



Supplément au rapport annuel 2016-2017

Objectifs, activités et données financières
pour l'exercice du 1^{er} août 2016 au 31 juillet 2017

Soumis par Neil Turok, directeur,
à l'honorable Navdeep Bains,
ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique du Canada,
et à l'honorable Kirsty Duncan, ministre des Sciences du Canada

Table des matières

Objectif n° 1 : Réaliser des percées dans notre compréhension de l'univers	1
Objectif n° 2 : Créer la communauté la plus solide au monde de chercheurs en physique théorique.....	4
Objectif n° 3 : Attirer et former la prochaine génération de brillants chercheurs	5
Objectif n° 4 : Attirer des scientifiques invités exceptionnels	7
Objectif n° 5 : Constituer le pôle canadien de la recherche en physique fondamentale.....	9
Objectif n° 6 : Catalyser et appuyer la création de centres d'excellence.....	13
Objectif n° 7 : Faire connaître le pouvoir transformateur de la physique théorique	15
Objectif n° 8 : Continuer de renforcer le partenariat public-privé visionnaire qui sous-tend l'Institut Périmètre	16
Gouvernance.....	19
Stratégie d'évaluation du rendement	19
Stratégie d'investissement	20
Aperçu des états financiers, des dépenses et de la stratégie d'investissement.....	20
Objectifs pour 2017-2018	22
Annexe : Adjointes invités	23

Objectif n° 1 : Réaliser des percées dans notre compréhension de l'univers

Résumé des réalisations

- La recherche fondamentale de pointe effectuée à l'Institut Périmètre s'est traduite par la publication de 502 articles de haut calibre¹.
- Les chercheurs de l'Institut Périmètre ont produit depuis sa création plus de 4 600 articles, parus dans plus de 170 revues spécialisées et qui ont fait à ce jour l'objet de plus de 210 000 citations. Cela témoigne de l'importance et de l'impact à long terme de la recherche effectuée à l'Institut².
- L'Institut Périmètre a procédé au lancement de son Centre de recherches sur l'univers, qui vise à s'attaquer à certaines des questions les plus importantes en cosmologie.

Points saillants

Les **pages 8 à 17** du rapport annuel contiennent des descriptions détaillées de plusieurs points saillants de la dernière année. Les **pages 18 et 19** donnent une liste des prix, distinctions et subventions majeures obtenus par l'Institut Périmètre. Vous trouverez à la **page 17** de l'information sur le nouveau Centre de recherches de l'Institut Périmètre sur l'univers.

Supplément d'information (s'ajoutant au contenu du rapport annuel)

Prix, distinctions et subventions majeures

Voici les 9 articles de chercheurs de l'Institut Périmètre qui ont été choisis par des pairs comme « points saillants de 2016 » (voir la **page 19** du rapport annuel) :

- *Journal of Physics A : Mathematical and Theoretical*
 - « Hexagonal Wilson loops in planar $N=4$ SYM theory at finite coupling » (Boucles de Wilson hexagonales dans une théorie planaire de Yang-Mills supersymétrique $N=4$ avec couplage fini), par Pedro Vieira, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac, et ses coauteurs
 - « Quantum conical designs » (Modèles coniques quantiques), par le doctorant Matthew Graydon et son coauteur
 - « Summoning information in spacetime, or where and when can a qubit be? » (Collecte d'information dans l'espace-temps, autrement dit où et quand un qubit peut-il exister?), par Patrick Hayden, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, et son coauteur

¹ Ces chiffres correspondent à la période allant du 1^{er} août 2016 au 31 juillet 2017. Chaque publication n'a été comptée qu'une seule fois, quel que soit le nombre de chercheurs de l'Institut Périmètre qui y ont collaboré.

² Ces données sont tirées des bases de données *Google Scholar* et *Spires*.

- *New Journal of Physics*
 - « Decorated tensor network renormalization for lattice gauge theories and spin foam models », (Renormalisation de réseaux de tenseurs décorés pour des théories de jauge en treillis et des modèles de mousse de spin), par la professeure Bianca Dittrich, le postdoctorant Sebastian Steinhaus et le doctorant Sebastian Mizera
 - « An operational approach to spacetime symmetries : Lorentz transformations from quantum communication » (Symétries de l'espace-temps : une démarche opérationnelle – Transformations de Lorentz à partir de la communication quantique), par le professeur associé Markus Mueller et le postdoctorant Philipp Hoehn
 - « Precise spacetime positioning for entanglement harvesting » (Positionnement précis dans l'espace-temps pour la capture d'intrications), par l'adjoint invité Eduardo Martin-Martinez et son coauteur
- *Classical and Quantum Gravity*
 - « Equation of state effects and one-arm spiral instability in hypermassive neutron stars formed in eccentric neutron star mergers » (Équation d'effets d'état et instabilité spirale d'un bras dans les étoiles à neutrons hypermassives formées par la fusion excentrique d'étoiles à neutrons), par William East, boursier du directeur, Frans Pretorius, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, et leur coauteur
 - « Sgr A* and general relativity » (Sgr A* et la relativité générale), par le postdoctorant associé Tim Johannsen
- *Journal of Physics : Condensed Matter*
 - « A first theoretical realization of honeycomb topological magnon insulator » (Première réalisation théorique d'un isolant topologique à magnons et en nid d'abeilles), par le postdoctorant Solomon Owerre

Voici les subventions majeures de recherche (totalisant 3,5 millions de dollars, comme on le mentionne à la **page 19** du rapport annuel) accordées à des scientifiques de l'Institut Périmètre :

- Pedro Vieira, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac, est un chercheur principal au sein du projet de la Fondation Simons sur l'autocohérence non perturbative, qui a obtenu une subvention de 10 millions de dollars US. La part de l'Institut Périmètre est de 480 000 \$ US.
- Les professeurs Robert Spekkens et Lucien Hardy ont obtenu des fonds de la Fondation John-Templeton dans le cadre du projet *Quantum Causal Structures* (Structures causales quantiques), qui a reçu une subvention de 2,42 millions de dollars US. La part de l'Institut Périmètre est de 445 953 \$.
- Huit chercheurs de l'Institut Périmètre ont obtenu du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada des subventions à la découverte totalisant 2 460 960 \$ (pour une période de 5 ans) :
 - Freddy Cachazo, titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson : 330 000 \$ (66 000 \$ par année pendant 5 ans);
 - Luis Lehner, vice-président du corps professoral : 350 000 \$ (70 000 \$ par année pendant 5 ans);

- la professeure Bianca Dittrich : 555 000 \$ (87 000 \$ par année pendant 5 ans, plus un supplément d'accélération à la découverte de 40 000 \$ par année pendant 3 ans);
- le professeur Lee Smolin : 265 960 \$ (53 192 \$ par année pendant 5 ans);
- le professeur Robert Spekkens : 280 000 \$ (56 000 \$ par année pendant 5 ans);
- le professeur Guifre Vidal : 350 000 \$ (70 000 \$ par année pendant 5 ans);
- le professeur associé Raffi Budakian : 180 000 \$ (36 000 \$ par année pendant 5 ans);
- Erik Schnetter, chef du groupe de technologie de la recherche : 150 000 \$ (30 000 \$ par année pendant 5 ans).

Voici d'autres distinctions reçues par des chercheurs de l'Institut Périmètre en 2016-2017.

- Le professeur associé Michele Mosca a reçu du Collège St. Jerome de l'Université de Waterloo le prix Fr.-Norm-Choate 2017 pour l'ensemble de ses travaux.
- L'adjoint invité Thomas Vidick a été choisi parmi les bénéficiaires 2017 du programme *Chercheurs mondiaux ICRA-Azrieli* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), qui reconnaît des chercheurs exceptionnels en début de carrière

Objectif n° 2 : Créer la communauté la plus solide au monde de chercheurs en physique théorique

Résumé des réalisations

- Nomination d’Avery Broderick et de Savas Dimopoulos comme titulaires de chaire de recherche de l’Institut Périmètre, portant à 9 leur nombre total
- Obtention d’un investissement de 500 000 \$ de la Fondation de la famille Delaney, à l’appui de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler de physique théorique
- Recrutement de Neal Dalal, Yin-Chen He, Timothy Hsieh et Beni Yoshida comme professeurs à plein temps, ce qui portera leur nombre à 24
- Entrée en fonction de Ben Webster et de Jon Yard comme professeurs associés, et recrutement de Matilde Marcolli, qui arrivera en janvier 2018, portant à 17 le nombre de professeurs associés à l’Institut

Points saillants

Les détails du recrutement de titulaires de chaire de recherche, de professeurs et de professeurs associés figurent aux **pages 20 à 22** du rapport annuel. La **page 23** présente le nouveau professeur Beni Yoshida, et les **pages 28 et 39** décrivent en détail, respectivement, les recherches du professeur Kendrick Smith et celles d’Avery Broderick, titulaire de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler. Vous trouverez aux **pages 54 à 61** les biographies de tous les professeurs à plein temps et professeurs associés de l’Institut.

Les **pages 36 et 37** du rapport annuel décrivent en détail le milieu de recherche de classe mondiale de l’Institut — notamment ses installations emblématiques et le prix *Milieu de travail d’exception* reçu en 2017.

Supplément d’information (s’ajoutant au contenu du rapport annuel)

Expansion des collections de la bibliothèque

Une bibliothèque interne de grande qualité est essentielle pour la communauté des chercheurs et étudiants de l’Institut Périmètre. En 2016-2017, l’Institut a poursuivi l’expansion de ses collections, conformément à un plan pluriannuel visant à fournir aux chercheurs résidants et invités des ressources de recherche complètes. La bibliothèque a ajouté 95 ouvrages à sa collection principale, qui compte maintenant 5 671 livres imprimés (6 276 éléments tous formats confondus), ainsi que des abonnements électroniques à plus de 120 revues que les chercheurs et étudiants de l’Institut peuvent consulter sur place et à distance.

Objectif n° 3 : Attirer et former la prochaine génération de brillants chercheurs

Résumé des réalisations

- Accueil de 24 postdoctorants en 2016-2017 et recrutement de 19 autres pour 2017-2018
- Obtention de postes de professeur menant à la permanence pour 13 finissants en postdoctorat
- Succès de la 8^e année du programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l’Institut Périmètre) pour 27 étudiants de maîtrise, et formation de 49 doctorants en résidence
- Accueil de 32 adjoints diplômés invités, pour un total de 39 séjours scientifiques
- Enseignement de 4 cours spécialisés pour des chercheurs et étudiants d’universités environnantes

Points saillants

La **page 23** du rapport annuel décrit le programme de recherches postdoctorales de l’Institut Périmètre, et la **page 61** donne la liste des postdoctorants.

Les **pages 24 et 25** du rapport annuel décrivent en détail le programme de maîtrise PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l’Institut Périmètre), le programme de doctorat et le programme d’adjoints diplômés invités, ainsi que la composition du corps professoral du programme PSI en 2016-2017. La **page 62** donne la liste des doctorants et des étudiants du programme PSI.

Supplément d’information (s’ajoutant au contenu du rapport annuel)

Postdoctorants

L’Institut Périmètre a reçu 603 candidatures pour des bourses postdoctorales en 2017-2018. Le taux d’acceptation de ses offres d’admission demeure très élevé, ce qui témoigne de l’excellente réputation internationale de l’Institut.

La plupart des finissants en postdoctorat ont obtenu des postes de professeur menant à la permanence ou d’autres bourses de recherche dans des institutions de premier plan au Canada et à l’étranger. À titre d’exemple, Michal Heller a obtenu un très prestigieux prix Sofja-Kovalevskaja, d’une valeur de 1,65 million d’euros, remis par la Fondation Alexander-von-Humboldt. Ce prix lui permettra de mettre sur pied et de diriger une équipe de chercheurs à l’Institut Max-Planck de physique gravitationnelle.

Les aptitudes avancées d’analyse, de résolution de problèmes et de traitement quantitatif acquises en physique peuvent aussi mener à des carrières fructueuses dans une grande variété de domaines non universitaires, dont l’administration publique, la technologie et la finance. Par exemple, en 2016-2017,

Juan Carrasquilla est devenu chercheur chez D-Wave Systems inc., entreprise d'informatique quantique dont le siège est à Burnaby, en Colombie-Britannique.

Cours

L'Institut Périmètre partage les connaissances de ses scientifiques résidents et invités, en leur demandant d'assurer des cours avancés donnant droit à des crédits d'études supérieures et des mini-cours non crédités sur des sujets à la fine pointe de la recherche. En plus de bénéficier aux chercheurs résidents de l'Institut, ces cours sont ouverts aux étudiants des universités environnantes, ce qui améliore d'autant l'offre de cours de ces universités. En 2016-2017, l'Institut Périmètre a offert 4 cours avancés donnant droit à des crédits d'études supérieures, conformément aux objectifs fixés³.

³ Ces cours ont été les suivants : (1) *Algorithmic Techniques for Scalable Many-Core Computing* (Techniques algorithmiques de calcul à l'aide d'ordinateurs adaptables à plusieurs cœurs), donné par Erik Schnetter, chef du groupe de technologie de la recherche, de septembre à décembre 2016; (2) *Supersymmetric Field Theories for Mathematicians* (Théories des champs supersymétriques pour les mathématiciens), donné par Kevin Costello, titulaire de la chaire Fondation-Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique de l'Institut Périmètre, de septembre à décembre 2016; (3) *Statistical Mechanics 2* (Mécanique statistique 2), donné par Roger Melko, professeur associé à l'Institut Périmètre, de janvier à mars 2017; (4) *String Theory for Mathematicians* (Théorie des cordes pour les mathématiciens), également donné par Kevin Costello d'avril à juin 2017.

Objectif n° 4 : Attirer des scientifiques invités exceptionnels

Résumé des réalisations

- Nomination de 6 scientifiques de premier plan comme titulaires de chaire de chercheur invité distingué⁴, et renouvellement du mandat de 7 autres⁵, portant leur nombre total à 54
- Nomination de 7 chercheurs accomplis comme adjoints invités⁶, et renouvellement du mandat de 3 autres⁷, portant leur nombre total à 34
- Accueil de 10 chercheuses en début de carrière, à titre de boursières invitées Emmy-Noether⁸
- Accueil de 406 chercheurs invités, pour un total de 459 séjours scientifiques⁹
- Organisation de 20 conférences et ateliers, auxquels ont participé 867 scientifiques du monde entier
- Présentation de 308 exposés scientifiques (267 séminaires et 41 colloques)
- Collaboration pour l'organisation de 5 conférences et ateliers conjoints tenus à l'Institut Périphère¹⁰, et parrainage de 14 autres rencontres scientifiques à l'extérieur de l'Institut

⁴ Les nouveaux titulaires de chaire de chercheur invité distingué sont Scott Aaronson (Université du Texas à Austin), Itzhak Bars (Université de la Californie du Sud), Charles Bennett (Centre de recherche Thomas-J.-Watson d'IBM), John Cardy (Université de la Californie à Berkeley et Université d'Oxford), John March-Russell (Université d'Oxford) et Xiao-Gang Wen (Institut de technologie du Massachusetts).

⁵ Matthew Fisher, Ted Jacobson, Dam Son, Andrew Strominger, Raman Sundrum et Zhenghan Wan ont vu leur mandat renouvelé jusqu'en 2019, alors que le mandat de Barbara Terhal a été renouvelé jusqu'en 2020.

⁶ Les nouveaux adjoints invités sont Joseph Ben Geloun (Université Paris 13), Simon Caron-Huot (Université McGill), David Curtin (Université du Maryland à College Park), Daniel Halpern-Leistner (Université Cornell), Gilbert Holder (Université de l'Illinois à Urbana-Champaign), Matthew Leifer (Université Chapman) et Markus Mueller (Institut d'optique et d'information quantiques).

⁷ Fernando Brandao, Giulio Chiribella et Razvan Gurau ont vu leur mandat renouvelé jusqu'en 2019.

⁸ Les boursières invitées Emmy-Noether qui ont séjourné à l'Institut Périphère en 2016-2017 sont Celine Boehm (Université de Durham), Radja Boughezal (Laboratoire national d'Argonne), Gemma De las Cuevas (Université d'Innsbruck), Astrid Eichhorn (Université de Heidelberg), Natalia Perkins (Université du Minnesota), Katarzyna Rejzner (Université d'York), Mairi Sakellariadou (Collège royal de Londres), Didina Serban (Institut de physique théorique et CEA à Saclay), Sumati Surya (Institut de recherche Raman) et Bei Zeng (Université de Guelph).

⁹ Les scientifiques invités ont été des membres affiliés, des collaborateurs, des recrues potentielles, des conférenciers à des séminaires ou à des colloques, de même que 17 titulaires de chaire de chercheur invité distingué et 10 adjoints invités.

¹⁰ Ces conférences et ateliers ont été les suivants : (1) *Exact Operator Algebras in Superconformal Field Theories* (Algèbres d'opérateurs exacts dans les théories superconformes des champs), avec la Fondation Simons; (2) *Hitchin Systems in Mathematics and Physics* (Systèmes de Hitchin en mathématique et physique), avec la Fondation Templeton; (3) *Radiative Corrections at the Intensity Frontier of Particle Physics* (Corrections radiatives à la frontière d'intensité de la physique des particules), avec TRIUMF; (4) *Contextuality, Conceptual Issues, Operational Signatures, and Applications* (Contextualité, problèmes conceptuels, signatures opérationnelles et leurs applications) et (5) *Women in Physics Canada 2017* (Les femmes et la physique au Canada 2017), tous deux avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo.

Points saillants

Les **pages 22 et 23** du rapport annuel donnent des renseignements à jour sur les programmes de titulaires de chaire de chercheur invité distingué et d'adjoints invités. La **page 21** donne la liste des titulaires de chaire de chercheur invité distingué, alors que la liste des adjoints invités figure en annexe du présent document. Vous trouverez aux **pages 40 et 41** du rapport annuel des renseignements détaillés sur les boursières invitées Emmy-Noether, notamment dans le contexte plus large des initiatives Emmy-Noether de l'Institut Périmètre, ainsi qu'un profil de Kasia Rejzner, boursière invitée Emmy-Noether.

La **page 28** du rapport annuel donne des renseignements sur le programme de scientifiques invités de l'Institut Périmètre. De plus, les **pages 63 à 66** donnent la liste des scientifiques invités de l'Institut pendant l'année écoulée.

Les **pages 26 et 27** du rapport annuel portent sur les rencontres scientifiques — conférences, ateliers, séminaires et colloques — et les archives en ligne des exposés présentés à l'Institut Périmètre. La liste des conférences et ateliers organisés et parrainés par l'Institut figure aux **pages 67 et 68**.

Objectif n° 5 : Constituer le pôle canadien de la recherche en physique fondamentale

Résumé des réalisations

- Nomination de 8 nouveaux membres affiliés et renouvellement du mandat de 15 autres, pour un nombre total de 120 membres affiliés
- Conclusion d'un nouvel accord de partenariat avec l'Institut d'optique et d'information quantiques de l'Académie autrichienne des sciences, et renforcement des liens existants avec des centres de premier plan tels que TRIUMF et SNOLAB
- Approfondissement des liens avec des centres d'expérimentation et d'observation, au Canada et ailleurs dans le monde
- Poursuite du travail en collaboration étroite avec des partenaires régionaux, afin de soutenir l'écosystème *Quantum Valley*
- Publication du document *OpenAccess Energy Blueprint* (Plan concernant l'énergie accessible à tous) du partenariat WGSi (*Waterloo Global Science Initiative*) et organisation des activités de suivi liées au sommet sur l'énergie accessible à tous
- Nomination de 3 professeurs associés, conjointement avec l'Université de Toronto et l'Université de Waterloo (voir l'objectif n° 2)
- Partenariat avec l'Université de Waterloo pour le programme de maîtrise PSI, avec la participation de professeurs d'universités canadiennes à titre de conférenciers¹¹ (voir l'objectif n° 3)
- Organisation de 5 ateliers et conférences, conjointement avec des partenaires universitaires canadiens et étrangers, et parrainage de 14 autres conférences et ateliers (voir l'objectif n° 4)

Points saillants

Les **pages 28 et 29** du rapport annuel donnent des renseignements sur les membres affiliés, les collaborateurs et les partenaires de l'Institut Péricimètre — notamment un texte sur les travaux du professeur Kendrick Smith dans le cadre du projet CHIME (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment* – Expérience canadienne de cartographie d'intensité de l'hydrogène), en Colombie-Britannique. La liste des membres affiliés de l'Institut figure aux **pages 66 et 67**.

¹¹ Les conférenciers ont été : Richard Cleve (Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo – IQC), Debbie Leung (IQC), Frank Marsiglio (Université de l'Alberta), Eduardo Martin-Martinez (IQC), Kevin Resch (IQC) et Sean Tulin (Université York).

Supplément d'information (s'ajoutant au contenu du rapport annuel)

Participation à la *Quantum Valley* à titre de catalyseur

En 2016-2017, l'Institut Périmètre a continué de collaborer étroitement avec des expérimentateurs de l'Institut d'informatique quantique (IQC) de l'Université de Waterloo et d'autres acteurs clés de la région de Waterloo¹² pour faire en sorte que le Canada demeure à l'avant-garde des efforts internationaux visant la création d'industries quantiques, qui susciteront à leur tour la création d'emplois et de richesse.

Le domaine de la matière condensée quantique est crucial pour la mise au point de technologies quantiques. Il constitue pour l'Institut Périmètre une importante occasion stratégique de capitaliser sur ses forces actuelles. Cette année, l'Institut a recruté quelques spécialistes de la physique quantique et de la matière condensée, dans le cadre de sa nouvelle initiative sur la matière quantique. Les professeurs Yin-Chen He, Timothy Hsieh et Beni Yoshida sont les recrues les plus notoires dans ces domaines, mais il ne faut pas oublier d'autres spécialistes qui se sont joints à l'équipe de l'Institut Périmètre : le professeur associé Jon Yard; Scott Aaronson, Charles Bennett et John Cardy, titulaires de chaire de chercheur invité distingué; Gemma De Las Cuevas, Natalia Perkins et Bei Zeng, boursières invitées Emmy-Noether; de nombreux postdoctorants.

Engagement avec des centres d'expérimentation et d'observation

L'expérimentation constitue le test ultime de toute théorie. Reconnaisant ce fait, l'Institut Périmètre a contribué à faciliter la création en 2002 de l'IQC, qui demeure à ce jour le principal partenaire d'expérimentation de l'Institut Périmètre. Le directeur général par intérim de l'IQC est Kevin Resch, membre affilié à l'Institut Périmètre, et le directeur adjoint David Cory est professeur associé à l'Institut Périmètre. De nombreux autres chercheurs de l'Institut Périmètre ont été recrutés dans le cadre de nominations conjointes avec l'IQC¹³.

En 2016-2017, l'Institut Périmètre a continué d'intensifier ses liens avec des centres d'expérimentation et d'observation du monde entier, en particulier à l'occasion de la mise sur pied de son Centre de recherches sur l'univers. Ce Centre renforcera les liens existants avec le télescope SKA (*Square Kilometre Array* – Réseau d'un kilomètre carré), le LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Observatoire d'ondes gravitationnelles par interféromètre laser), le télescope EHT (*Event Horizon*

¹² Ceux-ci comprennent la communauté universitaire environnante (dont le Centre Quantum-Nano et l'Institut de nanotechnologie de Waterloo, tous deux à l'Université de Waterloo), un ensemble dynamique d'entreprises en démarrage dans la région (dont Communtech et Universal Quantum Devices), ainsi que des investisseurs en capital de risque (dont Quantum Valley Investments, la plus récente entreprise de Mike Lazaridis).

¹³ Les professeurs associés Raymond Laflamme et Michele Mosca ont été membres fondateurs de l'IQC. Ils demeurent professeurs associés à l'Institut Périmètre dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'IQC, tout comme Raffi Budakian et Jon Yard. Le postdoctorant associé Dave Touchette, le chercheur principal affilié Steve MacLean et Bei Zeng, boursière invitée Emmy-Noether, sont associés à l'IQC, et les deux instituts ont aussi un certain nombre de membres affiliés et d'étudiants en commun.

Telescope – Télescope horizon des événements), SNOLAB (la prochaine génération de l’Observatoire de neutrinos de Sudbury) et le projet CHIME.

De nombreux exemples montrent les progrès qui peuvent être accomplis lorsque des théoriciens et des expérimentateurs travaillent ensemble. En voici quelques illustrations parmi beaucoup d’autres au cours de la seule dernière année : Kendrick Smith, professeur à l’Institut Péricimètre, a mis au point de nouvelles méthodes de détection de sursauts radio rapides en analysant en temps réel les données produites par le télescope CHIME; Avery Broderick, titulaire de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler, et Tim Johannsen, qui était alors postdoctorant associé, ont mis à l’épreuve la relativité générale à partir d’un trésor de données d’observation fournies par le télescope EHT; Asimina Arvanitaki, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque, a proposé des manières d’utiliser des détecteurs d’ondes gravitationnelles pour rechercher de la matière sombre.

De telles collaborations ne sont appelées qu’à croître, avec l’établissement de nouveaux liens entre des scientifiques de l’Institut Péricimètre et de grands centres d’expérimentation partout dans le monde. Voici quelques-uns des nombreux liens que l’Institut entretient avec des centres d’expérimentation et d’observation :

- L’Institut a des accords officiels de partenariat avec SNOLAB, laboratoire scientifique souterrain qui se spécialise dans la physique des neutrinos et de la matière sombre, et TRIUMF, le centre canadien des accélérateurs de particules.
- Avery Broderick est membre de l’équipe du télescope EHT, qui vise à observer pour la première fois l’environnement immédiat d’un trou noir. Lui et plusieurs autres chercheurs de l’Institut Péricimètre sont associés à l’initiative EHT de l’Institut, qui consiste à mettre sur pied une équipe de professeurs, postdoctorants et étudiants diplômés, chargée d’effectuer des analyses de pointe des données du télescope EHT. Luis Lehner, vice-président du corps professoral, et le professeur Guifre Vidal participent aussi à cette initiative.
- Kendrick Smith participe à un certain nombre de projets expérimentaux visant à mesurer le rayonnement fossile, notamment le projet CHIME, le satellite Planck et le projet HSC (*Hyper-Suprime Cam*) au télescope Subaru.
- Asimina Arvanitaki fait partie de la collaboration ARIADNE (*Axion Resonant InterAction DetectioN Experiment* – Expérience de détection d’interactions à résonance d’axions), qui recherche dans la matière des interactions à médiation par des axions. Elle a également proposé un certain nombre de tests expérimentaux de théories de physique fondamentale à l’aide de capteurs en lévitation optique, d’horloges atomiques et de la résonance magnétique nucléaire.
- Le professeur associé Maxim Pospelov est membre associé du groupe BaBar, qui étudie la physique des quarks *b* et d’autres particules intermédiaires qui possèdent une masse. Il fait partie de l’équipe de l’expérience GNOME (*Global Network of Magnetometers for Exotic* – Réseau mondial de magnétomètres pour la recherche de physique exotique), et collabore directement avec des physiciens expérimentateurs des laboratoires TRIUMF et Fermilab.

Enfin, l’Institut Péricimètre maintient des liens avec le monde de l’expérimentation par le truchement de son programme de conférences. Plusieurs conférences données en 2016-2017 portaient directement sur

des constatations et défis expérimentaux¹⁴. Un exemple digne de mention est celui de la 5^e École d'été tripartite sur les particules élémentaires (TRISEP) — résultant d'un partenariat entre l'Institut Périmètre, SNOLAB et TRIUMF —, qui a eu lieu en juillet 2017 à SNOLAB; Asimina Arvanitaki, professeure à l'Institut Périmètre, a fait partie des conférenciers.

Le partenariat WGSJ

WGSJ (*Waterloo Global Science Initiative*) est un partenariat à but non lucratif, financé de manière indépendante, mis sur pied par l'Institut Périmètre et l'Université de Waterloo pour promouvoir le dialogue et élaborer des solutions à des problèmes complexes d'envergure mondiale.

En mars 2017, WGSJ a publié le document *OpenAccess Energy Blueprint* (Plan concernant l'énergie accessible à tous), qui énumère en détail les recommandations et idées de mise en œuvre résultant du 3^e sommet organisé par WGSJ et tenu en avril 2016. Ce plan constitue une feuille de route vers un avenir où tous auraient accès à l'électricité. Il est fondé sur les recommandations de chercheurs d'expérience, de doctorants, d'activistes communautaires et d'entrepreneurs représentant divers intérêts de 24 pays et 5 collectivités des Premières Nations. WGSJ a distribué ce plan grâce à différents partenariats et activités, et a organisé d'autres activités de suivi du sommet de 2016.

¹⁴ Ce sont : *Experimental Quantum Foundations* (Fondements quantiques expérimentaux), le 23 septembre 2016; *International Workshop on Quantum Spin Ice* (Atelier international sur la glace de spin quantique), du 7 au 9 juin 2017; *Radiative Corrections at the Intensity Frontier of Particle Physics* (Corrections radiatives à la frontière d'intensité de la physique des particules), du 12 au 14 juin 2017; *New Directions in Dark Matter and Neutrino Physics* (Nouvelles orientations en physique de la matière sombre et des neutrinos), du 20 au 22 juillet 2017; *Contextuality, Conceptual Issues, Operational Signatures, and Applications* (Contextualité, problèmes conceptuels, signatures opérationnelles et leurs applications), du 24 au 28 juillet 2017.

Objectif n° 6 : Catalyser et appuyer la création de centres d'excellence

Résumé des réalisations

- Poursuite de l'assistance à l'initiative *Next Einstein* (le prochain Einstein) de l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS-NEI) et à l'Institut sud-américain de recherche fondamentale (SAIFR)
- Renouvellement de l'entente concernant la bourse postdoctorale africaine des instituts Fields et Périmètre, et ajout officiel de l'AIMS-NEI à ce partenariat
- Extension de l'expertise de l'Institut Périmètre en matière de diffusion des connaissances, avec des partenaires tels que l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), le LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Observatoire d'ondes gravitationnelles par interféromètre laser) et la région technologique de Brainport, aux Pays-Bas

Points saillants

Les **pages 28 et 29** du rapport annuel donnent de l'information sur les efforts de rayonnement international de l'Institut Périmètre, notamment le renouvellement de l'entente concernant la bourse postdoctorale africaine des instituts Fields et Périmètre.

Supplément d'information (s'ajoutant au contenu du rapport annuel)

AIMS-NEI

Lancée par Neil Turok, directeur de l'Institut Périmètre, l'initiative AIMS-NEI vise la création d'un réseau panafricain de centres dispensant une formation mathématique et scientifique avancée à des diplômés africains exceptionnels. Depuis 2003, le réseau de l'AIMS a grandi et compte maintenant 6 centres répartis sur le continent et comptant plus de 1 200 diplômés.

En 2016-2017, l'Institut Périmètre a continué de mettre à profit les compétences de ses chercheurs et de son personnel administratif pour soutenir le réseau de l'AIMS-NEI.

- Prince Osei, postdoctorant à l'Institut Périmètre, a déménagé au Rwanda pour devenir le chargé de projet de *Quantum Leap Africa* (Saut quantique Afrique), tout nouveau pôle de science et technologie de l'information quantique créé par l'AIMS.
- Le personnel de l'Institut Périmètre a aidé à préparer l'ouverture du 6^e centre de l'AIMS, AIMS-Rwanda, qui a eu lieu en août 2016.
- Des chercheurs de l'Institut Périmètre continuent de donner des cours dans des centres de l'AIMS.

SAIFR

En 2015, l'Institut sud-américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique (ICTP-SAIFR), nouveau centre d'excellence en physique théorique situé à l'Université de l'État de São Paulo (UNESP), au Brésil, est devenu le 2^e partenaire majeur de rayonnement international de l'Institut Péricimètre. Le SAIFR a de nombreux points communs avec l'Institut Péricimètre, dont certains domaines de recherche, ainsi que des programmes actifs de scientifiques invités et de conférences.

En 2016-2017, l'Institut Péricimètre a continué de mettre à profit les compétences de ses chercheurs et de son personnel administratif pour appuyer la croissance de l'ICTP-SAIFR.

- En novembre 2016, le partenariat a été officiellement souligné à São Paulo, lors d'une cérémonie à laquelle a participé l'ambassadeur du Canada au Brésil.
- Pedro Vieira, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique de l'Institut Péricimètre, continue de passer 6 mois par année au Brésil, afin d'aider au développement du SAIFR; Luis Lehner, vice-président du corps professoral de l'Institut Péricimètre, est membre du conseil scientifique du SAIFR.
- Plus d'une douzaine de chercheurs, étudiants et membres du personnel de diffusion des connaissances de l'Institut Péricimètre ont fait des séjours au SAIFR. Mentionnons entre autres : Robert Myers, président du corps professoral de l'Institut Péricimètre; Asimina Arvanitaki, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque; Greg Dick, directeur de la diffusion des connaissances.

Objectif n° 7 : Faire connaître le pouvoir transformateur de la physique théorique

Résumé des réalisations

- Programmes et ressources pédagogiques qui ont suscité près de 10 millions d'interactions avec des élèves, portant leur total à 30 millions à ce jour
- Organisation d'Innovation150, initiative phare dans le cadre des célébrations du 150^e anniversaire du Canada, pour plus de 100 000 Canadiens dans plus de 190 collectivités
- Tenue de la 15^e École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP), et organisation de 11 exposés *Physica Phantastica* – pour près de 1 000 élèves de toutes les régions du Canada
- Présentation de 123 ateliers à plus de 3 700 enseignants au Canada et à l'étranger, résultant ultimement en plus de 275 000 interactions d'élèves avec des ressources de l'Institut Périmètre
- Organisation de la conférence *Inspiring Future Women in Science* (Inspirer les futures scientifiques) pour près de 200 élèves canadiennes du secondaire
- Présentation à guichets fermés de 8 conférences publiques captivantes, également suivies par un auditoire en ligne de plus en plus nombreux grâce à des webdiffusions et à des partenaires des médias
- Lancement du site Web de publication insidetheperimeter.ca/fr; augmentation des communications de l'Institut Périmètre dans les médias numériques, avec plus de 175 000 pages consultées et 875 000 visionnements dans YouTube; forte croissance de la présence de l'Institut dans les médias sociaux

Points saillants

Les **pages 30 à 35** du rapport annuel donnent des renseignements sur les activités de diffusion des connaissances de l'Institut Périmètre. On y trouve notamment des détails sur l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes, l'atelier *EinsteinPlus* pour enseignants, la conférence *Inspiring Future Women in Science* (Inspirer les futures scientifiques), les conférences publiques, les activités culturelles, la présence dans les médias numériques et sociaux, la couverture médiatique et les célébrations d'Innovation150 qui se sont étendues sur toute une année.

Objectif n° 8 : Continuer de renforcer le partenariat public-privé visionnaire qui sous-tend l'Institut Péricimètre

Résumé des réalisations

- Conclusion de nouvelles ententes de financement avec la Province de l'Ontario et le gouvernement du Canada, chacune d'un montant de 50 millions de dollars sur 5 ans
- Atteinte de l'objectif majeur, fixé en 2014, de 25 millions de dollars en dons du secteur privé, grâce à plusieurs dons importants obtenus cette année :
 - Don anonyme de 5 millions de dollars, pour le lancement du Centre de recherches de l'Institut Péricimètre sur l'univers
 - Don de 1 million de dollars de Cenovus Energy, pour appuyer le programme de chaires de chercheur invité distingué
 - Don de 500 000 \$ de la Fondation de la famille Delaney, à l'appui de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler attribuée à Avery Broderick

Points saillants

Les **pages 38 à 41** du rapport annuel donnent des détails sur le partenariat public-privé de l'Institut Péricimètre et les principaux succès qu'il a connus en 2016-2017. On y trouve la liste des membres du conseil d'orientation de l'Institut Péricimètre et du Conseil Emmy-Noether, ainsi que des renseignements sur les initiatives Emmy-Noether de l'Institut. S'ajoutent à cela des profils de Kasia Rejzner, boursière invitée Emmy-Noether, et d'Avery Broderick, récemment nommé titulaire de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler, financée par un don de 500 000 \$ de la Fondation de la famille Delaney. La **page 17** contient de l'information à propos du Centre de recherches de l'Institut Péricimètre sur l'univers, mis sur pied grâce à un don anonyme de 5 millions de dollars. Les **pages 42 et 43** donnent la liste des bailleurs de fonds publics et privés de l'Institut.

Supplément d'information (s'ajoutant au contenu du rapport annuel)

Partenaires publics

L'Institut Péricimètre est financé dans le cadre d'un partenariat public-privé innovateur, qui partage les possibilités et les bénéfices d'un investissement à long terme dans la recherche fondamentale. Les partenaires publics de l'Institut Péricimètre comprennent que des investissements stratégiques continus en physique théorique fondamentale mettent le Canada et l'Ontario sur la voie du succès dans un domaine extrêmement rentable, ayant une capacité inégalée de faire avancer le savoir humain et

d'engendrer l'innovation. Comme le montrent des examens et audits indépendants, les investissements consentis dans l'Institut Péricimètre procurent déjà un excellent rendement¹⁵.

En 2016-2017, l'Institut Péricimètre a continué de gérer de manière responsable toutes les sommes investies par le secteur public, en suivant des pratiques exemplaires en matière de gestion financière, et de satisfaire à toutes les exigences de reddition de comptes. L'Institut a collaboré avec ses partenaires publics afin de positionner le Canada à l'avant-garde de la physique fondamentale, à un moment parmi les plus passionnants de l'histoire du domaine. Voici quelques points saillants des activités de l'Institut en la matière :

- Ayant eu l'honneur d'être choisi par le ministère du Patrimoine canadien, il a dirigé un partenariat conclu avec 4 autres organismes canadiens de diffusion des connaissances pour organiser Innovation150, initiative phare dans le cadre des célébrations du 150^e anniversaire du Canada.
- Il a conclu un partenariat avec plusieurs universités et instituts de recherche canadiens dans le cadre du Centre de recherches en astrophysique des particules du Canada, mis sur pied à l'Université Queen's avec un investissement de 63,7 millions de dollars du gouvernement du Canada.
- Il a accueilli des représentants gouvernementaux, des dirigeants du secteur privé et des membres des médias de 27 pays, à l'occasion du 6^e ACE (*Americas Competitiveness Exchange* – Carrefour sur la compétitivité des Amériques), pour une visite guidée de l'Institut, un discours d'ouverture de Mike Lazaridis, fondateur de l'Institut Péricimètre et président de son conseil d'administration, ainsi qu'une table ronde sur les effets des investissements et des partenariats en sciences sur le progrès de la société.
- Il a agi comme « partenaire parrain » des prix annuels du Gouverneur général pour l'innovation.
- Il a participé à des séances d'information pour des dirigeants-clés de ministères et d'agences des divers paliers de gouvernement.

Partenaires privés

Les partenaires privés, qui partagent la vision de l'Institut Péricimètre et y investissent, jouent un rôle crucial dans la capacité de l'Institut d'être à long terme un chef de file mondial de la recherche, de la formation et de la diffusion des connaissances en physique théorique. Les efforts de développement de l'Institut sont largement centrés sur des philanthropes, des entreprises et des fondations dont la mission rejoint la sienne — qu'ils aient le même esprit d'innovation et de découverte, qu'ils croient au pouvoir transformateur de la physique, ou qu'ils soient convaincus de la capacité du Canada d'être un chef de file mondiale de la recherche fondamentale.

¹⁵ À titre d'exemple, le comité consultatif scientifique de l'Institut Péricimètre affirmait en octobre 2015 : « Il est difficile d'imaginer un institut de recherche de cette portée et de cette ampleur ayant autant de visibilité et d'impact par dollar investi que l'Institut Péricimètre. » [traduction] En janvier 2016, KPMG a conclu son audit indépendant en ces termes : « L'Institut Péricimètre a réussi à positionner le Canada comme un chef de file mondial de la recherche en physique théorique. » [traduction]

Voici quelques points saillants de la dernière année, en plus de ce qui est souligné dans le rapport annuel :

- *Friends of Perimeter Institute*, organisme de bienfaisance situé aux États-Unis, a ouvert des possibilités de croissance importante pour l'Institut Périmètre en matière de collecte de fonds à l'étranger.
- Le conseil d'orientation de l'Institut Périmètre, formé d'éminents bénévoles qui agissent en tant qu'ambassadeurs de l'Institut dans les milieux d'affaires et de la philanthropie, a accueilli comme membre Jennifer Scully-Lerner, vice-présidente chez Goldman Sachs.
- Le Conseil Emmy-Noether, groupe de bénévoles qui fournissent de l'expertise, des dons et d'autres formes d'appui pour que davantage de femmes fassent de la physique, a accueilli 2 nouveaux membres : Lisa Lyons Johnston, présidente, Kids Can Press, chez Corus Entertainment inc.; Susan Brown, vice-présidente principale, Région de l'Alberta et des Territoires du Nord-Ouest, au sein du Groupe financier BMO. Le Conseil est également heureux de la nomination à titre de coprésidente de Sherry Shannon-Vanstone, PDG de Trustpoint Innovation Technologies Itée.
- Au cours de la dernière année, l'Institut a tenu avec succès plusieurs activités dans le but de mieux faire connaître sa mission dans la région du Grand Toronto, à MaRS Discovery District et au complexe Bell Lightbox du Festival international du film de Toronto, de même que partout au Canada avec la tournée d'Innovation150. L'Institut Périmètre a maintenant des réseaux de donateurs dans un certain nombre de centres importants au Canada, ainsi qu'à New York et dans la *Silicon Valley*.

Gouvernance

Les **pages 44 à 47** du rapport annuel décrivent la structure de gouvernance de l'Institut Périmètre et contiennent les biographies de tous les membres du conseil d'administration et du conseil consultatif scientifique de l'Institut.

Stratégie d'évaluation du rendement

Rendement scientifique

L'Institut Périmètre fait appel à un large éventail de politiques, systèmes et processus (internes et externes) de suivi et d'évaluation du rendement, qui sont régulièrement réévalués et mis à jour. Ces moyens de mesure des résultats et de l'impact sont présentés ci-dessous.

Suivi interne du rendement

- Rapports annuels d'activité de recherche remis pour évaluation au directeur de l'Institut par tous les professeurs et professeurs associés
- Examen annuel du rendement de tout le personnel
- Suivi continu des publications et citations
- Rapports et évaluations après les conférences
- Rapports d'activité de recherche des chercheurs invités et suivi continu de toute leur production
- Comptes rendus et suivis périodiques des progrès de tous les programmes scientifiques
- Évaluation du rendement des chercheurs à mi-mandat
- Programme de mentorat des postdoctorants
- Suivi des postdoctorants qui ont obtenu un poste dans un autre établissement après leur départ de l'Institut
- Suivi de la présence et de l'impact des chercheurs dans le monde, par les collaborations et les invitations à donner des conférences
- Examen et évaluation internes de tous les programmes et produits de diffusion des connaissances

Suivi externe du rendement

- Rapports périodiques au comité consultatif scientifique international, suivi d'une évaluation du rendement et de recommandations
- Examen par le comité consultatif scientifique de toutes les embauches et promotions des membres du corps professoral

- Évaluation des publications par des pairs
- Audit annuel des états financiers par un auditeur indépendant
- Autres audits opérationnels et examens, conformément aux accords de subvention
- Examen et évaluation externes de tous les programmes et produits de diffusion des connaissances

Stratégie d'investissement

Partenariat public-privé

L'Institut Périmètre doit son existence à une approche de co-investissement public-privé très fructueuse qui pourvoit aux activités courantes tout en garantissant les possibilités futures.

Les partenaires publics contribuent aux activités de recherche, de formation et de diffusion des connaissances de l'Institut et, conformément aux règles d'attribution des différentes subventions, reçoivent régulièrement des comptes rendus, rapports et états financiers audités annuels pour s'assurer de l'usage optimal des ressources tout en restant informés de la productivité de la recherche et des effets des activités de diffusion des connaissances de l'Institut.

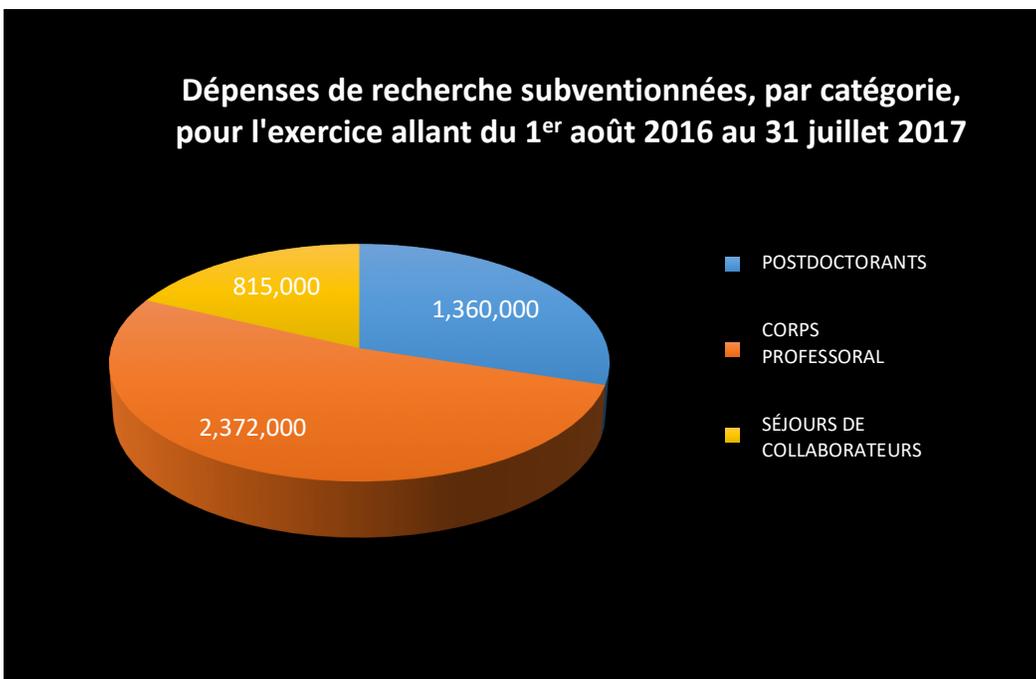
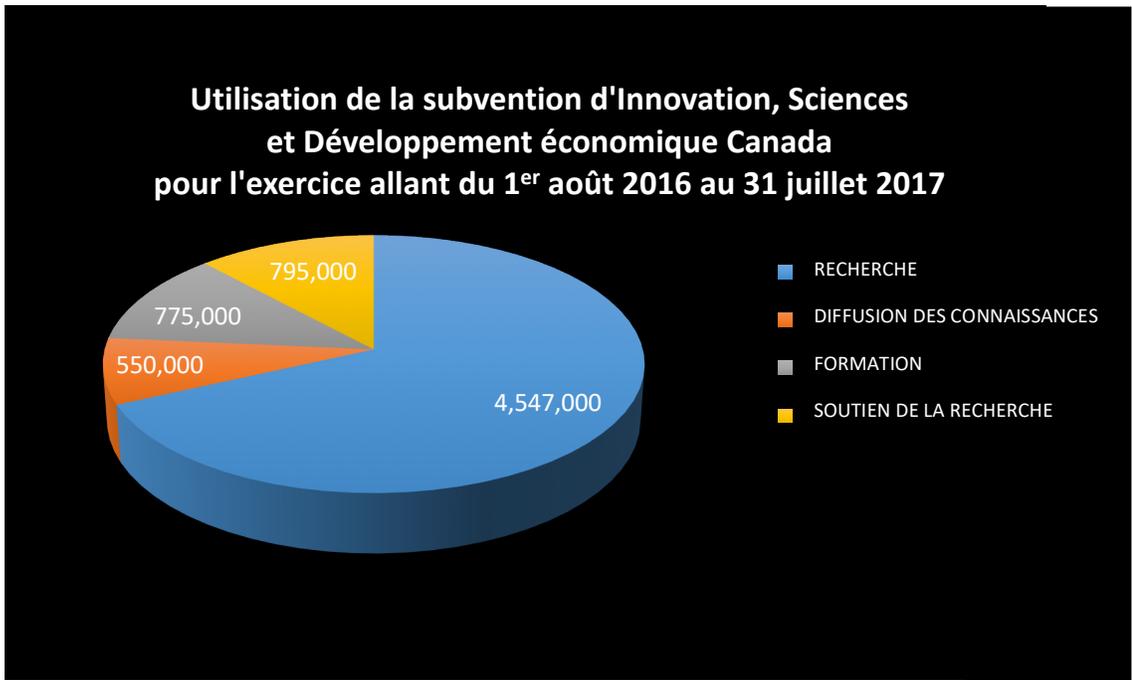
Les contributions privées, provenant d'un nombre croissant de donateurs, servent entre autres à financer les activités de l'Institut, mais une partie est placée dans un fonds de dotation conçu principalement pour recevoir des sommes d'argent et les faire fructifier en maximisant leur appréciation tout en minimisant les risques, de façon à contribuer au maximum à la santé financière à long terme de l'Institut.

L'Institut Périmètre demeure un exemple innovateur de partenariat public-privé réunissant gouvernements et philanthropes dans le but commun de réaliser le potentiel transformateur de la recherche scientifique au Canada.

Aperçu des états financiers, des dépenses et de la stratégie d'investissement

Les **pages 48 et 49** du rapport annuel contiennent un résumé des charges de fonctionnement de l'Institut Périmètre et des détails sur ses recettes, sa situation financière et son plan à long terme. Les états financiers résumés de l'Institut et le rapport des auditeurs sur les états financiers résumés figurent aux **pages 50 à 52**.

Utilisation de la subvention d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada



Objectifs pour 2017-2018

Les objectifs pour la prochaine année sont énoncés à la **page 53** du rapport annuel.

Annexe : Adjoints invités

Jonathan Barrett, Université d'Oxford
Joseph Ben Geloun, Université Paris 13
Eugenio Bianchi, Université d'État de Pennsylvanie
Fernando Brandão, Institut de technologie de la Californie
Vitor Cardoso, Institut supérieur technique de Lisbonne
Simon Caron-Huot, Université McGill
Giulio Chiribella, Université d'Oxford
Philippe Corboz, Université d'Amsterdam
David Curtin, Université du Maryland à College Park
Neal Dalal, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign
Fay Dowker, Collège impérial de Londres
Sergei Dubovsky, Université de New York
Maïté Dupuis, Université de Waterloo
Tobias Fritz, Institut Max-Planck de mathématiques des sciences
Jerome Gauntlett, Collège impérial de Londres
Ruth Gregory, Université de Durham
Razvan Gurau, École Polytechnique de Paris
Jutho Haegeman, Université de Gand
Daniel Halpern-Leistner, Université Cornell
Gilbert Holder, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign
Zohar Komargodski, Institut Weizmann des sciences
John Laiho, Université de Syracuse
Christopher Laumann, Université de Boston
Matthew Leifer, Université Chapman
Si Li, Université Tsinghua
Etera Livine, École normale supérieure de Lyon
Markus Mueller, Institut d'optique et d'information quantiques
Alejandro Perez, Université d'Aix-Marseille
Rachel Rosen, Université Columbia
Sarah Shandera, Université d'État de Pennsylvanie
Kris Sigurdson, Université de la Colombie-Britannique
Brian Swingle, Université du Maryland à College Park
Thomas Vidick, Institut de technologie de la Californie
Neal Weiner, Université de New York