

RAPPORT ANNUEL 2025-2026

CHAIRE DE RECHERCHE DU CANADA EN OPTIQUE ET INFORMATION QUANTIQUE

Bilan des activités 2025-2026

Préambule

Le titulaire de la chaire, Deny Hamel, était en congé de maladie entre mars 2024 et août 2025 en raison d'un lymphome à lymphocytes B de haut grade avec infiltration du système nerveux central qui a nécessité une chimiothérapie intensive et une greffe de cellule souche. La période 2025-2026 en a donc été une de réintégration progressive au travail avec une reprise graduelle des activités de la Chaire. Celles-ci reprendront à pleine capacité pour la période 2026-2027.

a) Objectifs fixés et résultats atteints

Pour l'année 2025-2026, l'objectif était de relancer un certain nombre de projets dont la progression avait été limitée par l'absence prolongée du titulaire de chaire.

Tout d'abord, nous visions à continuer nos activités de recherche sur l'utilisation de matériaux novateurs pour la fluorescence paramétrique en cascade, notamment en collaboration avec un groupe de théoriciens, afin d'effectuer des calculs qui nous permettraient de mieux expliquer les résultats expérimentaux obtenus. Ce projet a bien progressé, avec un manuscrit qui sera soumis au cours de l'été 2026.

Nous souhaitons également relancer le projet visant à démontrer une méthode de précertification des photons sans recourir à un commutateur rapide. Il s'agit d'une approche qui permettrait d'effectuer de la cryptographie quantique indépendante de l'appareil, d'une manière beaucoup plus flexible que ce qui est possible aujourd'hui. Sur ce plan également, nous avons très bien progressé, avec un premier prototype réalisé. Ces résultats seront présentés lors de trois congrès au cours de l'été 2026 et un manuscrit suivra par la suite.

b) Mission et mandat du centre, de l'institut ou de la chaire

La lumière a toujours joué un grand rôle dans le domaine des technologies de l'information. La création de l'Internet a notamment été rendue possible par des innovations en optique telles que les lasers et les fibres optiques. Ces avancées dans le secteur des communications entraînent aujourd'hui un besoin toujours grandissant pour des méthodes efficaces de transmission et de traitement de l'information.

Or, de récentes découvertes ont démontré qu'en exploitant les propriétés quantiques de la lumière, un nouveau type de technologies de l'information pourra voir le jour : l'information quantique. Celle-ci rendra possible la création de systèmes permettant de communiquer de façon absolument sécuritaire ainsi que l'élaboration d'un tout nouveau concept d'ordinateurs capable de résoudre des problèmes mathématiques entièrement hors de la portée des ordinateurs d'aujourd'hui.

Le mandat de la chaire de recherche du Canada en optique et information quantique est d'exploiter de nouvelles interactions optiques, notamment la fluorescence paramétrique en cascade, pour développer des dispositifs donnant lieu au déploiement de ces applications prometteuses. Les travaux de la chaire visent ainsi à perfectionner notre habileté de créer, de manipuler et de mesurer la lumière quantique en exploitant de nouveaux processus d'interactions entre des particules de lumière. Les résultats de ces efforts permettront d'accéder efficacement aux propriétés quantiques de la lumière, facilitant ainsi le développement de nouvelles technologies telles que les ordinateurs quantiques.

c) Ressources humaines

Au cours de l'année 2025-2026, l'équipe de recherche de la chaire comptait un seul étudiant de doctorat. Cela est principalement dû à l'impossibilité de recruter dans l'incertitude des années précédentes. Il est prévu qu'un autre étudiant et possiblement un chercheur postdoctoral s'ajoutent à ce nombre au cours de la prochaine année alors que les activités de la chaire sont relancées.

d) Ressources matérielles et infrastructure de recherche, développement, création et innovation (RDCI)

Les activités de recherche de la Chaire de recherche du Canada en optique et information quantique sont entreprises dans un laboratoire de pointe doté d'une infrastructure de recherche moderne. L'équipement critique inclut notamment des cristaux non linéaires à haute efficacité, des lasers accordables, des systèmes de détection à logique de coïncidence ainsi que des détecteurs de photons uniques supraconducteurs ultraperformants. L'ensemble de ces ressources matérielles permet de soutenir des activités de recherche avancées en optique quantique et en traitement de l'information quantique.

e) Activités de RDCI

Les deux projets décrits en a) constituent les programmes principaux de l'année. Sur le plan de la diffusion, les résultats du projet de précertification des photons seront présentés dans trois congrès à l'été 2026 et un manuscrit sera bientôt soumis afin de diffuser nos résultats sur l'utilisation de matériaux novateurs pour la fluorescence paramétrique en cascade. En plus de ceux-ci, des travaux précédents sur le filtrage spectral en coïncidence pour la fluorescence paramétrique en cascade seront communiqués dans un congrès scientifique cet été et un manuscrit sera également soumis cet été.

f) Autres activités réalisées

Au cours de l'année 2025-2026, le titulaire de la chaire a participé aux activités suivantes de services à la collectivité et de rayonnement :

- Membre du Comité consultatif du programme Défi « L'Internet des objets : capteurs quantiques » du CNRC.
- Évaluateur externe pour deux demandes de subventions à la découverte du CRSNG.

- Présentations de recherche et de vulgarisation
 - *When Particles Make Up Their Mind: Quantum Measurement and the End of Local Realism*. Acadia University Physics Seminar, Wolfville, Canada (novembre 2025)
 - *Mieux vaut tard que jamais : À quel moment une particule quantique est-elle réellement mesurée?*, séminaire de physique à l'Université de Moncton (janvier 2026).

g) Financement

Aucune nouvelle source de financement pour l'année 2025-2026. Le seul changement notable est qu'une demande de prolongement de la subvention à la découverte du CRSNG a été soumise en raison du congé de maladie du titulaire.

Arrimage des activités avec la Stratégie Cap sur l'avenir

La Chaire de recherche du Canada en optique et information quantique contribue directement aux objectifs de la Stratégie Cap sur l'avenir 2023-2028 de l'Université de Moncton. Sa contribution principale s'inscrit dans le chantier Enseignement et RDC, dont l'objectif général est de « bonifier l'enseignement et l'avancement des connaissances par des programmes de formation et des activités de RDC ».

Plus particulièrement, les travaux de la chaire s'inscrivent directement dans l'objectif 3.5 - Augmenter le volume des activités de RDC dans l'ensemble des disciplines et en particulier dans les axes et créneaux favorisant les partenariats. Les projets de recherche menés au cours de l'année sur la fluorescence paramétrique en cascade et la précertification de photons contribuent à l'avancement des connaissances et s'inscrivent directement dans le créneau de recherche prioritaire *Optique, technologies quantiques et matériaux innovants*.

La chaire contribue aussi à l'objectif 3.4 - Accroître le nombre de personnes étudiantes aux cycles supérieurs par la formation d'étudiantes et étudiants hautement qualifiés dans un domaine de pointe. Malgré une période de reprise graduelle des activités à la suite du congé de maladie du titulaire, la chaire a poursuivi l'encadrement d'un étudiant de doctorat et prévoit augmenter sa capacité de formation au cours de la prochaine année.

Enfin, les activités de la chaire contribuent au chantier Communautés, plus particulièrement à l'objectif 4.3 - Développer et renforcer les partenariats régionaux, nationaux et internationaux. Les collaborations scientifiques maintenues avec divers groupes de recherche constituent un exemple concret de partenariat permettant de renforcer les réseaux de collaboration de l'Université de Moncton. Par des présentations de vulgarisation et la participation à des comités d'ampleur nationale, la chaire permet également d'accroître la visibilité de l'Université de Moncton dans un secteur stratégique en émergence.

Par ses activités de recherche, de formation, de diffusion des connaissances et de collaboration scientifique, la chaire contribue ainsi aux deux cibles stratégiques de Cap sur l'avenir, soit l'accroissement de l'attractivité de l'Université de Moncton et sa contribution à la transformation des sociétés par l'innovation et l'avancement des connaissances.

Objectifs et priorités pour l'année 2026-2027

Après une année principalement consacrée à la relance des activités de recherche, l'année 2026-2027 marquera le retour à un rythme de fonctionnement normal de la Chaire de recherche du Canada en optique et information quantique. Les principaux objectifs seront de poursuivre les projets en cours, de développer de nouvelles activités de recherche et de renforcer la capacité de recherche de l'équipe.

Une priorité importante sera la poursuite des travaux sur la précertification de photons sans commutateur rapide. Les résultats obtenus jusqu'à présent ont permis de démontrer la faisabilité du concept et les efforts seront maintenant concentrés sur le perfectionnement du système expérimental, la diffusion des résultats dans des congrès scientifiques et la préparation d'un manuscrit décrivant les résultats obtenus.

Un nouveau projet portant sur la mesure des spectres conjoints de photons sera également amorcé. Ce projet vise à développer une approche novatrice pour la caractérisation des corrélations spectrales présentes dans les états quantiques de lumière. Afin de soutenir ces travaux, un étudiant à la maîtrise a déjà été recruté.

Enfin, l'expansion de l'équipe de recherche constituera une priorité de développement importante pour la prochaine année. Après une période où les activités de recrutement ont dû être limitées, une augmentation de la capacité de recherche de la chaire est prévue par l'ajout de personnel hautement qualifié, notamment par le recrutement d'un chercheur postdoctoral. Cet élargissement de l'équipe permettra d'accroître le nombre de projets menés simultanément, d'accélérer la réalisation des objectifs de recherche de la chaire et de renforcer la formation de personnel hautement qualifié dans le domaine de l'optique et de l'information quantique.