérieures.

Bourses accordées à des étudiants diplômés

Les esprits les meilleurs et les plus brillants font des études et des recherches à l'IQC, se méritant des prix et des bourses pour leurs travaux. Non seulement ces distinctions procurent aux étudiants le financement nécessaire pour qu'ils se consacrent à leurs études, mais elles témoignent aussi de leur excellence en recherche. Au cours de la dernière année, 165 étudiants de l'IQC ont obtenu en tout 416 bourses. Sur ces 165 étudiants, 30 étaient des femmes et elles ont obtenu 85 (20 %) des 416 bourses.

Voici quelques-unes de ces bourses majeures reçues par nos étudiants à la maîtrise et au doctorat :

- *13 bourses Mike-et-Ophelia-Lazaridis*
- *3 bourses d'admission de l'IQC*
- *43 bourses pour étudiants étrangers – Doctorat*
- *27 bourses pour étudiants étrangers – Maîtrise*
- *1 bourse d'excellence de l'IQC*
- *2 bourses David-Johnston de l'IQC pour le rayonnement scientifique*
- *7 bourses d'études supérieures Alexander-Graham-Bell du CRSNG – Doctorat*
- *3 bourses d'études supérieures Alexander-Graham-Bell du CRSNG – Maîtrise*
- *5 bourses d'études supérieures du CRSNG – Doctorat*
- *3 bourses d'études supérieures du Canada Vanier du CRSNG*
- *13 bourses d'études supérieures de l'Ontario*
- *31 bourses d'études supérieures du recteur*
- *2 bourses du vice-recteur principal pour l'admission de femmes au doctorat*
- *1 bourse Trillium de l'Ontario*
- *3 bourses d'études supérieures Reine-Elizabeth-II en science et technologie*

Intensification des liens

L'IQC a continué de participer à des activités du niveau de 1er cycle universitaire organisées par l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP), de même qu'à parrainer de telles activités, comme la Conférence canadienne des étudiants de 1er cycle en physique et la Conférence canadienne des étudiantes de 1er cycle en physique. Des membres de l'IQC ont également continué de faire des exposés à des étudiants de 1er cycle partout au pays, notamment à l'Université de Calgary en février 2020.

Des scientifiques de l'IQC continuent par ailleurs de présenter des exposés dans des universités canadiennes pendant toute l'année. En voici quelques exemples au cours de la dernière année :

- Michele Mosca a fait un exposé à l'Université Wilfrid-Laurier sur les défis et les possibilités de l'informatique quantique et de la cybersécurité;
- Na Young Kim a parlé de structures artificielles de polaritons à bande dans une structure bidimensionnelle en nid d'abeille, ainsi que de treillis de Kagome, à la conférence sur les femmes et la physique au Canada, tenue à l'Université McGill;
- Alex Cooper-Roy a fait un exposé à l'Université de Toronto sur la simulation quantique à l'aide de réseaux d'atomes de Rydberg.

Conférences, ateliers, séminaires et cours

Pour recruter et conserver des scientifiques de talent, il faut entre autres créer un milieu de recherche solide et stimulant. À titre d'institut de premier plan, l'IQC est fier de participer à de nombreuses conférences, ateliers et séminaires nationaux et internationaux animés par et pour des chercheurs. Il s'agit là d'une priorité importante, car les conférences et exposés favorisent la collaboration et les échanges d'idées.

En 2019-2020, l'IQC a organisé 3 conférences majeures, 6 ateliers, 60 séminaires et 21 colloques, en plus de parrainer conjointement 14 autres conférences et ateliers tenus par des organismes partenaires dans le monde. Voici les points saillants d'activités majeures organisées et parrainées au cours de l'année.

Conférences majeures

En 2019-2020, l'IQC a été l'hôte de 3 conférences majeures réunissant des participants du monde entier :

Congrès de l'Association des enseignants de physique de l'Ontario, les 3 et 4 mai
Les participants à ce congrès ont pu assister à des ateliers sur l'enseignement de la physique au secondaire et à l'université, sous le thème de l'intrication de l'apprentissage.

Innovateurs dans le domaine quantique – Sciences et génie, du 30 septembre au 3 octobre
Cette conférence a réuni les jeunes postdoctorants les plus prometteurs en physique et génie quantiques. Ils y ont présenté leurs recherches et ont mis sur pied des collaborations avec d'autres participants et avec des membres de l'IQC.

Innovateurs dans le domaine quantique – Informatique et mathématiques, du 22 au 24 octobre
La 3e conférence annuelle de cette série a réuni de jeunes chercheurs travaillant sur les aspects théoriques de l'information et du calcul quantiques en informatique et en mathématiques. Pendant 4 jours, les participants se sont aventurés aux limites de leur domaine.

Ateliers

Spin Canada, du 23 au 25 juin
L'IQC a parrainé le 3e atelier annuel *Spin Canada*, qui a eu lieu au Fairmont Le Château Montebello, au Québec, et a été organisé conjointement par Jonathan Baugh, professeur à l'IQC, et par Sergei Studenikin, du Conseil national de recherches du Canada. Cet atelier avait pour objectifs principaux de promouvoir la recherche sur les qubits de spin ainsi que d'attirer et de former du personnel hautement qualifié pour le secteur des technologies quantiques émergentes au Canada. Avec 52 participants, dont 15 de l'IQC ou de l'Université de Waterloo, l'activité a réuni la communauté canadienne des scientifiques et ingénieurs qui font de la recherche et du développement dans les technologies quantiques de spin.

Atelier des universités de Waterloo et HKUST, les 22 et 23 juillet
En juillet, l'IQC a accueilli l'atelier des universités de Waterloo et HKUST (*Hong Kong University of Science and Technology* – Université des sciences et technologies de Hong Kong) sur les technologies quantiques émergentes dans les systèmes à l'état solide et atomiques. Au cours de cet atelier de 2 jours organisé par Na Young Kim, professeure à l'IQC, 8 autres membres de l'IQC ont fait des exposés, participé à des séances d'affiches et fait visiter des laboratoires.

Distribution quantique de clés, du 19 au 23 août
L'IQC a tenu en août son école d'été biannuelle sur la distribution quantique de clés (DQC). D'une durée de 5 jours, cette école d'été internationale met l'accent sur les aspects théoriques et expérimentaux de la communication quantique, en particulier la cryptographie quantique. Elle vise à fournir à des étudiants diplômés et à de jeunes postdoctorants les bases concernant des méthodes et techniques pertinentes, afin que les participants puissent poursuivre leurs recherches de manière indépendante.

Atelier Schrödinger, du 22 au 24 novembre
En novembre, l'IQC a tenu son 5e atelier annuel Schrödinger pour enseignants, où ceux-ci assistent à des exposés et participent à des activités pratiques centrées sur l'intégration de la technologie quantique dans leur programme d'enseignement. Cet atelier a donné aux participants la capacité d'enseigner la mécanique quantique au-delà des notions élémentaires et de discuter des progrès récents dans le domaine. Les participants sont également repartis avec des plans de cours et d'autres activités de niveau adapté et prêtes à utiliser en classe.

Illumination quantique : de la théorie à la pratique, les 3 et 4 décembre
L'IQC a organisé en décembre un atelier sur les aspects théoriques et pratiques de l'illumination quantique. Motivé par ses applications dans des domaines tels que la défense et les communications quantiques, l'intérêt envers l'illumination quantique s'est répandu du milieu universitaire vers celui des entreprises et des gouvernements. L'atelier a réuni une grande variété de participants de ces divers milieux, venus discuter de l'état de la recherche en laboratoire, des applications possibles et des étapes à franchir pour mettre celles-ci au point. Cet atelier a été dirigé par Christopher Wilson, professeur et directeur des programmes d'études supérieures à l'IQC, avec les professeurs Michael Reimer et Jonathan Baugh. Les 56 participants représentaient le Canada, les États-Unis, la Suède, le Royaume-Uni, l'Australie, l'Allemagne, la

Chine, Israël, l'Inde et l'Italie. Ils venaient à 46 % du milieu universitaire, à 29 % du secteur gouvernemental et à 25 % de l'industrie.

Atelier de l'IQC et de l'IRIF sur les algorithmes et la complexité quantiques, le 5 décembre
Cet atelier d'une journée était le troisième d'une série qui réunit des chercheurs de l'Institut de recherche en informatique fondamentale (IRIF) de l'Université Paris-Diderot et de l'IQC. Sous la direction d'Ashwin Nayak, professeur à l'IQC, des membres des 2 instituts on fait des exposés sur l'algorithmique quantique, la théorie de la complexité quantique et des domaines connexes, dans le but de susciter des collaborations.

Finalement, montrant sa capacité à s'organiser rapidement et à tenir des conférences en temps opportun, l'IQC a tenu un symposium d'une demi-journée lorsqu'une réunion de la Société américaine de physique (APS) a été annulée en raison des risques sanitaires croissants liés à la COVID-19. Ce symposium a regroupé les exposés des 13 chercheurs de l'IQC qui devaient prendre la parole à la réunion de l'APS, de même qu'une séance d'affiches. Tous les exposés ont été enregistrés et remis à l'APS pour diffusion.

Séminaires et colloques

Avec des activités presque chaque semaine, le calendrier de séminaires et colloques de l'IQC maintient l'intérêt des chercheurs de l'IQC et des scientifiques invités. Au cours de la dernière année, l'IQC a organisé 60 séminaires et 21 colloques. L'augmentation du nombre de séminaires vient du lancement en 2019-2020 d'une nouvelle série de séminaires d'étudiants. Cette série a été mise sur pied pour créer des liens entre les membres de l'IQC en permettant aux étudiants de faire connaître les résultats de leurs recherches actuelles, de prendre connaissance des travaux menés en dehors de leur domaine immédiat de recherche, et d'avoir une occasion de perfectionner leurs techniques de présentation. L'annexe H, à la page 76, donne la liste complète des séminaires et colloques tenus au cours de la dernière année.

Conférences et ateliers parrainés

Chaque année, l'IQC s'engage à parrainer des conférences et ateliers tenus à l'extérieur de ses murs, afin de susciter des occasions de collaboration au sein d'un réseau mondial de chercheurs. Cette année, l'IQC a parrainé les 14 activités énumérées dans le tableau ci-après.

Mois	Activité	Lieu
Avril	Réunion du réseau d'atomes ultrafroids de Toronto	Institut d'informatique quantique
Mai-Juin	Théorie Canada 14	Université de la Colombie-Britannique
Juin	Congrès de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes	Université Simon-Fraser
Juin	Physique et logique quantiques	Université Chapman
Juin	*Spin Canada*	Fairmont Le Château Montebello
Juillet	Atelier de l'Université de Waterloo et de l'Université des sciences et technologies de Hong Kong	Institut d'informatique quantique
Juillet	Les femmes et la physique au Canada	Université McGill
Août	Preuves de sécurité en distribution quantique de clés	Université de Toronto
Octobre	Atelier sur le réseau Internet quantique au Canada	Hôtel et centre de conférences Sheraton de l'aéroport de Toronto
Octobre	Atelier conjoint de l'IQC et de l'IRIF sur les algorithmes et la complexité quantiques	Institut d'informatique quantique
Octobre	Atelier sur les fondements quantiques et l'information quantique	Centre national patagon (CENPAT)
Novembre	Atelier conjoint de l'ETSI et de l'IQC sur la cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques	Amazon Seattle
Décembre	Illumination quantique : de la théorie à la pratique	Institut d'informatique quantique
Janvier	Conférence canadienne pour les étudiantes de 1er cycle en physique	Université de Toronto

Objectif C

Faire du Canada la destination de choix pour la recherche sur les technologies quantiques et y attirer les meilleurs au monde, en mettant sur pied des partenariats avec la communauté internationale de l'information quantique, et en favorisant à l'échelle mondiale l'excellence en science et technologie de l'information quantique.

Résultats visés : Positionner le Canada comme destination de recherche sur les technologies quantiques.

Activités prévues

- Promouvoir le Canada à l'échelle internationale comme lieu de recherches sur les technologies quantiques, en participant à des initiatives mondiales dans le domaine (conférences, exposés, séminaires et autres activités).
- Agir comme catalyseur de collaborations entre scientifiques de l'information quantique d'un bout à l'autre du Canada et dans le monde entier.
- Promouvoir la collaboration par la participation à des conférences nationales et internationales.
- Produire des publications de haut calibre, reconnues à l'échelle internationale, dont les auteurs comprennent des chercheurs de l'IQC.
- Organiser au moins 4 conférences comportant une participation pluridisciplinaire.
- Poursuivre le programme de visites de scientifiques et d'universitaires étrangers.

Promouvoir le Canada à l'échelle internationale comme lieu de recherches sur les technologies quantiques, en participant à des initiatives mondiales dans le domaine.

Le Canada est reconnu dans le monde entier comme un chef de file de la recherche en science et technologie de l'information quantique. Chaque année, des professeurs, des postdoctorants et des étudiants diplômés de l'IQC représentent le Canada sur la scène internationale, mettant en évidence le talent et les capacités que possède le pays. Plusieurs réalisations en la matière sont soulignées ci-après et dans les annexes.

La communauté élargie de l'IQC a participé à d'autres initiatives, dont les suivantes :

Volet quantique du sommet de l'IA (San Francisco), septembre 2019
John Donohue, gestionnaire de la vulgarisation scientifique et ancien doctorant à l'IQC, a fait un exposé devant une salle comble au volet quantique du sommet sur l'intelligence artificielle. Il a présenté l'IQC et ses recherches actuelles aux 115 personnes présentes. De plus, des membres de l'IQC ont eu des discussions avec des représentants fédéraux et provinciaux au commerce à San Francisco, ainsi qu'avec l'équipe de développement économique de la Région de Waterloo, sur de possibles collaborations et occasions de prendre la parole. Ils ont aussi rencontré des représentants d'entreprises du secteur quantique qui ont des liens avec la région de Waterloo et le Canada, afin de créer des possibilités de collaboration.

Exposition *QUANTUM* (Singapour), de septembre 2019 à mars 2020
Après une tournée réussie dans 7 villes canadiennes, la première exposition itinérante au monde sur la science et la technologie de l'information quantique a été louée au Centre des sciences de

Singapour. Animée par des partenaires du Centre de technologies quantiques (CQT) de l'Université nationale de Singapour, l'exposition a été en montre pendant 6 mois et a attiré plus de 200 000 visiteurs.

Journée quantique de l'IQC à l'incubateur d'entreprises Newlab (New York), le 10 juillet 2019
Michele Mosca, professeur à l'IQC, a pris la parole devant un auditoire de responsables des technologies de l'information à propos des problèmes actuels et à venir en matière de cryptographie quantique et de sécurité, éléments cruciaux pour l'industrie des services financiers. De plus, l'IQC a coorganisé un sommet d'une journée avec l'incubateur d'entreprises Newlab, qui compte plus de 150 entreprises membres. Il a des partenariats avec des personnes morales, des investisseurs et des experts de divers domaines, qui œuvrent tous ensemble dans le but de développer des technologies avancées. Raymond Laflamme et Joseph Emerson étaient parmi les orateurs qui ont présenté l'écosystème de la *Quantum Valley* groupé autour de l'Université de Waterloo. Ils ont aussi expliqué comment l'IQC soutient cet écosystème de recherche et d'entreprises en démarrage.

Agir comme catalyseur de collaborations entre scientifiques de l'information quantique d'un bout à l'autre du Canada et dans le monde entier.

L'IQC offre une ambiance qui encourage et salue la collaboration à tous les échelons. Voici quelques projets menés en collaboration qui ont commencé ou se sont poursuivis au cours de l'année écoulée. L'annexe D, à la page 61, donne la liste de ces collaborations (noter que cette liste ne comprend pas les publications à plusieurs auteurs).

Université Tsinghua
Au cours de la dernière année, l'IQC a entrepris de renouveler son entente avec l'Université Tsinghua. À ce jour, l'IQC a 7 accords officiels avec des organismes à l'extérieur du Canada. Ces accords facilitent les projets de recherche en collaboration, les recherches conjointes et la poursuite d'intérêts scientifiques communs. Ces relations officielles permettent aux membres des parties prenantes de faire des séjours scientifiques, d'échanger des idées et de collaborer avec de nouveaux cercles de chercheurs.

Programme d'informatique quantique de l'ICRA
Ce programme réunit des physiciens, des mathématiciens, des informaticiens, etc., pour aborder les questions les plus fondamentales en informatique quantique. Il compte en tout 34 membres — dont 3 sont professeurs à l'IQC et 2 sont affiliés à l'IQC. Le programme d'informatique quantique a été mis sur pied en 2002, puis renouvelé en 2007 et en 2012.

Le programme *Défi « Réseaux sécurisés à haut débit »* du CNRC
Thomas Jennewein, professeur à l'IQC, est en pourparlers avec l'équipe du Conseil national de recherches du Canada pour participer à la mise au point de technologies qui permettront de réaliser les prochaines générations de réseaux de télécommunication à haut débit.

CryptoWorks21
Michele Mosca, professeur à l'IQC, a mis sur pied CryptoWorks21 pour préparer une nouvelle génération de chercheurs (étudiants diplômés et postdoctorants) à créer dans l'avenir des outils à l'épreuve des attaques quantiques. De sa fondation en 2012 jusqu'en 2018, CryptoWorks21 a été le programme FONCER du CRSNG pour la formation d'une main-d'œuvre adaptée à

l'infrastructure cryptographique du XXIe siècle. Les institutions partenaires du programme étaient alors l'Université de Calgary, l'Université de Montréal et l'Université de Waterloo. Depuis 2017, le programme est financé par l'Université de Waterloo et par un don de RBC.

Promouvoir la collaboration par la participation à des conférences nationales et internationales.

L'IQC cherche des occasions de participer à des conférences nationales et internationales. Les professeurs de l'IQC ont été invités à prendre la parole à plus de 130 conférences tenues dans le monde entier. Quelques-unes d'entre elles sont énumérées ci-après. L'annexe G, à la page 68, donne la liste complète des conférences auxquelles les professeurs de l'IQC ont participé cette année.

- *Conférence Cissy-Patterson, Collège de William et Mary, États-Unis*
- SecTor2019*, Toronto, Canada*
- *Séminaire de physique des hautes énergies de Caltech, Institut de technologie de la Californie, États-Unis*
- *École d'hiver d'ID Quantique sur la cybersécurité quantique, Suisse*
- *Conférence* CROSSING 2019*, Allemagne*
- *Imagerie par rayons X et en phase neutronique avec des réseaux, Japon*
- *Optique quantique et science des lasers (QOLS), Collège impérial de Londres, Royaume-Uni*
- *Théorie de l'information quantique : Semaine thématique sur les fondements de l'information quantique, Université autonome de Madrid, Espagne*
- *Détection quantique, compression de spin et technologies connexes, Conférence* Photonics West *de SPIE, États-Unis*
- *Conférence nord-américaine sur les ions piégés (NACTI), Université du Maryland, États-Unis*
- *Colloque mathématique de l'Université Dalhousie, Canada*
- *Conférence* Quantum Tech *sur les technologies quantiques, Boston, États-Unis*
- *9e conférence internationale sur la cryptographie quantique (*QCrypt2019*), Canada*
- *Jeux bisynchrones, Université d'Édimbourg, Écosse, Royaume-Uni*
- *Séminaire de l'École de mathématiques et de physique, Université Queen's, Canada*
- *École internationale sur les systèmes de calcul quantique et nanométrique et leurs applications, Institut d'enseignement Dayalbagh (DEI), Inde*
- *Conférence canadienne sur la science et la technologie des semiconducteurs, Canada*
- *Algorithmes classiques pour des valeurs moyennes quantiques, Institut de sciences mathématiques (ICMAT), Espagne*
- NanoMRI 7*, Institut Weizmann des sciences, Israël*
- *Conférence États-Unis–Corée 2019, Fédération coréenne des sociétés de science et technologie, États-Unis*
- *Les Femmes et la physique au Canada 2019, Université McGill, Canada*

Produire des publications de haut calibre, reconnues à l'échelle internationale, dont les auteurs comprennent des chercheurs de l'IQC.

Les chercheurs de l'IQC collaborent avec d'autres chercheurs et scientifiques du monde entier, afin de créer des réseaux scientifiques qui produisent des recherches du plus haut calibre. Depuis 2002, 69 % de tous les articles des chercheurs de l'IQC sont écrits en collaboration avec des chercheurs de l'extérieur du Canada.

L'annexe B, à la page 52, donne la liste complète des 171 articles publiés cette année. L'annexe D, à la page 61, donne la liste complète de ces collaborations pour chaque membre du corps professoral de l'Institut.

Organiser des conférences comportant une participation pluridisciplinaire.

En 2019-2020, l'IQC a organisé et présenté les 3 conférences majeures suivantes :

Congrès de l'Association des enseignants de physique de l'Ontario, les 3 et 4 mai
Les participants ont pu assister à des ateliers sur l'enseignement de la physique au secondaire et à l'université, sous le thème de l'intrication de l'apprentissage.

Innovateurs dans le domaine quantique – Sciences et génie, du 30 septembre au 3 octobre
Cette conférence a réuni les jeunes postdoctorants les plus prometteurs en physique et génie quantiques. Ils y ont présenté leurs recherches et ont mis sur pied des collaborations avec d'autres participants et avec des membres de l'IQC.

Innovateurs dans le domaine quantique – Informatique et mathématiques, du 22 au 24 octobre
La 3e conférence annuelle de cette série a réuni de jeunes chercheurs travaillant sur les aspects théoriques de l'information et du calcul quantiques en informatique et en mathématiques. Pendant 4 jours, les participants se sont aventurés aux limites de leur domaine.

Universitaires et scientifiques invités à long terme

L'IQC reçoit des visiteurs scientifiques de premier plan, appartenant à des organisations du monde entier. Ces collègues et collaborateurs viennent pour différentes raisons et restent à l'IQC pour des durées variables, afin de faire de la recherche, collaborer, partager leurs connaissances et faire des exposés. En 2019-2020, les chercheurs de l'IQC ont accueilli en tout 141 scientifiques de 100 organismes différents, pour un total de 148 séjours. Voici quelques-uns des organismes de provenance de ces visiteurs :

Canada	Étranger
Université Dalhousie	Centre national de la recherche scientifique (France)
Université de Calgary	Université Harvard
Université d'Ottawa	Université des sciences et technologies de Hong Kong
Université de Toronto	Institut de physique théorique d'ETH Zurich
Université de Sherbrooke	Institut indien de technologie de Bombay
Université Western	Institut de technologie du Massachusetts
Université York	Université de la Californie
	Université de Cambridge
	Université d'Innsbruck

À l'échelle nationale, l'IQC entretient d'étroites relations avec d'autres universités et organismes canadiens en science et technologie de l'information quantique. De plus, les collaborations internationales auxquelles participe l'IQC amènent à l'Institut des chercheurs de premier ordre. En 2019-2020, 84 % des scientifiques invités sont venus de l'extérieur du Canada.

L'annexe I, à la page 78, donne la liste complète des scientifiques qui ont rendu visite à l'IQC.

Séjours scientifiques à court terme et visites guidées

L'organisation de réunions et de visites guidées pour des représentants des secteurs industriel, universitaire et gouvernemental constitue une partie importante des activités de rayonnement de l'IQC. En 2019-2020, les professeurs et le personnel de l'IQC ont accueilli plus de 380 visiteurs venus à l'Institut pour en voir les installations, rencontrer des chercheurs et se renseigner davantage sur l'IQC, ses travaux et les possibilités d'investissement, de partenariat et de développement d'activités de formation. Au cours de la dernière année, le nombre de visiteurs a légèrement diminué, en raison d'annulations liées à la COVID-19.

Objectif D

Améliorer et étendre les activités publiques de formation et de diffusion des connaissances de l'Institut, afin de promouvoir effectivement la science et l'informatique quantique, et de montrer comment la recherche sur l'information quantique peut être appliquée, en vue de soutenir et d'attirer des scientifiques de classe mondiale.

Résultats visés : Faire connaître davantage la science et la technologie de l'information quantique, de même que l'Institut, dans la communauté scientifique et chez les Canadiens en général.

Activités prévues

- Organiser les écoles d'été USEQIP (1er cycle universitaire) et QCSYS (niveau secondaire).
- Organiser le 5e atelier Schrödinger annuel pour enseignants.
- Organiser des activités de vulgarisation, notamment des conférences publiques, et accroître les connaissances des participants sur l'information quantique et l'IQC.
- Présenter une programmation faisant la promotion des sciences auprès des femmes et des filles.
- Faire voyager l'exposition *QUANTUM* sur la scène internationale.
- Continuer d'exploiter l'exposition mobile lors d'activités choisies.
- Établir des liens avec d'importants partenaires stratégiques, afin de diffuser davantage les découvertes résultant des recherches de l'IQC.
- Continuer de faire connaître les recherches effectuées à l'IQC au moyen de publications, de nouvelles et de communiqués de presse, ainsi que par le Web et les médias sociaux.
- Continuer d'attirer de nouveaux visiteurs dans le site Web de l'IQC.

USEQIP

Du 27 mai au 7 juin, l'IQC a tenu sa 10e école d'été annuelle USEQIP (*Undergraduate School for Experimental Quantum Information Processing* – École de 1er cycle sur le traitement quantique expérimental de l'information). Cette école comprend des exposés sur la théorie de l'information quantique et les méthodes expérimentales liées aux dispositifs quantiques, suivis de plus de 30 heures d'étude pratique du traitement de l'information quantique dans les installations d'expérimentation de l'IQC.

Cette année, 16 femmes et 12 hommes ont été choisis parmi 274 candidats. Ces chiffres correspondent à un taux d'acceptation d'environ 10 % et à une augmentation de 63 % des candidatures par rapport à il y a 5 ans. Les participants sont venus de toutes les régions du Canada ainsi que des pays suivants : États-Unis, Inde, Brésil, Népal, Bosnie, Argentine, Mexique et Australie.

Dans un sondage mené auprès des participants après l'école d'été, 100 % d'entre eux ont dit qu'ils prendront l'initiative d'encourager d'autres étudiants à se porter candidats à l'USEQIP. Tous les répondants se sont dit d'accord ou fortement d'accord avec l'énoncé suivant : « Le programme m'a donné les outils nécessaires pour commencer à étudier en informatique quantique. »

« C'est une expérience à nulle autre pareille, planifiée et menée d'une manière extraordinaire. Nous avons l'occasion de rencontrer certains des plus grands esprits de la planète et de prendre connaissance de toute la recherche qui se fait. Cette expérience a considérablement augmenté ma passion pour le monde quantique et le désir de faire de la recherche. Toute personne désireuse de savoir à quoi ressemble réellement la recherche de classe mondiale et un milieu de travail formidable devrait assurément participer à cette école! » [traduction]

« L'USEQIP est un programme rare, formé d'une combinaison d'exposés et de séances de laboratoire, qui plonge au cœur de l'information quantique d'une manière à laquelle nous n'avons pas accès dans nos études de 1er cycle. À la fin de cette école, j'avais une bien meilleure idée de l'état actuel de l'informatique quantique et des travaux effectués dans le domaine. L'IQC lui-même semble avoir créé un milieu formidable pour des universitaires. Je ne sais pas exactement pourquoi — ce pourrait être le nombre d'exposés par des professeurs de l'IQC, le fait de jouer avec un ordinateur quantique de 2 qubits, ou les divans confortables — mais j'ai l'impression que tous les participants ont beaucoup rehaussé leurs ambitions universitaires. » [traduction]

QCSYS

L'IQC a tenu sa 11e école d'été annuelle QCSYS (*Quantum Cryptography School for Young Students* – École de cryptographie quantique pour jeunes étudiants) du 9 au 16 août. L'IQC a invité 44 participants à venir à Waterloo pour se renseigner sur la cryptographie quantique — domaine de pointe qui exploite les lois de la mécanique quantique pour mettre au point des systèmes de cryptage pour protéger les communications. L'IQC a reçu 309 candidatures d'élèves du secondaire du monde entier, soit plus que jamais auparavant. Il y a donc eu 7 candidats pour chaque place disponible. Les participants acceptés étaient des femmes et des hommes en nombre égal. Les pays représentés étaient le Canada, les États-Unis, le Brésil, le Royaume-Uni, la Tunisie, la Chine, la Suisse, le Koweït, ainsi que Trinité et Tobago.

Dans un sondage mené auprès des participants après l'école d'été, 100 % d'entre eux ont estimé que le programme était excellent (86 %) ou bon (14 %). Parmi les répondants, 97 % se sont dits fortement d'accord avec le fait que QCSYS les a exposés à des idées non abordées dans leur cours secondaire.

« Cette semaine est une formidable occasion de se perfectionner en math et en physique, en plus d'une manière excellente d'initier des élèves du secondaire au domaine complexe qu'est la mécanique quantique. C'est aussi une manière fantastique de rencontrer des élèves exceptionnels ayant des intérêts semblables aux miens et de nouer des amitiés qui pourraient durer au-delà de l'école secondaire. » [traduction]

Atelier Schrödinger

L'IQC a tenu son 5e atelier annuel Schrödinger pour enseignants du 22 au 24 novembre. Après avoir reçu 112 candidatures, soit le nombre le plus élevé à ce jour, l'IQC a envoyé 40 invitations. Les 39 enseignants — 18 hommes et 21 femmes — qui ont accepté l'invitation sont venus à Waterloo assister à des exposés et participer à des travaux pratiques centrés sur l'intégration des technologies quantiques dans leur programme d'enseignement actuel. Cet atelier a donné aux participants la capacité d'enseigner la mécanique quantique au-delà des notions élémentaires et

de discuter des progrès récents dans le domaine. Les participants sont également repartis avec des plans de cours et d'autres activités de niveau adapté et prêtes à utiliser en classe.

Dans un sondage mené auprès des participants, 100 % d'entre eux ont estimé que le programme était excellent (94 %) ou bon (6 %). À la question « À combien d'enseignants allez-vous faire connaître les documents de l'atelier Schrödinger? », les participants ont en moyenne répondu que ce nombre serait de 22.

> *« Le contenu de l'atelier m'a aidé à comprendre la mécanique quantique d'une manière différente. Les activités présentées sont telles que je pourrai les faire avec mes élèves. J'ai beaucoup apprécié aussi l'occasion de rencontrer d'autres enseignants et de discuter de leurs méthodes. » [traduction]*

> *« C'est une incroyable occasion de bénéficier de connaissances en physique moderne transmises par des experts qui sont aussi d'excellents professeurs. Il n'y a pas d'autre manière d'être aussi à l'aise et enthousiaste avec ce contenu. De plus, la possibilité de collaborer avec d'autres enseignants est bien précieuse. » [traduction]*

Conférences publiques

Cette année, l'IQC a poursuivi sa série de conférences publiques, intitulée *Entangled* (Intrication). Le 7 mai, John Donohue, gestionnaire de la vulgarisation scientifique, a présenté devant plus de 100 personnes réunies au Cinéma Apollo, petite entreprise de la région, un exposé sur les liens entre le monde quantique et les médias populaires et sur la manière de présenter les nouvelles technologies. La seconde conférence de la série cette année a porté sur la physique quantique et la sécurité. Plus de 40 personnes de la collectivité sont venues dans les locaux de l'IQC entendre Michele Mosca, professeur à l'IQC, parler des liens entre physique quantique et sécurité de l'information.

Au-delà des conférences, l'IQC a intéressé la communauté locale avec des activités telles que *Quantum + Trivia*, un jeu mettant à l'épreuve les connaissances des participants sur le monde quantique, organisé en partenariat avec le café Round Table Board Game, autre petite entreprise locale. L'IQC a aussi installé l'exposition mobile *QUANTUM* au festival *Lumen* de la lumière, de la Ville de Waterloo.

À l'extérieur de Kitchener-Waterloo, l'IQC s'est associé à l'Institut royal canadien pour la science (RCIS), au centre des sciences TelusSpark, et à l'incubateur d'entreprises NewLab pour présenter l'exposé sur la physique quantique et la culture populaire à Toronto, Calgary et New York. À RCIS, cet exposé a attiré 190 personnes. Un sondage mené à la sortie a donné d'excellents résultats, quelque 92 % des participants disant se sentir mieux informés sur le monde quantique.

Le 27 mars 2020, alors que les écoles étaient fermées à cause de la COVID-19, l'IQC s'est associé au site Web *Exploring by the Seat of Your Pants* pour présenter un cours en ligne gratuit, destiné aux élèves du secondaire, sur la science de la lumière.

Visites scolaires

En janvier 2020, l'IQC a lancé un projet pilote appelé la série *Unentangled* (« Démêler »). Elle comprend des ateliers itinérants sur la cryptographie quantique animés par l'IQC dans des cours de sciences d'écoles des régions environnantes. Ces ateliers ont eu lieu dans 8 écoles de Kitchener, Waterloo, Woodstock, Guelph, Stratford et Brantford, à l'intention de plus de 350 élèves, principalement en 11e et 12e années.

De plus, l'IQC accueille chaque année des visites scolaires en avril et en décembre, dans le cadre des journées des laboratoires de physique de l'Université de Waterloo. John Donohue, gestionnaire de la vulgarisation scientifique et ancien doctorant à l'IQC, anime des ateliers pour les visiteurs de 11e et 12e années. En tout, 699 élèves de 28 classes de la région ont visité le Centre Quantum-Nano pour se renseigner sur la physique et la cryptographie quantiques.

Promotion des sciences auprès des femmes et des filles

La promotion des sciences auprès des femmes et des filles est également une priorité-clé de l'IQC. Entre autres initiatives en ce sens, l'IQC crée des occasions de réseautage entre femmes dans des colloques comme *Women in Science Meet and Greet* (rencontre de femmes scientifiques), tenu en avril, où l'IQC a invité Nicole Yunger Halpern, de l'Institut Harvard-Smithsonian de physique théorique atomique, moléculaire et optique.

Grâce à des partenariats avec des organismes tels que la CAGIS (*Canadian Association of Girls in Science* – Association canadienne des filles en sciences), l'IQC a pu toucher des groupes traditionnellement sous-représentés dans les domaines des STGM. En septembre, l'IQC a organisé une activité en collaboration avec la CAGIS, où 38 filles de 8 à 14 ans sont venues participer à des ateliers au Centre Quantum-Nano. Les plus jeunes ont eu droit à une activité sur l'aérodynamique inspirée de la planète Mars, alors que les autres ont appliqué des principes quantiques et utilisé des lasers pour évaluer l'épaisseur de leurs cheveux. L'activité a fait l'objet d'un reportage de CTV dans sa série *In Your Backyard* (Dans votre cour). L'IQC s'est chargé du contenu et du lieu de l'atelier, alors que la CAGIS en a fait la promotion dans son réseau.

En octobre, l'IQC a accueilli 107 élèves du secondaire pour une journée complète d'activités scientifiques sur le thème de l'espace, à l'occasion du lancement du marathon de programmation *SpaceApps* de la NASA. Des étudiants diplômés de l'IQC ont fait des présentations sur les trous noirs et les expériences quantiques dans l'espace. Pour clore la journée, l'IQC a organisé et animé une table ronde sur les femmes en STGM. Les sujets abordés comprenaient : les carrières en milieu universitaire; ce qu'implique être une bonne alliée; pourquoi les sciences et les mathématiques ont besoin de plus de femmes. L'IQC a été responsable du lieu de l'activité, de la table ronde et de la séance sur la physique quantique.

En collaboration avec le bureau du registraire de 1er cycle de l'Université de Waterloo, l'IQC a planifié une table ronde sur les femmes en STGM pour montrer la diversité des parcours réalisés par des femmes en mathématiques, en sciences et en génie après avoir obtenu un diplôme de 1er cycle à l'Université de Waterloo. Même si cette activité a dû être reportée à cause de la COVID-19, l'IQC envisagera d'organiser des tables rondes similaires à l'université au cours du prochain exercice.

De plus, l'IQC a tenu des ateliers pendant des activités de promotion des sciences organisées sur le campus à l'intention des jeunes femmes : atelier du Centre d'éducation en mathématiques et en informatique (CEMC) sur l'informatique pour les jeunes femmes, tenu le 13 mai (36 élèves de 9e et 10e années); *PhysiX: Girls Matter* (Physique : les filles comptent) du Département de physique et d'astronomie, tenu le 30 novembre (40 participantes de 7e et 8e années).

L'exposition *QUANTUM*

Après une tournée réussie dans 7 villes canadiennes, la première exposition itinérante au monde sur la science et la technologie de l'information quantique a été louée au Centre des sciences de Singapour. Animée par des partenaires du Centre de technologies quantiques (CQT) de l'Université nationale de Singapour, l'exposition a été en montre pendant 6 mois et a attiré plus de 200 000 visiteurs.

L'exposition a attiré plus de 900 000 visiteurs jusqu'à ce jour.

Exposition mobile *QUANTUM*

L'exposition mobile *QUANTUM* a été présentée le 27 septembre 2019 dans le cadre du festival *Lumen* de la lumière, de la Ville de Waterloo. Plus de 15 000 personnes de la région ont participé au festival, et l'exposition mobile leur a permis de prendre contact avec la physique quantique et des scientifiques du domaine.

De plus, l'exposition mobile a été présentée le 17 octobre 2019 dans le cadre de QuickenTechCon, au Centre TCF, à Détroit (Michigan). Organisé par Quicken Loans, QuickenTechCon a réuni quelque 3 000 membres de l'entreprise, qui ont pris connaissance de nouveaux concepts quantiques grâce à l'exposition et au discours principal de Shohini Ghose, professeure affiliée à l'IQC.

En mars 2020, l'exposition mobile *QUANTUM* a été présentée au siège du Service canadien du renseignement de sécurité (SCRS), où tous les employés y ont eu accès. Combinée à des tables rondes et à des exposés présentés par des professeurs de l'IQC, elle a permis de sensibiliser les membres du SCRS à la science et à la technologie de l'information quantique dans le domaine de la sécurité. C'était la première fois que le SCRS accueillait une exposition externe comme celle de l'IQC.

Partenariats stratégiques de rayonnement

Comme on l'a mentionné plus haut, l'IQC entretient des partenariats avec des entreprises locales et avec des groupes plus importants tels que l'Institut royal canadien pour la science (RCIS) et TelusSpark, afin de faire entendre sa voix dans la collectivité et au-delà. Pour atteindre un public plus nombreux en ligne, l'IQC s'est associé au site Web *Exploring by the Seat of Your Pants*. Pour joindre davantage certains groupes sous-représentés, l'IQC a fait équipe plusieurs fois avec la CAGIS (*Canadian Association of Girls in Science* – Association canadienne des filles en sciences). Il a aussi présenté des ateliers et tenu des stands lors d'activités telles que le samedi science et frissons d'Ingenium ainsi que l'Expo-sciences pancanadienne du CRSNG.

L'IQC a également conclu des partenariats avec des groupes industriels, dont l'entreprise pharmaceutique Roche et l'incubateur d'entreprises Newlab de New York, afin d'organiser des activités éducatives dans le domaine quantique pour leurs membres, employés et dirigeants.

Comme on l'a mentionné dans le paragraphe sur l'exposition mobile *QUANTUM*, l'IQC a également été invité à faire un exposé spécialisé au Service canadien du renseignement de sécurité (SCRS). Cet exposé a donné un aperçu général des technologies quantiques (notamment la détection, les communications et le calcul quantiques), des activités récentes de l'IQC et comment celles-ci appuient l'économie quantique émergente du Canada. Cet exposé a été présenté en personne et diffusé dans divers ministères. Étant donné que la demande dépassait la capacité de la salle, l'exposé a été présenté une seconde fois le même jour à Affaires mondiales Canada. De plus, l'IQC a participé à des réunions à huis clos avec le personnel des services de renseignements et des invités.

Communications

L'équipe des communications de l'IQC veille à ce que les chercheurs et leurs travaux soient reconnus dans le monde entier par le truchement d'articles, de communiqués de presse ainsi que de documents imprimés et en ligne. Les communications sont adaptées de manière à être accessibles à une vaste gamme d'auditoires allant du grand public à la communauté du domaine quantique.

Articles et couverture médiatique

Avec de nombreux résultats de recherches publiés chaque année, l'équipe des communications de l'IQC s'efforce de promouvoir les travaux de l'Institut dans les principaux médias. Cette année, on a relevé environ 446 mentions de l'IQC dans les médias, pour un total de 558 820 000 impressions (nombre de visionnements d'une publication dans une source).

Des médias tels que le *National Post*, CTV, *The Globe and Mail*, *The Independent*, *Maclean's*, *TechRadar*, *Gizmodo*, *The Hill*, *Global News*, *ScienceDaily*, le *Toronto Star*, le *National Observer* et bien d'autres ont tous mentionné ou cité l'IQC ou des chercheurs de l'IQC au cours de la dernière année, ce qui témoigne de la présence mondiale de l'IQC dans le domaine.

Publications imprimées

L'exercice 2019-2020 a vu un changement dans les publications imprimées de l'IQC.

Le *Rapport annuel* est devenu le *Rapport d'impact*, pour souligner l'impact des recherches de l'IQC en science et technologie de l'information quantique, de même que pour mettre en évidence les domaines d'impact actuels et potentiels sur les plans social et économique. Le *Rapport d'impact* de l'IQC s'accompagnera d'une version en ligne en anglais et, pour la première fois, en français. Les 2 sites seront lancés en 2020-2021. De plus, des articles seront largement diffusés au moyen d'une campagne extensive dans les médias sociaux.

La version électronique du rapport permettra à l'IQC de diffuser des articles sur ses chercheurs et de faire connaître aussi largement que possible l'impact actuel et potentiel de la recherche sur l'information quantique, tout en permettant de mieux mesurer ces efforts. Le lancement du *Rapport d'impact* a été retardé en raison de la COVID-19.

La dernière année a également fourni à l'IQC l'occasion de remanier le magazine *NéoBit*, qui était à l'origine une publication imprimée destinée à un public interne. Très apprécié par les visiteurs et notre communauté élargie, *NéoBit* s'adresse maintenant à un public externe. Dans l'avenir, le magazine (qui aura un nouveau nom) existera principalement en ligne comme lieu

d'exploration en profondeur des recherches effectuées par les scientifiques de l'IQC, ainsi que du potentiel de nouvelles découvertes et technologies. Ce contenu sera facile à diffuser et optimisé en fonction des moteurs de recherche, afin de bien faire connaître la science et la technologie de l'information quantique et les contributions de l'IQC en la matière. Ce contenu sera également imprimé annuellement sous forme d'un magazine qui sera disponible au public et distribué lors d'activités connexes.

Site Web

Le site Web de l'IQC est un moyen-clé de diffuser les connaissances, les recherches et les succès de l'IQC, ainsi que de mieux faire connaître l'IQC comme un chef de file mondial de la recherche sur les technologies quantiques.

La consultation du site Web de l'IQC a augmenté par rapport à l'année précédente, passant de 111 135 visiteurs distincts en 2018-2019 à 119 641 visiteurs distincts en 2019-2020. Environ 70 % des visites du site Web se font de l'extérieur du Canada. Le nombre moyen de pages par visite a été de 2 pages consultées au-delà de la page d'arrivée.

Au moment de la rédaction de ce rapport, le référencement naturel était à l'origine de 62 % des consultations du site Web de l'IQC, suivi des médias sociaux (21 %). Les taux de clic sur les liens vers le site Web de l'IQC à partir de Facebook et de Twitter ont augmenté de manière spectaculaire (de 67 % et 43 %, respectivement).

L'IQC a lancé un audit en profondeur du contenu de son site Web, afin d'améliorer l'expérience du public en ligne et d'obtenir un meilleur classement dans les moteurs de recherche. Par suite de cela, l'équipe des communications a mis à jour et optimisé la structure, la présentation et le contenu d'une grande partie du site. Ce processus se poursuivra au cours du prochain exercice.

Médias sociaux

Pendant toute l'année écoulée, l'IQC a bénéficié d'une croissance soutenue de l'activité dans tous ses comptes de médias sociaux. Voici quelques points saillants de la présence de l'IQC dans les médias sociaux pour la période allant du 1er avril 2019 au 31 mars 2020.

	Nouveaux abonnés	Nombre total d'abonnés	Augmentation
YouTube	3 074	17 800	21 %
Facebook	378	5 300	8 %
Twitter	1 352	13 700	11 %
Instagram	249	900	38 %

La croissance constante de la présence en ligne est un signe positif qui témoigne de la position de l'IQC comme autorité dans son domaine.

Objectif E

Traduire de plus en plus les résultats de la recherche en produits quantiques commercialisables qui apporteront des bénéfices économiques et sociétaux au Canada, et favoriser du même coup les projets conjoints et la collaboration avec des partenaires du secteur privé tout en suscitant des occasions de commercialisation.

Résultats visés : Permettre au Canada de tirer parti des bénéfices économiques et sociétaux de l'informatique quantique en saisissant les occasions de commercialiser les percées réalisées.

Activités prévues

- Soutenir la création d'une nouvelle industrie quantique.
- Fournir aux chercheurs de l'IQC des possibilités de tisser des liens avec l'écosystème entrepreneurial de Waterloo, grâce au réseautage et à des activités officielles en partenariat avec les réseaux étendus d'entreprises en démarrage de la région de Waterloo.

Soutien à l'industrie quantique

L'IQC est un acteur crucial dans l'écosystème de la science, de la technologie et de l'innovation en physique quantique au Canada. Il continue de favoriser un milieu d'entrepreneuriat, et il réunit des universitaires, des entreprises en démarrage, des incubateurs et des investisseurs pour accélérer la commercialisation de la technologie quantique.

En mars 2020, les chercheurs de l'IQC détenaient collectivement plus de 47 brevets et 30 licences, dont 3 nouveaux brevets accordés en 2019-2020. En tout, les professeurs de l'IQC ont 94 demandes de brevet en attente d'approbation.

De nouvelles entreprises sont mises sur pied pour amener des technologies quantiques des laboratoires vers les marchés. À ce jour, les 14 entreprises ci-dessous sont nées par suite de recherches menées à l'IQC.

Entreprises issues de l'essaimage à partir de l'IQC :

- EvolutionQ
- High Q Technologies LP
- Neutron Optics
- Quantum Benchmark inc.
- QuantumLaf inc.
- QuSpin Technologies inc.
- Universal Quantum Devices
- Single Quantum Systems
- Aurora Quantum Technologies (auparavant QSpiceLabs)
- QEYnet
- SoftwareQ inc.
- Everettian
- SpinQ
- Q-Block Computing inc.

Remarque : *Auparavant, les chercheurs n'étaient pas tenus de rapporter leurs activités en matière de brevets et de commercialisation. Les brevets et licences pourraient donc être plus nombreux que ce qui est mentionné plus haut.*

D'autre part, les chercheurs de l'IQC soutiennent les entreprises locales par leur expertise, la collaboration et le mentorat. L'IQC se distingue par l'étendue des connaissances qui lui permettent d'élaborer des idées innovatrices en matière de technologie quantique et par

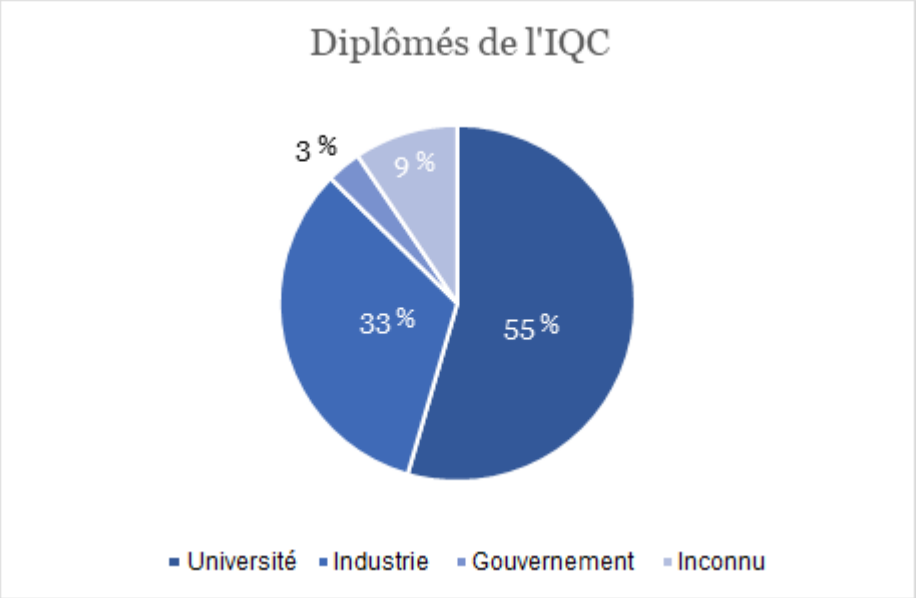
l'infrastructure nécessaire pour concrétiser ces idées de manière rapide et efficace. Passer des progrès aux applications est un élément précieux et essentiel de la culture de l'IQC.

Anciens de l'IQC : Former la main-d'œuvre du secteur quantique

Après avoir quitté le campus, les anciens de l'IQC ont une influence dans les secteurs universitaire, industriel et gouvernemental partout dans le monde. Ils inspirent les futurs innovateurs dans le domaine quantique, par leur passion, leur détermination et leur intelligence. Ils suscitent des avancées quantiques dans une grande variété de domaines, dont les opérations bancaires, les communications et la technologie. Les anciens de l'IQC comprennent des étudiants diplômés et d'anciens postdoctorants.

Étudiants diplômés

Cette année, l'IQC est fier de rapporter la remise de 38 diplômes de maîtrise et de 16 doctorats, ce qui porte à 269 le nombre total de diplômés de l'IQC. Ces chercheurs occupent des postes variés, dans des universités, des entreprises et des administrations publiques, en Ontario et dans le monde entier. Au 31 mars 2020, 33 diplômés de l'IQC, dont 6 femmes, travaillaient dans le domaine de l'information quantique au Canada, et 16 autres étaient postdoctorants dans des universités canadiennes.



Profils d'étudiants diplômés

Dariusz Lasecki

Dariusz Lasecki a découvert l'IQC lorsqu'il a participé à la QCSYS (*Quantum Cryptography School for Young Students* – École de cryptographie quantique pour jeunes étudiants) en 2013. Ce programme a suscité son intérêt pour le domaine quantique, et les laboratoires de l'IQC à la fine pointe du progrès l'ont incité à venir à l'Institut pour y faire de la recherche.

M. Lasecki est revenu à l'IQC en 2016 comme participant à l'USEQIP (*Undergraduate School for Experimental Quantum Information Processing* – École de 1er cycle sur le traitement quantique expérimental de l'information) et récipiendaire d'une bourse de recherche de 1er cycle. L'USEQIP a amélioré ses connaissances théoriques en approfondissant sa maîtrise de techniques expérimentales telles que l'utilisation de dispositifs optiques pour la mise en œuvre du protocole BB84 de distribution quantique de clés. Ses travaux théoriques en tant que boursier de recherche de 1er cycle ont porté sur les méthodes de communication entre 2 parties à l'aide de données quantiques.

Dariusz Lasecki est revenu à nouveau à l'IQC l'année suivante pour compléter sa maîtrise. Il dit que les programmes de l'IQC lui ont permis de beaucoup mieux comprendre comment se fait la recherche scientifique. Cela l'a aidé à réussir dans l'entreprise privée. Il est actuellement ingénieur associé en logiciels chez TomTom.

Aimee Gunther

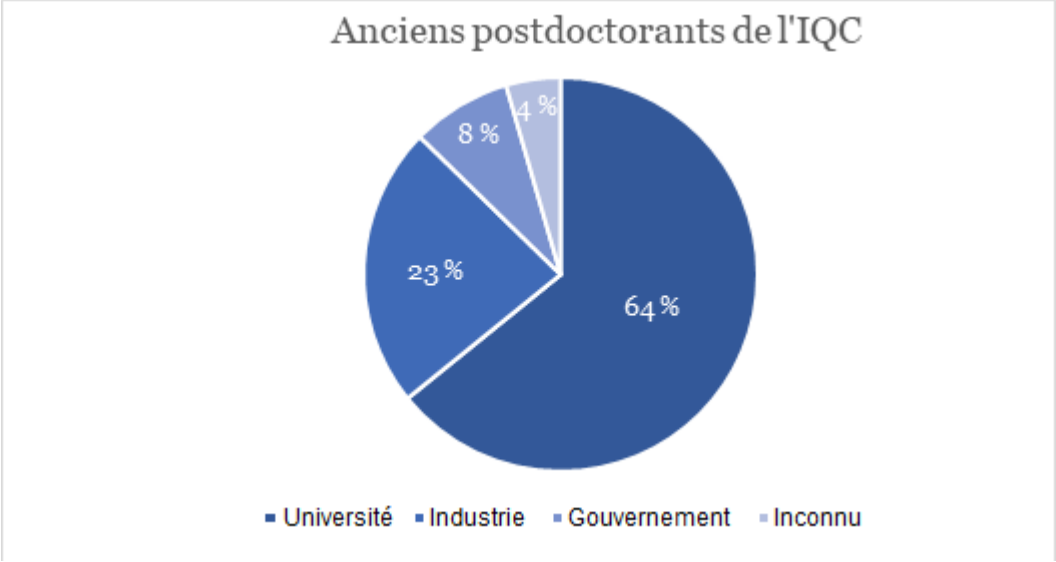
Pour la diplômée de l'IQC Aimee Gunther, la science va au-delà de l'expérimentation et de l'analyse de données : il est important de sortir du laboratoire pour devenir une scientifique équilibrée. Pendant sa maîtrise et son doctorat à l'IQC, Mme Gunther s'est spécialisée dans la mise au point et la manipulation de sources de paires de photons quantiques. À l'extérieur du laboratoire, elle a développé ses compétences en matière d'enseignement, de politiques scientifiques et de communication.

« Même si j'étudie depuis une décennie l'optique et l'énergie quantiques — un créneau très précis de la recherche en physique quantique —, je crois qu'il y a beaucoup d'autres problèmes fascinants auxquels il vaut la peine de s'attaquer », a déclaré Mme Gunther avant d'avoir complété son doctorat.

Maintenant conseillère en physique quantique à Recherche et développement pour la défense Canada, elle attribue au temps qu'elle a passé à l'IQC son désir d'apprendre et les compétences transférables qu'elle a acquises : « Je suis une meilleure chercheuse grâce aux occasions que j'ai eues et aux expériences que j'ai vécues. » [traduction]

Postdoctorants

Contrairement aux postdoctorants qui ont de la difficulté à trouver un emploi après avoir quitté le milieu universitaire, les anciens postdoctorants de l'IQC sont considérés par leurs pairs comme des modèles, des visionnaires et des chefs de file de l'industrie quantique. Après avoir quitté le campus, nos anciens ont une influence dans les secteurs universitaire, industriel et gouvernemental partout dans le monde. Le graphique ci-après résume où les anciens postdoctorants de l'IQC œuvraient au 31 mars 2020.



Profils de postdoctorants

Anne Broadbent

Les progrès technologiques exigeront partout une meilleure compréhension théorique de l'information quantique, selon Anne Broadbent, professeure adjointe et titulaire de la chaire de recherche de l'Université d'Ottawa en traitement de l'information quantique. Mme Broadbent a été postdoctorante à l'IQC jusqu'en 2013. Elle avait une bourse postdoctorale du CRSNG, de même qu'une bourse mondiale de l'ICRA. Elle travaillait surtout sur la cryptographie quantique et cherchait à mettre au point des méthodes de délégation de calculs quantiques privés et des programmes quantiques à exécution unique.

Anne Broadbent est heureuse d'avoir été exposée à une vaste gamme de sujets de recherche et d'avoir acquis l'expérience de la formation d'étudiants pendant son séjour à l'IQC. Maintenant à la tête de son propre groupe de recherche à l'Université d'Ottawa, Mme Broadbent continue de repousser les limites de nos connaissances sur les avantages que procure l'information quantique dans tous les aspects de la cryptographie. Elle a aussi fait progresser les techniques de sous-traitance de calculs quantiques en ce qui concerne le chiffrement homomorphe quantique et la vérification de calculs quantiques effectués à distance.

Scott Aaronson

Après avoir complété un stage postdoctoral à l'IQC en 2007, Scott Aaronson a accepté un poste de professeur agrégé de génie électrique et d'informatique à l'Institut de technologie du Massachusetts, à Cambridge (Massachusetts). Il est ensuite passé à l'Université du Texas à Austin, à titre de professeur du centenaire de David-J.-Bruton-fils d'informatique et de directeur fondateur du centre d'informatique quantique de cette université.

Ses recherches portent sur les capacités et les limites des ordinateurs quantiques et de la théorie de la complexité algorithmique. Son récent ouvrage *Quantum Computing since Democritus* (L'informatique quantique depuis Démocrite) donne une vision et des perspectives sur « les idées les plus profondes des mathématiques, de l'informatique et de la physique » [traduction]. M. Aaronson est également connu pour son blogue *Shtetl-Optimized* sur le calcul et

l'informatique quantiques. Il dit que c'est pendant son séjour à l'IQC qu'il a éclos sur le plan scientifique, en plus d'avoir appris à conduire.

Urbasi Sinha

Urbasi Sinha, ancienne postdoctorante à l'IQC, travaillait principalement sur les outils optiques quantiques utilisés pour des tests fondamentaux de mécanique quantique. Pendant son séjour à l'IQC, Mme Sinha a élaboré une approche holistique de ses recherches qu'elle trouve utile dans ses fonctions actuelles de professeure adjointe à l'Institut de recherches Raman, en Inde. « À l'IQC, dit-elle, j'ai appris à accepter aussi bien les échecs que les succès, et à poursuivre mes travaux avec enthousiasme, que les résultats soient petits ou grands. » [traduction].

Un aspect important de ses recherches actuelles consiste à obtenir et à utiliser des photons individuels et des photons intriqués, produits par abaissement paramétré de fréquence, pour des expériences sur l'information et le calcul quantiques. L'un de ses projets expérimentaux porte sur l'utilisation de multiples fentes comme qudits (états quantiques à *d* dimensions) et sur l'étude des corrélations quantiques à plusieurs dimensions à partir de phénomènes fondés sur l'intrication.

Attirer des entreprises dans la *Quantum Valley*

L'IQC ainsi que les programmes de TQT et du FERAC ont contribué à attirer dans la région de Waterloo des entreprises canadiennes et étrangères du secteur quantique pour y étendre leurs opérations. Mentionnons 1QBit (dont le siège est à Vancouver), Ambature (basée aux États-Unis) et Anyon Systems (dont le siège est à Dorval). Ces entreprises attirent dans la région des chercheurs hautement qualifiés et intensifieront davantage leur collaboration avec la communauté de la *Quantum Valley* de Waterloo. Elles sont venues dans la région de Waterloo afin de bénéficier de la facilité de recrutement de personnel hautement qualifié en physique quantique, d'avoir accès à l'installation de fabrication et caractérisation nanométriques quantiques pour la réalisation de tests et de prototypes, et aussi à cause de la vigueur de la communauté quantique.

L'IQC ainsi que TQT et le FERAC ont également institué une collaboration unique en son genre entre le milieu universitaire et l'industrie, en vue de faciliter les projets de recherche et les partenariats. Lancé à l'automne 2019, ce programme a mis l'accent sur des activités visant à créer des liens, notamment des ateliers, des présentations, des échanges de chercheurs et l'accès aux spécialistes du domaine quantique.

ANNEXES

A. Évaluation et mitigation des risques

		PROBABILITÉ		
		FAIBLE	MOYENNE	ÉLEVÉE
CONSÉQUENCES	IMPORTANTES	6	8	9
	MOYENNES	3	5	7
	FAIBLES	1	2	4

Facteur de risque	Conséquences	Probabilité	Cote de risque	Explication de la cote de risque	Mesures d'atténuation
La pandémie de COVID-19 se poursuit pendant l'exercice 2021-2022.	Importantes	Moyenne	8	Si les mesures de protection actuelles se prolongent à long terme, les laboratoires demeureront inaccessibles, et des activités seront reportées ou annulées, ce qui nuira à la collaboration en personne et à la recherche.	Définir et mettre en œuvre de nouvelles méthodes de collaboration et des activités virtuelles. Modifier et installer l'équipement pour permettre davantage d'accès à distance aux laboratoires et aux installations de recherche.
Recherche d'un nouveau directeur général	Moyennes	Moyenne	5	La recherche se poursuivra au cours de la prochaine année.	Poursuivre le processus de recrutement avec des candidats exceptionnels. Continuer de chercher d'autres candidats répondant aux exigences jusqu'à ce qu'une offre d'emploi soit faite et acceptée. Promouvoir et soutenir l'action du directeur intérimaire de l'IQC.
Des technologies révolutionnaires peuvent rendre la recherche actuelle moins pertinente.	Importantes	Faible	6	Si les recherches menées à l'IQC deviennent moins pertinentes, le personnel hautement qualifié et les personnes qui souhaitent obtenir des données iront ailleurs.	Mener des recherches variées (permettant ainsi à l'IQC de se distinguer de ses concurrents). Continuer de faire des demandes de fonds de recherche, afin d'acquérir de l'équipement de pointe.

Facteur de risque	Conséquences	Probabilité	Cote de risque	Explication de la cote de risque	Mesures d'atténuation
L'IQC pourrait ne pas réussir à recruter suffisamment de personnel hautement qualifié.	Importantes	Faible	6	Beaucoup de personnes hautement qualifiées viennent de pays potentiellement instables sur le plan politique (notamment l'Iran, la Chine et l'Inde).	Promouvoir suffisamment l'IQC. Veiller à faire de la recherche d'excellente qualité. Diversifier les milieux et les pays où l'IQC recrute des étudiants.
Des contraintes opération-nelles limitent les efforts de promotion de l'IQC.	Importantes	Faible	6	Les contraintes opérationnelles comprennent des limites quant aux ressources (notamment le personnel) et à la souplesse de fonctionnement.	Faire les bons choix de personnel, de talents et de compétences. Élaborer et mettre en œuvre un plan de projet relatif à l'image de marque de l'IQC. Favoriser d'étroites relations de collaboration avec des entités appropriées au sein de l'université.
Refus ou diminution importante du financement du gouverne-ment fédéral	Importantes	Moyenne	8	Une lassitude du gouvernement vis-à-vis de la physique quantique et un changement de priorités pourraient entraîner un déplacement des investissements vers d'autres domaines. Cela aurait un effet dévastateur sur la capacité de l'IQC de fonctionner et de positionner le Canada comme chef de file mondial dans le domaine quantique.	Souligner non seulement le rendement, mais aussi la pertinence de l'IQC. Intensifier les efforts de collecte de fonds auprès d'investisseurs privés. Continuer d'établir des relations étroites avec tous les paliers de gouvernement.

B. Publications

Du 1er avril 2019 au 31 mars 2020

1. Ahmadzadegan, A., Lalegani, F., Kempf, A., Mann, R. B. (2019). Probing geometric information using the Unruh effect in the vacuum. Physical Review D, 100 (8).
2. Al Alaeian, H., Chang, C., Wai, S., Moghaddam, M. V., Wilson, C. M., Solano, E., Rico, E. (2019). Creating lattice gauge potentials in circuit QED: The bosonic Creutz ladder. Physical Review A. 99 (5).
3. Alhambra, A. M., Styliaris, G., Rodriguez-Briones, N.A., Sikora, J., Martin-Marinez, E. (2019). Fundamental Limitations to Local Energy Extraction in Quantum Systems. Physical Review Letters. 123 (19).
4. Amy, M., Mosca, M. (2019). T-Count Optimization and Reed-Muller Codes. IEEE Transactions on Information Technology. 65 (8).
5. Anshu, A., Berta, M., Jain, R., Tomamichel, M. (2019). Second-Order Characterizations via Partial Smoothing. 2019 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT).
6. Anshu, A., Boddu, N. G., Touchette, D. (2019). Quantum Log-Approximate-Rank Conjecture is also False. 2019 IEEE 60th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS 2019).
7. Anshu, A., Jain, R., Warsi, N.A. (2019). Convex-Split and Hypothesis Testing Approach to One-Shot Quantum Measurement Compression and Randomness Extraction. IEEE Transactions on Information Theory. 65 (9).
8. Anshu, A., Jain, R., Warsi, N. A. (2019). A Hypothesis Testing Approach for Communication Over Entanglement-Assisted Compound Quantum Channel. IEEE Transactions on Information Theory. 65 (4).
9. Ashenfelter, J., Balantekin, A. B., Baldenegro, C.,Band, H. R., Bass, C. D., Bergeron, D. E., Berish, D., Bignell, L. J., Bowden, N. S., Boyle, J., Bricco, J., Brodsky, J. P., Bryan, C. D., Telles, A. B., Cherwinka, J. J., Classen, T., Commeford, K., Conant, A., Cox, A. A., Davee, D., Dean, D., Deichert, G., Diwan, M. V., Dolinski, M. J., Erickson, A., Febbraro, M., Foust, B. T., Gaison, J. K., Galindo-Uribarri, A., Gilbert, C., Gilje, K.; Glenn, A.; Goddard, B. W.; Hackett, B.; Han, K.; Hans, S.; Hansell, A. B.; Heeger, K. M.; Heffron, B., Insler, J., Jaffe, D. E., Ji, X., Jones, D. C., Koehler, K., Kyzylova, O., Lane, C. E., Langford, T. J., LaRosa, J., Littlejohn, B. R., Lopez, F., Lu, X., Caicedo, D. A., Martinez; Matta, J. T., McKeown, R. D., Mendenhall, M. P., Miller, H. J., Minock, J., Mueller, P. E., Mumm, H. P., Napolitano, J., Neilson, R., Nikkel, J. A., Norcini, D., Nour, S., Pushin, D. A., Qian, X., Romero-Romero, E., Rosero, R., Sarenac, D., Seilhan, B., Sharma, R., Surukuchi, P. T., Trinh, C., Tyra, M. A., Varner, R. L., Viren, B., Wagner, J. M., Wang, W., White, B., White, C., Wilhelmi, J., Wise, T., Yao, H., Yeh, M., Yen, Y. R., Zhang, A., Zhang, C., Zhang, X., Zhao, M. (2019). The PROSPECT Reactor Antineutrino Experiment. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-Accelerators, Spectrometers, Detectors, and Associated Equipment. 922.
10. Ashenfelter, J.; Balantekin, A. B.; Band, H. R.; Bass, C. D.; Bergeron, D. E.; Berish, D.; Bowden, N. S.; Brodsky, J. P.; Bryan, C. D.; Cherwinka, J. J.; Classen, T.; Conant, A. J.; Cox, A. A.; Davee, D.; Dean, D.; Deichert, G.; Diwan, M. V.; Dolinski, M. J.; Erickson, A.; Febbraro, M.; Foust, B. T.; Gaison, J. K.; Galindo-Uribarri, A.; Gilbert, C. E.; Gilje, K. E.; Hackett, B. T.; Hans, S.; Hansell, A. B.; Heeger, K. M.; Insler, J.; Jaffe, D. E.; Ji, X.; Jones, D. C.; Kyzylova, O.; Lane, C. E.; Langford, T. J.; LaRosa, J.; Littlejohn, B. R.; Lu, X.; Caicedo, D. A. Martinez; Matta, J. T.; McKeown, R. D.; Mendenhall, M. P.; Minock, J. M.; Mueller, P. E.; Mumm, H. P.; Napolitano, J.; Neilson, R.; Nikkel, J. A.; Norcini, D.; Nour, S.; Pushin, D. A.; Qian, X.; Romero-Romero, E.; Rosero, R.; Sarenac, D.; Surukuchi, P. T.; Telles, A. B.; Tyra, M. A.; Varner, R. L.; Viren, B.; White, C.; Wilhelmi, J.; Wise, T.; Yeh, M.; Yen, Y. -R.; Zhang, A.; Zhang, C.; Zhang, X. (2019). Measurement of the Antineutrino Spectrum from U-235 Fission at HFIR with PROSPECT. Physical Review Letters. 122 (25).
11. Ashenfelter, J.; Balantekin, A. B.; Band, H. R.; Bass, C. D.; Bergeron, D. E.; Berish, D.; Bowden, N. S.; Brodsky, J. P.; Bryan, C. D.; Cherwinka, J. J.; Classen, T.; Conant, A. J.; Davee, D.; Dean, D.; Deichert, G.; Detweiler, A. E.; Diwan, M., V; Dolinski, M. J.; Erickson, A.; Febbraro, M.; Foust, B. T.; Gaison, J. K.; Galindo-Uribarri, A.; Gebre, Y.; Gilbert, C. E.; Gilje, K. E.; Gustafson, I. F.; Hackett, B. T.; Hans, S.; Hansell, A. B.; Heeger, K. M.; Hermanek, K. H.; Insler, J.; Jaffe, D. E.; Jones, D. C.; Kyzylova, O.; Lane, C. E.; Langford, T. J.; LaRosa, J.; Littlejohn, B. R.; Lu, X.; Martinez Caicedo, D. A.; Matta, J. T.; McKeown, R. D.; Mendenhall, M. P.; Minock, J. M.; Mueller, P. E.; Mumm, H. P.; Napolitano, J.; Neilson, R.; Nikkel, J. A.; Norcini, D.; Nour, S.; Pushin, D. A.; Qian, X.; Romero-Romero, E.; Rosero, R.; Sarenac, D.; Surukuchi, P. T.; Tyra, M. A.; Varner, R. L.; Viren, B.; White, C.; Wilhelmi, J.; Wise, T.; Yeh, M.; Yen, Y-R; Zhang, A.; Zhang, C.; Zhang, X. (2019). A Low Mass Optical Grid for the PROSPECT Reactor Antineutrino Detector. Journal of Instrumentation. 14.

12. Ashenfelter, J.; Balantekin, A. B.; Band, H. R.; Bass, C. D.; Bergeron, D. E.; Berish, D.; Bowden, N. S.; Brodsky, J. P.; Bryan, C. D.; Cherwinka, J. J.; Classen, T.; Conant, A. J.; Dean, D.; Deichert, G.; Diwan, M., V; Dolinski, M. J.; Erickson, A.; Febbraro, M.; Foust, T. P.; Gaison, J. K.; Galindo-Uribarri, A.; Gilbert, C. E.; Hackett, B. T.; Hansa, S.; Hansenll, A. B.; Heeger, K. M.; Insler, J.; Jaffe, D. E.; Jones, D. C.; Kyzylova, O.; Lane, C. E.; Langford, T. J.; LaRosa, J.; Littlejohn, B. R.; Lu, X.; Caicedo, D. A. Martinez; Matta, J. T.; McKeown, R. D.; Mendenhall, M. P.; Mueller, P. E.; Mumm, H. P.; Napolitano, J.; Neilson, R.; Nikkel, J. A.; Norcini, D.; Nour, S.; Pushin, D. A.; Qian, X.; Romero-Romero, E.; Rosero, R.; Sarenac, D.; Surukuchi, P. T.; Telles, A. B.; Tyra, M. A.; Varner, R. L.; Viren, B.; White, C.; Wilhelmi, J.; Wise, T.; Yeh, M.; Yen, Y-R; Zhang, A.; Zhang, C.; Zhang, X. (2019). The Radioactive Source Calibration System of the PROSPECT Reactor Antineutrino Detector. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-Accelerators, Spectrometers, Detectors, and Associated Equipment. 944.

13. Atas, Y. Y., Simmons, S. A., Kheruntsyan, K. V. (2019). Finite-temperature Dynamics of a Tonks-Girardeau Gas in a Frequency-modulated Harmonic Trap. Physical Review A. 100 (4).

14. Bornman, N., Kempf, A., Forbes, A. (2019). Quantum Imaging Using Relativistic Detectors. Physical Review D. 100 (12).

15. Brassard, G., Nayak, A., Tapp, A., Touchette, D., Unger, F. (2019). Noisy Interactive Quantum Communication. SIAM Journal on Computing. 48 (4).

16. Bravyi, S., Browne, D., Calpin, P., Campbell, E., Gosset, D., Howard, M. (2019). Simulation of Quantum Circuits by Ow-rank Sotabilizer Decompositions. Quantum. 3.

17. Bravyi, S., Koenig, R., Gosset, D., Tomamichel, M. (2019). Quantum Advantage with Noisy Shallow Circuits in 3D. 2019 IEEE 60th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS 2019).

18. Brecht, B., Lopez, J. G., Allgaier, M., Ansari, V., Donohue, J. M., Silberhorn, C. (2019). Tailored Generation, Manipulation, and Application of Photonic Temporal Modes. 2019 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO).

19. Brieulle, L., De Feo, L., Doliskani, J., Flori, J-P., Schost, E. (2019). Computing Isomorphisms and Embeddings of Finite Fields. Mathematics of Computations. 88 (317).

20. Buonacorsi, B., Cai, Z., Ramirez, E. B., Willick, K. S., Walker, S. M., Li, J., Shaw, B. D., Xu, X., Benjamin, S. C., Baugh, J. (2019). Network Architecture for a Topological Quantum Computer in Silicon. Quantum Science and Technology. 4 (2).

21. Cao, Y., Romero, J., Olson, J. P., Degroote, M., Johnson, P. D., Kieferova, M., Kivlichan, I. D., Menke, T., Peropadre, B., Sawaya, N. P. D., Sim, S., Veis, L., Aspuru-Guzik, A. (2019). Quantum Chemistry in the Age of Quantum Computing. Chemical Reviews. 119 (19).

22. Carballo-Rubio, R., Garay, L. J., Martin-Martinez, E., De Ramon, J. (2019). Unruh Effect without Thermality. Physical Review Letters. 123 (4).

23. Carignan-Dugas, A., Alexander, M., Emerson, J. (2019). A Polar Decomposition for Quantum Channels (with applications to bounding error propagation in quantum circuits). Quantum. 3.

24. Carignan-Dugas, A., Wallman, J. J., Emerson, J. (2019). Bounding the Average Gate Fdelity of Composite Channels Using the Unitarity. New Journal of Physics. 21.

25. Chaiwongkhot, P., Kuntz, K. B., Zhang, Y., Huang, A., Bourgoin, J-P., Sajeed, S., Lutkenhaus, N., Jennewein, T., Makarov, V. (2019). Eavesdropper's Ability to Attack a Free-space Quantum-key-distribution Receiver in Atmospheric Turbulence. Physical Review A. 99 (6).

26. Chamberland, C., Cross, A. (2019). Fault-tolerant Magic State Preparation with Flag Qubits. Quantum. 3.

27. Chen, J., Han, M., Li, Y., Zeng, B., Zhou, J. (2019). Local Density Matrices of Many-body States in the Constant Weight Subspaces. Reports on Mathematical Physics. 83 (3).

28. Chen, J., Ji, Z., Kribs, D. W., Zeng, B., Zhang, F. (2019). Minimum Entangling Power is Close to its Maximum. Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical. 52 (21).

29. Chen, L., Dokovic, D. Z. (2019). The Unextendible Product Bases of Four Qubits: Hasse Diagrams. Quantum Information Processing. 18 (5).

30. Chistiakov, V., Huang, A., Egorov, V., Makarov, V. (2019). Controlling Single-photon Detector ID210 with Bright Light. Optics Express. 27 (22).

31. Cho, Y. M., Cho, Franklin H. (2019). Abelian Decomposition and Weyl Symmetric Effective Action of SU(3) QCD. European Physical Journal C. 79 (6).

32. Choi, J. Y., Kang, S. J., Kim, H. H., Park, Y. D. (2019). Effect of Solvent Structural Isomer on Microstructural Evolution in Polythiophene Film During Solidification. Organic Electronics. 71.

33. Cong, W., Tjoa, E., Mann, R. B. (2019). Entanglement Harvesting with Moving Mirrors. Journal of High Energy Physics. (6).

34. Cong, W., Tjoa, E., Mann, R. B. (2019). Entanglement Harvesting with Moving Mirrors. Journal of High Energy Physics. (7).

35. Cooper, A., Sun, Won., Kyu C., Jaskula, J-C., Cappellaro, P. (2019). Environment-assisted Quantum-enhanced Sensing with Electronic Spins in Diamond. Physical Review Applied. 12 (4).

36. Coudron, M., Harrow, A. W. (2019). Universality of EPR Pairs in Entanglement-Assisted Communication Complexity, and the Communication Cost of State Conversion. 34th Computational Complexity Conference (CCC 2019). 137.

37. Coudron, M., Slofstra, W. (2019). Complexity Lower Bounds for Computing the Approximately-Commuting Operator Value of Non-Local Games to High Precision. 34th Computational Complexity Conference (CCC 2019). 137.

38. Croxall, A. F., Sfigakis, F., Waldie, J., Farrer, I, Ritchie, D. A. (2019). Orientation of Hole Quantum Hall Nematic Phases in an Out-of-plane Electric Field. Physical Review B. 99 (19).

39. Cui, Z-X., Zhong, W., Zhou, L., Sheng, Y-B. (2019). Measurement-device-independent Quantum Key Distribution with Hyper-encoding. Science China-Physics Mechanics & Astronomy. 62 (11).

40. Deimert, C., Wasilewski, Z. R. (2019). MBE Growth of Continuously-graded Parabolic Quantum Well Arrays in AlGaAs. Journal of Crystal Growth. 514.

41. Du, J., Li, W., Bajcsy, M. (2020). Deterministic Single-photon Subtraction Based on a Coupled Single Quantum Dot-cavity System. Optics Express. 28 (5).

42. Emerson, J. (2019). Quantum Computing Designer Pulses for Better Qubit Gate Operations. Nature Electronics. 2 (4).

43. Erhard, A., Wallman, J. J., Postler, L., Meth, M., Stricker, R., Martinez, E. A., Schindler, P., Monz, T., Emerson, J., Blatt, R. (2019). Characterizing Large-scale Quantum Computers via Cycle Benchmarking. Nature Communications. 10.

44. Fillion-Gourdeau, F., Lorin, E. (2019). Simple Digital Quantum Algorithm for Symmetric First-order Linear Hyperbolic Systems. Numerical Algorithms. 82 (3).

45. Fillion-Gourdeau, F., Gagnon, J-S. (2019). On the Physical (Im)possibility of Lightsabers. European Journal of Physics. 40 (5).

46. Fognini, A., Ahmadi, A., Zeeshan, M., Fokkens, J. T., Gibson, S. J., Sherlekar, N., Daley, S. J., Dalacu, D., Poole, P. J., Jons, K. D., Zwiller, V., Reimer, M. E. (2019). Dephasing Free Photon Entanglement with a Quantum Dot. ACS Photonics. 6 (7).

47. Funai, N., Martin-Martinez, E. (2019). Faster-than-light Signaling in the Rotating-wave Approximation. Physical Review D. 100 (6).

48. Gentile, T. R., Huber, M. G., Koetke, D. D., Peshkin, M., Arif, M., Dombeck, T., Hussey, D. S., Jacobson, D. L., Nord, P., Pushin, D. A., Smither, R. (2019). Direct Observation of Neutron Spin Rotation in Bragg Scattering Due to the Spin-orbit Interaction in Silicon. Physical Review C. 100 (3).

49. Gibson, S-J., Van Kasteren, B., Tekcan, B., Cui, Y., Van Dam, D., Haverkort, J. E. M., Bakkers, E. P. A., Reimer, M., Michael E. (2019). Tapered InP Nanowire Arrays for Efficient Broadband High-speed Single-photon Detection. Nature Nanotechnology. 14 (5).

50. Girard, M-W. (2019). On directional derivatives of trace functionals of the form A bar right arrow Tr(Pf (A)). Linear Algebra and its Applications. 569.

51. Gras, G., Sultana, N., Huang, A., Jennewein, T., Bussieres, F., Makarov, V., Zbinden, H. (2020). Optical control of single-photon negative-feedback avalanche diode detector. Journal of Applied Physics. 127 (9).

52. Grilo, A. B., Slofstra, W., Yuen, H. (2019). Perfect zero knowledge for quantum multiprover interactive proofs. 2019 IEEE 60th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS 2019).

53. Grimmer, D., Kempf, A., Mann, R. B., Martin-Martinez, E. (2019). Zeno friction and antifriction from quantum collision models. Physical Review A. 100 (4).

54. Grimmer, D., Mann, R. B., Martin-Martinez, E. (2019). Thermal contact: mischief and time scales. Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical. 52 (39).

55. Haas, H., Puzzuoli, D., Zhang, F., Cory, D. G. (2019). Engineering effective Hamiltonians. New Journal of Physics. 21 (10).

56. Harper, R., Hincks, I., Ferrie, C., Flammia, S. T., Wallman, J. J. (2019). Statistical analysis of randomized benchmarking. Physical Review A. 99 (5).

57. Haun, R., Wietfeldt, F. E., Arif, M., Huber, M. G., Black, T. C., Heacock, B., Pushin, D. A., Shahi, C. B. (2020). Precision Measurement of the Neutron Scattering Length of He-4 Using Neutron Interferometry. Physical Review Letters. 124 (1).

58. Heacock, B., Sarenac, D., Cory, D. G., Huber, M. G., Hussey, D. S., Kapahi, C., Miao, H., Wen, H., Pushin, D. A. (2019). Angular alignment and fidelity of neutron phase-gratings for improved interferometer fringe visibility. AIP Advances. 9 (8).

59. Heacock, B., Haun, R., Hirota, K., Hosobata, T., Huber, M. G., Jamer, M. E., Kitaguchi, M., Pushin, D. A., Shimizu, H., Taminiau, I., Yamagata, Y., Yamamoto, T., Young, A. R. (2019). Measurement and alleviation of subsurface damage in a thick-crystal neutron interferometer. ACTA Crystallograpica A-Foundation and Advances. 75.

60. Helsen, J., Wallman, J. J., Flammia, S. T., Wehner, S. (2019). Multiqubit randomized benchmarking using few samples. Physical Review A. 100 (3).

61. Henderson, L. J., Hennigar, R. A., Mann, R. B., Smith, A. R. H., Zhang, J. (2019). Entangling detectors in anti-de Sitter spaceJournal of High Energy Physics. (5).

62. Hopkins, W. S., Verzilov, V., Sciaini, G., Burgess, I., Boland, M., Strickland, D., Maclean, S., Kester, O., Rosendahl, S., Billinghurst, B., McMahon, T., Stolow, A., Fridgen, T., Pawliszyn, J., Miller, R. J., Dwayne; Lagugne-Labarthet, F., Mayer, P., Hawthorn, D., Lausten, R., Hockett, P., Cooke, D., Xu, Y., Jaeger, W., Moazzen-Ahmadi, N., Koscielniak, S., Dodge, S., Razzari, L., Loock, H-P., Ames, F., Kiefl, R., Siwick, B., Ayotte, P., Ghandi, K., Sleno, L., Wilson, D., Wilson, M., Momose, T., Safavi-Naeini, S. (2019). Establishing a Canadian free-electron laser research program. Canadian Journal of Physics. 97 (12).

63. Horn, R., Jennewein, T. (2019). Auto-balancing and robust interferometer designs for polarization entangled photon sources. Optics Express. 27 (12).

64. Hu, Y., Tam, M. C., Wasilewski, Z. R. (2019). Unintentional As incorporation into AlSb and interfacial layers within InAs/AlSb superlattices. Journal of Vacuum Science & Technology B. 37 (3).

65. Huang, A., Li, R., Egorov, V., Tchouragoulov, S., Kumar, K., Makarov, V. (2020). Laser-Damage Attack Against Optical Attenuators in Quantum Key Distribution. Physical Review Applied. 13 (3).

66. Huang, A., Navarrete, A., Sun, S-H., Chaiwongkhot, P., Curty, M., Makarov, V. (2019). Laser-seeding Attack in Quantum Key Distribution. Physical Review Applied. 12 (6).

67. Hui, Z., Xiao, M., Shen, D., Feng, J., Peng, P., Liu, Y., Duley, W. W., Zhou, Y. N. (2020). A Self-Powered Nanogenerator for the Electrical Protection of Integrated Circuits from Trace Amounts of Liquid. Nano-Micro Letters. 12 (1).

68. Ibrahim, K., Novodchuk, I., Mistry, K., Singh, M., Ling, C., Sanderson, J., Bajcsy, M., Yavuz, M., Musselman, K. P. (2019). Laser-Directed Assembly of Nanorods of 2D Materials. Small. 15 (46).

69. Jaques, S., Schanck, J. M. (2019). Quantum Cryptanalysis in the RAM Model: Claw-Finding Attacks on SIKE. Advances in Cryptology- Crypto 2019, Pt 1. 11692.

70. Jin, J., Bourgoin, J-P., Tannous, R., Agne, S., Pugh, C. J., Kuntz, K. B., Higgins, B. L., Jennewein, T. (2019). Genuine time-bin-encoded quantum key distribution over a turbulent depolarizing free-space channel. Optics Express. 27 (26).

71. Johnston, N., Lovitz, B., Puzzuoli, D. (2019). The Non-m-Positive Dimension of a Positive Linear Map. Quantum. 3.

72. Kang, D. D., Inoue, T., Asano, T., Noda, S. (2019). Electrical Modulation of Narrowband GaN/AlGaN Quantum-Well Photonic Crystal Thermal Emitters in Mid-Wavelength Infrared. ACS Photonics. 6 (6).

73. Karimi, S., Ronagh, P. (2019). Practical integer-to-binary mapping for quantum annealers. Quantum Information Processing. 18 (4).

74. Kazakov, M., Kribs, D. W., Pereira, R. (2019). Real higher rank numerical ranges and ellipsoids. Linear Algebra and its Applications. 577.

75. Kieferova, M., Scherer, A., Berry, D. W. (2019). Simulating the dynamics of time-dependent Hamiltonians with a truncated Dyson series. Physical Review A. 99 (4).

76. Kim, H., Ahn, S-Y., Wasilewski, Z. (2019). Fabrication of grating coupled GaAs/AlGaAs quantum well infrared photodetector on an Si substrate. Journal of Vacuum Science & Technology B. 37 (3).

77. Kim, H. S., Park, J. H., Lee, W. H., Kim, H. H., Park, Y. D. (2019). Tailoring the crystallinity of solution-processed 6,13-bis(triisopropylsilylethynyl) pentacene via controlled solidification. Soft Matter. 15 (37).

78. Kim, H. H., Jiang, S., Yang, B., Zhong, S., Tian, S., Li, C., Lei, H., Shan, J., Mak, K. F., Tsen, A. W. (2020). Magneto-Memristive Switching in a 2D Layer Antiferromagnet. Advance Materials. 32 (2).

79. Kim, H. H., Yang, B., Li, S., Jiang, S., Jin, C., Tao, Z., Nichols, G., Sfigakis, F., Zhong, S., Li, C., Tian, S., Cory, D. G., Miao, G-X., Shan, J., Mak, K. F., Lei, H., Sun, K., Zhao, L., Tsen, A. W. (2019). Evolution of interlayer and intralayer magnetism in three atomically thin chromium trihalides. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 116 (23).

80. Kim, H. H., Yang, B., Tian, S., Li, C., Miao, G-X., Lei, H., Tsen, A. W. (2019). Tailored Tunnel Magnetoresistance Response in Three Ultrathin Chromium Trihalides. Nano Letters. 19 (8).

81. Kribs, D. W., Pereira, R., Levick, J., Rahaman, M., Nelson, M. I. (2019). Quantum Complementarity and Operator Structures. Quantum Information & Computation. 19 (1-2).

82. Kubica, A., Preskill, J. (2019). Cellular-Automaton Decoders with Provable Thresholds for Topological Codes. Physical Review Letters. 123 (2).

83. Kumari, M., Ghose, S. (2019). Untangling entanglement and chaos. Physical Review A. 99 (4).

84. Kuzmin, V. V., Vasilyev, D. V., Sangouard, N., Duer, W., Muschik, C. A. (2019). Scalable repeater architectures for multi-party states. NPJ Quantum Information. 5 (1).

85. Kwon, S., Tang, Y-C., Mohebbi, H. R., Benningshof, O. W. B., Cory, D. G., Miao, G-X. (2019). Engineering nonlinear response of superconducting niobium microstrip resonators via aluminum cladding. Journal of Applied Physics. 126 (17).

86. Lan, T. (2019). Matrix formulation for non-Abelian families. Physical Review B. 100 (24).

87. Lan, T., Wen, X-G. (2019). Classification of 3+1D Bosonic Topological Orders (II): The Case When Some Pointlike Excitations Are Fermions. Physical Review X. 9 (2).

88. Lan, T., Zhu, C., Wen, X-G. (2019). Fermion decoration construction of symmetry-protected trivial order for fermion systems with any symmetry and in any dimension. Physical Review B. 100 (23).

89. Li, C-K., Paulsen, V. I., Poon, Y-T. (2019). Preservation of the joint essential matricial range. Bulletin of the London Mathematical Society. 51 (5).

90. Li, J., Luo, Z., Xin, T., Wang, H., Kribs, D., Lu, D., Zeng, B., Laflamme, R. (2019). Experimental Implementation of Efficient Quantum Pseudorandomness on a 12-Spin System. Physical Review Letters. 123 (3).

91. Li, K., Han, M., Qu, D., Huang, Z., Long, G., Wan, Y., Lu, D., Zeng, B., Laflamme, R. (2019). Measuring holographic entanglement entropy on a quantum simulator. NPJ Quantum Information. 5.

92. Li, K., Li, Y., Han, M., Lu, S., Zhou, J., Ruan, D., Long, G., Wan, Y., Lu, D., Zeng, B., Laflamme, R. (2019). Quantum spacetime on a quantum simulator. Communications Physics. 2.

93. Li, P., Zhang, C., Wen, Y., Cheng, L., Nichols, G., Cory, D. G., Miao, G-X., Zhang, X-X. (2019). Anisotropic planar Hall effect in the type-II topological Weyl semimetal WTe2. Physical Review B. 100 (20).

94. Lillystone, P., Wallman, J. J., Emerson, J. (2019). Contextuality and the Single-Qubit Stabilizer Subtheory. Physical Review Letters. 122 (14).

95. Limburg, B., Thomas, J. O., Sowa, J. K., Willick, K., Baugh, J., Gauger, E. M., Briggs, G., Andrew, D., Mol, J. A., Anderson, H. L. (2019). Charge-state assignment of nanoscale single-electron transistors from their current-voltage characteristics. Nanoscale. 11 (31).

96. Lin, J., Upadhyaya, T., Lutkenhaus, N. (2019). Asymptotic Security Analysis of Discrete-Modulated Continuous-Variable Quantum Key Distribution. Physical Review X. 9 (4).

97. Lovitz, B. (2019). On decomposable correlation matrices. Linear & Multilinear Algebra.

98. Luo, Z., You, Y-Z., Li, J., Jian, C-M., Lu, D., Xu, C., Zeng, B., Laflamme, R. (2019). Quantum simulation of the non-fermi-liquid state of Sachdev-Ye-Kitaev model. NPJ Quantum Information. 5.

99. Lupini, M., Mancinska, L., Paulsen, V. I., Roberson, D. E., Scarpa, G., Severini, S., Todorov, I. G., Winter, A. (2020). Perfect Strategies for Non-Local Games. Mathematical Physics Analysis and Geometry. 23 (1).

100. Maclean, J-P. W., Schwarz, S., Resch, K. J. (2019). Reconstructing ultrafast energy-time-entangled two-photon pulses. Physical Review A. 100 (3).

101. MacLeod, G. C., Sugiyama, K., Hunter, T. R., Quick, J., Baan, W., Breen, S. L., Brogan, C. L., Burns, R. A.; Garatti, A. Caratti O., Chen, X., Chibueze, J. O., Houde, M., Kaczmarek, J. F., Linz, H., Rajabi, F., Saito, Y., Schmidl, S., Sobolev, A. M., Stecklum, B., Van Den Heever, S. P., Yonekura, Y. (2019). Detection of new methanol maser transitions associated with G358.93-0.03. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 489 (3).

102. Majidy, S. S., Katiyar, H., Anikeeva, G., Halliwell, J., Laflamme, R. (2019). Exploration of an augmented set of Leggett-Garg inequalities using a noninvasive continuous-in-time velocity measurement. Physical Review A. 100 (4).

103. Martin, R. D., Cai, Q., Garrow, T., Kapahi, C. (2019). QExpy: A python-3 module to support undergraduate physics laboratories. Softwarex. 10.

104. Martin-Martinez, E., Rick Perche, T., Torres, Bruno de S. L. (2019). General relativistic quantum optics: Finite-size particle detector models in curved spacetimes. Physical Review D. 101 (4).

105. Maskara, N., Kubica, A., Jochym-O'Connor, T. (2019). Advantages of versatile neural-network decoding for topological codes. Physical Review A. 99 (5).

106. Moghaddam, M. V., Chang, C. W. S., Nsanzineza, I., Vadiraj, A. M., Wilson, C. M. (2019). Carbon nanotube-based lossy transmission line filter for superconducting qubit measurements. Applied Physics Letters. 115 (21).

107. Molina, A., Watrous, J. (2019). Revisiting the simulation of quantum Turing machines by quantum circuits. Proceedings of the Royal Society A-Mathematical Physical and Engineering Sciences. 475 (2226).

108. Morrison, T. (2019). Diophantine Definability of Nonnorms of Cyclic Extensions of Global Fields. Transactions of the American Mathematical Society. 372 (8).

109. Novodchuk, I., Kayaharman, M., Ibrahim, K., Al-Tuairqi, S., Irannejad, M., Abdel-Rahman, E., Sanderson, J., Bajcsy, M., Yavuz, M. (2020). B/N co-doped graphene oxide gel with extremely-high mobility and I-ON/I-OFF for large-area field effect transistors. Carbon. 158.

110. Nsofini, J., Sarenac, D., Cory, D. G., Pushin, D. A. (2019). Coherence optimization in neutron interferometry through defocusing. Physical Review A. 99 (4).

111. Onuma-Kalu, M., Grimmer, D., Mann, R. B., Martin-Martinez, E. (2019). A classification of Markovian fermionic Gaussian master equations. Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical. 52 (43).

112. Ortega, A., McKay, E., Alhambra, A. M., Martin-Martinez, E. (2019). Work Distributions on Quantum Fields. Physical Review Letters. 122 (24).

113. Papageorgiou, M., Pye, J. (2019). Impact of relativity on particle localizability and ground state entanglement. Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical. 52 (37).

114. Park, S., Kwon, S., Lee, S., Khim, S., Bhoi, D., Park, C. B., Kim, K. H. (2019). Interactions in the bond-frustrated helimagnet ZnCr2Se4 investigated by NMR. Scientific Reports. 9.

115. Peterson, J. P. S., Batalhao, T. B., Herrera, M., Souza, A. M., Sarthour, R. S., Oliveira, I. S., Serra, R. M. (2019). Experimental Characterization of a Spin Quantum Heat Engine. Physical Review Letters. 123 (24).

116. Polshyn, H., Naibert, T., Budakian, R. (2019). Manipulating Multivortex States in Superconducting Structures. Nano Letters. 19 (8).

117. Proctor, T. J., Carignan-Dugas, A., Rudinger, K., Nielsen, E., Blume-Kohout, R., Young, K. (2019). Direct Randomized Benchmarking for Multiqubit Devices. Physical Review Letters. 123 (3).

118. Qassim, H., Wallman, J. J., Emerson, J. (2019). Clifford recompilation for faster classical simulation of quantum circuits. Quantum. 3.

119. Raeisi, S., Kieferova, M., Mosca, M. (2019). Novel Technique for Robust Optimal Algorithmic Cooling. Physical Review Letters. 122 (22).

120. Raghunandan, R., Voll, M., Osei, E., Darko, J., Laflamme, R. (2019). A review of applications of principles of quantum physics in oncology: do quantum physics principles have any role in oncology research and applications? Journal of Radiotherapy in Practice. 18 (4).

121. Rajabi, F., Houde, M., Bartkiewicz, A., Olech, M., Szymczak, M., Wolak, P. (2019). New evidence for Dicke's superradiance in the 6.7 GHz methanol spectral line in the interstellar medium. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 484 (2).

122. Rajabi, F., Motlakunta, S., Shih, C-Y., Kotibhaskar, N., Quraishi, Q., Ajoy, A., Islam, R. (2019). Dynamical Hamiltonian engineering of 2D rectangular lattices in a one-dimensional ion chain. NPJ Quantum Information. 5.

123. Ramirez, E. B., Sfigakis, F., Kudva, S., Baugh, J. (2020). Few-electrode design for silicon MOS quantum dots. Semiconductor Science and Technology. 35 (1).

124. Rashedi, A., Ghashghae, F., Sarreshtedari, F., Sabooni, M., Babaei, B., Khavas, S. G. (2019). A highly stable and tunable Extended Cavity Diode Laser. 2019 27th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE 2019).

125. Reimer, M. E., Cher, C. (2019). The quest for a perfect single-photon source. Nature Photonics. 13 (11).

126. Rivas, N., Zhong, S., Dekker, T., Cheng, M., Gicala, P., Chen, F., Luo, X., Sun, Y., Petruk, A. A., Pichugin, K., Tsen, A. W., Sciaini, G. (2019). Generation and detection of coherent longitudinal

acoustic waves in ultrathin 1T'-MoTe2. Applied Physics Letters. 115 (22).

127. Sadeghi, I., Tam, M. C., Wasilewski, Z. R. (2019). On the optimum off-cut angle for the growth on InP(111)B substrates by molecular beam epitaxy. Journal of Vacuum Science & Technology B. 37 (3).
128. Sahafi, P., Rose, W., Jordan, A., Yager, B., Pisciteli, M., Budakian, R. (2020). Ultralow Dissipation Patterned Silicon Nanowire Arrays for Scanning Probe Microscopy. Nano Letters. 20 (1).
129. Samutpraphoot, P., Dordevic, T., Ocola, P. L., Bernien, H., Senko, C., Vuletic, V., Lukin, M. D. (2020). Strong Coupling of Two Individually Controlled Atoms via a Nanophotonic Cavity. Physical Review Letters. 124 (6).
130. Sarenac, D., Clark, C. W., Cory, D. G., Kapahi, C., Heacock, B., Huber, M. G., Nsofini, J., Shahi, C. B., Pushin, D. A. (2019). Structured neutron waves. Optical, Opto-Atomic, and Entanglement-Enhanced Precision Metrology. 10934.
131. Sarenac, D., Kapahi, C., Chen, W., Clark, C. W., Cory, D. G., Huber, M. G., Taminiau, I., Zhernenkov, K., Pushin, D. A. (2019). Generation and detection of spin-orbit coupled neutron beams. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 116 (41).
132. Schmid, D., Ried, K., Spekkens, R. W. (2019). Why initial system-environment correlations do not imply the failure of complete positivity: A causal perspective. Physical Review A. 100 (2).
133. Schoendorf, M., Lupascu, A., Wilhelm, F. K. (2020). Flux-qubit readout in the persistent-current basis at arbitrary bias points. Physical Review A. 101 (1).
134. Seah, S., Nimmrichter, S., Grimmer, D., Santos, J. P., Scarani, V., Landi, G. T. (2019). Collisional Quantum Thermometry. Physical Review Letters. 123 (18).
135. Semnani, B., Flannery, J., Al Maruf, R., Bajcsy, M. (2020). Spin-preserving chiral photonic crystal mirror. Light-Scientific & Applications. 9 (1).
136. Semnani, B., Flannery, J., Ding, Z., Al Maruf, R., Bajcsy, M. (2019). Spin-Preserving Chiral Photonic Crystal Mirror. 2019 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO).
137. Semnani, B., Jago, R., Safavi-Naein, S., Majedi, H., Malic, E., Tassin, P. (2019). Anomalous optical saturation of low-energy Dirac states in graphene and its implication for nonlinear optics. 2D Materials. 6 (3).
138. Shi, Y., Bergeron, E., Sfigakis, F.,Baugh, J., Rwasilewski, Z. (2019). Hillock-free and atomically smooth InSb QWs grown on GaAs substrates by MBE. Journal of Crystal Growth. 513.
139. Slofstra, W. (2020). Tsirelsons Problem and an Embedding Theorem for Groups Arising from Non-Local Games. Journal of the American Mathematical Society. 33 (1).
140. Sriram, P., Kalantre, S. S., Gharavi, K., Baugh, J., Muralidharan, B. (2019). Supercurrent interference in semiconductor nanowire Josephson junctions. Physical Review B. 100 (15).
141. Stritzelberger, N., Kempf, A. (2020). Coherent delocalization in the light-matter interaction. Physical Review D. 101 (3).
142. Sun, W. K. C., Cooper, A., Cappellaro, P. (2020). Improved entanglement detection with subspace witnesses. Physical Review A. 101 (1).
143. Tannous, R., Ye, Z., Jin, J., Kuntz, K. B., Lutkenhaus, N., Jennewein, T. (2019). Demonstration of a 6 state-4 state reference frame independent channel for quantum key distribution. Applied Physics Letters. 115 (21).
144. Tannous, R., Ye, Z., Jin, J., Kuntz, K. B., Lutkenhaus, N., Jennewein, T. (2019). Demonstration of a 6 state-4 state reference frame independent channel for quantum key distribution. Applied Physics Letters. 115 (23).
145. Tansuwannont, T., Chamberland, C., Leung, D. (2020). Flag fault-tolerant error correction, measurement, and quantum computation for cyclic Calderbank-Shor-Steane codes. Physical Review A. 101 (1).
146. Teoh, Y. H., Drygala, M., Melko, R. G., Islam, R. (2020). Machine learning design of a trapped-ion quantum spin simulator. Quantum Science and Technology. 5 (2).
147. Thakur, S., Semnani, B., Safavi-Naeini, S., Majedi, A. M. (2019). Experimental Characterization of the Ultrafast, Tunable and Broadband Optical Kerr Nonlinearity in Graphene. Scientific Reports. 9.
148. Thew, R., Jennewein, T., Sasaki, M. (2020). Focus on quantum science and technology initiatives around the world. Quantum Science and Technology. 5 (1).
149. Thomas, J. O., Limburg, B., Sowa, J. K., Willick, K., Baugh, J., Briggs, G. A. D., Gauger, E. M., Anderson, H. M., Mol, J. A. (2019). Understanding resonant charge transport through weakly coupled single-molecule junctions. Nature Communications. 10.

150. Tian, L., Di Mario, L., Sivan, A. K., Catone, D., O'Keeffe, P., Paladini, A., Turchini, S., Martelli, F. (2019). Carrier dynamics in silicon nanowires studied via femtosecond transient optical spectroscopy from 1.1 to 3.5eV. Nanotechnology. 30 (21).

151. Trenyi, R., Lutkenhaus, N. (2020). Beating direct transmission bounds for quantum key distribution with a multiple quantum memory station. Physical Review A. 101 (1).

152. Wang, D-S. (2019). Quantum computing with sine-Gordon qubits. Physical Review B. 100 (2).

153. Wang, D-S. (2020). A Local Model of Quantum Turing Machines. Quantum Information & Computation. 20 (3-4).

154. Wang, D-S. (2020). Classes of topological qubits from low-dimensional quantum spin systems. Annals of Physics. 412.

155. Wang, H., Blencowe, M. P., Wilson, C. M., Rimberg, A. J. (2019). Mechanically generating entangled photons from the vacuum: A microwave circuit-acoustic resonator analog of the oscillatory Unruh effect. Physical Review A. 99 (5).

156. Wills, P., Knill, E., Coakley, K., Zhang, Y. (2020). Performance of Test Supermartingale Confidence Intervals for the Success Probability of Bernoulli Trials. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. 125.

157. Xiao, M., Shen, D., Futscher, M. H., Ehrler, B., Musselman, K. P., Duley, W. W., Zhou, Y. N. (2020). Threshold Switching in Single Metal-Oxide Nanobelt Devices Emulating an Artificial Nociceptor. Advance Electronic Materials. 6 (1).

158. Xin, T., Hao, L., Hou, S-Y., Feng, G-R., Long, G-L. (2019). Preparation of pseudo-pure states for NMR quantum computing with one ancillary qubit. Science China-Physics Mechanics & Astronomy. 62 (6).

159. Xin, T., Lu, S., Cao, N., Anikeeva, G., Lu, D., Li, J., Long, G., Zeng, B. (2019). Local-measurement-based quantum state tomography via neural networks. NPJ Quantum Information. 5.

160. Yargic, Y., Sberna, L., Kempf, A. (2020). Which part of the stress-energy tensor gravitates? Physical Review D. 101 (4).

161. Yokoyama, S., Dalla Pozza, N., Serikawa, T., Kuntz, K. B., Wheatley, T. A., Dong, D., Huntington, E., Yonezawa, H. (2019). Characterization of entangling properties of quantum measurement via two-mode quantum detector tomography using coherent state probes. Optics Express. 27 (23).

162. Yoo, H., Engelke, R., Carr, S., Fang, S., Zhang, K., Cazeaux, P., Sung, S. K., Hoyden, R., Tsen, A. W., Taniguchi, T., Watanabe, K., Yi, G-C., Kim, M., Luskin, M., Tadmor, E. B., Kaxiras, E., Kim, P. (2019). Atomic and electronic reconstruction at the van der Waals interface in twisted bilayer graphene. Nature Materials. 18 (5).

163. Yoon, T., Anderson, P., Duong, B., Vickers, C., Ding, Z., Lin, S-X., Flannery, J., Al Maruf, R., Rajabi, F., Qiu, J., Semnani, B., Bajcsy, M. Photon storage and interactions in cold atomic ensembles inside hollow-core fibers. Optical, Opto-atomic, and Entanglement-Enhanced Precision Metrology. 10934.

164. Yoon, T., Anderson, P., Lin, S-X., Duong, B., Bajcsy, M. (2019). Optimizing the dipole trap for loading laser-cooled atoms into hollow-core fibers. 2019 Conference on Lasers and Electro-optics (CLEO).

165. Yoon, T., Ding, X., Flannery, J., Rajabi, F., Bajcsy, M. (2019). Monitoring Raman emission through state population in cold atoms confined inside a hollow-core fiber. Optics Express. 27 (13).

166. Yoon, T., Kim, N. Y. (2019). POLARITONS Where two quantum fluids meet. Nature Photonics. 13 (7).

167. Zanon, G. H. M., Simplicio, M. A. Jr., Pereira, G. C. C. F., Doliskani, J., Barreto, Paulo S. L. M. (2019). Faster Key Compression for Isogeny-Based Cryptosystems. IEE Transactions on Computers. 68 (5).

168. Zeeshan, M., Sherlekar, N., Ahmadi, A., Williams, R. L., Reimer, M. E. (2019). Proposed Scheme to Generate Bright Entangled Photon Pairs by Application of a Quadrupole Field to a Single Quantum Dot. Physical Review Letters. 122 (22).

169. Zhang, S., Lin, J., Miao, G-X., Li, S., Zhao, G., Wang, X., Li, Q., Cao, D., Xu, J., Yan, S., Lu, Y. (2019). Ultrahigh Frequency and Anti-Interference Optical-Mode Resonance with Biquadratic Coupled FeCoB/Ru/FeCoB Trilayers. ACS Applied Materials & Interfaces. 11 (51).

170. Zhu, C., Lan, T., Wen, X-G. (2019). Topological nonlinear sigma-model, higher gauge theory, and a systematic construction of 3+1D topological orders for boson systems. Physical Review B. 100 (4).

171. Lee, CDY; Watrous, J (2020). Detecting mixed-unitary quantum channels in NP-hard. Quantum. 4 (253)

C. Professeurs, professeur-chercheur adjoint et associés de recherche

Professeurs

Michal Bajcsy
Jonathan Baugh
Raffi Budakian

Kyung Soo Choi
Richard Cleve
David Cory
Joseph Emerson
David Gosset
Alan Jamison
Thomas Jennewein
Na Young Kim
Raymond Laflamme
Debbie Leung
Adrian Lupascu
Norbert Lutkenhaus
Matteo Mariantoni
Guo-Xing Miao
Michele Mosca
Christine Muschik
Ashwin Nayak
Vern Paulsen
Dmitry Pushin
K. Rajibul Islam
Michael Reimer
Kevin Resch
Crystal Senko
William Slofstra
Adam Wei Tsen
Joel Wallman
John Watrous
Christopher Wilson
Jon Yard

Professeure-chercheuse adjointe

Françoise Sfigakis

Associés de recherche

Razaieh Annabestani
Alexandre Cooper-Roy
Brandon Higgins
Katanya Kuntz
Bill Munson
George Nicols
Mahmood Sabooni
Dusan Sarenac
Goutam Tamvada
Ben Yager

D. Collaborations

Professeur	Institution ou entreprise
Michal Bajcsy	Université de l'État de Washington, Seattle, États-Unis, A. Majumdart xlim, Limoges, France, F. Benabid Collège de William et Mary, Williamsburg, Virginie, Chi-Kwong Li M2Lasers, États-Unis
Jonathan Baugh	Recherche et développement pour la défense Canada Conseil national de recherches du Canada, Centre de recherche sur les technologies de sécurité et de rupture Collaboration avec Kennedy Labs, par le truchement du projet d'engagement partenarial du CRSNG Département des matériaux, Université d'Oxford, Royaume-Uni, équipe du professeur Andrew Briggs Département de génie électrique, IIT Bombay, Inde, équipe du professeur Bhaskaran Muralidharan
Kyung Soo Choi	Recherche et développement pour la défense Canada M2Lasers, États-Unis
David Gosset	IBM, États-Unis, S. Bravyi et R. Movassagh
Thomas Jennewein	C2C, Canada Agence spatiale canadienne, Montréal, Canada DotFAST, Allemagne Excelitas (auparavant Perkin Elmer), Canada Université Macquarie, Royaume-Uni Université McGill, Canada Institut national d'optique (INO), Canada Université nationale de Singapour Neptec, Ottawa, Canada NIST, Boulder, États-Unis Institut Périmètre de physique théorique, Canada École polytechnique de Milan, Italie Princeton Lightwave, États-Unis Université Rockefeller à New York, États-Unis Université de Calgary, Canada Université d'Innsbruck, Autriche Université de Séville, Espagne Université de Toronto, Canada Université de Torun, Pologne Université de Vienne, Autriche Université de Waterloo, Canada Université de Padoue, Italie Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, États-Unis Université du Queensland, Australie Université de la Californie, États-Unis Institut des sciences photoniques, Barcelone, Espagne Conseil national de recherches du Canada Honeywell (auparavant ComDev), Canada Institut de recherches Raman, Inde Xiphos, Montréal, Canada

Adrian Lupascu	Université du Surrey, Royaume-Uni, Eran Ginossar Université de Waterloo, Canada, Eduardo Martin Martinez Sahel Ashhab, Institut de recherche sur l'environnement et l'énergie du Qatar Juan Jose Garcia Ripoll, Institut de physique fondamentale, Madrid, Espagne Technion, North York, ON, Canada, Eyal Buks Université de la Sarre, Allemagne, Frank Wilhelm Programme d'optimisation quantique améliorée, ARO, États-Unis Daniel Lidar, Université de la Californie du Sud, États-Unis Birgitta Whaley, Université de la Californie à Berkeley, États-Unis Northrop Grumman Corporation, États-Unis
Norbert Lütkenhaus	NTT, Japon (Yanbao Zhan) BBN, États-Unis, (Hari Krovi, Luke Govia) Bourse des valeurs canadiennes, Canada Conseil national de recherches du Canada Institut européen des normes de télécommunications (ETSI), France (vice-président du groupe de spécification industriel sur la DQC), coordonnateur de la certification en matière de DQC Conseil canadien des normes, membre des groupes de complément de l'UIT
Guo-Xing Miao	Université de Qingdao, Chine Université Fudan, Chine Institut de technologie du Massachusetts, États-Unis
Michele Mosca	Institut européen des normes de télécommunications, France Institut de science et technologie quantiques (IQST), Université de Calgary, Canada Université de Montréal, Canada Tech Capital Partners, Canada Université McGill, Canada Honeywell (auparavant ComDev), Canada Institut Périmètre de physique théorique, Canada Institut national des normes et de la technologie (NIST), États-Unis Institut fédéral suisse de technologie de Zurich (ETHZ), Suisse ID Quantique, Suisse Institut de la sécurité, de la confidentialité et de la qualité de l'information, Canada Centre de technologies quantiques (CQT), Université nationale de Singapour Security Innovations, États-Unis Institut Tutte de mathématiques et d'informatique, Canada Centre d'excellence de l'Ontario, Canada MITACS, Canada Trustpoint, Canada SERENE, Canada Approach Infinity inc., Canada Université d'Ottawa, Canada Gouvernement du Canada InfoSec Global, Canada SignitSure inc., Canada
Christine Muschik	Synchrotron allemand à électrons (DESY), Allemagne Institut d'optique et d'information quantiques (IQOQI), Autriche Institut Périmètre de physique théorique (fondements quantiques), Canada Université York, Canada Université d'Innsbruck, Autriche
Ashwin Nayak	Laboratoires Fujitsu des États-Unis

Kevin Resch	Conseil national de recherches du Canada Institut Périmètre de physique théorique, Canada Université de Guelph, Canada
Adam Wei Tsen	Université Cornell, Ithaca, NY, États-Unis Université du Michigan, États-Unis Université Texas Tech, Lubbock, TX, États-Unis Université du Texas à Austin, États-Unis Institut Weizmann des sciences, Israël Université Renmin de Chine Académie chinoise des sciences, Beijing, Chine POSTECH, Corée du Sud
John Watrous	Université d'État de l'Iowa, États-Unis
Christopher Wilson	Université du Pays Basque, Bilbao, Espagne, professeur Enrique Solano Université Koç d'Istambul, Turquie, professeur Ozgur Mustecaplioglu Université d'Autriche, professeure Ivette Fuentes Anyon Systems inc., Dorval, QC, Canada NIST, Boulder, États-Unis, Jose Aumentado, Ph.D.

E. Postdoctorants

Dmitry Akhmetzyanov
Anurag Anshu
Pablo Arnault
Yasar Yilmaz Atas
Yosri Ayadi
Ferhat Aydinogluy
Salil Bedkihal
Divya Bharadwaj
Nina Bindel
Xavier Bonnetain
Long Cheng
Matthew Coudron
Matthew Day
Luca Dellantonio
Ying Dong
Jinjin Du
Dmytro Dubyna
Huseyin Ekinci
Kun Fang
Jeremy Flannery
Virginia Frey
Vlad Gheorghiu
Mark Girard
Daniel Grier
Holger Haas
Jan Haase
Roland Habluetzel
Sara Hosseini
Yonaton Hovav
Aaron Hutchinson
Pavithran Iyer
Amin Jahanpour
Hemant Katiyar
Aleksander Kubica
Tian Lan
Felix Leditzky
Peng Li
Travis Morrison
Priyanka Mukhopadhyay
Mohamad Niknam
Ibrahim Nsanzineza
Hakop Pashayan
Geovandro Pereira
John Peterson Pinheiro daSilva
Michele Piscitelli
Fereshteh Rajabi
Pooya Ronagh
Pardis Sahafi
Luke Schaeffer
Behrooz Semnani
Daozhi Shen
Arjun Shetty
Sajeed Shihan
Dogan Sinar
Daniel Tennent
Lin Tian
Robbyn Trappen
Michael Vasmer
Dongsheng Wang
Shun Yanai
Rui Yang
Taehyun Yoon
Muhammet(Ali) Yurtalan
Jinglei Zhang
Pan Zheng

F. Étudiants diplômés

Doctorants

Eugene Adjei
Arash Ahmadi
Rubayet Al Maruf
Matthew Amy
Vadiraj Ananthapadmanabha Rao
Paul Anderson
Shima Bab Hadiashar
Eduardo Barrera Ramirez
Stefanie Beale
Jeremy Bejanin
Marian Berek
Emma (Annelise) Bergeron
Kristine Boone
Can (John) Bostanci
Brendan Bramman
Brandon Buonacorsi
Jamal Busnaina
Andrew Cameron
Ningping Cao
Arnaud Carignan-Dugas
Poompong Chaiwongkhot
Chung Wai Sandbo Chang
Jiahui Chen
Wan Cong
Xi Dai
Padraig Daly
Jack Davis
Jose de Ramon Rivera
Rahul Deshpande
Carolyn Earnest
Jeremy Flannery
TC Fraser
Nicolas Funai
Kaveh Gharavi
Adina Goldberg
Daniel Grimmer
Lane Gunderman
Holger Haas
Samuel Harris
Laura Henderson
Dmitri Iouchtchenko
Rabiul Islam
Aditya Jain
Andrew Jena
Andrew Jordan
Junan Lin
Sheng-Xiang Lin
Li Liu
Guofei (Phillip) Long
Richard Lopp
Benjamin Lovitz
Pei Jiang Low
Shayan Majidy
Antonio Martinez
Caroline Laure Mbakob Tchouawou
Arthur Mehta
Nizar Messaoudi
Maryam Mirkamali
Abel Molina
Sainath Motlakunta
Mike Nelson
Sung Eun (Paul) Oh
Jean-Luc Orgiazzi
Pablo Jaime Palacios Avila
Maria Papageorgiou
Tarun Patel
Connor Paul-Paddock
Kevin Piche
Pritam Priyadarsi
Jason Pye
Hammam Qassim
Richard Rademacher
Annie Ray
He (Ricky) Ren
Nayeli Rodriguez Briones
Allison Sachs
John Schanck
David Schmid
Ala Shayeghi
Nachiket Sherlekar
Gilbert (Chung-You) Shih
Nadine Stritzelberger
Nigar Sultana
Huichen Sun
Ramy Tannous
Sahand (Seyed) Tabatabaei
Theerapat Tansuwannont
Burak Tekcan
Archana Tiwari
Erickson Tjoa

Chi Hang (Angus) Kan
Hemant Katiyar
Maria Kieferova
Nikhil Kotibhaskar
Meenu Kumari
Youn Seok Lee
Jason LeGrow
Lin Li
Madelaine Liddy
Piers Lillystone
Jie Lin
Kent Ueno
Brad van Kasteren
Guillaume Verdon-Akzam
Sebastian Verschoor
Sean Walker
Kyle Willick
Bowen Yang
HeeBong Yang
Muhammet Yurtalan
Mohd Zeeshan
Shazhou (Joey) Zhong

Étudiants à la maîtrise

Matthew Alexander
Julia Amoros Binefa
Athena Rogozinski
Michael Chen
Sandra Cheng
Alex Currie
Yutong Dai
Patrick Daley
Stephanie Daley
Tina Dekker
Andy (Zhenghao) Ding
Brian Duong
Elijah Durso-Sabina
Marcus Edwards
Mohamed El Mandouh
Ryan Ferguson
Dominic Fluet
Taylor Fraser
Sayan Gangopadhyay
Turner Garrow
Ian George
Soumik Ghosh
Michael Grabowecky
Noah Greenberg
Aaron Gross
Stephen Harrigan
Melissa Henderson
Nairong Hou
Shih-Chun (Jimmy) Hung
Jaron Huq
Noah Janzen
Samuel Jaques
David Jepson
Xiaoran Li
Calvin (Yinchen) Liu
Guofei (Phillip) Long
Angus Lowe
Xiuzhe (Roger) Luo
Anton (Tony) Lutsenko
Mary Katherine MacPherson
AJ (Alan) Malcolm
Maria Maristany
Ashutosh Marwah
Morgan Mastrovich
Denis Melanson
Irene Melgarejo
Ejaaz Merali
Kimia Mohammadi
Shlok Nahar
Olivier Nahman-Lévesque
Étude O'Neel-Judy
Daniel Paulson
Evan Peters
Clifford Plesha
Vinodh Raj Rajagopal Muthu
Shixin (Shaun) Ren
Joshua Ruebeck
Romain Ruhlmann
Manas Sajjan
Supratik Sarkar
Thomas Schneider
Jiahao Shi
Yu (Jerry) Shi
Kosar Shirinzadeh Dastgiri
Petar Simidzija
Joshua Skanes-Norman

Connor Kapahi
Jeremy Kelly-Massicotte
Alexander Kerzner
Bohdan Khromets
Michael (Mike) Kobierski
Michal Kononenko
Joanna Krynski
Kohdai Kuroiwa
Fehime (Sema) Kuru
Guldam Kwak
Dariusz Lasecki
Colin Lee
Kai Hong (Nicky) Li
Sebastian Slaman
Andrew Stasiuk
Zewen Sun
Yi Hong Teoh
Twesh Upadhyaya
Nikolay Videnov
Luyao Wang
Samuel Winnick
Austin Woolverton
Wilson Wu
Ruoxuan Xu
Fangzhou Yin

G. Invitations comme conférencier et participations à des conférences

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
Michal Bajscy	Atelier *Innovateurs dans le domaine quantique*	IQC, Waterloo, ON, Canada, du 30 septembre au 3 octobre 2019
	Miroirs dichroïques selon la polarisation pour l'optique quantique avec ensembles atomiques	Détection quantique, compression de spin et technologies connexes, conférence *Photonics West* de SPIE, San Francisco, CA, États-Unis, le 1er février 2020
Jonathan Baugh	Dispositifs nanométriques pour l'information quantique	Centre d'études supérieures de Guelph et Waterloo en chimie, Guelph, ON, Canada, octobre 2019
	Architecture en réseau pour le calcul quantique topologique avec du silicium	Conférence européenne sur les circuits à semiconducteurs, Cracovie, Pologne, septembre 2019
	Une voie vers le calcul quantique avec du silicium	Conférence canadienne sur la science et la technologie des semiconducteurs, Saskatoon, SK, Canada, juillet 2019
	Une voie vers le calcul quantique avec du silicium	Séminaire de physique de l'Université McGill, Montréal, QC, Canada, avril 2019
	Spin Canada (organisateur principal)	Montebello, QC, Canada, juin 2019
	Illumination quantique : de la théorie à la pratique	IQC, Waterloo, ON, Canada, décembre 2019
Raffi Budakian	*NanoMRI 7*	Institut Weizmann des sciences, (présentation en ligne lors d'une conférence virtuelle), du 29 mars au 2 avril 2020
Kyung Soo Choi	EDQ à N corps avec des atomes et des photons : un nouvel environnement pour l'optique quantique	Institut de science et technologie d'Okinawa, Japon, juin 2019
	EDQ à N corps avec des atomes et des photons : un nouvel environnement pour l'optique quantique	Symposium de l'Institut des sciences fondamentales sur l'informatique quantique atomique, Séoul, Corée du Sud, juin 2019
	EDQ à N corps avec des atomes et des photons : un nouvel environnement pour l'optique quantique	Frontières en optique, Division de la science des lasers 2019, Société américaine d'optique et Société américaine de physique, Washington, DC, septembre 2019
Richard Cleve	Que peut-on faire avec l'intrication extrême?	Réunion d'automne de la Société allemande de physique sur la physique quantique et les technologies de l'information, Fribourg, Allemagne, septembre 2019
	Détournement de l'intrication et jeux non locaux	Réunion de la Station internationale de recherche de Banff sur le problème d'intégration de Connes à N facettes, Banff, AB, Canada, juillet 2019
David Gosset	Avantage quantique de circuits peu profonds et bruyants	Colloque mathématique de l'Université Dalhousie, Halifax, NS, Canada, le 11 avril 2019
	Avantage quantique de circuits peu profonds et bruyants	Xanadu AI, Toronto, ON, Canada, le 29 mai 2019
	Avantage quantique de circuits quantiques peu profonds et bruyants	Invitation à la conférence TQC, College Park, Maryland, États-Unis, le 5 juin 2019
	Simulation de circuits quantiques par des décompositions de stabilisateurs de rang inférieur	Invitation à la conférence NISQ, College Park, Maryland, États-Unis, le 7 juin 2019
	Loi de sous-volume d'intrication pour des systèmes de spin 2D sans frustration	*QMATH 14*, Université d'Aarhus, Danemark, le 14 août 2019
	Algorithmes classiques pour des valeurs moyennes quantiques	Institut de sciences mathématiques (ICMAT), Madrid, Espagne, le 10 octobre 2019

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
	Algorithmes d'approximation pour des problèmes quantiques à N corps	Atelier sur l'analyse non commutative, la complexité algorithmique et l'information quantique, Centre des sciences et applications mathématiques de l'Université Harvard, Cambridge, États-Unis, le 18 octobre 2019
	Algorithmes classiques pour des valeurs moyennes quantiques	*QIP 2020*, Shenzhen, Chine, le 6 janvier 2020
	Algorithmes classiques pour des valeurs moyennes quantiques	Atelier du Centre Simons sur les algorithmes quantiques, Berkeley, CA, États-Unis, le 26 février 2020
Thomas Jennewein	Vers des communications quantiques mondiales par satellite	OSA, Rome, Italie, du 4 au 6 avril 2019
	Panéliste à une table ronde sur l'université, l'industrie et le gouvernement	OSA, Melbourne, FL, États-Unis, le 16 mai 2019
	Vers des communications quantiques mondiales fondées sur des liens quantiques du sol vers l'espace	*Photonics North*, Québec, QC, Canada, le 21 mai 2019
	Communications quantiques par satellite	Université de Waterloo, ON, Canada, le 21 juin 2019
	Réseaux mondiaux de communications quantiques : liens quantiques du sol vers l'espace	AFRL, Rome, NY, États-Unis, du 9 au 11 juillet 2019
	Communications quantiques dans l'espace et vers des satellites	Université de Waterloo, ON, Canada, les 22 et 23 juillet 2019
	Nouvelles avenues en vue de communications quantiques robustes dans l'espace	Université nationale de Singapour, le 29 août 2019
	Nouvelles avenues en vue de communications quantiques robustes dans l'espace	QOLS, Collège impérial de Londres, Royaume-Uni, le 25 septembre 2019
	Nouvelles techniques de canaux quantiques du sol vers l'espace	*QTX-3*, Newport, Royaume-Uni, le 27 septembre 2019
	Participation seulement	Atelier sur le réseau Internet quantique au Canada, Toronto, ON, Canada, les 1er et 2 octobre 2019
	Nouvelles avenues en vue de communications quantiques robustes dans l'espace	Université de Chicago, États-Unis, les 24 et 25 octobre 2019
	Vers un réseau Internet quantique mondial à l'aide d'un récepteur satellitaire de communications quantiques	ICSCC, Okinawa, Japon, du 28 au 31 octobre 2019
	Vers un réseau Internet quantique, et ses applications	Brookhaven, NY, États-Unis, le 19 novembre 2019
	Le réseau Internet quantique, et ses applications	IQC, Waterloo, ON, Canada, les 3 et 4 décembre 2019
Na Young Kim	L'informatique quantique aux États-Unis et au Canada	Conférence canado-coréenne sur les sciences et la technologie, Association canado-coréenne des scientifiques et ingénieurs, Banff, AB, Canada, le 16 juin 2019
	Exciton-polariton de Bloch dans une structure 2D en nid d'abeille, et treillis de Kagome	*Les femmes et la physique au Canada 2019*, Université McGill, Montréal, QC, Canada, le 27 juin 2019
	Simulation quantique d'un exciton-polariton de Bloch	Atelier des universités de Waterloo et HKUST sur les technologies quantiques émergentes dans les systèmes à l'état solide et atomiques, IQC, Waterloo, ON, Canada, le 22 juillet 2019

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
	Systèmes à l'état solide réalisables : puits quantiques et nanotubes de carbone	Matériaux quantiques 2019, Université de Waterloo, ON, Canada, le 26 juillet 2019
	Propriétés de bruit à basse fréquence des transistors CMOS à des températures cryogéniques	Conférence américano-coréenne 2019 : Science, génie et santé pour des collectivités supportables, Fédération coréenne des sociétés de science et technologie, Chicago, IL, États-Unis, le 15 août 2019
	Passé, présent et avenir de la physique quantique : laboratoire d'innovation quantique	Conférence américano-coréenne 2019 : Science, génie et santé pour des collectivités supportables, Fédération coréenne des sociétés de science et technologie, Chicago, IL, États-Unis, le 17 août 2019
	Caractérisation de pellicules de Langmuir et Blodgett au nitrure de bore hexagonal	19e conférence canadienne sur la science et la technologie des semiconducteurs, Alan J. Malcolm, Université de la Saskatchewan, SK, Canada, le 19 juillet 2019
Debbie Leung	Jeu non local (inégalité de Bell) fondé sur le détournement de l'intrication où l'on ne peut gagner (violer l'inégalité) de manière optimale avec une quantité d'intrication finie (i.e. preuve de non-fermeture des corrélations quantiques à l'aide du détournement de l'intrication), marches quantiques et tâches de traitement de l'information	Réunion de la Station internationale de recherche de Banff, Calgary, AB, Canada, du 21 au 26 avril 2019
	Jeu non local fondé sur le détournement de l'intrication où l'on ne peut jouer de manière optimale avec une quantité d'intrication finie	Réunion du Programme d'informatique quantique de l'ICRA, Montréal, QC, Canada, du 14 au 17 mai 2019
	Détournement de l'intrication	Colloque de l'Institut Périmètre, Waterloo, ON, Canada, le 28 mai 2019
	Les curieuses capacités des canaux quantiques	Séminaire de l'Initiative sur l'information et le calcul quantiques (QICi), Université de Hong Kong, Chine, le 9 août 2019
	Les curieuses capacités des canaux quantiques	Forum des jeunes chercheurs sur la science de l'information quantique, Université nationale Tsing Hua, Taïwan, Chine, du 14 au 16 août 2019
	Détournement de l'intrication et ses applications	19e conférence asiatique sur la science de l'information quantique (AQIS), KIAS, Séoul, Corée du Sud, du 19 au 23 août 2019
	Preuve simple de non-fermeture des corrélations quantiques à l'aide du détournement de l'intrication	Aspects analytiques et combinatoires de la théorie de l'information quantique, Centre international de sciences mathématiques (ICMS), Université d'Édimbourg, Royaume-Uni, du 9 au 13 septembre 2019
	Détournement de l'intrication et ses applications	Théorie de l'information quantique : Semaine thématique sur les fondements de l'information quantique, ICMAT, Université autonome de Madrid, Espagne, du 23 au 27 septembre 2019
	Incompressibilité des distributions classiques	Séminaire du CQuIC, Université du Nouveau-Mexique, États-Unis, le 14 novembre 2019
	Incompressibilité des distributions classiques	Colloque de l'Institut Tutte, Université de Waterloo, ON, Canada, le 29 novembre 2019
Adrian Lupascu	Étude de la connectivité dans des recuiseurs quantiques	Université de la Californie du Sud, Los Angeles, CA, États-Unis, le 25 février 2020
	Conception d'interactions d'ordre élevé et de grande portée pour les recuiseurs quantiques	Colloque de physique, Université de la Californie à Merced, Los Angeles, CA, États-Unis, le 28 février 2020

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
Norbert Lutkenhaus	Acheminement et gestion de l'intrication dans un grand réseau quantique	Atelier sur la science des réseaux quantiques, Université de l'Arizona, Tucson, États-Unis, les 13 et 14 mai 2019
	Communications quantiques avec des états cohérents de la lumière	*Quantum 2019*, Cavallerizza Reale, Université de Turin, Italie, du 26 mai au 1er juin 2019
	Communications quantiques avec des états cohérents de la lumière	*CEWQO 2019*, Université de Paderborn, Allemagne, du 3 au 7 juin 2019
	Bornes supérieure et inférieure en distribution quantique de clés	*QTS 2019*, Montréal, QC, Canada, du 1er au 5 juillet 2019
	Communications quantiques avec des états cohérents de la lumière	Université de Paderborn, Allemagne, le 9 juillet 2019
	Communications quantiques avec des états cohérents de la lumière	Université de Vienne, Autriche, le 4 décembre 2019
Matteo Mariantoni	Portes et dissipation dans les circuits quantiques supraconducteurs	Séance d'information de l'IQC et de TQT, Waterloo, ON, Canada, le 12 décembre 2019
	Porte DEMUXYZ faisant appel à une seule chaîne de micro-ondes pour de multiples qubits; matériaux et procédés de traitement de l'information quantique	Allocution lors du 66e symposium et exposition de l'AVS, Centre des congrès du Grand Columbus, OH, États-Unis, du 20 au 25 octobre 2019
	Réduction de défauts d'état à 2 niveaux dans des résonateurs et qubits supraconducteurs	Réunion et exposition du printemps 2019 de la MRS, Centre des congrès de Phoenix, AZ, États-Unis, du 22 au 26 avril 2019
Guo-Xing Miao	Matériaux topologiques en couches	Rencontre université-industrie sur les technologies quantiques, Université de Shanghai, Chine, septembre 2019
	Utilisation d'ions de lithium pour des applications de traitement de données	Université agricole du Shandong, Taïwan, Chine, avril 2019
	Utilisation d'ions de lithium pour des applications de traitement de données	Institut de physique, Académie chinoise des sciences, Beijing, Chine, avril 2019
Michele Mosca	Vers un avenir quantique plus sûr	Symposium sur la technologie des chaînes de blocs, Toronto, ON, Canada, le 28 février 2020
	Informatique quantique et sécurité des TI	Institut Fraunhofer de la sécurité des TI (SIT), Darmstadt, Allemagne, le 28 janvier 2020
	Vers un avenir quantique sûr	Conférence éminente de CASA, Université de Bochum, Allemagne, le 27 janvier 2020
	Le contexte de la sécurité quantique	École d'hiver d'IDQ sur la cybersécurité quantique, Genève, Suisse, le 25 janvier 2020
	Mise à jour sur l'informatique quantique	Webinaire (en ligne) du comité X9 de l'ASC X9, le 23 janvier 2020
	La sécurité à l'ère quantique	Conférence *CROSSING 2019*, Darmstadt, Allemagne, les 9 et 10 septembre 2019
	Cybertalent, compétences et préparation à l'ère quantique	Réunion des membres du Conseil stratégique des DPI, Toronto, ON, Canada, le 8 janvier 2020
	Compétence en cybersécurité – Planification de la préparation à la cryptographie postquantique	Webinaire (en ligne) du Groupe de compétence en cybersécurité (CRCG), le 19 décembre 2019
	Informatique quantique	Réunion annuelle de l'Institut de la finance internationale (IIF), Washington, DC, États-Unis, le 18 octobre 2019
	Fait au Canada – l'importance d'une technologie canadienne de la sécurité	*SecTor2019*, Toronto, ON, Canada, le 10 octobre 2019
	La sécurité dans l'avenir quantique	Conférence publique de la série *Entangled* (Intrication) IQC, Waterloo, ON, Canada, le 26 septembre 2019

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
	Préparation pour les possibilités et la sécurité à l'ère quantique	Table ronde sur la sécurité et les stratégies à l'ère quantique, Centre de perfectionnement des cadres, École Lazaridis, Kitchener, ON, Canada, le 19 septembre 2019
	Comprendre l'état actuel de la situation, les menaces et les possibilités de l'informatique quantique en matière de sécurité des communications	Conférence *Quantum Tech*, Boston, MA, États-Unis, les 11 et 12 septembre 2019
	Construire un avenir quantique plus sûr	9e conférence internationale sur la cryptographie quantique (*QCrypt2019*), Montréal, QC, Canada, le 26 août 2019
	Unir nos forces en cas d'incident de sécurité	Atelier *True North*, Waterloo, ON, Canada, le 20 juin 2019
	Informatique quantique	Réunion du réseau d'innovation financière du Conseil de la stabilité financière (FSB), Toronto, ON, Canada, le 18 juin 2019
	Vers un avenir quantique sûr	Semaine de la sécurité de l'ETSI, État de la cybersécurité, Sophia Antipolis, France, le 17 juin 2019
	Entrer dans l'ère de l'informatique quantique : défis et possibilités	Fin de semaine 2019 des anciens de l'Université de Waterloo, ON, Canada, 1er juin 2019
	Informatique quantique et cybersécurité : défis et possibilités	Séminaire MS2 de l'Université Wilfrid-Laurier, Waterloo, ON, Canada, le 29 avril 2019
	L'appli *Crypto Track* postquantique : mise à jour sur la menace quantique et la gestion du monde quantique	Conférence du module international de cryptographie, Vancouver, BC, Canada, le 15 avril 2019
	Deux technologies : la physique quantique et les chaînes de blocs – Analyse des forces, faiblesses, possibilités et menaces	5e conférence internationale annuelle canado-américaine sur la gestion des risques de cybersécurité (ICRMC), Toronto, ON, Canada, le 16 avril 2019
	Cryptanalyse quantique de la cryptographie postquantique	Université de Berkeley, CA, États-Unis, du 22 au 24 février 2020
	Atelier sur les algorithmes quantiques d'analyse de systèmes de cryptographie à clé publique	Institut américain de mathématiques, San Jose, CA, États-Unis, du 4 au 8 février 2020
	Symposium de l'IQC sur la cybersécurité	Toronto, ON, Canada, le 17 décembre 2019
	7e atelier de l'ETSI et de l'IQC sur la cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques	Seattle, WA, États-Unis, du 5 au 7 novembre 2019
	Séminaire 19421 de Dagstuhl sur la cryptanalyse quantique	Centre Leibniz d'informatique, Dagstuhl, Allemagne, du 13 au 18 octobre 2019
	MathCrypt2019	Santa Barbara, CA, États-Unis, le 18 août 2019
	Symposium de l'IQC sur la cybersécurité	Ottawa, ON, Canada, le 11 juin 2019
Christine Muschik	Comment simuler des théories de jauge en treillis dans des ordinateurs quantiques	Fondation Simons, New York, États-Unis, le 5 décembre 2019
	Correction d'erreurs quantiques par dissipation	Institut Kavli de physique théorique, Santa Barbara, CA, États-Unis, le 3 mai 2019
	Cryptage et communication quantiques	Université de l'État de Washington, Seattle, États-Unis, le 30 avril 2019
	Comment simuler des problèmes de physique des hautes énergies dans des ordinateurs quantiques	Institut Périmètre, Waterloo, ON, Canada, le 26 avril 2019
	Méthodes variationnelles de traitement de l'information quantique	Université de Chicago, IL, États-Unis, le 8 avril 2019

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
	Examen du programme du Centre d'information quantique répartie des laboratoires de l'armée américaine	Chicago, IL, États-Unis, le 8 avril 2019
	2e réunion du sous-comité du NSAC sur l'informatique et le calcul quantiques	Université de l'État de Washington, Seattle, États-Unis, le 30 avril 2019
	Repli de l'informatique quantique	TRIUMF, Vancouver, BC, Canada, le 28 novembre 2019
	Physique quantique et symétries	Centre de recherches mathématiques, Montréal, QC, Canada, le 7 janvier 2020
Ashwin Nayak	Participation à l'organisation des communications non sollicitées	34e conférence sur la complexité algorithmique (CCC 2019), New Brunswick, NJ, États-Unis, du 17 au 20 juillet 2019
	Participation à l'organisation des communications non sollicitées	Mini-atelier de l'IQC et de l'IRIF sur les algorithmes et la complexité quantiques, le 25 octobre 2019
Vern Paulsen	Mini-cours sur les algèbres d'opérateurs et les jeux non locaux	Université de Madrid, Espagne, du 6 au 10 mai 2019
	Algèbres C* et jeux non locaux	Symposium canadien sur les opérateurs, Regina, SK, Canada, le 6 avril 2019
	Écart constant pour l'auto-détournement	Société mathématique du Canada, Regina, SK, Canada, le 8 juin 2019
	Préservation d'un intervalle matriciel essentiel commun	Société mathématique du Canada, Regina, SK, Canada, le 9 juin 2019
	Le problème d'intégration de Connes à N facettes	Station internationale de recherche de Banff, AB, Canada, du 15 au 19 juillet 2019
	Détournement de l'intrication	Station internationale de recherche de Banff, AB, Canada, du 15 au 19 juillet 2019
	Algèbres C* et jeux non locaux	Institut de recherche en mathématiques, Oberwolfach, Allemagne, le 13 août 2019
	Jeux bisynchrones	Université d'Édimbourg (Écosse), Royaume-Uni, le 9 septembre 2019
	Algèbres et jeux synchrones	CMSA, Université Harvard, Boston, MA, États-Unis, le 17 octobre 2019
Dmitry Pushin	Ondes neutroniques structurées	Séminaire de physique des hautes énergies de Caltech, Institut de technologie de la Californie, Pasadena, CA, États-Unis, février 2020
	Ondes neutroniques structurées	Université du Kentucky, Lexington, États-Unis, janvier 2020
	Ondes neutroniques structurées	Séminaire du BIMR, Université McMaster, Hamilton, ON, Canada, décembre 2019
	Ondes structurées : des neutrons à la lumière	*QANSAS2019*, Acra, Inde, novembre 2019
	Interférométrie neutronique à réseau de phase et à effet moiré	*XNPIG2019*, Sendai, Japon, octobre 2019
	Ondes structurées : de la matière à la lumière	Centre Heinz-Maier-Leibnitz, Munich, Allemagne, juillet 2019
	Interférométrie neutronique à réseau de phase	2e atelier sur l'interférométrie onde-matière, Vienne, Autriche, mai 2019
K. Rajibul Islam	Simulation quantique de modèles 2D de spin dans une chaîne linéaire d'ions piégés	Centre d'information et de contrôle quantiques Université du Nouveau-Mexique, États-Unis, le 2 mai 2019
	Simulation quantique de systèmes 2D et 3D de spin dans une chaîne linéaire d'ions piégés	Congrès de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP), Université Simon-Fraser, Burnaby, BC, Canada, le 6 juin 2019
	Simulation quantique de modèles 2D et 3D de spin dans une chaîne linéaire d'ions	Atelier sur les états et la dynamique à N corps, Institut Périmètre, Waterloo, ON, Canada, juin 2019

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
	Simulation quantique de modèles de spin dans un nombre arbitraire de dimensions spatiales à l'aide d'une chaîne linéaire d'ions	Conférence nord-américaine sur les ions piégés (NACTI), Université du Maryland, College Park, États-Unis, le 22 juillet 2019
	Simulation quantique à l'aide d'ions piégés	*QANSAS 2019*, Institut d'enseignement de Dayalbagh, Agra, Inde, le 12 novembre 2019
Michael Reimer	L'avenir des sources à la demande de photons intriqués	*EQEP 2019* – 7e atelier international sur l'ingénierie des propriétés d'émetteurs quantiques, Berlin, Allemagne, le 11 décembre 2019
	Détection et imagerie quantiques	Technologies quantiques transformatrices (TQT), Vitrine des possibilités quantiques, Remplir les promesses du monde quantique, Waterloo, ON, Canada, le 5 décembre 2019
	Télémétrie LIDAR et imagerie 3D quantiques	Atelier international de l'IQC sur l'illumination quantique : de la théorie à la pratique, Waterloo, ON, Canada, le 3 décembre 2019
	Dispositifs quantiques : du laboratoire au monde réel	*QANSAS 2019*, École internationale sur les systèmes d'informatique quantique nanométriques et leurs applications, Institut d'enseignement de Dayalbagh, Agra, Inde, le 11 novembre 2019
	Physique quantique pour la santé	Sommet de l'innovation de Waterloo, ON, Canada, le 1er octobre 2019
	Sources de photons intriqués et détecteurs de photons individuels à haut rendement, fondés sur des nanofils semiconducteurs	*META 2019*, 10e conférence internationale sur les métamatériaux, les cristaux photoniques et la plasmonique, séance spéciale : *Vers des détecteurs et sources à grande efficacité en nanophotonique quantique prête à l'emploi*, Lisbonne, Portugal, le 26 juillet 2019
	Production de photons intriqués à l'aide d'une boîte quantique	*Spin Canada 2019*, Montebello, QC, Canada, le 24 juin 2019
	Séminaire sur les dispositifs photoniques quantiques	Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, ON, Canada, le 18 juin 2019
	Capteurs quantiques de la prochaine génération	Centre de bio-ingénierie et biotechnologie (CBB), Applications cliniques des technologies d'imagerie médicale, Waterloo, ON, Canada, le 10 avril 2019
	Production sur demande de paires de photons intriqués brillants – Intrication et transduction de qubits photoniques	Réunion des utilisateurs de la Source avancée de photons (APS) et du Centre de matériaux nanométriques (CNM), Laboratoire national d'Argonne, Chicago, IL, États-Unis, le 7 mai 2019
William Slofstra	Théorie de la représentation approximative	Centre Lorentz, Leiden, Pays-Bas, mai 2019
	Complexité algorithmique et valeur quantique des jeux non locaux	Université de Copenhague, Danemark, le 2 mai 2019
	Introduction aux jeux non locaux et aux essais indépendants du dispositif	Institut Fields, Toronto, ON, Canada, le 21 juin 2019
	Connaissance nulle parfaite dans les protocoles MIP*	IQC, Waterloo, ON, Canada, le 25 octobre 2019
Adam Wei Tsen	Exploration à effet tunnel du magnétisme bidimensionnel	Séminaire sur la matière condensée du Département de physique et d'astronomie, Université de la Californie à Riverside, CA, États-Unis, le 5 février 2020
	Exploration à effet tunnel du magnétisme bidimensionnel	Séminaire sur la matière condensée du Département de physique et d'astronomie, Université de la Californie à Riverside, CA, États-Unis, le 6 février 2020
	Exploration à effet tunnel du magnétisme bidimensionnel	Séminaire de la Faculté de mathématiques et de physique, Université Queen's de Belfast, Royaume-Uni, le 22 janvier 2020

Professeur	Titre ou sujet	Institution ou conférence
	Exploration à effet tunnel du magnétisme bidimensionnel	Séminaire du Centre de sciences et génie en recherche sur les matériaux, Université Columbia, New York, NY, États-Unis, le 17 septembre 2019
	Magnétisme bidimensionnel et électronique de spin	Atelier sur les matériaux quantiques, Université de Waterloo, ON, Canada, le 26 juillet 2019
	Magnétisme bidimensionnel et électronique de spin	Atelier des universités de Waterloo et HKUST sur les technologies quantiques émergentes dans les systèmes à l'état solide et atomiques, IQC, Waterloo, ON, Canada, le 23 juillet 2019
	Magnétisme bidimensionnel et électronique de spin	Séminaire sur la matière condensée du Département de physique, Université de Virginie, États-Unis, le 30 mai 2019
Joel Wallman	Instructions quantiques	Réunion technique de l'IARPA, Alexandria, États-Unis, le 13 janvier 2020
	Contextualité, calcul quantique et le culte de l'espace de Hilbert élargi	Physique quantique et logique, Orange, CA, États-Unis, le 12 juin 2019
	Reconstruire les canaux d'erreur de Pauli	Applications pratiques de la théorie du calcul quantique, Bristol, Royaume-Uni, le 9 avril 2019
John Watrous	Mathématiques de l'information quantique	Conférence Cissy-Patterson, Département de mathématiques, Collège de William et Mary, Williamsburg, VA, États-Unis, le 5 avril 2019
Jon Yard	Portes quantiques insensibles aux défaillances : construction, applications et défis	Séminaire des professeurs de l'IQC, Université de Waterloo, ON, Canada, le 22 novembre 2019

H. Séminaires et colloques

Colloques	Présentateur
Étude à l'échelle atomique de systèmes matériels personnalisés de faible dimension	Adina Luican-Mayer
Les femmes en sciences accueillent le steampunk quantique	Nicole Yunger Halpern
Calcul quantique de dualité : calcul avec des combinaisons linéaires de matrices unitaires	Gui-Lu Long
Mémoire quantique en terres rares pour une informatique quantique extensible	Byoung Ham
Mémoires quantiques et chat de Schrödinger	Stephen Bartlett
Séparation entre QNCo et ACo	Adam Bene Watts
Entropie d'intrication de Rényi dans des systèmes quantiques à N corps	Yichen Huang
Phases topologiques dans les chalcogénures de métaux de transition	Junwen Liu
Suprafluides de lumière	David Snoke
Quantifier les ressources magiques pour le calcul quantique	Xin Wang
Optimisation et cryptographie dans des théories physiques généralisées	Jamie Sikora
Nanoélectromécanique à base de carbone : physique et applications	Sangwook Lee
Bioélectronique souple, extensible et autoréparable	Fabio Cicoira
Transmission et téléportation d'états de spin de boîtes quantiques	John Nichol
Théories quantiques des champs de jauge en treillis à l'ère des ordinateurs quantiques	Pavel Lougovski
Interfaces entre spins et photons dans des solides : anciens et nouveaux amis	Mete Atature
Incompressibilité des distributions classiques	Debbie Leung
Traitement de l'information quantique avec des spins dans des ensembles atomiques froids	Ivan Deutsch
Nouvelles idées sur le comptage approximatif quantique	Scott Aaronson
Algorithmes quantiques variationnels : obstacles et possibilités	Sergey Bravyi
L'interférence quantique permet un traitement de l'information quantique à durée constante	Magdalena Stobinska

Séminaires	Présentateur
Algorithmes sublinéaires d'inspiration quantique pour la résolution de systèmes linéaires de faible rang et des problèmes de programmation semidéfinie (SDP)	Chunhao Wang
Phénomènes dynamiques dans le bruit électronique d'un fil métallique	Bertrand Reulet
Intelligence calculatoire : Introduction et vision quantique	Giovanni Acampora
Thermodynamique quantique et contrôle superadiabatique de systèmes complexes	Aurélia Chenu
Vers la navigation inertielle avec des interféromètres hybrides onde-matière	Brynle Barrett
Peut-on se fier aux résultats d'un ordinateur quantique bruyant?	Sam Ferracin
Dynamique couplée dans des réseaux optomécaniques : simulation de la dynamique à un état de non-équilibre	Sadegh Raeisi
Construction d'une molécule unique à partir d'un réservoir de 2 atomes	Lee Liu
Laser à phonons à pincettes optiques et production d'états cohérents mécaniques	Mishkat Bhattacharya
Concurrence entre phases dans des pellicules minces d'oxyde magnétique : la couche morte est-elle vraiment « morte »?	Robbyn Trappen
Ansatz efficace pour la tomographie de processus quantiques	Luke Govia
Du caractère optimal de programmes CSS pour une Transversale T	Narayanan Rengaswamy
Nouvelles méthodes d'étude de la positivité et de la non-additivité de capacités quantiques	Vikesh Siddhu
Étude du courant de charge et du courant de spin dans des matériaux 2D de van der Waals	Ghulam Dastgeer
Théorie de jauge SU(2) dans des ordinateurs quantiques numériques	Jesse Stryker
Transport quantique dans des systèmes hybrides topologiques supraconducteurs	Bhaskaran MuralidharanIndian
Suprématie quantique détaillée	Tomoyuki Morimae
Optique intégrée pour un circuit quantique à ions piégés de haute-fidélité et parallélisable	Karan Mehta
Calculer la nature d'une manière naturelle	Natalie Klco

Interactions entre la tension, la pression, la supraconductivité et la topologie dans le semimétal de Weyl $MoTe_2$	Colin Heikes
Étude de plusieurs dispositifs quantiques	Rui Yang
Transitions d'état dans un recuit quantique et chaos quantique	Kazuki Ikeda
Calcul et simulation quantiques par hamiltoniens et dissipation	Chiao-Hsuan Wang
Mitacs : Soutien à la recherche et à l'innovation en collaboration	Daniel Giovannini
Optique quantique non linéaire avec des polaritons de Rydberg	Wenchao Xu
Steampunk quantique : Rencontre de l'information quantique et de la thermodynamique	Nicole Yunger Halpern

Séminaires d'étudiants	**Présentateur**
Si (Spin de RMN == 1) : État quantique = État quantique + 1	Michael Chen
Correction d'erreurs quantiques sur un qudit	Lane Gunderman
Partition d'opérateurs de Pauli : théorie et pratique	Andrew Jena
Lignes équiangles	Sam Winnick
Simulation de la dynamique d'hamiltoniens à dépendance chronologique à l'aide de séries de Dyson tronquées	Maria Kieferova
Approximation d'une onde en rotation et ses conséquences sur la causalité	Nicholas Funai
Transparence induite de manière électromagnétique et séparation d'Autler-Townes dans des circuits quantiques supraconducteurs	Huichen Sun
Problème de mesure des interprétations ψ-épistémiques de la physique quantique	Josh Ruebeck
Introduction au calcul quantique adiabatique et au recuit quantique	Xi Dai
Diagonalisation d'un état quantique variationnel	Étude O'Neel-Judy
Problèmes NP-complets d'optimisation du recuiseur quantique D-Wave	Esha Swaroop
L'art de la postvérité en cryptographie quantique	Sara Zafar Jafarzadeh
Introduction à la théorie de la complexité algorithmique	Raphael Koh
Jeux quantiques avec démonstrateurs automatiques concurrents	Soumik Ghosh
Introduction à la DQC à variables continues avec modulation discrète	Jie Lin
Jeux non locaux à système linéaire et leurs graphes	Connor Paul-Paddock
Résultats récents de méthodes à noyaux en mécanique quantique	Evan Peters
Localité de la température et corrélations en présence de transitions d'état à température non nulle	Senaida Hernández Santana
Soustraction déterministe d'un photon individuel	Supratik Sarkar
Structure mathématique des jeux à système linéaire binaire	Junqiao Lin
Mémoires quantiques à portes multiphotoniques faisant appel à des atomes de Rydberg et à des atomes artificiels	Andrew Koehler Hardy
Ordinateurs quantiques disponibles à court terme : état de la situation	Jessica Pointing
Expériences quantiques avec des treillis spin-orbite à photons individuels	Ruoxuan Xu
Ondes neutroniques structurées	Connor Kapahi
Engagement de bit effaçable avec des parties temporairement dignes de confiance	Ashutosh Satyajit Marwah
Taux de clés finies numériques pour des protocoles généraux de DQC	Ian Thomas George
Ordre causal en tant que ressource pour des communications quantiques	Ding Jia
Caractérisation indépendante d'états et de processus de mesure	JunAn Lin
Apprentissage automatique d'une TQC avec des mesures locales	Daniel Grimmer
Machine thermique quantique fonctionnant entre des réservoirs thermiques et de spin	Salil Bedkihal
Méthode fondée sur des gradients pour le contrôle de trajectoires adiabatiques	Arthur Pesahas
États graphiques en métrologie quantique	Nathan Shettell
Modèle du tuyau d'arrosage de la complexité de la communication	Alex Kerzner
Tomographie avec des tableaux de Young	John Bostanci

I. Scientifiques invités et visiteurs

Visiteurs à long terme

Nom	Affiliation
Scott Aaronson	Université du Texas à Austin
Giovanni Acampora	Université Federico II de Naples
Mete Atature	Université de Cambridge
Artur Avkhadiev	Institut Périmètre
Yosri Ayadi	Université de Sherbrooke
David Bacco	Université technique du Danemark
Brynle Barrett	iXblue (France)
Stephen Bartlett	Université de Sydney (Australie)
Thiago Bergamaschi	Institut de technologie du Massachusetts
Mishkat Bhattacharya	Institut de technologie de Rochester
Ali Binai-Motlagh	Université Dalhousie
John Bostanci	Université Carnegie-Mellon
Sergey Bravyi	Division de la recherche d'IBM
Margie Bruff	Université de la Caroline du Nord à Chapel Hill
John Bruniston	Université de Calgary
Simon Carrier	Université de Sherbrooke
Aixi Chen	Université Jiao-tong
Xi Chen	Université des sciences et technologies de Hong Kong
Aurélia Chenu	Centre international de physique Donostia
Che-Fu Chiang	Institut polytechnique de l'Université de New York
Salvatore Chiavazzo	Université de Trieste
Anirban Ch Narayan Chowdhury	Université de Sherbrooke
Fabio Cicoira	École Polytechnique de Montréal
Ghulam Dastgeer	Université Sejong
Amanda Davenport	Université du Minnesota
Li Deng	Université Jiaotong de la Chine de l'Est
Ivan Deutsch	Université du Nouveau-Mexique
Ying Dong	Université normale de Hangzhou
Gabriel Ethier-Majcher	Anyon Systems inc.
Kate Fenwick	Université d'Ottawa
Sam Ferracin	Université de Warwick
Henry Fetsch	Collège Harvey-Mudd, Claremont (Californie)
Virginia Frey	Université de Sydney (Australie)
Steven Gassner	Institut polytechnique de l'Université de l'État de New York
Sevag Gharibian	Université de la Californie à Berkeley
Francesco Ghisoni	Collège royal de Londres

Nom	Affiliation
Tasio Gonzalez Raya	Université du Pays Basque (Espagne)
Luke Govia	Raytheon-BBN Technologies
Don Hadwin	Université du New Hampshire
Byoung Ham	Université de science et de technologie de Gwangju
Yassine Hamoudi	Centre national de la recherche scientifique (France)
Colin Heikes	Centre de recherches neutroniques du NIST (NCNR)
Masahiro Hotta	Université du Tohoku
Yichen Huang	Division de la recherche de Microsoft
Kazuki Ikeda	Université d'Osaka
Joe Iverson	Institut de technologie de la Californie
Daniel James	Université de Toronto
Alan Jamison	Institut de technologie du Massachusetts
Karl Jansen	Synchrotron allemand à électrons (DESY), Zeuthen (Allemagne)
Daniel Kang	Université de Kyoto
Pradip Kattel	Université Howard
Natalie Klco	Institut de théorie nucléaire, Université de l'État de Washington
Robin Kothari	Division de la recherche de Microsoft
Sukanya Kudva	Institut indien de technologie de Bombay
Danny Kun	Institut de physique théorique d'ETH Zurich
Srijita Kundu	Centre de technologies quantiques, Université nationale de Singapour
Kohdai Kuroiwa	Université de Tokyo
Paul Kwiat	Université de l'Illinois à Urbana-Champaign
Jonas Landman	Centre national de la recherche scientifique (France)
Jan-Åke Larsson	Université de Linköping
Arne Laucht	Université de Nouvelle-Galles du Sud
Sangwook Lee	Université pour femmes Ewha
Jeremy Levick	Collège Conestoga et Université de Guelph
Randy Lewis	Université York
Lin Li	Anyon Systems inc.
Qiang Li	Université de Qingdao
Junwei Liu	Université des sciences et technologies de Hong Kong
Lee Liu	Université Harvard
Gui-Lu Long	Université Tsinghua
Ulises Alejandro Lopez	Université de Buenos Aires
Pavel Lougovski	Laboratoire national d'Oak Ridge
Dawei Lu	Université de sciences et technologie de Chine
Adina Luican-Mayer	Université d'Ottawa
Alessandro Luongo	Centre national de la recherche scientifique (France)
Haiqiang Ma	Université des postes et télécommunications de Beijing
Xiongfeng Ma	Université Tsinghua
Frédéric Magniez	Centre national de la recherche scientifique (France)

Nom	Affiliation
Sonell Malik	Institut indien d'enseignement et de recherche scientifiques, Mohali (Pendjab)
Tanja Maric	Université Nicolas-Copernic
Damian Markham	Centre national de la recherche scientifique (France)
Brian McMinn	Université de Pittsburgh
Karan Mehta	Institut de physique théorique d'ETH Zurich
Belota Moreno	Université Amherst College
Karen Morenz	Université de Toronto
Tomoyuki Morimae	Université de Kyoto
Shahabeddin Mostafanazhad Aslmarand	Université de la Floride atlantique
Phani Muppalla	Institut d'optique et d'information quantiques de l'Académie autrichienne des sciences, Innsbruck
Bhaskaran Muralidharan	Institut indien de technologie de Bombay
Anand Natarajan	Institut de technologie de la Californie
John Nichol	Université de Rochester
Lara Ostertag	Université de la Californie du Sud à Berkeley
Michal Oszmaniec	Centre de physique théorique PAS
Clauderic Oullett-Plamondon	Anyon Systems inc.
Zachary L. Parrott	École des mines du Colorado
Yawen Peng	Université de sciences et technologie de Chine
Chithrabhanu Perumangatt	Université nationale de Singapour
Sadegh Raeisi	Département de physique, Université de technologie de Sharif
Venu Reddy	Anyon Systems inc.
David Reichmuth	Université Heriot-Watt
Narayanan Rengaswamy	Université Duke
Bertrand Reulet	Université de Sherbrooke
Jérémie Roland	École Polytechnique de Bruxelles
Abhisek Sahu	Institut indien de technologie de Bombay
Mai Sakuragi	Université d'État de l'Oregon
Jose Sanchez Velasquez	Université autonome de Madrid
Martin Savage	Institut de théorie nucléaire, Université de l'État de Washington
Phiala Shanahan	Institut de technologie du Massachusetts
Nathan Shettell	Université d'Osaka
Vikesh Siddhu	Université Carnegie-Mellon
Dogan Sinar	Université Western
David Snoke	Université de Pittsburgh
Haly So	Université Columbia
Jalex Stark	Jane Street Group, New York
Magdalena Stobinska	Université de Varsovie
Jesse Stryker	Université de l'État de Washington
Esha Swaroop	Institut Birla de technologie et de science de Pilani
Daniel Szilagyi	Centre national de la recherche scientifique (France)

Nom	Affiliation
Jakub Szlachetka	Université Nicolas-Copernic
Ernest Tan	Institut de physique théorique d'ETH Zurich
Bing Teng	Université de Qingdao
Robbyn Trappen	Université de Virginie-Occidentale
Robert Trenyi	Université de Vigo (Espagne)
Alain Emiel Cornelis Van den Bosch	Université technique d'Eindhoven
Joao Marcos Vensi Basso	Université Tufts
Yidun Wan	Université Fudan
Chiao-Hsuan Wang	Université de Chicago
Chunhao Wang	Université du Texas à Austin
Hongyu Wang	Université Fudan
Xin Wang	Université du Maryland
Adam Bene Watts	Institut de technologie du Massachusetts
Andrea Wei Coladangelo	Institut de technologie de la Californie
James Wojtyk	Bureau du Conseil privé, gouvernement du Canada
John Wright	Institut de technologie du Massachusetts
Wenchao Xu	Institut de technologie du Massachusetts
Rui Yang	Université de sciences et technologie de Chine méridionale
Alireza Yazdi	Anyon Systems inc.
Nicole Yunger Halpern	Département de physique de l'Université Harvard (Institut de physique théorique atomique, moléculaire et optique)
Mujtaba Zahady	Université de Padoue (Italie)
Jingfu Zhang	Université technique de Dortmund
Deyi Zhou	Université de sciences et technologie de Chine
Peter Zoller	Université d'Innsbruck

K. Données financières – Rapport de l'auditeur

Les états financiers audités ne sont pas encore disponibles. Un rapport de l'auditeur sera remis à ISI dès qu'il sera prêt.