



RAPPORT ANNUEL 2016

VISION

Constituer le principal centre mondial de physique théorique fondamentale, en conjuguant les initiatives de partenaires publics et privés ainsi qu'en favorisant une synergie entre les plus brillants esprits scientifiques du monde, pour permettre la réalisation de recherches aboutissant à des avancées qui transformeront notre avenir.

TABLE DES MATIÈRES

Bienvenue	2
Message du président du conseil	4
Message du directeur de l'Institut.	6
Recherche	8
À la frontière du monde quantique	10
Étude de la matière exotique.	12
Une nouvelle fenêtre ouverte sur le cosmos.	14
Une révolution holographique.	16
Prix, distinctions et subventions majeures	18
Recrutement	20
Formation à la recherche.	24
Réunions de chercheurs	26
Collaborations	28
Diffusion des connaissances et présence auprès du public.	30
Développement de l'Institut Péricône	36
Tracer de nouvelles voies	38
Merci à ceux qui nous soutiennent	40
Gouvernance.	42
Installations	46
Finances	48
Priorités et objectifs pour l'avenir	53
Annexes.	54

Ce rapport présente les activités et les finances de l'Institut Péricône de physique théorique pour l'exercice allant du 1^{er} août 2015 au 31 juillet 2016.

Photos

Société royale de Londres : p. 5
iStock by Getty Images : p. 11, 13, 17, 18
Adobe Stock : p. 23, 28
NASA : p. 14, 36

BIENVENUE

Une percée en physique théorique
peut à elle seule littéralement changer le monde.

L'Institut Péricètre est un centre de recherche indépendant situé à
Waterloo (Ontario), au Canada, qui a été mis sur pied pour accélérer les percées
scientifiques dans notre compréhension de l'univers.

À l'Institut, des scientifiques cherchent à découvrir le fonctionnement de l'univers à
toutes les échelles – des particules subatomiques les plus minuscules
au cosmos tout entier.

Leurs idées révèlent notre passé lointain
et engendrent les technologies qui façonneront notre avenir.

L'Institut Péricètre forme la prochaine génération de pionniers de la physique
et fait connaître au monde entier la puissance des découvertes scientifiques.

La science est complexe, mais l'équation de base de l'Institut Péricètre est simple :
De brillants esprits. Des idées lumineuses. Un avenir radieux.

Entrez dans le périmètre.

UN ACCÉLÉRATEUR DE LA DÉCOUVERTE



RECHERCHE

PLUS DE **160** SCIENTIFIQUES RÉSIDANTS
qui font de la recherche

12 PRIX ET DISTINCTIONS MAJEURS
accordés à des scientifiques de
l'Institut Péricimètre en 2015-2016

PLUS DE **1 000** SCIENTIFIQUES DU
MONDE ENTIER ACCUEILLIS
chaque année

PLUS DE **4 000** ARTICLES publiés
dans 170 revues et ayant fait l'objet
de plus de 150 000 citations
depuis 2001

PLUS DE **10 000** EXPOSÉS et
cours visionnés en ligne par
des internautes de 175 pays

17 ANS après sa fondation, l'Institut Péricimètre
se classe parmi les PRINCIPAUX
INSTITUTS DE PHYSIQUE THÉORIQUE
au monde

DIFFUSION DES CONNAISSANCES

20 MILLIONS
D'INTERACTIONS AVEC DES ÉLÈVES
depuis 2001

PLUS DE **20 000**
ENSEIGNANTS formés dans
des ateliers de l'Institut Péricimètre
depuis 2005

619 ÉLÈVES DOUÉS DU SECONDAIRE,
provenant 50 PAYS, ont participé à l'École
d'été internationale pour jeunes physiciens
et physiciennes depuis 2003

65 PAYS ont utilisé les ressources
pédagogiques de l'Institut Péricimètre

FORMATION

En 2015-2016, l'Institut Péricimètre comptait

58 POSTDOCTORANTS

49 DOCTORANTS et

29 ÉTUDIANTS de 18 PAYS
dans le programme de maîtrise PSI

MESSAGE DU PRÉSIDENT DU CONSEIL

C'est une journée faste lorsque le premier ministre du Canada vient à l'Institut Périmètre et explique la différence entre un ordinateur quantique et un ordinateur classique – et que cela fait le tour du monde. C'est une année faste lorsque cela n'est que l'un des points saillants montrant que nous sommes à un âge d'or de la physique. Il en résultera des découvertes spectaculaires et des techniques quantiques révolutionnaires, et l'Institut Périmètre se situe au cœur de tout cela.

En février, l'équipe du projet LIGO a annoncé avoir détecté des ondes gravitationnelles, exploit technique qui a confirmé d'importantes prédictions d'Einstein : l'existence d'ondes gravitationnelles et de trous noirs.

Partout dans le monde, nous voyons les gouvernements, les institutions de recherche et beaucoup des plus grandes entreprises de technologie investir à grande échelle dans la recherche en physique et la mise au point de nouvelles techniques quantiques. En mai dernier, l'Europe a annoncé un nouveau programme phare d'un milliard d'euros visant à intensifier les efforts de développement de sa technologie quantique. Voici un extrait de son « manifeste quantique » :

« La deuxième révolution quantique est maintenant en marche. Partout dans le monde, elle fait faire des pas de géant à la science, à l'industrie et à la société. Elle créera de nouvelles possibilités commerciales pour répondre aux défis mondiaux, offrira des capacités stratégiques en matière de sécurité et jettera les bases de possibilités inédites pour l'avenir. » [traduction]

Au cours des 18 dernières années, les membres de la *Quantum Valley* ont mis sur pied dans la région de Waterloo un écosystème qui couvre tout le spectre allant de la science fondamentale à la commercialisation de techniques quantiques révolutionnaires, en passant par la formation, les laboratoires d'expérimentation et la mise au point de dispositifs quantiques. Aujourd'hui, la *Quantum Valley* continue de faire le nécessaire pour que Waterloo et le Canada puissent être à l'avant-garde de la deuxième révolution quantique. L'Institut Périmètre joue toujours un rôle important dans la *Quantum Valley* en développant les principes fondamentaux de l'informatique quantique, en attirant des chercheurs de premier ordre à Waterloo et en contribuant à jeter les bases d'un écosystème qui permet à la *Quantum Valley* d'exister.



L'Institut Péricône résulte d'un partenariat public-privé solide et de longue durée avec le gouvernement du Canada et la Province de l'Ontario, qui sont des investisseurs importants et des partenaires essentiels de l'Institut depuis sa fondation. En avril, le premier ministre Justin Trudeau a rendu visite à l'Institut Péricône pour annoncer le renouvellement de la subvention de son gouvernement à l'Institut (et donner un mini-cours sur l'informatique quantique). En juin, la première ministre Kathleen Wynne est venue annoncer le renouvellement de l'investissement de la Province de l'Ontario dans l'Institut Péricône. Chacun de ces deux gouvernements s'est engagé à verser 50 millions de dollars sur 5 ans, confirmant ainsi que l'Institut Péricône constitue un actif stratégique vital. Parallèlement à cela, des partenaires privés en nombre croissant choisissent d'investir dans l'Institut Péricône. C'est le cas de la Fondation Stavros-Niarchos, de la Fondation de la famille Daniel, et de bien d'autres.

Nul ne doute que les progrès de l'informatique quantique et le développement de la technologie quantique constituent une priorité nationale pour le Canada. Je tiens à remercier tous les partenaires de l'Institut, dont l'investissement et l'appui nourrissent la science qui sera un moteur de notre avenir.

Des efforts concertés constituent la recette du succès. J'aimerais remercier toute l'équipe de l'Institut Péricône, de même que ses nombreux bénévoles et promoteurs, notamment les membres du conseil d'orientation, du Conseil Emmy-Noether, des comités des finances et de gestion des placements, ainsi que du conseil d'administration. Je tiens à souligner la contribution du directeur de l'Institut, Neil Turok, dont la vision oriente l'essor de l'Institut sous tous ses aspects. J'aimerais aussi remercier Jeff Moody d'avoir accepté de se joindre au conseil d'administration de l'Institut et de présider son comité de gestion des placements, ainsi que Mark Caplan et Dan Benson d'avoir bien voulu se joindre au comité de gestion des placements de l'Institut Péricône.

Nous vivons une autre époque très passionnante pour la physique. Les découvertes auxquelles nous avons assisté cette année ne sont qu'un début. À l'Institut Péricône, nous avons l'adage suivant : la physique théorique d'aujourd'hui est la technologie de demain. La recherche fondamentale effectuée ici contribue à jeter les bases d'une deuxième révolution quantique, qui reposera sur une compréhension nouvelle et plus profonde de la mécanique quantique. Cette révolution transformera nos manières de voir et de manipuler la matière et l'énergie, de fabriquer de nouveaux matériaux, de calculer, de communiquer, de stocker et sécuriser des données, etc.

La deuxième révolution quantique promet de créer de tout nouveaux cycles industriels, du même ordre que les révolutions industrielle et informatique du siècle dernier. L'action de l'Institut Péricône et de ses partenaires de la *Quantum Valley* fera en sorte que le Canada, son industrie et ses citoyens profiteront de cette révolution.

– Mike Lazaridis, O.C., O.Ont., FRS, MSRC
Président du conseil d'administration

MESSAGE DU DIRECTEUR DE L'INSTITUT

Quelle année extraordinaire ce fut – pour la physique et pour l'Institut Péricètre! En février 2016, l'équipe du projet LIGO a annoncé avoir détecté des ondes gravitationnelles, faibles ondulations de l'espace-temps produites par la fusion de deux trous noirs. Avant la fin du mois de mars, nous avons appris que les gouvernements du Canada et de l'Ontario avaient renouvelé jusqu'en 2022 leur investissement dans l'Institut Péricètre. Et en novembre, nous avons été ravis d'apprendre que l'un de nos titulaires de chaire de chercheur invité distingué, Duncan Haldane, professeur à l'Université de Princeton, était colauréat du prix Nobel de physique 2016.

Chacun de ces événements vaut la peine d'être célébré, mais ils sont loin d'être les seuls, et il y en a encore bien davantage à venir.

L'existence des ondes gravitationnelles avait été prédite par Einstein, dans sa théorie de la gravitation formulée il y a un siècle. Les trous noirs avaient aussi été prédits bien avant que l'on puisse les détecter. Le succès de la théorie est un exemple spectaculaire du pouvoir qu'a l'esprit humain de comprendre notre monde, même dans des situations tout à fait éloignées de notre perception quotidienne. Le projet LIGO était, comme la conquête de la Lune, difficile, risqué et follement ambitieux. Au bout du compte, ce fut un immense succès pour la science, pour les techniques de mesure quantique qu'il a permis de mettre au point et pour la connaissance humaine. Cette merveilleuse découverte montre ce qui est possible avec une vision, un esprit de collaboration, ainsi qu'avec l'engagement des gouvernements.

De la même manière, les travaux qui ont valu le prix Nobel à Duncan Haldane et à ses collègues ont émergé de la théorie pure. Mais leurs découvertes ont montré la voie menant vers de nouveaux matériaux, découverts plus récemment, dont les propriétés étranges pourraient permettre de construire des ordinateurs quantiques.

À l'Institut Péricètre, nous cherchons à réaliser des percées scientifiques du même ordre, pour le bénéfice de tous. Nous sommes tout aussi déterminés à encourager et à inspirer la prochaine génération de scientifiques et de technologues, qui seront à la source de connaissances nouvelles et des industries de demain.

Nous ne pourrions avoir de telles ambitions sans la vision, l'engagement et le soutien de nos partenaires des secteurs public et privé. Avec le renouvellement de leur financement, les gouvernements du Canada et de l'Ontario ont manifesté leur confiance envers l'Institut Péricètre, envers la physique fondamentale et envers le Canada comme chef de file mondial du savoir.

Nous sommes très heureux de l'appui de la population de l'Ontario et du Canada ainsi que des gouvernements qui la représentent. En avril, nous avons été enchantés d'accueillir le premier ministre Justin Trudeau, qui a annoncé le renouvellement de notre financement. Sa passion pour la physique a été bien illustrée par son explication improvisée et succincte de l'informatique quantique, dont la vidéo est devenue virale et a eu des répercussions instantanées dans le monde entier. Quelques semaines plus tard, nous avons eu la joie de recevoir la première ministre Kathleen Wynne, qui a elle aussi rencontré de nombreux membres de notre communauté.

La physique a toujours été un catalyseur du progrès humain. Aujourd'hui, les possibilités de découvertes sont aussi grandes qu'auparavant et, comme vous le verrez en lisant ce rapport, la recherche à l'Institut Péricètre est plus passionnante que jamais. L'automne dernier, notre comité consultatif scientifique, formé de 9 éminents scientifiques du monde entier, a procédé à un examen approfondi de l'Institut. Dans un rapport louangeur, il affirmait : « Il est difficile d'imaginer un institut de recherche de cette portée et de cette ampleur ayant autant de visibilité



et d'impact que l'Institut Péricètre. [...] En offrant son appui à l'Institut Péricètre, le gouvernement canadien prend l'initiative de promouvoir la science fondamentale et de faciliter l'innovation. » [traduction] Dans un audit exhaustif portant sur une période de 5 ans, KPMG en arrive à une conclusion semblable : « L'Institut Péricètre a réussi à positionner le Canada comme un chef de file mondial de la recherche en physique théorique. » [traduction]

En visant l'excellence et en soutenant les recherches les plus ambitieuses, l'Institut Péricètre est devenu un pôle d'attraction pour des talents de premier ordre. En avril, nous avons nommé Asimina Arvanitaki, grande théoricienne des particules, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de l'Institut Péricètre. C'est la 9^e chaire de ce type à avoir été mise sur pied depuis 2011. Généreusement financée par une fondation qui s'intéresse à la culture, à l'éducation et à la santé, cette chaire permettra à Mme Arvanitaki de concevoir de nouvelles expériences visant à sonder la physique fondamentale. À notre grand plaisir, Asimina Arvanitaki a remporté un prix *Nouveaux Horizons en physique*, prix le plus important accordé à de jeunes physiciens. À ce jour, 5 chercheurs de l'Institut Péricètre ont remporté ce prix, soit davantage que pour toute autre institution dans le monde. Aussi appréciés soient-ils, les prix ne sont pas notre premier objectif. Nous cherchons à réaliser des percées scientifiques; tout le reste vient en prime.

Cette année, nous avons aussi recruté 2 professeurs associés : Huan Yang (avec l'Université de Guelph), expert du rayonnement gravitationnel, des trous noirs et d'expériences telles que LIGO, et Jon Yard (avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo), expert de l'informatique quantique et de ses liens avec la matière quantique. De telles nominations conjointes unissent les forces de l'Institut Péricètre à celles de la communauté universitaire canadienne, pour le bénéfice de tous.

Le nombre de candidatures à nos programmes de maîtrise et de doctorat, menés en partenariat avec des universités, ou à des bourses postdoctorales, ainsi que le taux d'acceptation de nos offres, sont parmi les plus élevés de toutes les institutions au monde. En attirant des esprits exceptionnels du monde entier, en leur donnant les compétences nécessaires pour faire de la recherche de pointe, et en instillant chez eux l'excellence et la détermination, nous espérons contribuer à la croissance de la communauté mondiale des physiciens et à lui permettre de faire avancer la connaissance pour le progrès de l'humanité.

La diffusion des connaissances auprès des élèves, des enseignants et du grand public continue d'occuper une place importante dans l'action de l'Institut Péricètre. Cette année, des élèves ont utilisé nos ressources pédagogiques près de 10 millions de fois, partout au Canada et dans plus de 60 pays. Pour l'Institut, il demeure très important de rejoindre des publics toujours plus nombreux et d'offrir à tous des expériences de qualité ayant des effets durables.

À cet égard, l'année 2017 sera très particulière. L'Institut Péricètre est honoré d'avoir été choisi comme partenaire principal du programme Innovation150, à l'occasion des célébrations du 150^e anniversaire du Canada. Avec nos partenaires, nous offrirons une gamme spectaculaire d'activités partout au pays. Nous espérons en faire une année mémorable, au cours de laquelle le Canada se définira et se manifesterà comme une société avant-gardiste, inclusive, ayant à cœur le savoir et sa diffusion.

– Neil Turok, directeur, titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr

RECHERCHE



« Il est extrêmement important de souligner jusqu'à quel point les travaux effectués ici sont essentiels, non seulement pour le Canada, mais pour le monde entier. » [traduction]

– Justin Trudeau, premier ministre du Canada

Cette année, les scientifiques de l'Institut Périmètre ont publié **453 articles**¹. Depuis 2003, les chercheurs de l'Institut Périmètre ont produit plus de **4 000 articles**, parus dans **170 revues** spécialisées et qui ont fait l'objet de plus de **150 000 citations**².

Une fois par siècle environ, la science est à l'origine d'une transformation profonde de notre connaissance de l'univers. Au XVII^e siècle, les physiciens ont expliqué le mouvement des planètes. Au XVIII^e, ce fut la découverte de l'électricité. Le XIX^e siècle nous a donné l'électromagnétisme, et le XX^e a vu apparaître la relativité générale et la mécanique quantique.

Ces découvertes ont de profondes répercussions. Presque toute la technologie d'aujourd'hui est issue de percées réalisées en physique fondamentale. Les équations de Maxwell, qui unifient l'électricité et le magnétisme, ont mené directement à toutes les communications sans fil. La mécanique quantique nous a donné les transistors, les ordinateurs, l'IRM, les téléphones multifonctions, etc. Sans la relativité générale, il n'y aurait pas de GPS.

Les scientifiques de l'Institut Périmètre cherchent à étendre notre compréhension de l'univers, des particules subatomiques les plus minuscules au cosmos tout entier. Leurs découvertes produiront de nouvelles connaissances et rendront possible la prochaine vague de technologies révolutionnaires pour le progrès de l'humanité, d'une manière que nous commençons seulement à imaginer.

La détection d'ondes gravitationnelles a été la plus grande nouvelle scientifique de l'année. Acclamée dans le monde entier, elle a confirmé des prédictions clés de la théorie de la relativité générale d'Einstein. Mais surtout, elle a ouvert une fenêtre inédite sur le cosmos, ce qui conduira sans doute à de nouvelles découvertes.

À l'extrémité opposée du spectre, l'exploration fondamentale du monde quantique entraîne d'autres découvertes et donne naissance à des technologies au potentiel incroyable, des ordinateurs quantiques aux matériaux supraconducteurs, en passant par des capteurs quantiques ultraprécis.

¹ Ces chiffres correspondent à la période allant du 1^{er} août 2015 au 31 juillet 2016. 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 Scopus.



L'Institut Péricètre a pour mission de réaliser des percées scientifiques. Ses chercheurs sont encouragés à explorer les domaines fertiles à la rencontre de spécialités. Les points de rencontre ont souvent le plus grand potentiel de découvertes. Par exemple, la jonction des mathématiques et de la physique de la matière condensée a engendré le domaine de la matière topologique, qui débord de possibilités technologiques. Elle est aussi à l'origine du prix Nobel de physique 2016, remporté entre autres par Duncan Haldane, professeur à l'Université de Princeton et titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricètre.

Chaque jour, on peut voir à l'Institut Péricètre quelque 160 chercheurs qui travaillent au tableau ou au clavier, échangent autour d'un café, épluchent des données et conçoivent des expériences pour repousser les limites du savoir.

Grâce à des réseaux interdisciplinaires de recherche qui couvrent la planète, les scientifiques de l'Institut Péricètre sont en contact avec les plus grandes institutions et expériences au monde, dont le télescope EHT, LIGO, SNOLAB et le grand collisionneur de hadrons du CERN.

Dans les pages qui suivent, vous découvrirez certains des nombreux points de rencontre prometteurs que les scientifiques de l'Institut Péricètre explorent, créant des vagues qui pourraient se propager jusqu'aux rivages lointains de la connaissance.

D'EXCELLENTS RÉSULTATS

Cette année, deux examens exhaustifs et pluriannuels ont donné lieu à des évaluations extraordinairement positives du fonctionnement de l'Institut à tous les niveaux.

Le comité consultatif scientifique de l'Institut Péricètre a conclu en ces termes : « 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 Péricètre. » [traduction].

L'auditeur indépendant KPMG en est arrivé à la conclusion suivante : « L'Institut Péricètre a réussi à positionner le Canada comme un chef de file mondial de la recherche en physique théorique. » [traduction]

Les rapports complets peuvent être consultés à perimeterinstitute.ca.

À LA FRONTIÈRE DU MONDE QUANTIQUE

Les recherches initiales en mécanique quantique menées au XX^e siècle ont lancé la première révolution quantique – une cascade de découvertes et de technologies qui ont donné les transistors, les circuits intégrés, les ordinateurs, les supraconducteurs, l'IRM, les caméras numériques, la chimie moderne, etc.

Beaucoup sont d'avis qu'une deuxième révolution quantique s'est amorcée, avec l'exploitation de propriétés subtiles et puissantes de la mécanique quantique telles que la superposition (selon laquelle des particules peuvent être dans plus d'un état en même temps) et l'intrication (qui relie des particules de telle sorte qu'elles se comportent de manière synchrone même si de grandes distances les séparent).

L'objectif ultime du domaine de l'informatique quantique est la réalisation d'un ordinateur quantique qui permettrait de déchiffrer des codes inviolables, de modéliser des phénomènes complexes et de résoudre des problèmes auparavant réputés insolubles. Beaucoup de recherches théoriques doivent toutefois être menées avant que les technologies de l'informatique quantique puissent être pleinement déployées.

L'Institut Périmètre, et son voisin et partenaire expérimental l'Institut d'informatique quantique (IQC) de l'Université de Waterloo, ont contribué à faire de la région de Waterloo une *Quantum Valley* – pôle mondial de l'informatique quantique englobant la théorie, l'expérimentation et le développement technologique. Par exemple, **Daniel Gottesman**, professeur à l'Institut Périmètre, est un chef de file reconnu à l'échelle mondiale en correction d'erreurs quantiques, ensemble de techniques nécessaires pour protéger et vérifier l'information en dépit des erreurs inhérentes au calcul quantique. Le professeur **Lucien Hardy** est l'auteur de contributions telles que le paradoxe de Hardy, fondamentales dans le domaine. Les professeurs associés **David Cory** et **Raymond Laflamme**, et le nouveau venu **Jon Yard** – tous recrutés dans le cadre de nominations conjointes avec l'IQC –, élaborent et mettent à l'épreuve de nouvelles idées pour le contrôle quantique, la correction d'erreurs quantiques et les cadres du calcul quantique.

Avec les progrès de notre compréhension du monde quantique, nous trouverons de nouvelles manières d'appliquer ces connaissances, nous approchant de la concrétisation de la prochaine révolution quantique.

LE MÉDIUM EST LE PASSAGE

Une voie d'accès théorique à l'informatique quantique, que l'on croyait depuis longtemps fermée, vient d'être rouverte par **Daniel Brod** et **Joshua Combes**, postdoctorants à l'Institut Périmètre. Dans deux articles publiés dans les revues *Physical Review Letters* et *Physical Review A*, ils ont ravivé l'idée de créer un type de porte informatique qui constitue une priorité en informatique quantique optique.

Avec leur collaborateur Julio Gea-Banacloche, de l'Université de l'Arkansas, les chercheurs donnent un exemple concret de la manière de construire une porte à phase contrôlée (CPHASE) à l'aide d'un milieu de Kerr avec modulation de phase croisée (type de milieu particulier qui permet de manière passive une interaction entre photons produisant une modulation de phase).

Les tentatives actuelles de création de portes CPHASE exigent beaucoup de gestion à chaque étape : impulsions de contrôle et exécution de séquences complexes, prise en considération de la correction d'erreurs. C'est ce qui rend un milieu de Kerr particulièrement intéressant, car il n'exige pas d'intenses manipulations à chaque étape.

Les chercheurs ont montré comment une porte CPHASE peut être construite à partir d'une chaîne de milieux de Kerr avec modulation

de phase croisée. Ces milieux constituent des « sites d'interaction » contenant 1 ou 2 atomes qui interagissent avec les photons et catalysent une interaction effective entre eux. Avec une chaîne formée de nombreux sites de ce type, et des photons qui se propagent dans des directions opposées au sein de la chaîne, on pourrait créer une porte CPHASE parfaite. Avec une douzaine de sites d'interaction, de telles portes atteindraient un taux de fidélité très élevé.

Des travaux précédents laissaient entendre qu'un tel montage ne pourrait pas résister aux effets des conditions réelles et que, de l'avis de plusieurs, il était donc impossible. Ces nouvelles recherches ne contestent pas les constatations antérieures. Elles sont plutôt fondées sur un ensemble d'hypothèses différent – et s'avèrent ici fructueuses.

Que la proposition fonctionne avec une si petite quantité de ressources est encourageant. Elle dépasse encore les capacités expérimentales actuelles et ne peut donc pas être mise à l'épreuve, mais elle est beaucoup plus près d'une réalisation concrète que des propositions semblables qui exigent des milliers d'éléments optiques. En montrant que ce schéma est possible en principe, MM. Brod et Combes espèrent donner une nouvelle vie à une avenue de recherche depuis longtemps dormante.



SI QUELQUE CHOSE MARCHE COMME UN CANARD (QUANTIQUE)...

Si deux systèmes sont si semblables qu'il est impossible de les distinguer – que ce soit de manière expérimentale ou en principe –, peut-on considérer qu'ils sont physiquement identiques? Il se trouve que si l'on adopte la notion habituelle d'identité physique, alors, dans l'univers quantique, la réponse est non.

Selon la notion de « non-contextualité », si une chose marche comme un canard et cancale comme un canard, et que, peu importe l'expérience, on ne peut la distinguer d'un canard, alors ce doit être un canard. Mais de récents travaux conçus à l'Institut Péricimètre et mis en œuvre à l'IQC ont montré que, en mécanique quantique, la non-contextualité peut échouer.

Ces travaux, dirigés par **Robert Spekkens**, professeur à l'Institut Péricimètre, et par **Kevin Resch**, professeur à l'Université de Waterloo et à l'Institut d'informatique quantique, ainsi que membre affilié de l'Institut Péricimètre, aident à clarifier quels principes de la physique classique échouent dans un monde quantique et confirment de manière expérimentale ce caractère non classique.

En physique quantique, deux réalisations différentes d'un système peuvent donner des résultats identiques avec tous les tests concevables. Mais tout modèle expérimental qui attribue à des systèmes des propriétés bien définies exige que ces systèmes soient différents. Cette différence inhérente viole le principe de non-contextualité.

Robert Spekkens, **Matthew Pusey**, postdoctorant à l'Institut Péricimètre, et Ravi Kunjwal, doctorant invité à l'Institut Péricimètre, ont contribué à définir à quoi un test de non-contextualité pourrait ressembler. Kevin Resch et Michael Mazurek, doctorant à l'Université de Waterloo, ont construit le montage expérimental complexe et effectué les tests.

Fait important, cette expérience ne supposait pas la présence de conditions idéales. Alors que les tentatives précédentes de tester l'échec de la non-contextualité prédit par la théorie exigeaient de supposer des idéalizations telles que des mesures sans bruit, les équipes de l'Institut Péricimètre et de l'IQC voulaient éviter de telles hypothèses irréalistes. Elles ont conçu une expérience permettant de réaliser des tests de non-contextualité significatifs même en présence de bruit, en combattant l'erreur statistique par l'inférence statistique.

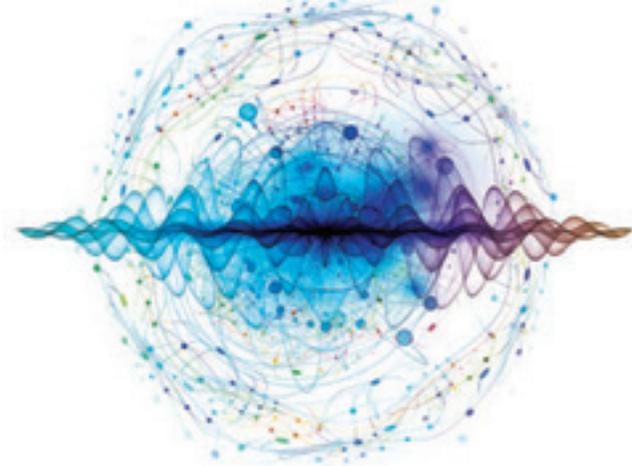
Les résultats, publiés dans *Nature Communications*, sont importants parce que, pour certains types de tâches de cryptographie et de calcul, l'échec de la non-contextualité est la propriété à l'origine des avantages du monde quantique par rapport au monde classique. Le fait de savoir comment composer avec le bruit ouvre une gamme nouvelle de possibilités pour trouver – et bien comprendre – les avantages technologiques offerts par la physique quantique.

Références:

BROD, D.J. (IP), et J. COMBES (IP et IQC). « Passive CPHASE Gate via Cross-Kerr Nonlinearities », *Physical Review Letters*, vol. 117, 2016, article n° 080502.

BROD, D.J. (IP), J. COMBES (IP et IQC) et J. GEA-BANACLOCHE (Université de l'Arkansas). « Two photons co- and counterpropagating through N cross-Kerr sites », *Physical Review A*, vol. 94, 2016, article n° 023833.

MAZUREK, M.D. (IQC), M.F. PUSEY (IP), R. KUNJWAL (Institut de mathématiques de Chennai), K.J. RESCH (IQC) et R.W. SPEKKENS (IP). « An experimental test of noncontextuality without unphysical idealizations », *Nature Communications*, vol. 7, 2016, article n° 11780.



LES PROFESSEURS À PLEIN TEMPS DE L'INSTITUT PÉRICIMÈTRE

Dmitry Abanin (en congé)

Asimina Arvanitaki, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique

Latham Boyle

Freddy Cachazo, titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson de physique théorique

Kevin Costello, titulaire de la chaire Fondation-Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique

Bianca Dittrich

Laurent Freidel

Davide Gaiotto, titulaire de la chaire Fondation-Krembil-Galilée de physique théorique

Jaume Gomis

Daniel Gottesman

Lucien Hardy

Luis Lehner

Max Metlitski

Robert Myers

Subir Sachdev, titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité)

Philip Schuster (en congé)

Kendrick Smith

Lee Smolin

Robert Spekkens

Paul Steinhardt, titulaire de la chaire Famille-Daniel-Richard-P.-Feynman de physique théorique (à titre de chercheur invité)

Natalia Toro (en congé)

Neil Turok, titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique

Guifre Vidal

Pedro Vieira, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique

Xiao-Gang Wen, titulaire de la chaire Groupe-financier-BMO-Isaac-Newton de physique théorique

ÉTUDE DE LA MATIÈRE EXOTIQUE

Il est difficile d'exagérer les promesses de la matière quantique.

Au XX^e siècle, nos connaissances sur les matériaux ont connu une révolution lorsqu'elles ont été unifiées par le domaine nouveau de la mécanique quantique. Cette première révolution quantique a donné une grande partie de la technologie actuelle, des transistors aux piles solaires, en passant par les écrans tactiles des téléphones multifonctions.

Le prix Nobel de physique 2016 a été attribué à 3 chercheurs – dont **Duncan Haldane**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Périmètre. Leurs découvertes d'états topologiques de la matière dans les années 1970 et 1980 ont contribué à jeter les bases d'une deuxième révolution quantique en révélant des états exotiques de la matière aux propriétés puissantes.

Les états conventionnels de la matière sont décrits par la disposition et les propriétés de symétrie des atomes. Par contre, la matière quantique ne peut être décrite qu'en tenant compte des corrélations *entre* atomes ou électrons. C'est comme de décrire une ville non par ses bâtiments, mais plutôt par les flux d'information qui circulent dans ses câbles à fibres optiques.

L'étude de la matière quantique exige de nouveaux outils mathématiques et de nouvelles bases théoriques. Dans l'un comme l'autre cas, il y a eu des progrès rapides au cours de la dernière décennie. Le gain immédiat est une meilleure compréhension de phénomènes comme la supraconductivité, mais certains des outils et idées élaborés à propos de la matière quantique ont des effets étonnamment étendus. À titre d'exemple, les réseaux de tenseurs, outils mathématiques développés par **Guifre Vidal**, professeur à l'Institut Périmètre, ouvrent de nouveaux axes de recherche en gravitation quantique, en physique des hautes énergies, et même en mathématiques.

Bien qu'elle ait commencé seulement sur le plan de la théorie pure, la deuxième révolution quantique transformera probablement la science et la technologie des matériaux, avec des effets étendus sur l'informatique, les communications, la transmission d'énergie et les technologies médicales.

C'est à qui parviendra le premier à réaliser cette révolution. Voici quelques progrès accomplis en ce sens au cours de l'année par des chercheurs de l'Institut Périmètre.

APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE QUANTIQUE

L'étude des systèmes quantiques à N corps fait intervenir ce qui pourrait être l'objet le plus complexe existant dans la nature : la fonction d'onde de l'électron. Si l'on voulait utiliser un ordinateur pour représenter sous forme mathématique la fonction d'onde d'une boule de poussière de taille nanométrique, il faudrait un disque contenant plus de bits magnétiques qu'il y a d'atomes dans l'univers.

Afin de contourner ce problème, les physiciens utilisent des trucs pour extraire les propriétés utiles de certaines fonctions d'onde à l'aide des modestes moyens informatiques actuellement disponibles. Mais le professeur associé **Roger Melko** ouvre une nouvelle voie. Il applique les acquis de l'apprentissage automatique à de nouvelles fins en physique des systèmes quantiques à N corps.

L'apprentissage automatique comporte un ensemble d'algorithmes servant à extraire des propriétés de données extrêmement volumineuses ou complexes. Il est déjà présent dans notre vie quotidienne, dans des fonctions telles que la reconnaissance faciale, les jeux automatisés et d'autres tâches d'intelligence artificielle.

Roger Melko et **Juan Carrasquilla**, postdoctorant à l'Institut Périmètre, viennent de combiner la technologie très moderne des réseaux

neuronaux (une classe d'algorithmes d'apprentissage automatique) et des simulations de Monte Carlo d'hamiltoniens modèles qui ont un intérêt en physique conventionnelle de la matière condensée. Cette combinaison de simulations de Monte-Carlo et d'apprentissage automatique a été introduite en prépublication dans un article, intitulé *Machine Learning Phases of Matter* (États de la matière et apprentissage automatique), soumis à la revue *Nature Physics*.

Les chercheurs montrent que des réseaux neuronaux standard peuvent détecter des états conventionnels de la matière, ainsi que des transitions de phase, dans des configurations produites par des simulations de Monte Carlo. Ces réseaux neuronaux peuvent aussi reconnaître des états topologiques sans paramètre d'ordre conventionnel. Les chercheurs explorent également les liens entre apprentissage automatique et réseaux de tenseurs.

Ces travaux sont les premiers à avoir permis de démontrer la puissance de l'apprentissage automatique comme outil de recherche fondamentale dans les domaines de la matière condensée et de la physique statistique. Ils ont amené l'Institut Périmètre à organiser au mois d'août la première conférence sur l'apprentissage automatique quantique, à laquelle ont participé près de 100 chercheurs et représentants de l'industrie.

PROGRÈS DE LA THÉORIE DES ISOLANTS TOPOLOGIQUES

Les isolants topologiques sont des matériaux exotiques qui agissent comme un fil électrique à l'envers : ils sont isolants à l'intérieur et conducteurs d'électricité à l'extérieur. Il y a toutefois une différence cruciale : les isolants topologiques sont faits partout du même matériau, à l'intérieur comme à l'extérieur.

Constituant l'un des très rares états exotiques de la matière dont l'existence a été décrite en théorie avant d'être confirmée par l'expérience, les isolants topologiques sont considérés comme très prometteurs pour l'informatique quantique et la transmission d'énergie sans perte. Il est donc pressant et d'un intérêt pratique de mieux comprendre les isolants topologiques.

Max Metlitski, professeur à l'Institut Périmètre, a réalisé des progrès importants dans ce sens. La théorie existante des isolants topologiques décrit ceux-ci à partir de leurs électrons. M. Metlitski a élaboré une théorie duale – ou équivalente – qui décrit plutôt les isolants topologiques à partir de tourbillons de charges tournant à leur surface. Dans de récents travaux, il a réussi à étendre cette théorie au-delà de la surface des isolants topologiques et à décrire aussi le comportement de l'intérieur de ces matériaux.

Cette nouvelle description des isolants topologiques est plus puissante que l'ancienne. La théorie précédente ne fonctionnait que là où les électrons de la surface sont en interaction faible. La nouvelle théorie des tourbillons peut aussi décrire le comportement des électrons en interaction forte.

Les travaux de M. Metlitski ont également résolu un problème qui se posait depuis longtemps en physique de la matière condensée. Ce problème concerne un système de matière condensée appelé liquide quantique de Hall. Dans un tel liquide, une pellicule d'électrons plongée dans un fort champ magnétique possède certains états qui sont supraconducteurs. La meilleure théorie existante décrivant les états particuliers d'un liquide quantique de Hall n'incluait pas l'une des symétries prédites par la mécanique quantique, de sorte qu'elle était considérée comme incomplète.

Max Metlitski et ses collaborateurs ont découvert un lien inattendu entre les isolants topologiques et les liquides quantiques de Hall dans leurs états particuliers supraconducteurs : la description de ces états fondée sur des tourbillons résout le problème de la symétrie manquante. Ces travaux constituent donc une étape majeure vers la compréhension théorique des isolants topologiques et des supraconducteurs, et annoncent d'autres progrès à venir.

Références

BROECKER, P. (Université de Cologne), J. CARRASQUILLA (IP), R.G. MELKO (IP et Université de Waterloo) et S. TREBST (Université de Cologne). « Machine learning quantum phases of matter beyond the fermion sign problem », arXiv:1608.07848.

CH'NG, K. (Université d'État de San Jose), J. CARRASQUILLA (IP), R.G. MELKO (IP et Université de Waterloo) et E. KHATAMI (Université d'État de San Jose). « Machine Learning Phases of Strongly Correlated Fermions », arXiv:1609.02552.

CARRASQUILLA, J. (IP), et R.G. MELKO (IP et Université de Waterloo). « Machine learning phases of matter », arXiv:1605.01735.

METLITSKI, M.A. (IP et Institut Kavli de physique théorique). « S-duality of $u(1)$ gauge theory with $\theta=\pi$ on non-orientable manifolds: Applications to topological insulators and superconductors », arXiv:1510.05663.

LES PROFESSEURS ASSOCIÉS À L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

(nommés conjointement avec d'autres institutions)

Niayesh Afshordi (Université de Waterloo)

Alexander Braverman (Université de Toronto)

Avery Broderick (Université de Waterloo)

Alex Buchel (Université Western)

Raffi Budakian (Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo – IQC)

Cliff Burgess (Université McMaster)

David Cory (IQC)

James Forrest (Université de Waterloo)

Matthew Johnson (Université York)

Raymond Laflamme (IQC)

Sung-Sik Lee (Université McMaster)

Roger Melko (Université de Waterloo)

Michele Mosca (IQC)

Markus Mueller (Université Western)

Ue-Li Pen (Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto)

Maxim Pospelov (Université de Victoria)

Itay Yavin (Université McMaster) (en congé)

UNE NOUVELLE FENÊTRE OUVERTE SUR LE COSMOS

Depuis les débuts de la science, l'astronomie a été définie par la lumière. Il y a eu d'abord ce que nous pouvions voir à l'œil nu – les mouvements de la Lune, des étoiles et des planètes –, puis ce que nous pouvions voir à l'aide de télescopes, tout d'abord dans les longueurs d'onde de la lumière visible, puis des formes plus exotiques de lumière : les rayons X, les ondes radio et les micro-ondes. Chaque gamme de longueurs d'onde a amené des découvertes nouvelles et étonnantes, depuis la révélation des trous noirs jusqu'à la cartographie des dernières lueurs du Big Bang. Mais nous étions toujours contraints de travailler avec la lumière.

Cela change enfin. Alors que nous commençons à regarder l'univers à travers la lentille de la gravité, de nouvelles fenêtres s'ouvrent sur l'univers.

Notre théorie actuelle de la gravitation est la théorie de la relativité générale d'Einstein, qui définit comment les masses étirent et déforment l'espace-temps. Alors que la plupart des objets ordinaires créent de simples petits creux dans l'espace-temps, des objets très massifs ou très denses, par exemple les trous noirs, ont des effets plus spectaculaires. Et une modification rapide d'un système très massif ou très dense, comme la collision de deux trous noirs, peut créer un tsunami qui se propage dans l'univers sous la forme d'ondes gravitationnelles. En se déplaçant sur des distances cosmiques, le tsunami se dilue pour devenir des ondulations incroyablement faibles.

En 2015, après des décennies d'efforts, une équipe de scientifiques travaillant au LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Observatoire d'ondes gravitationnelles par interféromètre laser) a détecté des ondulations de l'espace-temps produites par la fusion de deux trous noirs survenue il y a 1,3 milliard d'années. À son plus fort, la fusion a dégagé plus de puissance que toute la lumière émise par toutes les étoiles de l'univers observable. Pourtant, son effet sur la Terre, après une propagation sur plus d'un milliard d'années-lumière, a été infime : les ondes ont modifié la longueur des bras du LIGO (qui font 4 km) d'un millième du diamètre d'un proton. La réussite de cette détection a véritablement été un grand moment de la science, équivalent à celui où Galilée a pour la première fois pointé vers le ciel un télescope, il y a 400 ans.

La collecte de données est la tâche de machines perfectionnées; la compréhension des données et la conception d'observations futures reviennent aux plus grands théoriciens du monde. Les chercheurs de l'Institut Périclète mettent à profit la théorie pour maximiser l'acquisition de connaissances en cette nouvelle ère de découvertes, qu'il s'agisse de rassembler les pièces de l'« astronomie multimessage », qui combine la détection d'ondes gravitationnelles et les signaux électromagnétiques, ou d'explorer la lentille gravitationnelle de l'intérieur pour tester les prédictions de la relativité générale.

SURPRISE : ON PEUT ÉTUDIER LA PHYSIQUE DES PARTICULES À L'AIDE D'ONDES GRAVITATIONNELLES

Les prochaines années d'observations du projet LIGO nous apprendront probablement beaucoup de choses sur les trous noirs et la relativité générale. Mais ce n'est pas tout ce que nous pouvons tirer d'un ensemble aussi considérable de données. **Asimina Arvanitaki**, professeure à l'Institut Périclète et première titulaire de la **chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque**, fait partie de ceux qui examinent d'autres possibilités de découverte.

Mme Arvanitaki est un chef de file d'une nouvelle génération de physiciens qui recherchent des manières innovatrices de tester les fondements de la physique des particules sans l'aide de grands collisionneurs.

Afin d'étudier ce que les données du projet LIGO peuvent nous apprendre, Mme Arvanitaki a travaillé avec **Masha Baryakhtar** et **Robert Lasenby**, postdoctorants à l'Institut Périclète, **Savas Dimopoulos**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, et

Sergei Dubovsky, adjoint invité, pour considérer les trous noirs comme des détecteurs naturels de particules. Ils utilisent ces « détecteurs » pour élaborer une manière inédite de rechercher de nouveaux types de particules.

La masse énorme d'un trou noir peut produire de nombreux effets étranges sur l'espace-temps qui l'entoure. L'un de ces effets est la superradiance – processus par lequel l'énergie et le moment angulaire du trou noir lui-même créent et expulsent des nuages de particules de matière.

Ces particules demeurent ensuite en orbite autour du trou noir en étant liées à celui-ci, comme des électrons en orbite autour du noyau atomique. Tout comme les électrons, les particules en orbite peuvent sauter d'un niveau d'énergie à un autre. Et tout comme les électrons sautant d'un niveau d'énergie à un autre dans un atome ordinaire émettent un rayonnement électromagnétique, c'est-à-dire

de la lumière, les particules en orbite autour d'un trou noir pourraient créer, en sautant d'un niveau d'énergie à un autre, des « rayons » d'ondes gravitationnelles qui pourraient être perçus par un détecteur d'ondes gravitationnelles situé sur terre, par exemple le LIGO avancé (la prochaine génération du projet LIGO).

L'étude attentive de ces ondes gravitationnelles pourrait révéler toutes sortes de détails sur les nuages de particules qui ont émis ces ondes. Asimina Arvanitaki et Masha Baryakhtar s'intéressent en particulier au potentiel qu'a le LIGO avancé de détecter l'axion de la chromodynamique quantique, particule dont l'existence a été proposée dans les années 1970 pour expliquer la faible valeur du moment dipolaire du neutron. Depuis une trentaine d'années, on a consacré sans succès beaucoup d'efforts à la détection sur terre de cette particule. De nombreux chercheurs considèrent l'axion comme un candidat idéal pour aider à résoudre le mystère de la matière sombre.

Comme bien souvent à l'Institut Périmètre, les travaux de ces chercheurs font le pont entre plusieurs domaines de la physique qui sont rarement en interaction – dans ce cas-ci, la physique des particules, l'astrophysique des trous noirs et la détection d'ondes gravitationnelles. C'est en construisant de tels ponts que l'Institut Périmètre peut vraiment être à l'avant-garde de la recherche.

L'HISTOIRE EN MARCHÉ : LES PREMIÈRES IMAGES DE TROUS NOIRS SONT POUR BIENTÔT

Fait extraordinaire, la détection d'ondes gravitationnelles par le LIGO n'a pas été la seule percée réalisée en 2015-2016 dans l'étude de la gravité forte. Dans un projet totalement distinct, l'un des télescopes les plus perfectionnés au monde, le télescope EHT (*Event Horizon Telescope* – Télescope horizon des événements), a commencé à construire l'une des premières véritables « images » d'un trou noir – montrant l'ombre de l'horizon des événements lui-même qui se détache en silhouette sur fond de la matière brillante tombant vers lui.

Avery Broderick, professeur associé à l'Institut Périmètre et membre de l'équipe du télescope EHT, joue un rôle clé dans ces travaux historiques. Les images obtenues par lui et ses collaborateurs confirmeront – ou pourraient même infirmer – une grande partie de nos connaissances sur la nature des trous noirs et éventuellement de la gravité elle-même.

M. Broderick est un chef de file mondial de l'analyse de données brutes. Il a mis au point des modèles et des techniques d'analyse maintenant largement utilisés pour extraire de l'information pertinente à partir des masses de données fournies par les radiotélescopes sur les trous noirs.

Pour soutenir ces travaux cruciaux, l'Institut Périmètre a mis sur pied l'**initiative EHT**, afin de réunir les talents nécessaires pour mener l'effort mondial d'analyse et d'interprétation des énormes flux de données venant du télescope EHT. Cette année, 3 postdoctorants et 1 étudiant ont été recrutés dans le cadre de cette initiative, pour réaliser de rapides progrès dans des projets liés au télescope EHT.

Avec l'arrivée des données du télescope EHT, ces chercheurs de l'Institut, ainsi que d'autres du monde entier, ont enfin pu examiner en détail un vrai trou noir, et commencer à valider certaines des théories formulées depuis longtemps sur ces objets étranges.

Résultat historique, l'équipe a mesuré la polarisation de la lumière tout juste à l'extérieur de l'horizon des événements de Sagittaire A*, le trou noir supermassif situé au centre de notre galaxie, la Voie lactée.

Des décennies de travaux théoriques, y compris de gigantesques simulations informatiques, avaient permis de décrire comment les champs magnétiques au voisinage de l'horizon d'un trou noir contribuent aux processus qui permettent à ce trou noir de croître. Dans ces modèles, les trous noirs sont entourés de tourbillons magnétiques forts et stables, analogues aux tourbillons que l'on observe autour de l'orifice d'évacuation d'une baignoire.

Les données recueillies par le télescope EHT sur la polarisation de la lumière ont confirmé que ces structures magnétiques fortement ordonnées existent réellement et ont fourni une première mesure de leur taille. Cela permettra aux chercheurs de réaliser d'importants progrès en astrophysique des trous noirs, en étudiant leur croissance ainsi que l'émission de jets de rayonnement et de particules chargées qui se déplacent à une vitesse voisine de celle de la lumière.

Il s'agit là d'un premier résultat majeur du projet de télescope EHT, qui fait avancer nos connaissances en astrophysique des trous noirs. Étant donné la richesse des données recueillies, ce résultat ne sera pas le dernier.

Références

ARVANITAKI, A. (IP), M. BARYAKHTAR (IP), S. DIMOPOULOS (Université Stanford), S. DUBOVSKY (Université de New York) et R. LASENBY (IP). « Black Hole Mergers and the QCD Axion at Advanced LIGO », arXiv:1604.03958.

JOHNSON, M.D. (Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique), A.E. BRODERICK (IP et Université de Waterloo), et al. « Resolved magnetic-field structure and variability near the event horizon of Sagittarius A* », *Science*, vol. 350, 2015, p. 1242, arXiv:1512.01220.

UNE RÉVOLUTION HOLOGRAPHIQUE

Les trous noirs sont omniprésents. Si vous examinez des modèles théoriques, vous trouverez des trous noirs en physique nucléaire, en supraconductivité à haute température, en mécanique des fluides, et même à l'extérieur de la physique, dans le monde des mathématiques pures.

Évidemment, ce ne sont pas des trous noirs au sens concret, mais plutôt d'utiles abstractions qui tirent leur origine d'une « dualité » élaborée par les théoriciens des cordes. Dans une dualité, on démontre que deux théories qui peuvent sembler très différentes sont interchangeables, ce qui permet aux physiciens d'utiliser les outils et les idées d'un domaine pour les appliquer à un autre.

La dualité particulière qui amène les trous noirs dans ces modèles est appelée *holographie*. Tout comme un hologramme est une image bidimensionnelle qui contient une information tridimensionnelle, les dualités holographiques ajoutent ou enlèvent une dimension. Grâce à l'holographie, les physiciens peuvent traduire des problèmes difficiles sur la gravitation en des problèmes plus simples sur des particules et des champs – ou, beaucoup plus souvent, des problèmes difficiles sur des particules et des champs en des problèmes plus simples sur la gravitation. C'est là qu'interviennent les trous noirs.

L'holographie est un outil puissant, et depuis une dizaine d'années elle s'est frayé un chemin partout en physique. Pour passer d'une théorie à une autre et augmenter ou diminuer le nombre de dimensions, il faut de la créativité et des compétences dans plusieurs disciplines. Il n'est donc peut-être pas surprenant que l'holographie prospère à l'Institut Péricimètre.

De nombreux chercheurs de l'Institut Péricimètre utilisent l'holographie pour son but principal : mieux comprendre la théorie quantique des champs. **Pedro Vieira, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac**, s'est servi de techniques d'holographie et de la théorie des cordes pour trouver les premières solutions exactes de théories quantiques des champs (TQC) quadridimensionnelles, alors que les travaux de **Davide Gaiotto, titulaire de la chaire Fondation-Krembil-Galilée**, sur les TQC et l'holographie ont mené à des avancées surprenantes en mathématiques pures.

Plus encore, certains chercheurs de l'Institut Péricimètre poussent l'holographie bien plus loin que la résolution de problèmes de TQC.

UNE AVANCÉE ÉTRANGE POUR DES MÉTAUX ÉTRANGES

Subir Sachdev, titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell (à titre de chercheur invité) de l'Institut Péricimètre, a été le premier à appliquer l'holographie à des problèmes de matière condensée.

M. Sachdev s'intéresse tout particulièrement aux états quantiques de la matière. Alors que les états normaux de la matière peuvent être décrits par le type et l'emplacement de particules, les états quantiques de la matière doivent, quant à eux, être décrits par l'intrication entre particules. Passer d'une description à l'autre revient à décrire une ville non par ses bâtiments et ses rues, mais plutôt par ses flux de téléphonie cellulaire.

La tâche peut sembler accablante. C'est une chose que d'étudier deux particules intriquées – les théoriciens de la physique quantique sont maintenant experts en la matière – mais un système de matière condensée peut comprendre un nombre immense de particules : de l'ordre de 10^{23} dans un échantillon de quelques grammes.

Subir Sachdev a réalisé il y a quelques années une percée en utilisant l'holographie pour transformer le problème de l'intrication en un problème de gravitation, résolvant du coup plusieurs questions qui se posaient depuis longtemps à propos de la matière condensée quantique.

Cette année, il a réalisé des progrès majeurs en décrivant la physique quantique des « métaux étranges », états de la matière qui déconcertent les physiciens depuis quelque temps – d'où leur nom.

Dans un article publié dans *Physical Review X*, M. Sachdev a montré qu'une nouvelle catégorie de théorie quantique des champs a un comportement holographique, démontrant que la description complexe des métaux étranges en termes de particules est duale, sur le plan holographique, d'une description d'un certain type de trou noir chargé. Fait remarquable, cette TQC donne aussi des indices sur l'entropie des trous noirs – résultat surprenant si l'on considère que les deux domaines semblent appartenir à des univers totalement différents.

Passer des métaux étranges aux trous noirs peut sembler un pas de côté. Mais Subir Sachdev prouve que c'est aussi un grand pas en avant.



À LA RECHERCHE DES PIXELS DE L'ESPACE-TEMPS

L'holographie est généralement utilisée pour transformer un problème difficile sur des particules en un problème plus simple sur la gravitation. Mais **Bianca Dittrich**, professeure à l'Institut Périclès, se sert de l'holographie en sens inverse.

Mme Dittrich fait partie des nombreux scientifiques qui recherchent de nouveaux liens entre la relativité générale et la théorie quantique des champs. Ces deux grandes théories de la physique moderne sont élégantes et fructueuses – et notoirement incompatibles.

Selon la relativité générale, l'espace-temps est lisse. Il est aussi continu. Cela signifie que si vous faisiez un zoom avec un microscope infiniment puissant, l'espace-temps aurait le même aspect lisse. Par contre, selon la théorie quantique des champs, les particules et les forces se présentent sous forme de « paquets » discrets, et l'espace-temps doit lui aussi avoir un aspect granulaire. Une théorie de la gravitation quantique devrait faire le lien entre les deux aspects – lisse sur de grandes distances, mais granulaire sur des distances très petites, comme une photo numérique formée de pixels.

Bianca Dittrich utilise une méthode appelée *gravitation quantique à boucles*, qui représente l'espace-temps sous forme d'un fin réseau de « pixels » d'espace-temps reliés entre eux. Elle espère définir les propriétés qu'un « pixel » d'espace-temps devrait posséder pour être distinct des autres à l'échelle individuelle et avoir un aspect lisse lorsqu'il interagit avec de nombreux autres pixels semblables.

Un défi majeur consiste à simuler les liens entre un grand nombre de ces « pixels » d'espace-temps. Les pixels sont si minuscules que même un tout petit morceau d'espace-temps en contiendrait un nombre ahurissant, rendant rapidement les calculs impossibles.

L'innovation de Mme Dittrich est la suivante : au lieu d'étudier chaque « pixel » d'un morceau d'espace-temps donné, elle utilise l'holographie pour étudier uniquement la surface de ce morceau d'espace-temps – soustrayant ainsi une dimension et simplifiant d'autant le problème.

Normalement, l'holographie s'applique dans un type particulier d'espace-temps appelé espace anti-de Sitter (AdS). On sait aussi qu'elle fonctionne pour des surfaces infiniment grandes. Bianca Dittrich et Valentin Bonzom (professeur à l'Université Paris 13 et ancien postdoctorant à l'Institut Périclès) ont repoussé les limites de la théorie sous les deux aspects, montrant qu'elle peut aussi s'appliquer à des espaces-temps tridimensionnels plus généraux ayant une étendue finie.

Leurs efforts ont résulté en une construction beaucoup plus simple d'une théorie de la gravitation quantique. Il s'agit d'une nouvelle voie que Bianca Dittrich et d'autres chercheurs voudront explorer. La prochaine – et difficile – étape logique consiste à ajouter une dimension au modèle de Mme Dittrich pour l'étendre aux espaces 4D exigés par de nombreuses autres théories de la gravitation quantique.

Références

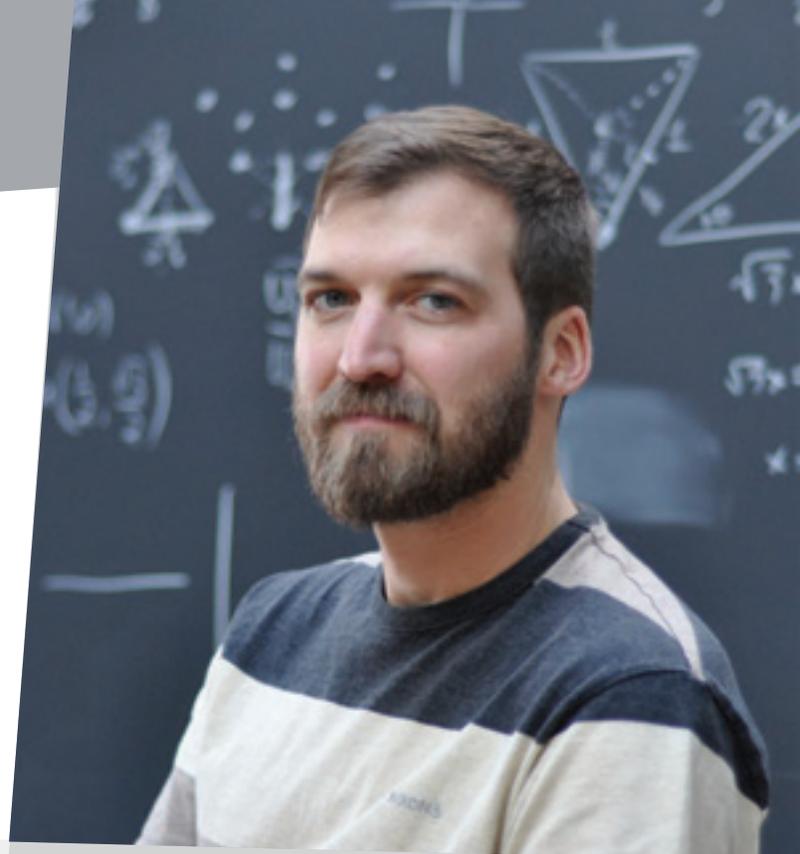
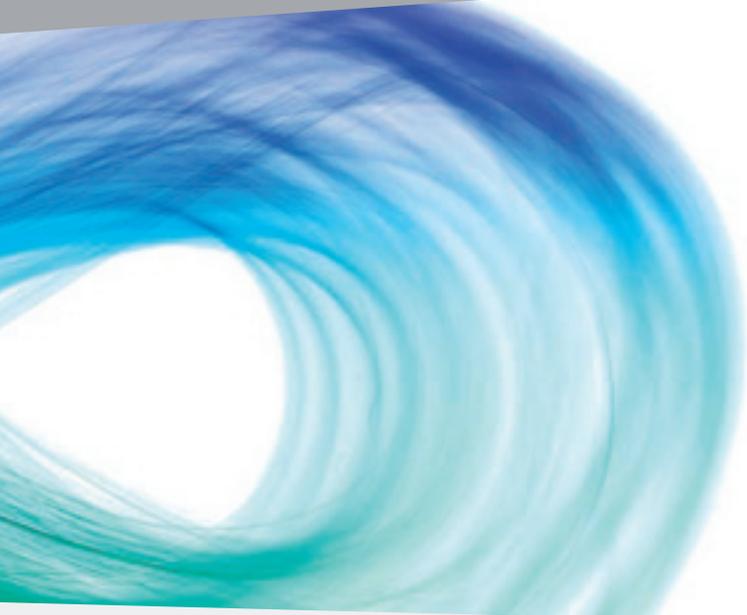
SACHDEV, S. (Université Harvard, IP et Institut Kavli de physique théorique). « Bekenstein-Hawking Entropy and Strange Metals », *Physical Review X*, vol. 5, 2015, article n° 041025, arXiv:1506.05111.

BONZOM, V. (Université Paris 13), et B. DITTRICH (IP). « 3D holography: from discreteness to continuum », *Journal of High Energy Physics*, vol. 2016, n° 3, article n° 208, arXiv:1511.05441.



PRIX, DISTINCTIONS ET SUBVENTIONS MAJEURES

- **Duncan Haldane**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a été colauréat du prix Nobel de physique 2016.
- **Neil Turok**, directeur de l'Institut Périclète et titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr, a reçu de l'Institut américain de physique le prix John-Torrence-Tate 2016 pour son action déterminante en physique à l'échelle internationale.
- **Freddy Cachazo**, titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson, a obtenu le prix de physique théorique et mathématique remis par l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et le Centre de recherches mathématiques.
- Le professeur associé **Roger Melko** a reçu la médaille Herzberg 2016 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes.
- Le professeur associé **Markus Mueller** a reçu le prix Birkhoff-von-Neumann 2016 de l'Association internationale pour les structures quantiques.
- **Sandu Popescu**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a remporté la médaille Dirac 2016 en physique, attribuée par l'Institut de physique du Royaume-Uni.
- **Andrew Strominger**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a reçu le prix Dannie-Heineman 2016 de physique mathématique de la Société américaine de physique.
- Pour la 2^e année consécutive, le professeur **Robert Myers** a été inclus dans la liste des « esprits scientifiques les plus influents au monde » dressée en 2015 par Thomson Reuters. **Juan Ignacio Cirac**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a également fait partie de cette liste en 2015.
- **Neil Turok** a prononcé à Londres la conférence Gerald-Whitrow 2016 devant la Société royale d'astronomie.
- **Subir Sachdev**, titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique de l'Institut Périclète (à titre de chercheur invité), a obtenu la médaille Dirac 2015 pour l'avancement de la physique théorique, remise par l'Université de Nouvelle-Galles du Sud et l'Institut australien de physique.
- **Markus Mueller** a été nommé titulaire de la chaire de recherche du Canada (de niveau 2) sur les fondements de la physique.
- Le postdoctorant **Flavio Mercati** et ses collaborateurs, Julian Barbour et Tim Koslowski (ancien postdoctorant à l'Institut Périclète), ont obtenu le prix Buchalter de cosmologie 2015 de la Société américaine d'astronomie; le professeur associé Niayesh Afshordi et le postdoctorant Elliot Nelson ont remporté le 3^e prix.
- Le professeur associé **David Cory** a été élu membre de la Société royale du Canada et membre de la Société américaine de physique.
- **Abhay Ashtekar** et **Stephen Hawking**, titulaires de chaire de chercheur invité distingué, ont été élus membres de la Société internationale de la relativité générale et de la gravitation.
- **Renate Loll**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a été reçue membre de l'Académie royale des arts et des sciences des Pays-Bas.
- Le professeur **Lee Smolin** et le co-auteur Roberto Mangabeira Unger ont remporté un prix PROSE 2016 de l'Association des éditeurs américains pour leur livre intitulé *The Singular Universe and the Reality of Time* (L'univers singulier et la réalité du temps).



- **Asimina Arvanitaki**, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de l'Institut Péricètre, a obtenu une bourse de nouveau chercheur, d'une valeur de 140 000 \$, du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.
- Cinq articles écrits par des chercheurs de l'Institut Péricètre ont été choisis parmi les points saillants de 2015 par le *New Journal of Physics*, et quatre autres ont été choisis parmi les points saillants de 2015 par le comité de rédaction de *Classical and Quantum Gravity*.
- Des scientifiques de l'Institut Péricètre ont obtenu plus de 4,5 millions de dollars en subventions de recherche de la part d'organismes tels que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, la Fondation Alexander-von-Humboldt et l'Institut FQXi (*Foundational Questions Institute*).

ROGER MELKO, JEUNE CHEF DE FILE DANS UN DOMAINE EN ÉMERGENCE

Contrairement à ce que l'on croit généralement, l'objet le plus complexe dans la nature n'est pas le cerveau humain. Notre matière grise est largement dépassée à ce chapitre par la fonction d'onde quantique d'un système à N corps. Pour représenter sous forme mathématique la fonction d'onde d'une boule de poussière de taille nanométrique, il faudrait un disque contenant plus de bits magnétiques qu'il y a d'atomes dans l'univers.

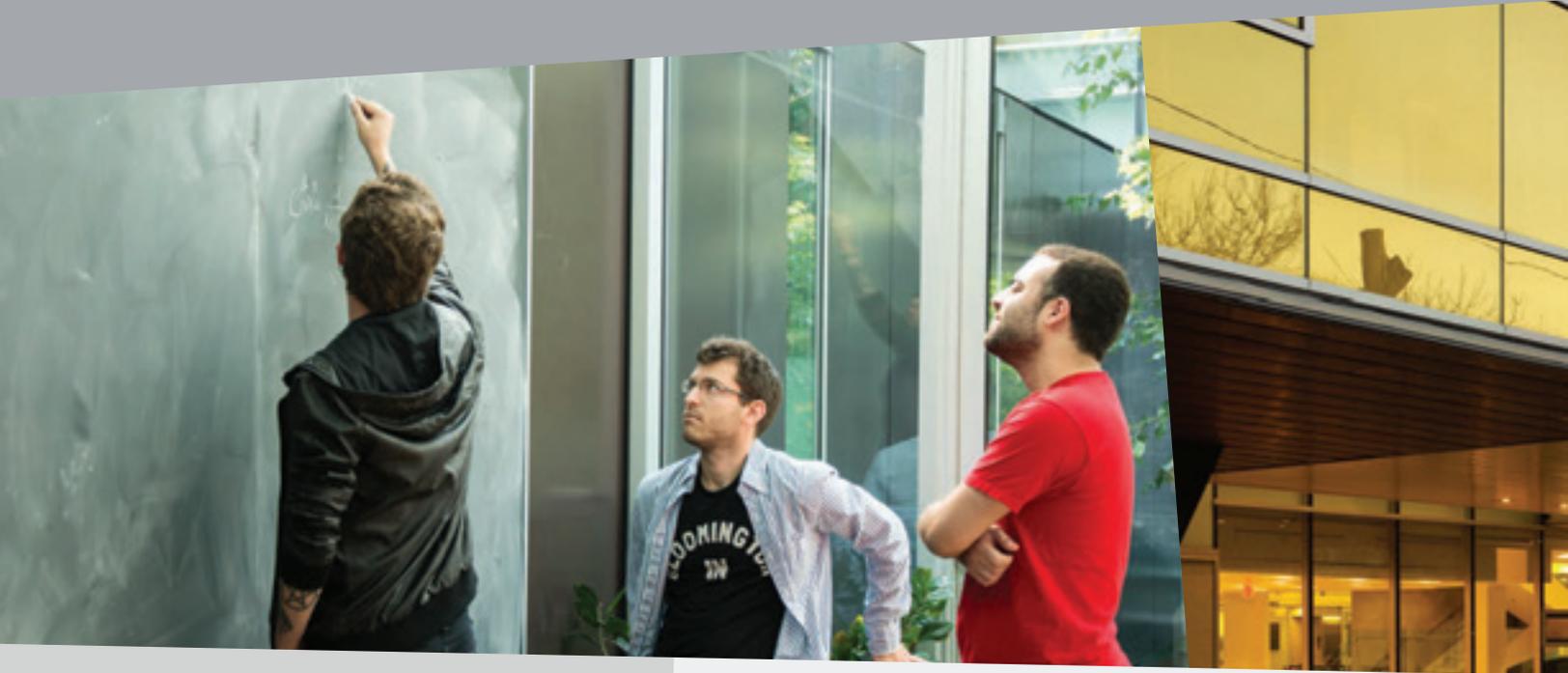
Mais des chercheurs comme **Roger Melko**, professeur associé à l'Institut Péricètre et professeur adjoint à l'Université de Waterloo, se servent de leur cerveau pour comprendre cette fonction d'onde.

Jeune chef de file dans un domaine en émergence, M. Melko se spécialise dans les simulations informatiques à grande échelle de systèmes fortement corrélés. Les méthodes qu'il a mises au point en 2010 pour incorporer des idées de l'informatique quantique dans des simulations conventionnelles sont maintenant largement utilisées. Elles ont contribué à faire de l'intrication un diagnostic bien reconnu dans l'étude de la matière quantique.

La qualité de ses travaux et leurs répercussions potentielles ont valu à Roger Melko la médaille Herzberg 2016 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes, qui récompense les réalisations exceptionnelles dans n'importe quel domaine de recherche par un physicien en début de carrière.

Le lauréat, qui a grandi dans le Nord du Manitoba, a déclaré que c'était pour lui un très grand honneur : « C'est avec humilité que je me joins aux récipiendaires précédents, que je respecte et admire depuis longtemps. » [traduction]

RECRUTEMENT



QUELQUES STATISTIQUES

L'Institut Péricètre compte le plus grand nombre de chercheurs en physique théorique au monde :

25 professeurs à plein temps, dont 9 titulaires de chaire de recherche de l'Institut Péricètre

17 professeurs associés nommés conjointement avec des universités partenaires

49 titulaires de chaire de chercheur invité distingué

27 adjoints invités

58 postdoctorants

78 étudiants diplômés¹

¹ Dont 49 doctorants et 29 étudiants de maîtrise dans le cadre du programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Péricètre). Tous ces chiffres correspondent à la situation de l'Institut Péricètre au 31 juillet 2016.

L'Institut Péricètre réunit de grands esprits et les met au défi de s'attaquer aux questions les plus difficiles dans un milieu marqué par le dynamisme et la collaboration. C'est ainsi qu'il est le plus grand centre indépendant de recherche en physique théorique au monde, une communauté de chercheurs extraordinaires aux idées audacieuses.

En 2015-2016, l'Institut a accueilli des scientifiques de premier plan couvrant tout le spectre de la physique théorique, notamment dans des domaines en croissance comme la physique de la matière condensée et la physique mathématique.

CHAIRES DE RECHERCHE DE L'INSTITUT PÉRICÈTRE

Chefs de file émergents ou pionniers reconnus, les titulaires de chaire de recherche de l'Institut Péricètre sont des scientifiques exceptionnels qui travaillent dans des domaines choisis de manière stratégique pour leur potentiel élevé de découvertes marquantes. Considérées comme les chaires les plus prestigieuses au monde en physique théorique, elles portent les noms de scientifiques légendaires dont les idées ont contribué à définir la physique.

Cette année, l'Institut Péricètre a créé sa 9^e chaire de recherche depuis la mise sur pied du programme il y a 5 ans. En avril, la physicienne des particules **Asimina Arvanitaki** a été nommée **titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique**, financée par un investissement de 4 millions de dollars de la Fondation Stavros-Niarchos et un montant égal fourni par l'Institut.

Mme Arvanitaki est connue pour ses travaux potentiellement révolutionnaires de conception d'expériences innovatrices pour tester des théories fondamentales au-delà du modèle standard. Ces expériences font appel aux développements les plus récents en métrologie, dont les horloges atomiques, ainsi qu'au piégeage et au refroidissement optiques d'objets macroscopiques. Elle s'intéresse aussi aux défis théoriques posés par des résultats expérimentaux.



TITULAIRES DE CHAIRE DE CHERCHEUR INVITÉ DISTINGUÉ

** Nomination en 2015-2016*

Yakir Aharonov, Université Chapman et Université de Tel Aviv

Nima Arkani-Hamed, Institut d'études avancées de Princeton

Abhay Ashtekar, Université d'État de Pennsylvanie

Leon Balents, Université de la Californie à Santa Barbara

James Bardeen, Université de l'État de Washington

Ganapathy Baskaran, Institut de mathématiques de Chennai

Patrick Brady, Université du Wisconsin à Milwaukee

Alessandra Buonanno, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) et Université du Maryland à College Park

Juan Ignacio Cirac, Institut Max-Planck d'optique quantique

Savas Dimopoulos, Université Stanford

Lance Dixon, Université Stanford

Matthew Fisher, Université de la Californie à Santa Barbara

Dan Freed*, Université du Texas à Austin

Katherine Freese*, Université du Michigan

S. James Gates fils, Université du Maryland à College Park

Alexander Goncharov, Université Yale

Gabriela González, Université d'État de Louisiane

Duncan Haldane, Université de Princeton

Stephen Hawking, Université de Cambridge

Patrick Hayden, Université Stanford

Joseph Incandela, Université de la Californie à Santa Barbara

Ted Jacobson, Université du Maryland à College Park

Shamit Kachru, Université Stanford

Anton Kapustin*, Institut de technologie de la Californie

Adrian Kent, Université de Cambridge

Renate Loll, Université Radboud de Nimègue

Matilde Marcolli, Institut de technologie de la Californie

Joel Moore, Université de la Californie à Berkeley

Ramesh Narayan, Université Harvard

Sandu Popescu, Université de Bristol

Frans Pretorius, Université de Princeton

Nathan Seiberg*, Institut d'études avancées de Princeton

Peter Shor, Institut de technologie du Massachusetts

Iakov (Yan) Soibelman, Université d'État du Kansas

Dam Thanh Son, Université de Chicago

Andrew Strominger, Université Harvard

Raman Sundrum, Université du Maryland à College Park

Leonard Susskind, Université Stanford

Gerard 't Hooft, Université d'Utrecht

Barbara Terhal, Université technique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) à Aix-la-Chapelle

Senthil Todadri, Institut de technologie du Massachusetts

William Unruh, Université de la Colombie-Britannique

Frank Verstraete, Université de Vienne et Université de Gand

Ashvin Vishwanath, Université de la Californie à Berkeley

Zhengan Wang, Station Q de la Division de la recherche de Microsoft

Steven White, Université de la Californie à Irvine

Mark Wise, Institut de technologie de la Californie

Matias Zaldarriaga, Institut d'études avancées de Princeton

Alexander Zamolodchikov*, Université d'État de New York à Stony Brook

En 2015-2016, l'Institut a reçu 2 dons finançant des chaires de recherche occupées par des chercheurs invités : la Fondation de la famille Daniel finance la **chaire Famille-Daniel-Richard-P.-Feynman de physique théorique (à titre de chercheur invité)**, occupée par le cosmologiste de renom **Paul Steinhardt**; Cenovus Energy finance la **chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité)**, occupée par **Subir Sachdev**, pionnier de la physique de la matière condensée.

L'Institut Périclète compte 9 chaires de recherche pleinement financées, dont voici les titulaires :

Asimina Arvanitaki, chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque

Freddy Cachazo, chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson

Kevin Costello, chaire Fondation-Krembil-William-Rowan-Hamilton

Davide Gaiotto, chaire Fondation-Krembil-Galilée

Subir Sachdev, chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell (à titre de chercheur invité)

Paul Steinhardt, chaire Famille-Daniel-Richard-P.-Feynman (à titre de chercheur invité)

Neil Turok, chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr

Pedro Vieira, chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac

Xiao-Gang Wen, chaire Groupe-financier-BMO-Isaac-Newton

« Au dernier jour de mon stage, j'ai dit à un collègue expérimenté que, selon moi, l'Institut Péricètre avait couru un risque en me recrutant. Il m'a répondu : "Nous n'avons couru aucun risque. Nous savions que vous aviez du potentiel. Vos travaux précédents étaient innovateurs et le démontraient." Cela m'a donné énormément de confiance et montre le genre de soutien et d'encouragement dont jouissent les postdoctorants à l'Institut Péricètre. » [traduction]

– David « Doddy » Marsh, postdoctorant à la Société royale d'astronomie et au Collège royal de Londres

PROFESSEURS À PLEIN TEMPS

En 2015-2016, l'Institut a accueilli au sein de son corps professoral **Max Metlitski**, jeune chercheur exceptionnel spécialiste de la matière condensée. Provenant de l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, il a travaillé sur la théorie des états critiques quantiques dans les métaux et sur la compréhension des états topologiques de la matière en présence d'interactions. Voir à la page 13 les points saillants des travaux qu'il a effectués à l'Institut Péricètre.

PROFESSEURS ASSOCIÉS

« La marée montante soulève tous les bateaux. » C'est pour cela que l'Institut Péricètre collabore de plusieurs manières avec la communauté universitaire environnante : programmes communs de formation, partenariats de recherche, et même nominations conjointes.

Le programme de professeurs associés de l'Institut Péricètre constitue l'une de ses collaborations avec la communauté nationale de la physique les plus anciennes et les plus fructueuses. Les professeurs associés partagent leur temps entre l'Institut et une université partenaire où ils sont conjointement recrutés. Ce programme amène au Canada des scientifiques étrangers réputés, renforce la position de l'Institut comme pôle de la recherche en physique et contribue à renforcer la capacité de recherche du pays.

En 2015-2016, l'Institut Péricètre a recruté 2 nouveaux professeurs associés. Il compte actuellement 17 professeurs associés.

Huan Yang a été recruté conjointement avec l'Université de Guelph, et **Jon Yard** conjointement avec l'Institut d'informatique quantique et le Département de combinatoire et d'optimisation de l'Université de Waterloo.

M. Yang se joindra à l'Institut Péricètre à l'automne 2017, en provenance de l'Université de Princeton, où il est postdoctorant associé de recherche. Il renforcera l'expertise actuelle de l'Institut sur les trous noirs, les ondes gravitationnelles et d'autres sujets.

Pour sa part, M. Yard apportera ses compétences dans un certain nombre de domaines, dont l'information quantique, les champs mathématiques, les champs quantiques et la matière condensée. Il se

joindra à l'Institut Péricètre à l'automne 2016, après avoir occupé des postes de chercheur à l'Université McGill, à l'Institut de technologie de la Californie, au Laboratoire national de Los Alamos et à la division de la recherche de Microsoft.

CHAIRES DE CHERCHEUR INVITÉ DISTINGUÉ

Le programme de chaires de chercheur invité distingué de l'Institut Péricètre amène à l'Institut des scientifiques de réputation mondiale pour de longs séjours de recherche. Les titulaires de ces chaires sont nommés pour des mandats renouvelables de 3 ans, tout en conservant leur poste dans leur établissement d'origine.

Ces scientifiques contribuent à la vie de l'Institut de plusieurs manières – recherches, exposés dans des séminaires, collaboration avec des collègues, organisation de conférences, enseignement dans le programme de maîtrise PSI, participation à des activités de diffusion des connaissances. Pour les titulaires de chaire de chercheur invité distingué, le temps passé à l'Institut Péricètre est très productif, puisqu'ils sont libérés de leurs tâches habituelles d'enseignement et d'administration.

Cette année, l'Institut Péricètre a nommé 5 nouveaux titulaires de chaire de chercheur invité distingué et a renouvelé le mandat de 6 autres. L'Institut en compte maintenant 49, dont des sommités comme **Gabriela González, Renate Loll, Sandu Popescu et Peter Shor**.

ADJOINTS INVITÉS

Le programme d'adjoints invités amène des chercheurs prometteurs pour des séjours réguliers à l'Institut Péricètre. Comme les titulaires de chaire de chercheur invité distingué, les adjoints invités sont nommés pour des termes renouvelables, conservent leur poste dans leur établissement d'origine et enrichissent le milieu de recherche de l'Institut Péricètre pendant des séjours de recherche prolongés.

Cette année, l'Institut a accueilli 7 nouveaux adjoints invités. Il compte maintenant 27 adjoints invités, qui couvrent une vaste gamme de domaines.

« L'Institut Péricètre est un lieu vraiment exceptionnel. La créativité résultant des interactions entre les gens qui viennent ici est immense. » [traduction]

– Fay Dowker, adjointe invitée, Collège impérial de Londres

POSTDOCTORANTS

Les scientifiques en début de carrière ont souvent un regard neuf sur des problèmes difficiles et amènent des manières nouvelles et innovatrices de les résoudre. C'est précisément pour cela que l'Institut Péricètre accorde à ses postdoctorants une liberté totale dans leurs travaux – et constitue maintenant l'une des destinations les plus recherchées au monde par les jeunes physiciens.

L'Institut Péricètre compte le plus grand groupe de postdoctorants indépendants en physique théorique au monde. Cette année, 19 nouveaux postdoctorants se sont joints à l'Institut Péricètre, et 19 autres ont été recrutés pour l'an prochain. Comme membres à part entière de la communauté de chercheurs, ils invitent des collaborateurs, voyagent, présentent des exposés, et organisent des conférences et ateliers. Cette formation rapporte des dividendes : dans un marché universitaire très concurrentiel partout dans le monde, 6 finissants en postdoctorat ont obtenu en 2015-2016 des postes de professeur menant à la permanence.

« Ce que j'apprécie le plus à l'Institut Péricètre, dit-il, c'est l'ouverture des gens aux idées des autres, ainsi que le nombre extraordinaire de séminaires et de visiteurs de grande qualité. Cela aide beaucoup, en créant une atmosphère très stimulante. » [traduction]

– Michal Heller, postdoctorant à l'Institut Péricètre, qui mettra sur pied en 2017 son propre groupe de recherche à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, après avoir remporté le prix Sofja-Kovalevskaïa, d'une valeur de 1,65 million d'euros, remis par la Fondation Alexander-von-Humboldt.

PRÉPARER UN AVENIR QUANTIQUE

Gus Gutoski était étudiant de 1^{er} cycle en informatique lorsqu'il a entendu qu'un jour, un ordinateur quantique pourrait compromettre la sécurité d'Internet.

Ce regard sur l'avenir, avec le potentiel à la fois effrayant et formidable de l'informatique quantique, l'a amené à faire un postdoctorat en théorie de l'information quantique et en cryptographie quantique à l'Institut Péricètre et à l'Université de Waterloo.

Maintenant, il prépare des organismes à cet avenir quantique dans le cadre de son travail chez Isara Corp., jeune entreprise de Waterloo qui aide les particuliers, les entreprises et les gouvernements à protéger leurs données à l'aide de dispositifs de cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. « Notre but, déclare-t-il, est de permettre aux gens de bénéficier des ordinateurs quantiques sans être menacés par ceux-ci. » [traduction]

Même si un ordinateur quantique capable de violer les systèmes actuels de cryptographie verra peut-être le jour seulement dans des décennies, M. Gutoski fait remarquer que la transformation des systèmes de cryptographie est un processus long et complexe. De plus, les agences gouvernementales et les institutions financières possèdent de l'information dont ils devront assurer la sécurité même dans 30 ans.

Selon Gus Gutoski, c'est un domaine fascinant, l'avenir est plein de questions intéressantes, et la physique y a partout son utilité.



FORMATION À LA RECHERCHE

CORPS PROFESSORAL DU PROGRAMME PSI EN 2015-2016

James Forrest (directeur), Institut
Périmètre et Université de Waterloo

Tibra Ali, Institut Périmètre

Ganapathy Baskaran, Institut de
mathématiques de Chennai

Cliff Burgess, Institut Périmètre et
Université McMaster

David Cory, Institut Périmètre et Institut
d'informatique de l'Université de
Waterloo (IQC)

François David, Institut de physique
théorique et CEA à Saclay

Maité Dupuis, Université de Waterloo

Joseph Emerson, IQC

Davide Gaiotto, Institut Périmètre

Ruth Gregory, Université de Durham

Alioscia Hamma, Université Tsinghua

Lucien Hardy, Institut Périmètre

David Kubiznak, Institut Périmètre

Raymond Laflamme, Institut Périmètre et IQC

David Morrissey, TRIUMF

Kendrick Smith, Institut Périmètre

Oleg Tchernyshyov, Université Johns-Hopkins

Sean Tulin, Université York

Neil Turok, Institut Périmètre

Guifre Vidal, Institut Périmètre

Pedro Vieira, Institut Périmètre

Dan Wohns, Institut Périmètre



LE PROGRAMME PSI

Les jeunes esprits brillants sont les forces vives de la science et constituent une partie cruciale de la communauté dynamique de l'Institut Périmètre. Depuis que l'Institut a créé le programme de maîtrise PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Périmètre) en 2009, celui-ci est devenu l'un des programmes de maîtrise en physique théorique les plus recherchés au monde. Cette année, il y a eu plus de 500 candidatures pour 28 places, et le taux d'acceptation des offres a dépassé ceux de Harvard et de Stanford.

Ce programme innovateur comprend des modules de 3 semaines de cours donnés par des professeurs de l'Institut Périmètre et par d'autres conférenciers de haut calibre international, ainsi que le soutien d'assistants à plein temps de niveau postdoctoral et d'assistants d'enseignement diplômés. Cette année, une innovation a été la classe de neige du programme PSI, une retraite d'une semaine qui a initié les étudiants (dont beaucoup sont étrangers) aux joies de l'hiver canadien et à la recherche en collaboration. Au moins 2 groupes d'étudiants ont obtenu des résultats publiables.

Le programme PSI met l'accent sur la résolution de problèmes plutôt que la simple acquisition de connaissances, et sur la collaboration plutôt que la compétition. Les étudiants sont exposés au spectre complet de la physique théorique, tout en acquérant des compétences qui leur seront utiles dans le milieu universitaire comme dans l'industrie – p. ex. la pensée critique, la résolution de problèmes en collaboration et l'élaboration de modèles informatisés. Ceux qui complètent avec succès le programme reçoivent un diplôme de maîtrise de l'Université de Waterloo et un certificat du programme PSI.

En 2015-2016, le programme PSI a formé 29 étudiants, dont 9 femmes, provenant de 18 pays. Parmi les finissants, 11 sont restés au Canada pour faire un doctorat, dont 5 à l'Institut Périmètre. Plusieurs autres poursuivent leurs études dans des institutions de renommée mondiale, dont l'Université d'Oxford, l'Université de Princeton et l'Université Stanford. Les candidatures pour 2016-2017 ont connu une augmentation de 19 %, et un groupe exceptionnel de 28 étudiants, dont 7 femmes, provenant de 20 pays a été choisi.

En 2015-2016, le programme PSI a bénéficié du généreux soutien des personnes et organismes suivants : Burgundy Asset Management Ltée; la Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo – Fonds de la famille John A. Pollock; la Fondation de bienfaisance Ira-Gluskin-et-Maxine-Granzosky-Gluskin; la Fondation du patrimoine hellénique; Brad et Kathy Marsland; Margaret et Larry Marsland; la Fondation familiale Savvas-Chamberlain; la Banque Scotia; la Fondation Scott-Griffin.



DOCTORANTS

Le programme de doctorat de l'Institut Péricètre continue de croître et amène des étudiants de premier ordre non seulement à l'Institut, mais aussi dans les universités canadiennes partenaires qui leur confèrent leur diplôme. Les doctorants reçoivent une formation de premier ordre dans un milieu de recherche de classe mondiale, et poursuivent leur carrière dans de nombreux domaines de la science, de l'administration publique, de la technologie et de la finance.

Six candidats dirigés par des professeurs de l'Institut Péricètre ont obtenu leur doctorat d'universités partenaires en 2015-2016, et à la fin de l'année écoulée, l'Institut Péricètre comptait 49 doctorants résidents. Trois autres doctorants résidant dans des universités partenaires étaient dirigés par des professeurs associés à l'Institut Péricètre.

Pendant leur séjour à l'Institut, les doctorants ont des occasions inégalées d'échanger avec des chefs de file de la recherche venant du monde entier et de développer leur carrière dans un milieu favorable de collaboration. Ils acquièrent un ensemble unique de compétences en analyse, en résolution de problèmes et en études quantitatives.

En 2015-2016, les bourses suivantes ont été accordées respectivement à 3 doctorants de l'Institut : la bourse d'études supérieures Joanne-Cuthbertson-et-Charlie-Fischer; la bourse honoraire de la Fondation de bienfaisance Ira-Gluskin-et-Maxine-Granozsky-Gluskin (par l'intermédiaire du Cercle Emmy-Noether); la bourse de la Fondation familiale de Peter et Shelagh Godsoe pour jeune talent exceptionnel.

« Chaque année, une vingtaine de pays sont représentés. Les étudiants ont des antécédents sociaux et éducatifs variés, et ils ont chacun des atouts qui leur sont propres. Ils ont toutefois en commun une motivation et une passion extraordinaires. Je suis toujours surprise par la finesse de leurs questions, et le fait de leur enseigner m'apporte beaucoup de modestie. » [traduction]

– Agata Brancyk, assistante dans le programme PSI

ADJOINTS DIPLÔMÉS INVITÉS

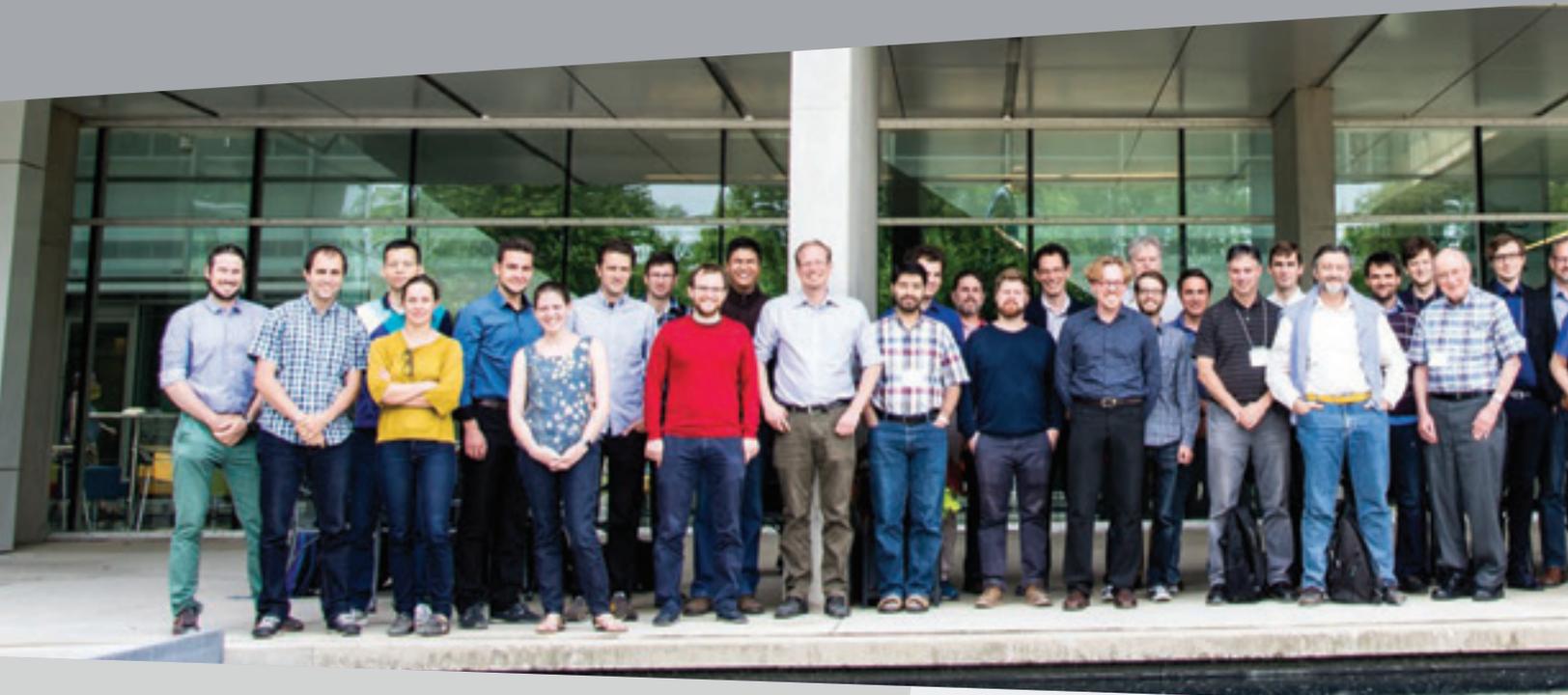
Le programme d'adjoints diplômés invités de l'Institut Péricètre permet à des doctorants avancés du monde entier de passer plusieurs mois à l'Institut. Ces jeunes chercheurs bénéficient du milieu dynamique de recherche de l'Institut Péricètre et y contribuent tout à la fois. Ils ont l'occasion d'échanger avec des chercheurs de premier plan à un moment charnière de leur formation. En 2015-2016, l'Institut Péricètre a accueilli 27 adjoints diplômés invités, qui ont fait en tout 31 séjours scientifiques.

CHERCHEURS DE PREMIER CYCLE

Dans le cadre de ce programme, des étudiants prometteurs de 1^{er} cycle sont exposés à la recherche de haut niveau, grâce à des projets de 2 à 4 mois qu'ils réalisent avec des postdoctorants de l'Institut Péricètre. Les participants ont un aperçu de la vie de physicien, et des postdoctorants acquièrent une précieuse expérience de mentorat.

Cette année, l'Institut Péricètre a offert une formation à la recherche à 7 étudiants exceptionnels de 1^{er} cycle venant d'institutions de premier plan, dont l'Institut de technologie du Massachusetts, l'Université de la Colombie-Britannique, l'Université Yale et l'Université Federico II de Naples. Ce programme permet aussi à l'Institut de faire du recrutement : le postdoctorant Matteo Smerlak, ainsi que les doctorants Dalimil Mazac, Sebastian Mizera et Nitica Sakharwade, sont d'anciens participants de ce programme.

RÉUNIONS DE CHERCHEURS



QUELQUES STATISTIQUES

En **2015/16**, l'Institut Périmètre a...
tenu **17** conférences et ateliers, auxquels ont participé
935 scientifiques du monde entier

présenté **322** exposés scientifiques
(**294** séminaires et **28** colloques)

organisé **8** conférences et ateliers conjoints tenus
à l'Institut et en a parrainé **16** autres
ailleurs (dont 15 au Canada)

donné **4** cours à des chercheurs et
étudiants d'universités environnantes

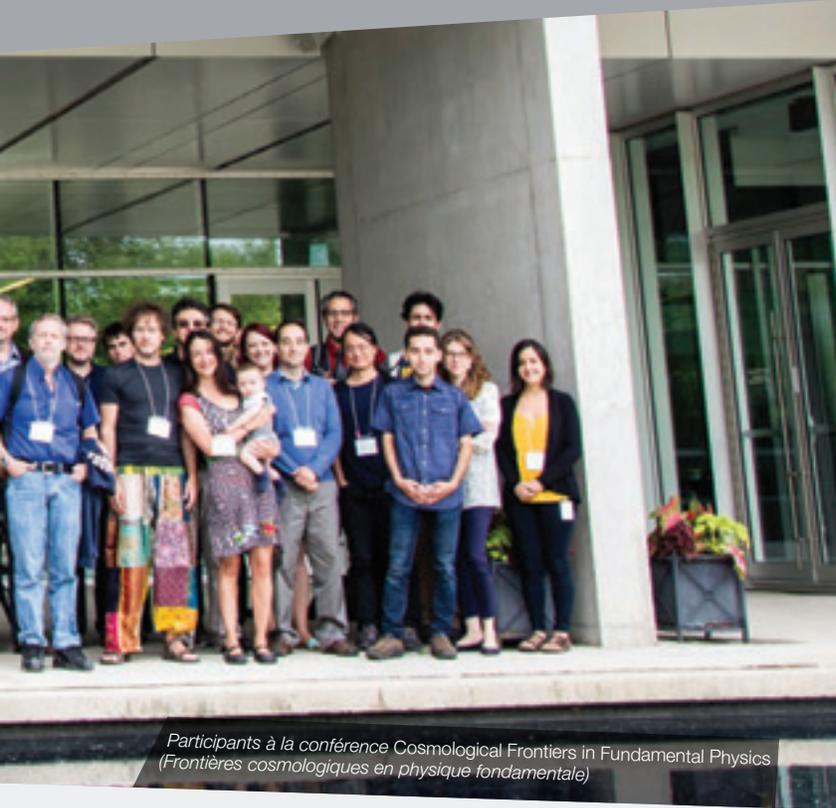
CONFÉRENCES ET ATELIERS

Les échanges sont nécessaires à l'épanouissement des idées. Chaque année, les rencontres scientifiques de l'Institut Périmètre réunissent des centaines de personnes qui abordent des sujets choisis pour leur potentiel de résultats importants.

La souplesse de l'Institut lui permet de repérer et d'exploiter rapidement de nouveaux domaines prometteurs. Ces réunions font généralement le pont entre des domaines et, souvent, créent des liens entre la théorie et l'expérience, entre la recherche et l'industrie. Grâce à ces échanges d'idées dynamiques et opportuns, le programme de conférences de l'Institut Périmètre s'est acquis une renommée mondiale. En 2015-2016, 935 scientifiques du monde entier ont participé à des conférences et ateliers de l'Institut, témoignant de son rôle comme pôle majeur d'échanges en physique théorique de pointe.

SÉMINAIRES ET COLLOQUES

Il n'y a probablement pas de meilleur moyen d'échanger des idées – et de les remettre en question – que des discussions vivantes et animées. Les séminaires et colloques animés par des scientifiques résidents et invités constituent un volet essentiel de la vie intellectuelle de l'Institut, en faisant connaître des découvertes de pointe et en favorisant la collaboration interdisciplinaire.



Participants à la conférence *Cosmological Frontiers in Fundamental Physics* (Frontières cosmologiques en physique fondamentale)

CONFÉRENCE *IT FROM QUBIT*

Les nouvelles perspectives issues de l'information quantique sont à la source d'idées importantes dans d'autres domaines de la physique, dont la gravitation quantique et la matière condensée.

L'essor de l'informatique quantique a amené **Robert Myers**, président du corps professoral de l'Institut Péricimètre, à organiser la première grande **conférence *It from Qubit***, tenue en juillet à l'Institut dans le cadre d'un partenariat financé par la Fondation Simons.

La conférence et l'école d'été qui l'accompagnait ont suscité un tsunami d'intérêt de la part de chercheurs et d'étudiants du monde entier. Plus de 180 participants – sans compter ceux qui ont suivi les séances dans 5 écoles satellites dans le monde – ont étudié les liens croissants entre l'information quantique et la physique des hautes énergies, et ont abordé de grandes questions : L'espace-temps merge-t-il de l'intrication? Comment peut-on unifier la mécanique quantique et la gravitation? Les nouvelles applications de l'information quantique peuvent-elles révéler quelque chose de fondamental sur l'information elle-même?

Ce grand nombre de jeunes chercheurs intéressés par le domaine a été une source d'inspiration pour Vijay Balasubramanian, physicien des particules à l'Université de la Pennsylvanie. « Ces jeunes sont ceux qui réaliseront les progrès de demain, a-t-il déclaré. J'ai discuté avec de nombreux étudiants, et ils sont tout à fait enthousiastes. Ils aiment cette interface. *It from Qubit* touche une corde sensible qui inspire les étudiants. » [traduction]

Au cours de la dernière année, l'Institut Péricimètre a tenu 322 rencontres scientifiques (294 séminaires et 28 colloques). Un certain nombre de sommités dans tous les domaines de recherche de l'Institut, dont les titulaires de chaire de chercheur invité distingué **Nima Arkani-Hamed**, **Iakov Soibelman**, **Zhengan Wang** et **Alexander Zamolodchikov**, ont fait des exposés.

ARCHIVES VIDÉO EN LIGNE

Presque tous les exposés présentés à l'Institut Péricimètre sont enregistrés et accessibles en ligne dans la vidéothèque du site Web de l'Institut ou dans le système d'archivage en ligne de l'Institut Péricimètre (PIRSA), à l'adresse pirsa.org. Ce système d'archives vidéo de plus de 10 000 séminaires, conférences, ateliers et cours, qui peuvent être visionnés et cités, a été mis au point par l'Institut afin de diffuser des connaissances à la communauté scientifique internationale. Il est devenu la plus importante source d'archives vidéo institutionnelles en ligne dans le domaine de la physique théorique.

En 2015-2016, les archives vidéo de l'Institut Péricimètre ont été utilisées par 108 401 visiteurs distincts de plus de 170 pays, pour un total de 776 692 pages consultées.



COLLABORATIONS

Malgré le stéréotype du génie solitaire, la science se fait rarement en vase clos. Les vastes équipes internationales qui œuvrent à résoudre les mystères du monde physique – découverte du boson de Higgs, détection d'ondes gravitationnelles, première image de l'horizon des événements d'un trou noir – illustrent cela de manière spectaculaire.

L'Institut Péricètre cherche à faciliter la collaboration scientifique, que ce soit à l'interne, par ses programmes dynamiques de chercheurs invités et d'affiliation, ou sur les plans national et mondial, grâce à des partenariats institutionnels fructueux et à ses activités de rayonnement international.

En renforçant ses liens avec la communauté scientifique, l'Institut Péricètre accélère la réalisation des percées à venir.

PROGRAMME DE CHERCHEURS INVITÉS

Le bourdonnement de discussions scientifiques animées remplit souvent les couloirs de l'Institut Péricètre, en grande partie à cause du dynamisme de son programme de chercheurs invités, qui amène à l'Institut des scientifiques de premier plan, venus du monde entier pour animer des séminaires et des colloques, et collaborer avec les chercheurs résidents. Les scientifiques résidents profitent des échanges qu'ils ont avec les chercheurs invités, et ceux-ci bénéficient du temps et de l'espace voulus pour se concentrer sur leurs recherches, échanger des idées et mettre sur pied de nouvelles collaborations. Le programme de chercheurs invités contribue en outre au recrutement de scientifiques, en faisant connaître le milieu de recherche dynamique et sans égal de l'Institut.

En 2015-2016, l'Institut Péricètre a accueilli 430 chercheurs invités, dont 25 titulaires de chaire de chercheur invité distingué et 12 adjoints invités, pour un total de 485 séjours scientifiques. Les autres étaient des invités à court terme – membres affiliés, collaborateurs, conférenciers à des séminaires ou colloques, recrues potentielles. Au cours de la dernière année, de tels séjours ont mené à des recrutements à tous les niveaux. Ce fut notamment le cas du professeur associé **Jon Yard** et du boursier du directeur **William East**.

MEMBRES AFFILIÉS

Le programme d'affiliation de l'Institut Péricètre amène à l'Institut des scientifiques choisis d'universités et d'instituts de recherche de tout le Canada pour des visites informelles régulières. Ce programme est bénéfique à la fois pour l'Institut Péricètre et pour la communauté canadienne de la physique : les membres affiliés ont accès à une communauté de chercheurs riche et diversifiée, ce qui leur permet d'explorer de nouvelles idées. Pour sa part, l'Institut Péricètre

consolide ses liens avec plus de 25 centres de recherche canadiens de premier plan. En 2015-2016, l'Institut Péricètre a nommé 7 nouveaux membres affiliés et renouvelé le mandat de 3 autres, pour un nombre total de 118 membres affiliés. (Voir la liste complète à la page 66.)

COLLABORATIONS ET PARTENARIATS

En concluant des partenariats avec des centres de premier plan au Canada et à l'étranger, l'Institut offre des possibilités de collaboration à ses scientifiques tout en renforçant sa position de plaque tournante mondiale de la recherche.

En 2015-2016, l'Institut Péricètre a renforcé un certain nombre de partenariats, notamment avec les laboratoires TRIUMF et SNOLAB. Grâce à des membres de son corps professoral, l'Institut Péricètre profite en outre de nombreux partenariats informels avec des organismes tels que le Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson, le projet CHIME (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment* – Expérience canadienne de cartographie d'intensité de l'hydrogène), le télescope EHT (*Event Horizon Telescope* – Télescope horizon des événements), le télescope SKA (*Square Kilometre Array* – Réseau d'un kilomètre carré) et le grand collisionneur de hadrons du CERN.

BOURSE POSTDOCTORALE AFRICAINE DES INSTITUTS FIELDS ET PÉRICÈTRE

L'Institut Péricètre et l'Institut Fields de recherche mathématique de l'Université de Toronto ont conclu un partenariat pour financer 4 bourses postdoctorales conjointes d'une durée d'un an, destinées à des Africains qui ont obtenu depuis peu leur doctorat. Le mathématicien **H. Praise Adeyemo**, du Nigeria, qui s'intéresse principalement à la géométrie algébrique et à la topologie, a récemment été choisi comme 4^e boursier; il séjournera à l'Institut Fields en 2016-2017.

LE PARTENARIAT WGS

WGS (*Waterloo Global Science Initiative*) est un partenariat sans but lucratif, financé de manière indépendante, mis sur pied par l'Institut Péricètre et l'Université de Waterloo. Il a pour mandat de promouvoir le dialogue et d'élaborer des solutions concernant des problèmes complexes d'envergure mondiale, en vue d'un avenir sûr et durable.

En avril 2016, l'Institut Péricètre a accueilli le 3^e sommet de WGS, intitulé *OpenAccess Energy* (Énergie accessible à tous). Des participants de 24 pays et de 5 collectivités des Premières Nations

ont discuté des manières d'améliorer l'accès à une énergie renouvelable dans les régions en pénurie d'énergie. Une programmation destinée au public et l'enregistrement de 3 épisodes de l'émission *The Agenda* de TVO ont complété le sommet proprement dit. Un document de suivi exposant en détail les recommandations du sommet et des idées de mise en œuvre devrait paraître au début de 2017.

RAYONNEMENT INTERNATIONAL

L'Institut Péricètre cherche à catalyser la croissance de nouveaux centres d'excellence scientifiques dans le monde, en offrant aide et conseils ainsi qu'en étant disponible comme ressource, alors que ces centres construisent leur propre succès.

En 2015-2016, l'Institut Péricètre a continué de fournir son expertise à l'appui de l'initiative *Next Einstein* (le prochain Einstein) de l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS-NEI), projet lancé en 2003 par **Neil Turok**, actuellement directeur de l'Institut Péricètre, pour mettre sur pied un réseau panafricain de centres dispensant une formation mathématique et scientifique avancée à des diplômés africains exceptionnels. L'Institut Péricètre a notamment aidé à préparer le lancement du 6^e centre de l'AIMS, au Rwanda, et a appuyé le premier forum *Next Einstein* (Le prochain Einstein) tenu à Dakar, au Sénégal, en mars 2016. Des chercheurs de l'Institut Péricètre continuent en outre d'enseigner dans des centres de l'AIMS.

L'Institut Péricètre a étendu la portée de ses efforts de rayonnement international à l'Amérique du Sud, en concluant un nouvel accord de partenariat avec l'Institut sud américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique (ICTP-SAIFR), situé à l'Université de l'État de São Paulo (UNESP), au Brésil. Pour plus de détails, voir le texte ci-contre.

UNE SCIENCE MONDIALE POUR LE MONDE ENTIER

La recherche scientifique est une entreprise mondiale. En mettant en œuvre des partenariats internationaux avec des centres d'excellence du monde entier, l'Institut Péricètre encourage l'émergence de nouvelles idées, profitables à tous, en physique et en mathématiques. Le partenariat conclu en 2015 entre l'Institut Péricètre et l'Institut sud-américain de recherche fondamentale (SAIFR), au Brésil, vise précisément ce but.

Cet accord favorisera des échanges de chercheurs et des conférences scientifiques conjointes entre les deux instituts, des écoles et ateliers communs pour de jeunes scientifiques sud-américains, ainsi que des programmes éducatifs à la fin du primaire et au secondaire dans toute l'Amérique du Sud. Des activités destinées au grand public feront connaître le pouvoir et les merveilles de la science.

Pedro Vieira, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique, est un rouage important de ce partenariat. Il partagera son temps entre l'Institut Péricètre et le SAIFR, afin de maximiser les nombreuses possibilités qu'il voit pour la science fondamentale en Amérique du Sud.

« Il s'agit d'un partenariat hautement symbolique, aux perspectives enthousiasmantes, a déclaré M. Vieira. Le SAIFR s'apprête à devenir un haut lieu de la physique avancée dans l'hémisphère Sud, et sa croissance est exponentielle.

Notre partenariat a vraiment pris son envol cette année.

Par exemple, nous avons organisé à São Paulo une école conjointe de physique théorique, à laquelle mon collègue Freddy Cachazo [professeur à l'Institut Péricètre] et moi-même avons participé comme conférenciers. Conséquence de ce grand succès, certains participants viennent poursuivre des études supérieures à l'Institut Péricètre. »

[traduction]



DIFFUSION DES CONNAISSANCES ET PRÉSENCE AUPRÈS DU PUBLIC

« Ce que nous recherchons, ce sont de nouvelles idées, la créativité et l'originalité. Ce ne sont pas les idées normalisées et la simple acquisition de connaissances qui nous apportent cela. Il faut plutôt encourager les gens à réfléchir. » [traduction]

– Neil Turok, directeur de l'Institut Péricône



La physique théorique aborde les questions les plus fondamentales à propos de l'univers : De quoi est-il fait? Comment a-t-il commencé? Comment finira-t-il? Ces questions donnent le vertige et piquent la curiosité des gens, peu importe leur âge, leur culture et leur condition. La physique fondamentale est aussi un moteur d'innovation, et les connaissances, les découvertes et les techniques qui en découlent appartiennent ultimement à tous.

C'est pour cela que la diffusion des connaissances et la présence auprès du public font partie de la mission de l'Institut Péricône. En faisant connaître les merveilles et les mystères de l'univers, ainsi que l'importance des percées scientifiques, l'Institut vise à inspirer la prochaine génération de penseurs créatifs.

QUELQUES STATISTIQUES

Plus de **9,5 millions** d'interactions avec des élèves, grâce à des ressources et programmes pédagogiques

135 ateliers présentés à plus de **4 000** enseignants au Canada et à l'étranger

15 exposés *Physica Phantastica* présentés à plus de **4 200** élèves canadiens

4 nouvelles ressources pédagogiques pour les élèves de la 5^e à la 8^e année

Plus de **1,3 million** de visionnements dans YouTube

La gamme complète de ressources éducatives de l'Institut Péricône a suscité à ce jour plus de 20 millions d'interactions avec des élèves. Souvent les élèves sont plusieurs fois en contact avec des ressources de l'Institut, à la fin du primaire et pendant leurs études secondaires. Cette année, l'Institut Péricône a continué de présenter la physique à un public plus nombreux que jamais, avec des initiatives telles que sa série mensuelle primée *Slice of Pi* (Tranche d'IP), ses conférences publiques, ses programmes pour enseignants et élèves, de même que les expositions à venir d'Innovation150, dans le cadre des célébrations du 150^e anniversaire du Canada.

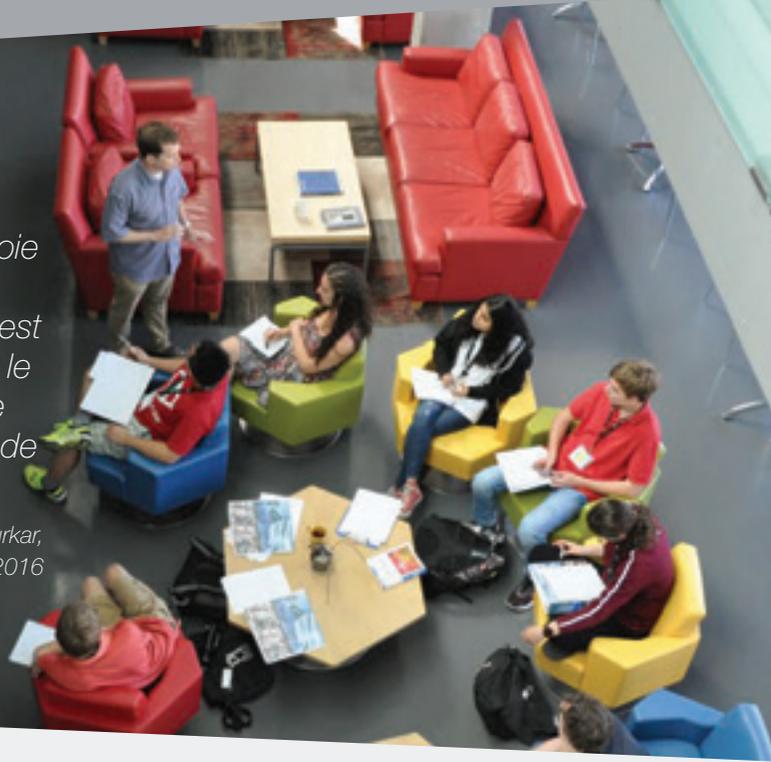
L'ÉCOLE INTERNATIONALE D'ÉTÉ POUR JEUNES PHYSICIENS ET PHYSIENNES (ISSYP)

Avec des exposés de physiciens de premier plan, des visites d'installations d'expérimentation et beaucoup de liens tissés avec des élèves ayant les mêmes intérêts, l'ISSYP est le genre de camp d'été qui aurait pu plaire à Einstein dans sa jeunesse.

Chaque année, ce programme amène à l'Institut Péricône 40 jeunes talentueux, pour 2 semaines de formation intensive en physique théorique. Cela comprend des exposés et des séances de mentorat avec des professeurs et des chercheurs de l'Institut, ainsi que des visites de SNOLAB (laboratoire d'observation de neutrinos situé au fond d'une mine à Sudbury) et de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo. Le programme culmine avec une séance d'affiches où les élèves présentent à toute la communauté de l'Institut Péricône ce qu'ils ont appris.

« Tous les gens ici sont purement incroyables. Je viens d'une région rurale de l'Ontario, et ceux que je côtoie au quotidien n'ont pas les mêmes intérêts que moi. C'est vraiment bien de se réveiller le matin et de parler de théorie des cordes avec sa voisine de chambre... » [traduction]

– Maya Burhanpurkar,
participante à l'ISSYP en 2016



Ce programme a des effets importants : plus de 70 % des participants disent que l'ISSYP les a amenés à poursuivre une carrière en mathématiques ou en physique.

Cette année, 20 Canadiens de 7 provinces et 19 élèves étrangers de 14 pays ont participé à la 14^e mouture de l'ISSYP. Les participants étaient également répartis entre garçons et filles.

En 2015-2016, l'ISSYP a été rendue possible grâce au généreux et constant soutien de la Fondation RBC, commanditaire principal. Maplesoft, Deloitte et la famille Van der Veen ont également contribué à l'ISSYP.

EXPOSÉS *PHYSICA PHANTASTICA*

Que sont les ondes gravitationnelles, et pourquoi leur détection a-t-elle eu un tel retentissement? Comment pouvons-nous étudier les parties de l'univers qui n'émettent aucune lumière?

Les exposés *Physica Phantastica* constituent une introduction divertissante et accessible à ces sujets et à bien d'autres de la physique moderne. Cette année, l'Institut Périmètre a présenté 15 exposés *Physica Phantastica* à plus de 4 200 élèves en Ontario. Ces exposés à grande échelle sont généralement présentés à des auditoriums de 50 à 200 personnes. Ils sont conçus pour faire connaître les merveilles, les mystères et les joies de la science à des élèves, à des enseignants et au grand public.

EINSTEINPLUS

Dans les ateliers *EinsteinPlus*, des enseignants de toutes les régions du Canada et du monde entier rencontrent l'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut Périmètre pour trouver des manières originales de susciter la passion de la physique chez leurs élèves. Pendant l'été, cet atelier d'une semaine présente aux enseignants les ressources pédagogiques de l'Institut Périmètre, ainsi que des méthodes efficaces d'enseignement des concepts clés de la physique moderne.

En 2016, l'Institut Périmètre a accueilli 40 enseignants : 20 Canadiens de 7 provinces et 20 étrangers de 10 pays. Les sondages menés auprès des participants montrent qu'*EinsteinPlus* constitue une occasion de perfectionnement professionnel de toute première qualité.

EinsteinPlus a été commandité par Maplesoft.

« Mon séjour à l'Institut Périmètre a été instructif et inspirant. Ce que j'ai appris sur la physique va améliorer le contenu de mes cours. Et ce que j'ai appris sur l'apprentissage va les révolutionner. » [traduction]

– Jeremy Wegner, participant à EinsteinPlus en 2016



INSPIRER LES FUTURES SCIENTIFIQUES

Lorsqu'il est question d'une carrière en STGM, les possibilités vont bien au-delà du simple choix « entre la biologie, la chimie ou la physique ».

C'est l'un des messages transmis cette année lors de la conférence *Inspiring Future Women in Science* (Inspirer les futures scientifiques), qui a permis à plus de 200 jeunes filles du secondaire de rencontrer à l'Institut Péricètre des femmes à tous les stades de leur carrière fructueuse en STGM. Organisée dans le cadre des initiatives Emmy-Noether de l'Institut, qui visent à attirer et à retenir davantage de femmes en physique, cette conférence d'une journée comprenait des exposés, une table ronde, des séances de mentorat – et une allocution surprise du premier ministre Justin Trudeau.

« Je crois que nous avons toutes ce qu'il faut. Il suffit d'exploiter certains fondements du succès et de poursuivre nos rêves. »
[traduction]

– Natalie Panek, spécialiste des fusées, partisane des femmes en technologie, conférencière invitée à *Inspiring Future Women in Science* (Inspirer les futures scientifiques)

RÉSEAU DES ENSEIGNANTS ET ATELIERS

Le réseau des enseignants de l'Institut Péricètre est un réseau de pairs constitué d'enseignants très motivés, formés à faire connaître aux enseignants de leur région les ressources et stratégies pédagogiques de l'Institut.

Cette année, les membres du réseau et le personnel de l'Institut ont animé 135 ateliers pour plus de 4 000 enseignants au Canada et à l'étranger. Sept camps de formation du réseau des enseignants (à Durham, Ottawa, Thunder Bay, Waterloo, Saskatoon, Winnipeg et Vancouver) ont permis de former 667 enseignants.

L'Institut Péricètre a en outre un partenariat avec Actua, l'un des principaux organismes canadiens de diffusion des connaissances en sciences, technologie, génie et mathématiques (STGM) auprès des jeunes, et en particulier des Autochtones. Cette année, le personnel de l'Institut a formé à l'utilisation des ressources de l'Institut des membres d'Actua de partout au pays, qui ont à leur tour transmis ce contenu à des élèves autochtones pendant les mois d'été.



RESSOURCES PÉDAGOGIQUES EN CLASSE ET EN LIGNE

Les ressources pédagogiques de l'Institut Péricône – réalisées et testées par des chercheurs de l'Institut et des enseignants expérimentés – constituent le principal moyen employé par l'Institut pour initier les élèves aux merveilles passionnantes de la physique moderne. Ces modules, maintenant disponibles intégralement en ligne, ont été distribués dans plus de 60 pays. Les enseignants disent les utiliser maintes et maintes fois en classe, ce qui multiplie leur impact avec le temps.

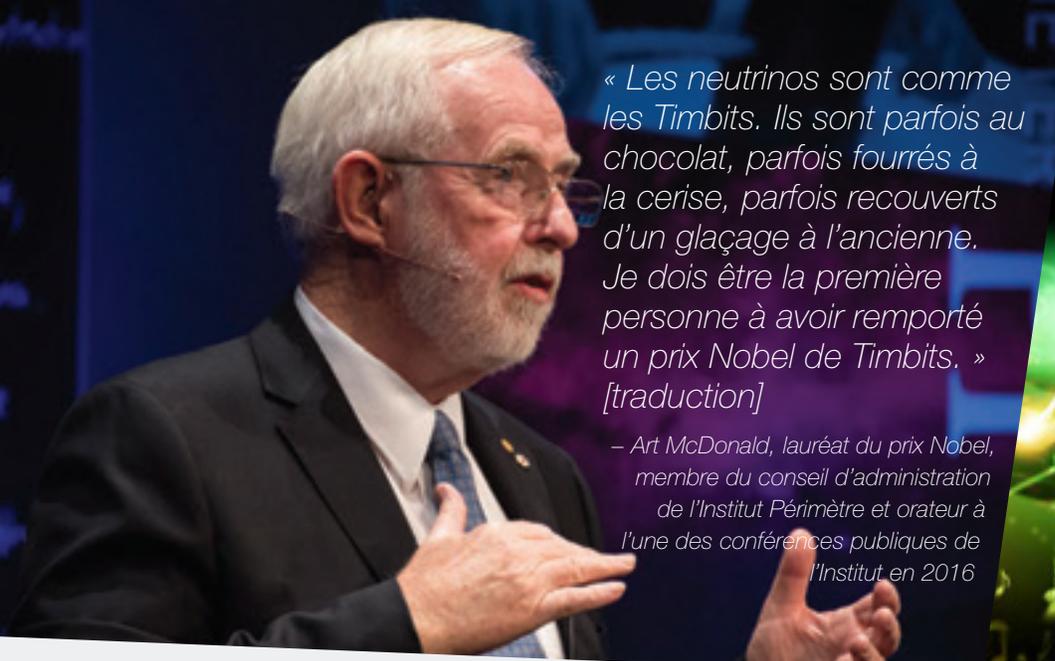
Cette année, l'Institut Péricône a produit un nouveau module intitulé *Contemporary Physics* (Physique contemporaine), qui aborde des sujets de pointe comme les ondes gravitationnelles, la physique des neutrinos et les trous noirs. En partenariat avec le ministère de l'Éducation de l'Ontario, l'Institut a également produit un ensemble

intégré de 4 troupes pédagogiques en sciences, mathématiques et technologie pour les élèves de la 5^e à la 8^e année. Le lancement de ces troupes est prévu à la fin 2016.

Matière à réflexion (5^e année) aborde les transformations physiques et chimiques, et encourage les élèves à évaluer les répercussions de la production industrielle sur la société et l'environnement. *Mission possible* met les élèves de 6^e année au défi de rechercher des moyens techniques et des stratégies de survie pendant qu'ils élaborent un plan pour aller sur la Lune ou sur Mars. Les changements climatiques et les processus calorifiques font l'objet de *Température à la hausse* (7^e année). Enfin, *Automatisé pour l'avenir* initie les élèves de 8^e année à la programmation et aux systèmes automatisés.

« J'apprécie le fait que les ressources soient regroupées en unités structurées, conçues par des éducateurs. Les outils d'évaluation sont intégrés, les outils de rétroaction sont intégrés, il y a une progression logique, et tout cela est très utile. » [traduction]

– Greg Ryerson, enseignant de sciences en 7^e et en 8^e année à Toronto



« Les neutrinos sont comme les Timbits. Ils sont parfois au chocolat, parfois fourrés à la cerise, parfois recouverts d'un glaçage à l'ancienne. Je dois être la première personne à avoir remporté un prix Nobel de Timbits. »
[traduction]

– Art McDonald, lauréat du prix Nobel, membre du conseil d'administration de l'Institut Péricentre et orateur à l'une des conférences publiques de l'Institut en 2016



CONFÉRENCES PUBLIQUES

Avec des exposés captivants sur des sujets variés allant de la matière sombre à la médecine nucléaire, en passant par les horloges atomiques et les changements climatiques, la série de conférences publiques de l'Institut Péricentre demeure l'un des programmes les plus populaires de l'Institut.

Cette année, l'Institut a présenté 8 conférences scientifiques captivantes à guichets fermés dans l'amphithéâtre des idées Mike-Lazaridis, ainsi qu'à des publics en ligne partout dans le monde. Les points saillants de la saison 2015-2016 comprennent la conférence du prix Nobel Art McDonald, qui a expliqué comment l'Observatoire de neutrinos de Sudbury a résolu le mystère des neutrinos, celle de Victoria Kaspi sur le cadeau cosmique des étoiles à neutrons, ainsi que celle de Neil Turok sur la « simplicité étonnante de tout ».

Toutes les conférences sont enregistrées de manière professionnelle, webdiffusées en ligne, puis accessibles sur demande dans le site Web de l'Institut Péricentre, YouTube et par le truchement de partenaires médiatiques de l'Institut – dont *Maclean's*, CBC, *Scientific American*, *The Guardian* et *Motherboard*. Le public en ligne peut participer en temps réel en posant des questions et en recevant par Twitter des réponses de la part de chercheurs et du personnel de diffusion des connaissances de l'Institut. Les conférences publiques de 2015-2016 ont fait l'objet de plus de 320 000 visionnements en ligne.

ACTIVITÉS CULTURELLES

Créativité, interrogation, expérience, contemplation – il y a peut-être plus de ressemblances que de différences entre la science et l'art. Les activités culturelles de l'Institut Péricentre, par exemple sa série de concerts classiques, sont un complément artistique bienvenu de ses activités de recherche et tissent des liens avec la collectivité. Cette

année, des artistes de premier plan tels que l'ensemble Tallis Scholars, David Finckel et Wu Han, le quatuor Takács et Elina Vähälä ont livré des performances envoûtantes dans l'amphithéâtre des idées Mike-Lazaridis et dans l'atrium de l'Institut.

La série de concerts classiques de l'Institut Péricentre est généreusement soutenue par le Fonds Musagetes de la Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo.

INNOVATION150

Grâce à ses succès antérieurs dans la production de grands festivals de sciences, l'Institut Péricentre a eu l'honneur d'être choisi par le ministère du Patrimoine canadien pour diriger Innovation150, initiative phare dans le cadre des célébrations du 150^e anniversaire du Canada. Pendant toute l'année, l'Institut Péricentre a travaillé avec 4 autres organismes canadiens de premier plan en diffusion des connaissances – Actua, l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, l'Association canadienne des centres de sciences, ainsi que la Société des musées de sciences et technologies du Canada – à mettre au point des expériences qui célébreront l'ingéniosité canadienne et inspireront la prochaine génération de penseurs créatifs.

Au premier plan des activités d'Innovation150, mentionnons la tournée nationale *Le pouvoir des idées*, qui comprend une exposition immersive avec manipulations et une présentation interactive en personne. On estime que quelque 100 000 jeunes profiteront de cette tournée, qui s'arrêtera dans 60 collectivités des 13 provinces et territoires, augmentant de beaucoup la présence de l'Institut Péricentre auprès des collectivités isolées et autochtones.

Six festivals de l'innovation sont également prévus dans des villes d'un bout à l'autre du pays. L'exposition *QUANTUM* – produite par l'IQC – fera connaître les merveilles des nouvelles techniques quantiques. Enfin, un pôle numérique permettra à tous les Canadiens de s'intéresser



à l'innovation, d'échanger des idées, d'explorer des récits d'innovation et de participer à des concours passionnants. Les activités sur place et en ligne bénéficieront d'une campagne nationale de promotion et d'annonces d'intérêt public.

En plus d'un important financement du gouvernement du Canada, Innovation150 bénéficie de l'appui de Shaw, de la Fondation Cowan, de la Fondation Toyota Canada et de Superior Lodging.

DIFFUSION DANS LES MÉDIAS NUMÉRIQUES ET SOCIAUX

L'Institut Périmètre cherche à être la première source d'un contenu en ligne exact et fascinant dans le domaine de la physique. Grâce à son site Web, aux médias sociaux et à de nombreux partenariats, l'Institut diffuse des nouvelles et de grandes idées à la fine pointe de la science. Cette année, sa populaire série *Slice of Pi* (Tranche d'IP), capsules scientifiques amusantes et accessibles, lui a valu le Prix des communications scientifiques dans la société, attribué par l'Association canadienne des rédacteurs scientifiques. Des dizaines de milliers de personnes – dont l'acteur William Shatner et le guitariste Brian May du groupe Queen – ont partagé des capsules telles que *The Ultimate Science Playlist* (La liste ultime de jeux scientifiques), *Gravitational Waves 101* (Ondes gravitationnelles 101) et *Thank you, Star Trek* (Merci Star Trek).

L'Institut a continué d'accroître sa présence dans les médias sociaux cette année : sa page Facebook a vu son nombre d'amis augmenter de 58 %, et le nombre d'abonnés de son compte Twitter a augmenté de 40 %. Les abonnements à son compte YouTube ont augmenté de plus de 160 %, et ses vidéos ont cumulé plus de 1,3 million de visionnements, soit davantage qu'au cours de toutes les années précédentes réunies.

En 2016, l'Institut Périmètre a entrepris la mise au point d'un nouvel environnement de publication numérique, insidetheperimeter.ca, pour rendre le contenu scientifique encore plus accessible, intéressant et facile à partager.

PRÉSENCE DANS LES MÉDIAS

De grands médias considèrent l'Institut Périmètre comme une source fiable de nouvelles, de contenu, de commentaires et d'idées de grande qualité en matière de physique théorique. Cette année, les recherches, les membres et les activités de l'Institut ont fait l'objet d'une large couverture dans des médias canadiens et étrangers. Des articles de fond ont notamment été publiés dans des médias tels que *Scientific American*, *The Globe and Mail*, *Wired*, *The Guardian*, *The Economist*, *The Washington Post*, *Maclean's* et bien d'autres.



DÉVELOPPEMENT DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

« Je contribue au financement de l'Institut Périmètre parce que c'est l'un des principaux instituts au monde qui cherche à déterminer la nature de la réalité et à révéler les secrets les plus profonds de l'univers. Ses physiciens sont parmi les meilleurs qui soient. Je ne vois aucune autre entreprise scientifique ou intellectuelle qui soit plus digne de mon appui. » [traduction]

– George Meierhofer, New York, NY

« La recherche fondamentale en physique est celle qui promet le plus d'accroître le savoir humain, et l'Institut Périmètre a un modèle de gouvernance qui exploite de manière efficace les ressources pour faire de la recherche et du mentorat. » [traduction]

– Mike Cannell et Judy DesBrisay, Colombie-Britannique

L'Institut Périmètre est une entreprise de collaboration, dans tous les sens du terme. À titre d'institut de recherche à but non lucratif et d'organisme de bienfaisance reconnu, il dépend directement du soutien visionnaire de ses partenaires publics et privés.

L'appui constant du secteur public a joué jusqu'à ce jour un rôle crucial dans les succès de l'Institut. Cette année, la Province de l'Ontario et le gouvernement du Canada ont chacun annoncé un financement supplémentaire de 50 millions de dollars sur 5 ans à compter de 2017-2018. Dans les mois qui ont suivi, l'Institut a reçu la visite des premiers ministres Justin Trudeau et Kathleen Wynne pour célébrer le renouvellement de ces investissements et la vision de l'avenir qu'ils représentent.

Les partenaires privés jouent aussi un rôle crucial dans la capacité de l'Institut d'atteindre ses ambitieux objectifs. Les efforts de développement de l'Institut Périmètre sont centrés sur des philanthropes, des entreprises et des fondations dont la mission rejoint celle de l'Institut – qu'ils aient le même esprit d'innovation et de découverte, le même engagement envers l'éducation scientifique, 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.

Ces précieux partenariats témoignent, tout en la renforçant, de la position de l'Institut comme chef de file de la communauté scientifique internationale à une époque charnière pour la physique fondamentale, propice à de grandes découvertes.

CONSEIL D'ORIENTATION DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

Le conseil d'orientation de l'Institut Périmètre est formé de personnes influentes bénévoles qui agissent comme ambassadeurs de l'Institut auprès des milieux d'affaires et des organismes philanthropiques, contribuant ainsi à la croissance stratégique et internationale de l'Institut.

Joanne Cuthbertson, coprésidente
Membre du conseil d'administration,
Institut Périmètre

Patrice Merrin, coprésidente
Administratrice, Glencore PLC, société minière
Stillwater et Novadaq Technologies inc.
Coprésidente du Conseil Emmy-Noether,
Institut Périmètre

Mike Lazaridis, coprésident fondateur
Associé directeur et cofondateur, Quantum
Valley Investments
Président du conseil d'administration,
Institut Périmètre

Cosimo Fiorenza, coprésident fondateur
Vice-président et avocat-conseil,
Quantum Valley Investments
Vice-président du conseil d'administration,
Institut Périmètre

Alexandra Brown
Cofondatrice et PDG, AprilAge inc.

Donald Campbell
Conseiller stratégique principal, DLA Piper

Savvas Chamberlain
PDG, EXEL Research inc.

Harbir Chhina
Vice-président directeur,
Développement des sables bitumineux,
Cenovus Energy

Jim Cooper
PDG, Maplesoft

Catherine Delaney
Présidente, C.A. Delaney Capital
Management Itée

Jon Dellandrea
PDG, Fondation de l'hôpital Sunnybrook



Arlene Dickinson*

Directrice générale, Venture Communications Itée

Ginny Dybenko*

Directrice générale, campus de Stratford, Université de Waterloo

H. Garfield Emerson*

Directeur, Emerson Advisory

Edward Goldenberg

Associé, cabinet d'avocats Bennett Jones

Tom Jenkins

Président, OpenText

Farsad Kiani*

PDG, Groupe Ensil

Carol Lee

Directrice générale et cofondatrice, Linacare Cosmethery inc.

Brad Marsland

Vice-président, Marsland Centre Itée

Gerry Remers*

Président et directeur de l'exploitation, Christie Digital Systems Canada inc.

Maureen Sabia

Présidente du conseil d'administration, Société Canadian Tire Itée

Jennifer Scully-Lerner

Vice-présidente, Goldman Sachs

Kevin Shea

Président, ChezShea Communications

Alfredo Tan

Directeur de groupe, Solutions globales de mise en marché, Facebook (Canada)

Harry Zarek

PDG, Compugen inc.

* Mandat terminé en 2016



**PAUL STEINHARDT : VIVRE
L'AVENTURE SCIENTIFIQUE**

Lorsque Paul Steinhardt était enfant, son père lui racontait des histoires étonnantes de héros audacieux et d'héroïnes courageuses. Certaines histoires étaient des contes, mais les meilleures parlaient de science. « Cela m'a donné le goût d'être l'un de ces découvreurs » [traduction], dit-il.

Aujourd'hui, M. Steinhardt est un cosmologiste qui exerce une influence singulière en physique. Après avoir été l'un des premiers architectes du modèle inflationnaire de la cosmologie, il en est devenu l'un des principaux critiques.

En 2002, lui et Neil Turok, directeur de l'Institut Périclète, ont proposé de remplacer ce modèle par un « modèle cyclique » de l'univers, dans lequel le Big Bang pourrait plutôt être un grand rebond : l'expansion accélérée que l'univers connaît actuellement finira par ralentir, puis s'arrêter, avant que l'univers ne se contracte vers un nouveau rebond.

Paul Steinhardt a également introduit la notion de quasi-cristal et, au bout de 13 ans de recherches, en a trouvé dans la nature. Après avoir examiné les collections de minéraux du monde, il est allé jusque dans la péninsule du Kamchatka, dans l'Est de la Russie. C'est là, en 2011, que son équipe a trouvé un quasi-cristal naturel enchâssé dans une météorite vieille de 4,5 milliards d'années – plus vieille que la Terre elle-même.

Ces réalisations illustrent la démarche de Paul Steinhardt : audace, curiosité et respect des données. « On peut faire partout des découvertes, dit-il. Il suffit de savoir poser les bonnes questions. » [traduction]

Paul Steinhardt est titulaire de la chaire Famille-Daniel-Richard-P.-Feynman de physique théorique (à titre de chercheur invité), créée en 2015 grâce à l'appui de la Fondation de la famille Daniel. M. Steinhardt a également le titre de professeur de sciences Albert-Einstein à l'Université de Princeton.

TRACER DE NOUVELLES VOIES



LE TEMPS, L'ESPACE ET LES INTERACTIONS ALÉATOIRES

Le temps que j'ai passé à l'Institut Péricètre a été extrêmement profitable. Absente de mon université d'appartenance, et donc exemptée de réunions de comités et de correction d'examens, j'ai pu consacrer énormément de temps à la recherche.

Mon domaine d'expertise est la physique statistique et les systèmes complexes. En gros, cela consiste à chercher comment les nombreuses composantes d'un système et leurs interactions engendrent le comportement global du système.

Pendant mon séjour à l'Institut Péricètre, j'ai fait des recherches sur la relation entre la mécanique statistique et la mécanique quantique. La mécanique statistique décrit des choses qui changent de manière irréversible et non déterministe, comme un gaz d'atomes à un état voisin de l'équilibre, alors que la mécanique quantique est déterministe et réversible dans le temps. Plusieurs essaient de résoudre cette contradiction de différentes manières. Pour ma part, je crois que la nature est intrinsèquement non déterministe et irréversible, ce qui signifie que la validité de la mécanique quantique a ses limites. Selon moi, on peut trouver ces limites en considérant des systèmes de N particules à une température finie.

J'ai eu de nombreuses discussions avec des gens brillants et passionnants, ce qui m'a beaucoup aidée à développer mes idées. J'ai aussi beaucoup appris en assistant à des exposés et à des conférences. L'Institut Péricètre se distingue parce qu'il favorise la diversité des idées et la pensée créatrice comme moyens de progresser dans les questions fondamentales non résolues de la physique. Il réunit beaucoup de gens intelligents et intéressants, et accorde beaucoup de temps et d'espace à la discussion. Je suis heureuse d'avoir pu profiter de cette occasion.

– Barbara Drossel, professeure à l'Institut de la physique du solide à l'Université technologique de Darmstadt et boursière invitée Emmy-Noether 2016



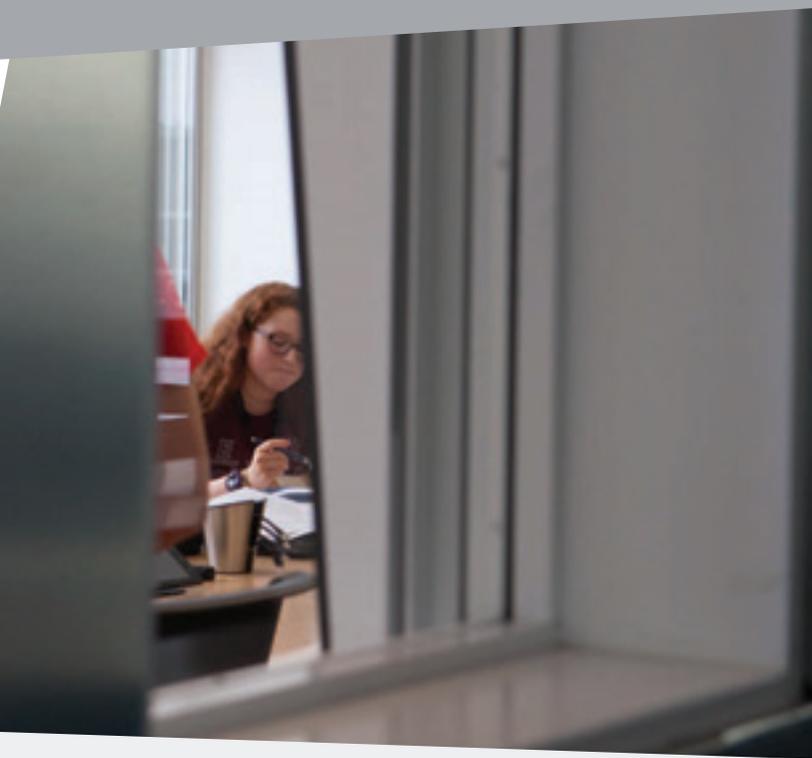
INITIATIVES EMMY-NOETHER

Emmy Noether était une pionnière qui refusait que les femmes soient exclues de la quête du savoir.

Ses recherches fondamentales en algèbre abstraite ont donné un théorème révolutionnaire qui relie les lois de conservation et les symétries présentes dans la nature. Le théorème de Noether est encore utilisé dans tous les domaines de la physique, de la théorie quantique des champs à l'étude des trous noirs, en passant par la prédiction de nouvelles particules. Pourtant, Emmy Noether a travaillé la plupart du temps en étant peu ou pas rémunérée, et elle a été peu reconnue en dehors du cercle de ses collègues et pairs.

C'est tout naturel que cette femme remarquable donne son nom aux initiatives Emmy-Noether de l'Institut Péricètre, qui visent à faire en sorte que les femmes scientifiques jouissent d'une égalité des chances dont Emmy Noether n'a pas pu profiter. Soutenus par le Cercle Emmy-Noether, groupe engagé de bailleurs de fonds et de défenseurs des femmes en sciences, ces efforts appuient des femmes à tous les stades de leur carrière, des études secondaires au professorat à l'Institut Péricètre.

Emmy Noether était un génie et a refusé d'être laissée de côté. Sa détermination continue de nous inspirer aujourd'hui.



LE CONSEIL EMMY-NOETHER

Le Conseil Emmy-Noether est une source de conseils, de dons et d'autres appuis au Cercle Emmy-Noether, aidant celui-ci à amener davantage de physiciennes à l'Institut Péricimètre.

Patrice Merrin, coprésidente

Administratrice, Glencore PLC, société minière Stillwater et Novadaq Technologies inc.

Coprésidente du conseil d'orientation, Institut Péricimètre

Jennifer Scully-Lerner, coprésidente

Vice-présidente, Goldman Sachs

Membre du conseil d'orientation, Institut Péricimètre

Nyla Ahmad

Vice-présidente principale, Commercialisation, Rogers Communications inc.

Katherine Barr

Associée gérante, Mohr Davidow Ventures

Michelle Osry

Associée, Deloitte Canada (Vancouver)

Vicki Saunders

Fondatrice, SheEO

Sherry Shannon-Vanstone

PDG, Trustpoint Innovation Technologies Itée

Suzan Snaggs-Wilson

Vice-présidente (Ouest du Nouveau-Brunswick), Banque Scotia

LA PLUS RÉCENTE CHAIRE DE RECHERCHE DE L'INSTITUT PÉRICIMÈTRE

« Si l'on ne cherche pas, on reste dans l'ignorance. » [traduction]

– Asimina Arvanitaki,
titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque

« Pour moi qui viens d'un petit village de la Grèce, c'est quelque chose dont je n'avais même jamais rêvé » [traduction], a déclaré la physicienne des particules **Asimina Arvanitaki** lors de la cérémonie marquant sa nomination comme titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique.

Mme Arvanitaki est la 9^e titulaire d'une chaire de recherche de l'Institut Péricimètre. Un don de 4 millions de dollars de la Fondation Stavros-Niarchos et un montant égal fourni par l'Institut financeront ses travaux innovateurs, qui consistent à étudier et à élaborer de nouveaux tests de théories au-delà du modèle standard de la physique des particules. Les fonds associés à cette chaire serviront aussi à encourager les liens entre l'Institut Péricimètre et la Grèce en matière de recherche et de formation.

Pour Andreas Dracopoulos, coprésident et directeur de la Fondation Stavros-Niarchos, la nomination de Mme Arvanitaki fait davantage qu'appuyer la science fondamentale. Elle agit aussi comme un phare pour les étudiants grecs en sciences.

« La science doit beaucoup à l'art de l'imagination, a déclaré M. Dracopoulos. Comme le disait Mme Arvanitaki dans une récente entrevue : "Si l'on ne cherche pas, on reste dans l'ignorance." Vous tous, de l'Institut Péricimètre, continuez d'imaginer, continuez de chercher, pour le bien de l'humanité. » [traduction]

MERCI À CEUX QUI NOUS SOUTIENNENT

FONDS DE DOTATION

FONDATEUR (150 millions de dollars et plus)

Mike Lazaridis

25 millions de dollars et plus

Doug Fregin

10 millions de dollars et plus

Jim Balsillie

PARTENAIRES GOUVERNEMENTAUX

Gouvernement du Canada

Gouvernement de l'Ontario

Région de Waterloo

Ville de Waterloo

DONATIONS PARTICULIÈRES

Chaire Groupe-financier-BMO-Isaac-Newton de physique théorique (4 millions de dollars)

Chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique (4 millions de dollars)

Bourse de la Fondation familiale de Peter et Shelagh Godsoe pour jeune talent exceptionnel (500 000 \$)

DONS MAJEURS À L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

Chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique (4 millions de dollars)

Chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson de physique théorique (2 millions de dollars)

Fondation John-Templeton – Programme *Frontières Templeton* de l'Institut Périmètre (2 millions de dollars)

Chaire Fondation-Krembil-Galilée de physique théorique (2 millions de dollars)

Chaire Fondation-Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique (2 millions de dollars)

Chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique (1 million de dollars)

Chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité) (300 000 \$)

Chaire Famille-Daniel-Richard-P.-Feynman de physique théorique (à titre de chercheur invité) (300 000 \$)

PARTENAIRES COMMANDITAIRES (100 000 \$ ET PLUS)

Fondation RBC, partenaire commanditaire, École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes

Maplesoft, champion de la diffusion des connaissances

BOURSES (50 000 \$ ET PLUS)

Bourse Anaximandre de la Fondation familiale Savvas-Chamberlain

Bourse d'études supérieures Joanne-Cuthbertson-et-Charlie-Fischer

Bourse PSI honorifique de la Fondation Scott-Griffin

Bourse Anaximandre de la Fondation du patrimoine hellénique

Bourse PSI honorifique de Brad et Kathy Marsland

Bourse PSI honorifique de Margaret et Larry Marsland

CERCLE DES ACCÉLÉRATEURS (50 000 \$ ET PLUS)

Corinne Squire et Neil Turok



Des donateurs publics et privés toujours plus nombreux ont contribué à faire de l'Institut PÉRIMÈTRE ce qu'il est aujourd'hui : un chef de file mondial de la recherche fondamentale, de la formation scientifique et de la diffusion de connaissances. Nous exprimons notre profonde reconnaissance à tous ceux qui nous soutiennent.

CERCLE DES DIRECTEURS

25 000 \$ et plus

Robin et Robert Ogilvie
Fondation familiale de
Donald et Eleanor Seaman

10 000 \$ et plus

Denise et Terry Avchen -
Environmental Research Advocates
Fondation communautaire de
Kitchener-Waterloo

Fondation TRH
Robert et Pearl Radnitz
Alex White

- Fonds de la famille John A. Pollock
- Fonds Musagetes

AMIS

5 000 \$ et plus

Michael Duschenes
Dorian Hausman
Hopfmueller Family
Stephen Lister
et D^{re} Molly Rundle
Renée Schingh
et Robert Myers

2 500 \$ et plus

Jerome Bolce
John Matlock
Famille Reid

1 000 \$ et plus

Debbie et Ian Adare
Doug Brock
Ben et Mona Davies
J. DesBrisay
et M. Cannell
Greg Dick
Lori-Anne Gardi
Edward Goldenberg

Frederick Knittel
Ann Leese
et Irwin Rotenberg
Ron et Shirley Levene
Famille Van der Veen

De 250 \$ à 999 \$

Ed Kernaghan
W. Michael Roche
Jacqueline Watty
... plus 3 donateurs
anonymes

CERCLE EMMY-NOETHER

DONATEUR FONDATEUR (105 000 \$)

Fonds de fiducie communautaire
Bluma-Appel

PROGRAMMES ET BOURSES EMMY-NOETHER (250 000 \$ et plus)

Fondation de bienfaisance Ira-
Gluskin-et-Maxine-Granozsky-
Gluskin

25 000 \$ et plus

Banque Scotia

10 000 \$ et plus

Burgundy Asset
Management Itée
Deloitte
Florence Minz

5 000 \$ et plus

Linamar Corporation
Patrice E. Merrin
Scott Vanstone, Ph.D., et
Sherry Vanstone

2 500 \$ et plus

Maria Antonakos et Harald Stover
Heather et John Clark
Jennifer Scully-Lerner

1 000 \$ et plus

Andrea Grimm
Vicki Saunders

De 250 \$ à 999 \$

Alexandra Brown

DONS COMMÉMORATIFS

Carolyn Crowe Ibele, en mémoire de Richard A. Crowe, Ph.D.
Simon Haysom, en mémoire d'Elsie Haysom

DONS EN NATURE

Steinway Piano Gallery, Toronto

La liste ci-dessus correspond aux dons reçus entre le 1^{er} août 2015 et le 31 juillet 2016, ainsi qu'aux engagements sur plusieurs années de 50 000 \$ et plus.

L'Institut Péricône est une société à but non lucratif indépendante, régie par un conseil d'administration bénévole composé de membres issus du secteur privé et du milieu universitaire. Ce conseil est l'autorité suprême pour toutes les questions liées à la structure générale et au développement de l'Institut.

La planification financière, la comptabilité et la stratégie de placement relèvent du comité de gestion des placements ainsi que du comité des finances et de l'audit. Le conseil d'administration forme également d'autres comités, selon les besoins, pour l'aider à exercer ses fonctions. Relevant du conseil d'administration, le directeur général de l'Institut est un scientifique éminent chargé d'établir et de mettre en œuvre l'orientation stratégique globale de l'Institut. Le directeur administratif

et chef de l'exploitation relève du directeur général et est responsable du fonctionnement quotidien de l'établissement. Il est soutenu dans sa tâche par une équipe de cadres administratifs.

Les chercheurs résidents jouent un rôle actif dans la gestion opérationnelle des activités de l'Institut, en participant à différents comités chargés des programmes scientifiques. Les présidents de comité relèvent du directeur général.

Composé de scientifiques de renommée internationale, le comité consultatif scientifique est un corps d'examen et un organe consultatif indépendant. Il contribue à assurer l'objectivité et un niveau élevé d'excellence dans toutes les activités de l'Institut Péricône.

MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Mike Lazaridis, O.C., O.Ont., président du conseil, est associé directeur et cofondateur de Quantum Valley Investments (QVI), société qu'il a mise sur pied avec Doug Fregin à Waterloo. En 2013, les deux hommes ont fondé QVI avec 100 millions de dollars, afin de fournir du capital financier et intellectuel pour la mise au point et la commercialisation de percées réalisées en physique quantique et en informatique quantique. L'objectif de QVI est d'aider à transformer des idées et de nouvelles percées en produits, technologies et services commercialement viables. QVI représente l'initiative la plus récente de M. Lazaridis, qui travaille depuis plus de dix ans à la création d'une *Quantum Valley* à Waterloo en réunissant les meilleurs cerveaux du monde en physique, génie, mathématiques, informatique et science des matériaux, afin qu'ils collaborent à des recherches de pointe dans le domaine quantique.

En 1984, M. Lazaridis a fondé BlackBerry (autrefois Research In Motion) avec M. Fregin. Ils ont inventé l'appareil BlackBerry, créé l'industrie des téléphones multifonctions et construit la plus grande entreprise canadienne de technologie présente sur la scène mondiale. M. Lazaridis a occupé divers postes au sein de l'entreprise, dont ceux de coprésident et codirecteur général (de 1984 à 2012) ainsi que de vice-président du conseil d'administration et président du comité de l'innovation (en 2012 et 2013).

M. Lazaridis est le fondateur de l'Institut Péricône et président de son conseil d'administration, où il contribue à l'obtention d'importantes sommes d'argent des secteurs public et privé pour le financement de

l'Institut. Il a également fondé l'Institut d'informatique quantique (IQC) et le Centre Quantum-Nano, tous deux à l'Université de Waterloo. Il a donné plus de 170 millions de dollars à l'Institut Péricône et plus de 100 millions de dollars à l'IQC.

Entre autres distinctions, M. Lazaridis a été élu membre de la Société royale de Londres et de la Société royale du Canada, et a reçu l'Ordre de l'Ontario et l'Ordre du Canada. Il a fait partie de la liste d'honneur de la revue *Maclean's* en 2000, à titre de Canadien distingué, et de la liste des 100 personnes les plus influentes dressée par le magazine *Time*. Il a été honoré par *The Globe and Mail* à titre de bâtisseur de la nation de l'année en 2010 et a reçu le prix principal Ernest-C.-Manning, récompense la plus prestigieuse au Canada dans le domaine de l'innovation.

M. Lazaridis a reçu un doctorat honorifique en génie de l'Université de Waterloo (dont il a été chancelier) ainsi que des doctorats honorifiques en droit de l'Université McMaster, de l'Université de Windsor et de l'Université Laval. En plus de ses nombreuses réalisations professionnelles et personnelles, M. Lazaridis a remporté un Oscar et un prix Emmy pour ses réalisations techniques dans les domaines du cinéma et de la télévision, notamment pour la mise au point d'un lecteur de codes-barres à grande vitesse qui a beaucoup accéléré le montage des films.

M. Lazaridis est né à Istanbul, en Turquie. Il a immigré au Canada en 1966 avec sa famille, qui s'est établie à Windsor, en Ontario.

Cosimo Fiorenza, vice-président du conseil, est vice-président et avocat-conseil de Quantum Valley Investments et du fonds d'investissement Quantum Valley. Auparavant, il a passé environ 20 ans dans de grands cabinets d'avocats de Toronto, où il se spécialisait dans l'impôt des sociétés. Pendant son mandat à Bay Street, il a conseillé certaines des plus grandes sociétés et des principaux entrepreneurs du Canada au sujet de l'impôt sur le revenu et de questions commerciales, en particulier en matière de technologie et de structure internationale. M. Fiorenza a contribué à la mise sur pied de l'Institut Périmètre, dont il est l'un des administrateurs fondateurs. En plus d'être vice-président du conseil d'administration, il est coprésident fondateur du conseil d'orientation et membre du comité des finances de l'Institut. Dans ces divers rôles, il conseille et soutient régulièrement l'équipe de direction sur différentes questions, notamment les finances, l'aspect juridique et le développement de l'Institut. Il est également membre du conseil d'administration de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo. Cosimo Fiorenza a obtenu un diplôme en administration des affaires à l'Université Lakehead et un diplôme en droit à l'Université d'Ottawa. Il est membre du Barreau de l'Ontario depuis 1991.

Joanne Cuthbertson, LL.D., a été la première présidente élue d'EducationMatters (la seule fiducie pour l'avancement de l'enseignement public à Calgary), fondatrice de SPEAK (*Support Public Education – Act for Kids* – Soutenir l'enseignement public, agir pour les enfants) et récipiendaire du Prix de Calgary pour l'éducation. Elle est chancelière émérite de l'Université de Calgary, coprésidente de l'Académie des universitaires, qu'elle a mise sur pied au moment où elle a pris sa retraite, et présidente du Cercle du doyen de la Faculté de design environnemental. Mme Cuthbertson est membre du Musée Glenbow, administratrice de l'Institut de la santé osseuse et articulaire de l'Alberta, ainsi que récipiendaire de la Médaille du jubilé de diamant de la reine Elizabeth II. Elle est aussi coprésidente du conseil d'orientation de l'Institut Périmètre.

Peter Godsoe, O.C., O.Ont., a été président du conseil d'administration et chef de la direction de la Banque Scotia, dont il a pris sa retraite en 2004. Il a obtenu un B.Sc. en mathématiques et physique à l'Université de Toronto et un MBA à l'École de gestion de l'Université Harvard. Il est comptable agréé et membre de l'Institut des comptables agréés de l'Ontario. M. Godsoe demeure actif comme membre du conseil d'administration de nombreuses entreprises et organisations à but non lucratif.

Michael Horgan est conseiller principal chez Bennett Jones LLP, l'un des plus grands cabinets canadiens en droit des affaires. Avant d'œuvrer dans le secteur privé, il a eu une carrière remarquable de 36 ans dans la fonction publique fédérale, dont 5 ans comme sous-ministre des Finances. M. Horgan a reçu le Prix du Premier ministre pour services insignes de la fonction publique du Canada et la Médaille du jubilé de diamant de la reine Elizabeth II.

Art McDonald, C.C., a été pendant plus de 20 ans directeur du SNO (*Sudbury Neutrino Observatory* – Observatoire de neutrinos de Sudbury) et est professeur émérite à l'Université Queen's. Il a été colauréat du prix Nobel de physique 2015 et du Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize*) de physique fondamentale 2016, pour l'expérience menée au SNO qui a montré que les neutrinos ont une masse. Les recherches de M. McDonald lui ont valu de nombreuses autres distinctions, dont la médaille Henry-Marshall-Tory de la Société royale du Canada en 2011 et la médaille Benjamin-Franklin de physique, conjointement avec le chercheur Yoji Totsuka, en 2007. Il a en outre été fait officier de l'Ordre du Canada en 2007 et promu au grade de compagnon en 2015.

John Reid a récemment pris sa retraite après avoir été chef de l'audit chez KPMG dans la région du Grand Toronto. Au cours de ses 35 ans de carrière, il a assisté des organismes des secteurs privé et public dans les diverses étapes de la planification stratégique, de l'acquisition d'entreprises, du développement, ainsi que de la gestion de la croissance. Son expérience s'étend dans tous les domaines des affaires et tous les secteurs industriels, principalement les fusions et acquisitions, la technologie et les soins de santé. M. Reid a été membre du conseil d'administration de nombreux hôpitaux canadiens ainsi que de nombreux collèges et universités.

Indira Samarasekera, O.C., est administratrice et conseillère principale au cabinet juridique Bennett Jones LLP. Elle a été rectrice et vice-chancelière de l'Université de l'Alberta de 2005 à 2015. Ingénieure en métallurgie de renommée mondiale, elle a été faite officière de l'Ordre du Canada. Elle est également membre élue de la Société royale du Canada et de l'Académie nationale de génie des États-Unis. Mme Samarasekera a été présidente du Réseau mondial des universités et membre du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation du Canada. Elle est membre des conseils d'administration de la Banque Scotia, de Magna International et de la société TransCanada. Indira Samarasekera a obtenu une M.Sc. en génie mécanique à l'Université de la Californie et un doctorat en génie métallurgique à l'Université de la Colombie-Britannique.

Michael Serbinis est le fondateur et PDG de LEAGUE, jeune entreprise dans le domaine de la santé numérique mise sur pied en 2015. C'est un meneur connu comme entrepreneur visionnaire qui a construit plusieurs outils technologiques révolutionnaires dans différents secteurs. M. Serbinis a été le fondateur et PDG de Kobo, fabricant de liseuses électroniques qui a fait une entrée remarquée sur le marché en 2009, avec 110 millions de dollars de ventes à sa toute première année d'existence. Kobo est devenu le seul concurrent à l'échelle mondiale

du Kindle d'Amazon, avec 20 millions de clients dans 190 pays. En plus d'être le fondateur de Three Angels Capital, Michael Serbinis fait partie du conseil d'administration du Centre des sciences de l'Ontario et est membre de YPO (*Young Presidents' Organization*). Il a obtenu un baccalauréat en génie physique à l'Université Queen's et une maîtrise en génie industriel à l'Université de Toronto.

MEMBRES DU COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE

Le comité consultatif scientifique de l'Institut Périclète apporte un soutien important à l'atteinte des objectifs stratégiques de l'Institut, en particulier pour ce qui est du recrutement.

Renate Loll, Université Radboud de Nimègue (membre de 2010 à 2016), présidente du comité

Mme Loll est professeure de physique théorique à l'Institut de mathématiques, d'astrophysique et de physique des particules de l'Université Radboud de Nimègue, aux Pays-Bas. Ses recherches portent principalement sur la gravitation quantique, et sur la conception d'une théorie cohérente capable de décrire les constituants microscopiques de la géométrie de l'espace-temps et les lois de la dynamique quantique régissant leurs interactions. Elle a apporté des contributions majeures à la théorie de la gravitation quantique à boucles et proposé, avec ses collaborateurs, une nouvelle théorie de la gravitation quantique par l'approche des « triangulations dynamiques causales ». Renate Loll dirige l'un des plus grands groupes de recherche au monde sur la gravitation quantique non perturbative et a reçu la prestigieuse subvention individuelle VICI de l'Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique. En 2015, elle a été élue membre de l'Académie royale néerlandaise des Arts et des Sciences.

Neta Bahcall, Université de Princeton (membre en 2015 et 2016)

Mme Bahcall a le titre de professeure Eugene-Higgins d'astrophysique à l'Université de Princeton. Cette spécialiste en cosmologie observationnelle a été une pionnière des méthodes quantitatives d'interprétation des données astronomiques. Ces méthodes lui ont permis d'obtenir des éclairages essentiels sur des sujets fondamentaux comme la structure à grande échelle, la masse et le destin de l'univers, la formation des galaxies, la nature des quasars et la matière sombre. Entre autres distinctions, Neta Bahcall est membre élue de l'Académie nationale des sciences des États-Unis et de l'Académie américaine des arts et des sciences.

Ganapathy Baskaran, Institut de mathématiques de Chennai (membre de 2013 à 2016)

M. Baskaran est professeur émérite à l'Institut de mathématiques de Chennai, en Inde, où il a fondé le Centre de sciences quantiques. Il est l'auteur d'importantes contributions dans le domaine de la matière quantique fortement corrélée. Il s'intéresse principalement aux nouveaux phénomènes quantiques émergents dans la matière, y compris des phénomènes biologiques. M. Baskaran est bien connu pour sa contribution à la théorie de la supraconductivité à haute température et pour la découverte de champs de jauge émergents dans des systèmes d'électrons fortement corrélés. Il a prédit la supraconductivité d'onde P dans Sr_2RuO_4 , un système que l'on croit compatible avec la présence de fermions de Majorana, qubits populaires en informatique quantique topologique. Il a récemment prédit la supraconductivité à la température ambiante du graphène dopé de manière optimale. De 1976 à 2006, Ganapathy Baskaran a apporté une contribution substantielle au Centre international Abdus-Salam de physique théorique (ICTP), situé à Trieste, en Italie. Il a reçu le prix S.S.-Bhatnagar du Conseil indien de la recherche scientifique et industrielle (1990), et le prix Alfred-Kasler de l'ICTP (1983). Il a été élu membre de l'Académie des sciences de l'Inde (1988), de l'Académie scientifique nationale de l'Inde (1991) et de l'Académie des sciences du Tiers-Monde (2008). Il a également été nommé « Ancien distingué » de l'Institut indien des sciences à Bangalore (2008).

Edmund Copeland, Université de Nottingham (membre en 2015 et 2016)

M. Copeland est professeur de physique à l'Université de Nottingham. C'est un cosmologiste des particules qui s'intéresse en particulier à la manière dont la physique du tout début et de la toute fin de l'univers peut être testée au moyen d'observations aux échelles les plus grandes (astronomie) et les plus petites (physique des particules). Il a joué un rôle prépondérant dans la recherche de modèles fructueux de l'inflation cosmique inspirés par la physique des particules, dans la prédiction des propriétés des cordes cosmiques et dans la détermination de la nature de l'énergie sombre. Entre autres distinctions, Edmund Copeland a reçu un prix Wolfson pour l'excellence en recherche de la Société royale de Londres, ainsi que la médaille et le prix Rayleigh 2013 de l'Institut de physique du Royaume-Uni.

Nigel Hitchin, Université d'Oxford (membre en 2015 et 2016)

M. Hitchin a le titre de professeur savilien de géométrie à l'Université d'Oxford. Il s'intéresse à la géométrie différentielle et algébrique, ainsi qu'à leurs interactions avec les équations de la physique théorique, et il a fait des découvertes notables dans ces domaines. Entre autres distinctions, il a reçu la médaille Sylvester de la Société royale de Londres, le prix Shaw en sciences mathématiques, de même que les prix Berwick principal et Pólya de la Société mathématique de Londres. Nigel Hitchin est en outre membre élu de la Société royale de Londres et de la Société américaine de mathématiques.

Shamit Kachru, Université Stanford (membre en 2015 et 2016)

M. Kachru est professeur de physique à l'Université Stanford depuis 1999. C'est un expert de la théorie des cordes et de la théorie quantique des champs, ainsi que de leurs applications en cosmologie, en physique de la matière condensée et en théorie des particules élémentaires. Il est l'auteur de contributions centrales à l'étude des compactifications de théories des cordes de 10 à 4 dimensions, notamment dans l'exploration de mécanismes qui pourraient donner, grâce à la théorie des cordes, des modèles de l'énergie sombre ou de l'inflation cosmique. M. Kachru est également l'auteur de contributions notables à la découverte et à l'exploration de dualités en théorie des cordes, à l'étude de modèles de rupture de supersymétrie en théorie des cordes, de même qu'à la construction de descriptions duales calculables en physique des particules en régime de couplage fort et de systèmes de matière condensée à l'aide de la correspondance AdS/CFT. Shamit Kachru a reçu de nombreuses distinctions, dont un prix de jeune chercheur exceptionnel du Département américain de l'Énergie, une bourse de recherche Sloan, le prix commémoratif Bergmann, une bourse de la Fondation Packard et le prix de l'ACIPA remis à un jeune physicien exceptionnel.

Sandu Popescu, Université de Bristol (membre en 2015 et 2016)

M. Popescu est professeur de physique au Laboratoire de physique Henry-Herbert-Wills de l'Université de Bristol, et membre du groupe information et calcul quantiques de Bristol. Il a apporté de nombreuses contributions à la physique quantique, qui vont de la théorie fondamentale aux applications industrielles brevetables, en passant par la conception d'expériences pratiques (comme la toute première expérience de téléportation). Ses recherches sur la nature du comportement quantique, et notamment sur la non-localité quantique, l'ont amené à découvrir quelques-uns des concepts fondamentaux du domaine émergent de l'information et du calcul quantiques. Sandu Popescu a reçu le prix Adams de l'Université de Cambridge, la médaille Clifford-Patterson de la Société royale de Londres, le prix John-Stewart-Bell, de même que la médaille Dirac en physique de l'Institut de physique du Royaume-Uni.

Barbara Terhal, Université RWTH à Aix-la-Chapelle (membre en 2015 et 2016)

Mme Terhal est professeure de physique théorique à l'Université technique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) à Aix-la-Chapelle depuis 2010. Auparavant, elle a été pendant 8 ans chercheuse au Centre de recherches Watson d'IBM à New York. Ses recherches portent sur la théorie de l'information quantique – de l'intrication quantique aux algorithmes quantiques, en passant par la cryptographie quantique. Mme Terhal travaille actuellement sur la correction d'erreurs quantiques et sa mise en œuvre dans des qubits à l'état solide, de même que sur la théorie de la complexité quantique. Barbara Terhal est membre élu de la Société américaine de physique et membre associée du programme *Traitement de l'information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées.

Mark Wise, Institut de technologie de la Californie (membre de 2013 à 2016)

M. Wise a le titre de professeur John-Alexander-McCone de physique des hautes énergies à l'Institut de technologie de la Californie. Il a mené des recherches en physique des particules élémentaires et en cosmologie. M. Wise est colauréat du prix J.J. Sakurai de physique théorique des particules 2001 pour l'élaboration de la théorie effective des quarks lourds (HQET), formalisme mathématique qui permet aux physiciens de faire des prédictions au sujet de problèmes autrement insolubles dans la théorie des interactions fortes entre quarks. Il a également publié des travaux sur les modèles mathématiques d'évaluation des risques financiers. Ancien récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan, Mark Wise est membre élu de la Société américaine de physique, de l'Académie américaine des arts et sciences, ainsi que de l'Académie nationale des sciences des États-Unis.

INSTALLATIONS



Capable d'accueillir jusqu'à 250 chercheurs et étudiants, l'Institut Périètre est le plus grand centre de recherche en physique théorique au monde.

Avec de vastes espaces baignés de lumière naturelle, une conception architecturale spectaculaire et une multitude de tableaux pour écrire, le bâtiment emblématique et primé de l'Institut Périètre a été conçu spécifiquement pour inspirer de grandes idées. Le bâtiment d'origine a remporté en 2006 une Médaille du Gouverneur général en architecture. Le Centre Stephen-Hawking – agrandissement complété en 2011 – a reçu un prix 2012 d'excellence en design de l'Association des architectes de l'Ontario. Il a obtenu la certification LEED Argent, après un examen indépendant effectué par le Conseil du bâtiment durable du Canada.

Les installations de l'Institut allient harmonieusement forme et fonction, en combinant avec soin des lieux privés et des espaces de collaboration. Des coins et recoins paisibles et confortables sont propices à de petites réunions et à la contemplation. Cette année, des espaces de travail ont été aménagés à l'extérieur avec l'installation de plusieurs tableaux

près de l'étang. La bibliothèque de deux étages renferme une mine de connaissances en physique, et le bistro *Black Hole* est un lieu vivant, l'endroit parfait pour des discussions spontanées et des déjeuners de travail – chaque table est munie de crayons et de papier pour noter des idées et des découvertes.

Au-delà de l'infrastructure physique, l'Institut Périètre fournit une infrastructure informatique de pointe, qui donne accès à des calculs de haute performance et à des services spécifiques de TI, dont un expert en informatique scientifique qui peut concevoir et réaliser des simulations complexes en collaboration avec des chercheurs. Toutes les salles de séminaires et l'amphithéâtre des idées Mike-Lazaridis sont équipés de matériel d'enregistrement vidéo, ce qui permet à l'Institut d'enregistrer tous les exposés présentés et de les rendre accessibles en ligne à l'aide de PIRSA, son système d'archivage en ligne.

Tout cela est conçu pour constituer un milieu de travail favorisant à tous points de vue la découverte – à l'Institut Périètre et au-delà.



UN PEU DE PIQUANT DANS LA SCIENCE

On pourrait croire que la grande table préparée chaque mercredi dans le bistro *Black Hole* est destinée à des enfants. Le personnel rassemble une demi-douzaine de tables pour créer une grande surface, puis couvre celle-ci de papier brun dont il fixe les coins avec du ruban adhésif, avant de disposer des stylos et crayons avec les ustensiles de cuisine.

Mais ce ne sont pas des enfants qui s'assoient avec enthousiasme à la table. Cette installation est destinée au repas interdisciplinaire de la semaine, où des théoriciens échangent des idées aussi facilement qu'ils se passent la sauce piquante. À la fin du repas, le papier brun est couvert d'équations, de notes, d'idées et de fragments de recherches possibles (sans oublier la sauce piquante).

Personne ne sait jamais à côté de qui il sera assis – peut-être un nouveau postdoctorant, peut-être un titulaire de chaire de chercheur invité distingué. Ces repas sont ouverts à tous, scientifiques résidents et invités, et l'on encourage les participants à se mettre à côté de personnes qui ne travaillent pas dans le même domaine qu'eux. C'est une autre façon pour l'Institut Périphère de favoriser activement la fécondation croisée des idées; mais ici, elle peut s'accompagner d'une assiette de frites.



RÉSULTATS D'EXPLOITATION

Grâce au soutien constant des secteurs public et privé, à l'obtention de nouvelles subventions, de même qu'à une gestion prudente et stratégique des dépenses, la situation financière de l'Institut Péricône est demeurée solide malgré un rendement moindre de ses placements.

Conformément à son plan d'ensemble à long terme, l'Institut Péricône a investi dans son personnel scientifique résidant et la croissance de son programme de chercheurs invités, et a continué de soutenir des conférences, ateliers, séminaires, cours avancés et exposés de pointe. Avec l'ensemble de ces efforts, l'Institut a augmenté ses investissements en recherche de plus de 5 % par rapport à l'année précédente.

Les programmes innovateurs de formation à la recherche offerts par l'Institut Péricône visent à produire la prochaine génération de grands physiciens et à faire en sorte que l'écosystème étendu de l'innovation possède des gens dotés d'une pensée critique et compétents pour résoudre des problèmes. Les investissements dans ce domaine ont augmenté de plus de 19 % par rapport à l'année précédente, avec la formation d'étudiants diplômés supplémentaires. Le programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Péricône) et le programme de doctorat, offerts en collaboration avec des universités partenaires, ont continué d'attirer des diplômés exceptionnels du monde entier.

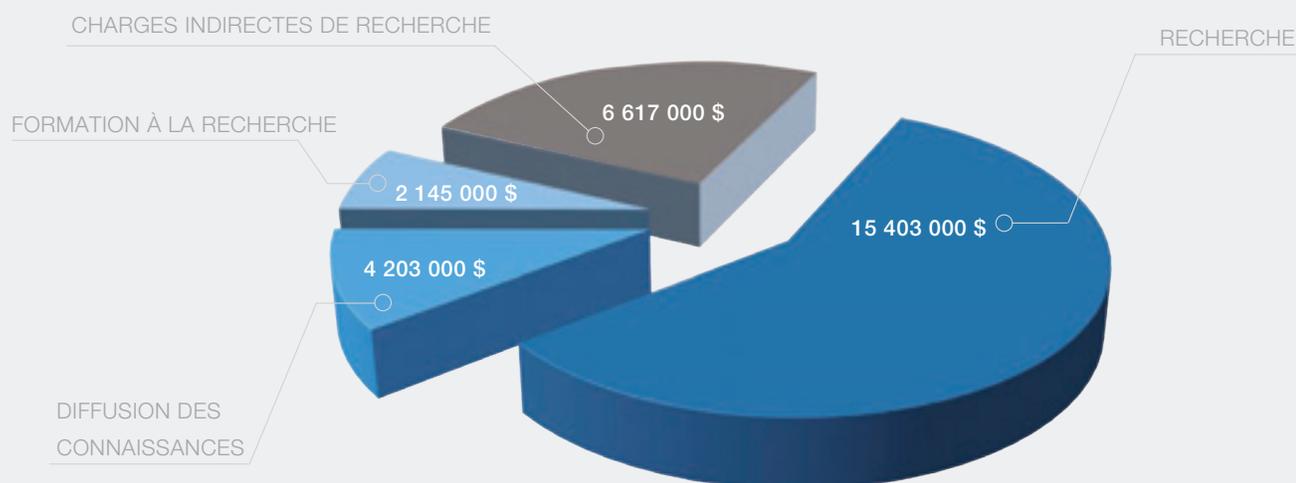
La diffusion des connaissances est demeurée un élément important de la mission de l'Institut Péricône en 2015-2016. L'Institut a investi environ 15 % de ses charges annuelles dans des programmes et produits inspirants destinés aux élèves, aux enseignants et au grand public. Une bonne partie de l'augmentation de 50 % des investissements à ce chapitre par rapport à l'année précédente est attribuable aux efforts importants de planification, de réalisation et de coordination consentis par l'Institut à titre de partenaire principal d'Innovation150, initiative phare du gouvernement canadien pour les célébrations du 150^e anniversaire du Canada en 2017.

Les charges indirectes de recherche et de fonctionnement comprennent les coûts des activités centrales de soutien, notamment l'administration, le développement de l'Institut, la technologie de l'information et les installations. En proportion des dépenses totales, ces charges ont diminué par rapport à l'année précédente, ce qui témoigne d'une gestion efficace des coûts et de la capacité de l'Institut Péricône à s'adapter de manière efficace lors de la mise en œuvre de nouveaux projets et initiatives.

L'Institut Péricône a terminé son exercice 2015-2016 avec un excédent de 69 000 \$ des produits sur les charges. La campagne de collecte de fonds auprès du secteur privé a continué de connaître beaucoup de succès et a largement contribué au léger surplus de l'exercice dans un contexte de rendement décevant des placements.

SOMMAIRE DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT

Pour l'exercice terminé le 31 juillet 2016



SITUATION FINANCIÈRE

L'Institut PÉRIMÈTRE a maintenu la solidité de son fonds de roulement, ce qui lui donne la souplesse voulue pour répondre à ses besoins à court terme et réagir aux possibilités de recherches qui peuvent se présenter.

Le fonds de dotation sert à accumuler des fonds privés afin de répondre aux besoins futurs de l'Institut. Ce fonds de 306 millions de

dollars comprend des titres canadiens, des titres étrangers, des titres à revenu fixe et d'autres placements spécifiques conformes aux objectifs de l'Institut en matière de risque et de rendement, qui sont demeurés les mêmes que l'année précédente.

RISQUES ET INCERTITUDES

L'Institut PÉRIMÈTRE doit son existence à un partenariat public-privé coopératif très fructueux qui pourvoit aux activités courantes tout en préservant les possibilités futures.

Des engagements de financement de 50 millions de dollars du gouvernement du Canada ainsi que de 50 millions de dollars du gouvernement de l'Ontario renforcent la collaboration étroite de l'Institut PÉRIMÈTRE avec ses partenaires publics et témoignent de l'intérêt que ces derniers voient à investir dans l'Institut. Ces engagements sur une période de 5 ans sont en cours de renouvellement dans les mêmes conditions qu'auparavant. Le soutien constant des gouvernements et leurs engagements sur plusieurs années montrent clairement que l'Institut constitue un excellent investissement stratégique pour les pouvoirs publics.

En plus de l'appui du secteur public, l'Institut PÉRIMÈTRE est constamment à la recherche de moyens innovateurs d'accroître ses sources de fonds privés, afin de financer ses opérations et de solidifier sa situation financière. Selon les désirs des donateurs, les sommes provenant du secteur privé servent à assumer des charges d'exploitation ou sont placées dans un fonds de dotation. Celui-ci est conçu pour maximiser la croissance et réduire le plus possible les risques, afin de renforcer au maximum la santé financière à long terme de l'Institut. Le rendement des placements est toutefois susceptible de varier et est assujéti à la situation économique. Sous la direction du comité de gestion des placements, les fonds sont investis conformément aux politiques et procédures de placement approuvées par le conseil d'administration.





RAPPORT DES AUDITEURS INDÉPENDANTS SUR LES ÉTATS FINANCIERS RÉSUMÉS

À l'attention du conseil d'administration de l'Institut Périmètre

Les états financiers résumés ci-joints, qui comprennent l'état résumé de la situation financière au 31 juillet 2016, ainsi que l'état résumé des résultats et de l'évolution du solde des fonds pour l'exercice terminé à cette même date, ont été établis à partir des états financiers audités de l'Institut Périmètre (« l'Institut ») pour l'exercice terminé le 31 juillet 2016. Nous avons exprimé une opinion sans réserve sur ces états financiers dans notre rapport daté du 2 décembre 2016. Ces états financiers, de même que les états financiers résumés ci-joints, ne tiennent pas compte d'événements survenus après la date de notre rapport sur les états financiers audités.

Les états financiers résumés ne contiennent pas toutes les informations requises selon les normes comptables canadiennes pour les organismes à but non lucratif. Par conséquent, la lecture des états financiers résumés ne peut remplacer la lecture des états financiers audités de l'Institut.

Responsabilité de la direction à l'égard des états financiers résumés

La direction est responsable de la préparation d'un résumé des états financiers audités selon les normes comptables canadiennes pour les organismes à but non lucratif.

Responsabilité des auditeurs

Notre responsabilité consiste à exprimer une opinion sur les états financiers résumés, d'après nos procédures, qui sont conformes à la Norme canadienne d'audit 810, *Missions visant la délivrance d'un rapport sur des états financiers résumés*.

Opinion

À notre avis, les états financiers résumés établis à partir des états financiers audités de l'Institut pour l'exercice terminé le 31 juillet 2016 constituent un résumé fidèle de ces états financiers, établi selon les normes comptables canadiennes pour les organismes à but non lucratif.

Toronto (Ontario)
Le 2 décembre 2015

Zeifmans LLP
Comptables agréés
Experts-comptables autorisés

INSTITUT PÉRIMÈTRE

État résumé de la situation financière
au 31 juillet 2016

	2016	2015
ACTIF		
Actif à court terme :		
Trésorerie et équivalents	7 127 000 \$	9 230 000 \$
Placements	306 393 000	302 796 000
Subventions à recevoir	4 170 000	4 671 000
Autre actif à court terme	1 807 000	706 000
	<u>319 417 000</u>	<u>317 403 000</u>
Immobilisations	44 607 000	46 412 000
TOTAL DE L'ACTIF	<u>364 104 000 \$</u>	<u>363 815 000 \$</u>
PASSIF ET SOLDE DES FONDS		
Passif à court terme :		
Comptes créditeurs et autre passif à court terme	1 315 000 \$	1 095 000 \$
TOTAL DU PASSIF	<u>1 315 000</u>	<u>1 095 000</u>
Solde des fonds :		
Investis dans les immobilisations	44 576 000	46 399 000
Grevés d'affectations d'origine externe	123 050 000	117 866 000
Grevés d'affectations d'origine interne	188 840 000	188 840 000
Non grevés	6 323 000	9 615 000
	<u>362 789 000</u>	<u>362 720 000</u>
SOLDE TOTAL DES FONDS	<u>364 104 000 \$</u>	<u>363 815 000 \$</u>

INSTITUT PÉRIMÈTRE

État résumé des résultats et du solde des fonds
pour l'exercice terminé le 31 juillet 2016

	2016	2015
Produits		
Subventions gouvernementales	22 794 000 \$	21 548 000 \$
Autres produits	1 855 000	3 073 000
Dons	6 479 000	2 691 000
	<u>31 128 000</u>	<u>27 312 000</u>
Charges		
Recherche	15 403 000	14 635 000
Formation à la recherche	2 145 000	1 799 000
Diffusion des connaissances et communications scientifiques	4 203 000	2 694 000
Charges indirectes de recherche et de fonctionnement	6 617 000	6 313 000
	<u>28 368 000 \$</u>	<u>25 441 000 \$</u>
Excédent des produits par rapport aux charges (des charges par rapport aux produits) avant amortissement, gain sur la disposition d'immobilisations et produits de placement	2 760 000 \$	1 871 000 \$
Amortissement	(2 581 000)	(2 941 000)
Gain sur la disposition d'immobilisations	—	111 000
Produits (perte) de placement	<u>(110 000)</u>	<u>29 134 000</u>
Excédent des produits par rapport aux charges	69 000	28 175 000
Solde des fonds au début de l'exercice	362 720 000	334 545 000
Solde des fonds à la fin de l'exercice	<u>362 789 000 \$</u>	<u>362 720 000 \$</u>

Zeifmans

PRIORITÉS ET OBJECTIFS POUR L'AVENIR



Après un examen approfondi, et en tenant compte des années de croissance qu'il a connues, l'Institut Périmètre a établi les objectifs stratégiques ci-dessous pour orienter la poursuite de son développement. La réalisation de la mission essentielle de l'Institut continuera de guider toutes les facettes de ses efforts de recherche, de formation et de diffusion des connaissances.

Réaliser des percées dans notre compréhension de l'univers, en exploitant et en augmentant les connaissances dans tout le spectre de la physique théorique, et en se concentrant stratégiquement sur les domaines de recherche qui offrent les meilleures possibilités de découvertes majeures.

Créer la communauté la plus solide au monde de chercheurs en physique théorique, en continuant d'attirer et de conserver les meilleurs talents à l'échelle internationale, et en favorisant une productivité maximale grâce à une infrastructure et à un soutien inégalés.

Attirer et former la prochaine génération de brillants chercheurs, en offrant des programmes d'études supérieures exceptionnels qui préparent les étudiants à la recherche de pointe, ainsi qu'en donnant aux postdoctorants la liberté et l'appui nécessaires à la poursuite de recherches ambitieuses et au progrès de leur carrière.

Attirer des scientifiques invités exceptionnels, en organisant des conférences, ateliers et séminaires ciblés et opportuns sur des sujets de pointe, et en facilitant constamment la venue de physiciens reconnus et émergents pour des séjours scientifiques de courte aussi bien que de longue durée.

Constituer le pôle canadien de la recherche en physique fondamentale, en renforçant les liens avec des institutions de tout le pays, de même qu'en œuvrant pour une recherche de pointe, une formation de qualité et l'intérêt du public.

Catalyser et appuyer la création de centres d'excellence pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en mathématiques et physique dans les pays en développement, par le partage de connaissances et de compétences dans le monde entier, ainsi qu'en favorisant l'émergence de nouveaux et vastes réservoirs de talents scientifiques.

Faire connaître le pouvoir transformateur de la physique théorique partout au Canada et dans le monde entier, en inspirant une nouvelle génération d'explorateurs scientifiques par des activités de diffusion des connaissances à fort impact, tout en intéressant le grand public aux merveilles et à la passion de la recherche en physique fondamentale.

Continuer de renforcer le partenariat public-privé visionnaire qui sous-tend l'Institut Périmètre, en procurant un excellent rendement pour les sommes investies, en obtenant un financement soutenu des partenaires gouvernementaux et en augmentant le nombre de donateurs privés de l'Institut.

PROFESSEURS À PLEIN TEMPS



Neil Turok (Ph.D., Collège impérial de Londres, 1983) est le directeur de l'Institut Péricètre. Il a été professeur de physique à l'Université de Princeton et titulaire de la chaire de physique mathématique de l'Université de Cambridge, avant d'être nommé à son poste actuel en 2008. En 2013, il a également été nommé titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique de l'Institut Péricètre. Les recherches de M. Turok mettent l'accent sur l'élaboration de théories fondamentales en cosmologie et de nouveaux tests d'observation. Ses prédictions concernant les corrélations entre la polarisation et la température du rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique) et du rayonnement de fond produit par l'énergie sombre ont été confirmées. Il a élaboré avec entre autres Stephen Hawking le modèle d'univers inflationnaire ouvert semblable à une bulle. Il a également élaboré le modèle d'univers cyclique avec Paul Steinhardt. À l'heure actuelle, il travaille sur une nouvelle conception de la cosmologie quantique qui résout la singularité du Big Bang et explique l'émergence du temps. Avec Ue-Li Pen, il a récemment montré comment les ondes gravitationnelles permettent de fixer des contraintes et d'observer des phénomènes physiques concernant l'univers primitif. M. Turok a reçu de nombreuses distinctions, dont des bourses Sloan et Packard, de même que la médaille James-Clerk-Maxwell de l'Institut de physique du Royaume-Uni. Il est membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées et membre principal du Collège Massey de l'Université de Toronto. En 2012, il a été invité à prononcer les conférences Massey. Ces conférences ont été également publiées dans le livre *The Universe Within* (traduit en français sous le titre *L'univers vu de l'intérieur*), bestseller qui a valu à son auteur le prix Lane-Anderson 2013, prix de vulgarisation scientifique le plus important au Canada. Né en Afrique du Sud, M. Turok a fondé l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS) dans la ville du Cap en 2003. L'AIMS est depuis devenu un réseau de 6 centres – situés en Afrique du Sud, au Sénégal, au Ghana, au Cameroun, en Tanzanie et au Rwanda – qui est maintenant la principale institution de formation supérieure en sciences mathématiques de l'Afrique. Pour ses découvertes scientifiques et son œuvre de mise sur pied de l'AIMS, Neil Turok s'est vu décerner un prix TED en 2008, ainsi que des prix du Sommet mondial sur l'innovation et l'esprit d'entreprise, et du Sommet mondial de l'innovation en éducation. En 2016, il a reçu de l'Institut américain de physique le prix John-Torrence-Tate pour son action déterminante en physique à l'échelle internationale et a été élu membre honoraire de l'Institut de physique du Royaume-Uni. Il a reçu le prix John-Wheatley de la Société américaine de physique et a été choisi pour prononcer la conférence Gerald-Whitrow devant la Société royale d'astronomie.



Dmitry Abanin (Ph.D., Institut de technologie du Massachusetts, 2008) s'est joint à l'Institut Péricètre en 2012, après avoir été postdoctorant à l'Université Harvard et au Centre de sciences théoriques de Princeton. M. Abanin est un jeune théoricien de premier plan dans le domaine de la matière condensée. Ses recherches portent principalement sur l'élaboration d'une compréhension théorique des matériaux de Dirac, en mettant l'accent sur le transport quantique de charge et de spin, et sur la recherche de nouvelles manières de contrôler leurs propriétés électroniques. Certains de ses résultats théoriques ont été confirmés par des groupes d'expérimentateurs des universités Harvard et Columbia, de l'Université de Manchester, de l'Université de la Californie à Riverside, de l'Institut Max-Planck, ainsi que d'autres établissements. Dmitry Abanin a reçu une bourse de recherche Sloan en 2014.



Asimina Arvanitaki (Ph.D., Université Stanford, 2008) est titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique de l'Institut Péricètre, où elle est professeure depuis 2014. Elle a été auparavant chercheuse au Laboratoire national Lawrence-Berkeley de l'Université de la Californie à Berkeley (2008-2011) et à l'Institut de physique théorique de l'Université Stanford (2011-2014). Mme Arvanitaki est physicienne des particules et se spécialise dans la conception de nouvelles expériences pour mettre à l'épreuve des théories fondamentales au-delà du modèle standard. Ces expériences font appel aux développements les plus récents en métrologie, dont les horloges atomiques, ainsi qu'au piégeage et au refroidissement optiques d'objets macroscopiques. Elle a récemment inventé une expérience qui permet de rechercher dans la nature de nouvelles forces dépendant du spin, avec une précision sans précédent. Asimina Arvanitaki travaille également sur les défis théoriques soulevés par des résultats expérimentaux, par exemple sur un modèle de physique des particules influencé par une théorie des cordes dite de « supersymétrie (SUSY) avec scalaires découplés ». En 2016, elle a obtenu une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.



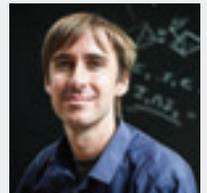
Latham Boyle (Ph.D., Université de Princeton, 2006) s'est joint au corps professoral de l'Institut Péricètre en 2010. De 2006 à 2009, il a été boursier postdoctoral à l'Institut canadien d'astrophysique théorique. Il a aussi été boursier junior de l'Institut canadien de recherches avancées. M. Boyle a étudié ce que la mesure des ondes gravitationnelles peut nous enseigner sur le commencement de l'univers. Avec Paul Steinhardt, il a déduit un ensemble de « relations d'amorçage de l'inflation » qui, si elles étaient confirmées par l'observation, soutiendraient de manière irréfutable la théorie de l'inflation primordiale. Latham Boyle est l'un des inventeurs d'une technique algébrique simple permettant de comprendre la fusion de trous noirs. Il a également formulé la théorie des « porcs-épics », nom qu'il a donné aux réseaux de détecteurs d'ondes gravitationnelles à basse fréquence, qui fonctionnent ensemble comme des télescopes pour la détection d'ondes gravitationnelles. Avec Shane Farnsworth, il a découvert une reformulation de la géométrie non commutative de Connes qui simplifie grandement et unifie ses axiomes, et éclaire ses liens avec le modèle standard de la physique des particules. Avec Kendrick Smith, il a élaboré la notion de « cristaux chorégraphiques » dont les éléments constitutifs

exécutent une chorégraphie pouvant avoir une symétrie beaucoup plus riche que ce que révèle tout instantané de ces cristaux. Plus récemment, avec Paul Steinhardt, il a élaboré une nouvelle manière d'aborder les pavages de Penrose et explore de nouvelles applications de ces structures à la physique.

Freddy Cachazo (Ph.D., Université Harvard, 2002) est titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson de physique théorique de l'Institut Périclète, où il est professeur depuis 2005. De 2002 à 2005, il a été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton. M. Cachazo est l'un des plus grands experts mondiaux de l'étude et du calcul des amplitudes de diffusion dans les théories de jauge telles que les théories de Yang-Mills supersymétriques $N=4$, ainsi que de la théorie de la gravitation d'Einstein. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont la médaille Gribov de la Société européenne de physique (2009), la médaille commémorative Rutherford de physique de la Société royale du Canada (2011), la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (2012), un prix *Nouveaux horizons en physique* de la Fondation des Prix de physique fondamentale (2014), ainsi que le prix de physique théorique et mathématique remis par l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et le Centre de recherches mathématiques (2016).



Kevin Costello (Ph.D., Université de Cambridge, 2003) s'est joint à l'Institut Périclète en août 2014, en provenance de l'Université Northwestern, où il était professeur depuis 2006. Il est titulaire de la chaire Fondation-Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique. Auparavant, il a été boursier Chapman au Collège impérial de Londres (2003-2005) et instructeur Dixon à l'Université de Chicago (2005-2006). M. Costello travaille sur les aspects mathématiques de la théorie quantique des champs et de la théorie des cordes. Il a récemment publié *Renormalization and Effective Field Theory* (Renormalisation et théorie effective des champs), monographie innovatrice qui introduit de nouveaux et puissants outils mathématiques dans la théorie quantique des champs. Il est également co-auteur de l'ouvrage *Factorization Algebras in Quantum Field Theory* (Algèbres de factorisation en théorie quantique des champs), récemment paru. Entre autres distinctions, Kevin Costello a reçu une bourse de recherche Sloan et plusieurs subventions prestigieuses de la Fondation nationale des sciences des États-Unis.



Bianca Dittrich (Ph.D., Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, 2005) est devenue professeure à l'Institut Périclète en 2012. Auparavant, elle dirigeait le groupe de recherche Max-Planck sur la dynamique canonique et covariante de la gravitation quantique à l'Institut Albert-Einstein de Potsdam, en Allemagne. Ses recherches mettent l'accent sur l'élaboration et l'examen de modèles de gravitation quantique. Entre autres importantes découvertes, elle a mis au point un cadre de calcul d'observables invariantes de jauge en relativité générale canonique, réalisé de nouvelles constructions de géométrie quantique et identifié des propriétés holographiques de la gravité indépendante du fond. Bianca Dittrich a reçu la médaille Otto-Hahn, remise par la Société Max-Planck à de jeunes scientifiques d'exception, ainsi qu'une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.



Laurent Freidel (Ph.D., École normale supérieure de Lyon, 1994) s'est joint à l'Institut Périclète en 2002 à titre de chercheur invité, puis est devenu professeur à l'Institut en 2006. C'est un physicien mathématicien qui a fait de nombreuses contributions dignes de mention en gravitation quantique, dont l'élaboration de modèles de mousse de spin. Il a de plus introduit dans ce domaine plusieurs nouveaux concepts, dont ceux de théorie des groupes en théorie quantique des champs, de localité relative, et de théorie des métacordes et d'espace-temps modulaire. M. Freidel possède des connaissances très étendues dans bien des domaines, dont la physique gravitationnelle, les systèmes intégrables, les théories des champs topologiques, les théories conformes bidimensionnelles, la théorie des cordes et la chromodynamique quantique. Il a occupé des postes à l'Université d'État de Pennsylvanie et à l'École normale supérieure de Lyon. Laurent Freidel est membre du Centre national de la recherche scientifique de France depuis 1995 et a reçu de nombreuses distinctions.



Davide Gaiotto (Ph.D., Université de Princeton, 2004) est professeur à l'Institut Périclète depuis 2012 et titulaire de la chaire Fondation-Krembil-Galilée de physique théorique. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université Harvard de 2004 à 2007, puis membre à long terme de l'Institut d'études avancées de Princeton de 2007 à 2012. M. Gaiotto travaille dans le domaine des champs quantiques à couplage fort et a réalisé plusieurs percées conceptuelles importantes. Il a obtenu la médaille Gribov de la Société européenne de physique (2011) et un prix *Nouveaux horizons en physique* de la Fondation des Prix de physique fondamentale (2013).



Jaume Gomis (Ph.D., Université Rutgers, 1999) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2004, renonçant du même coup à une bourse de jeune chercheur européen qui lui avait été attribuée par la Fondation européenne de la science. Auparavant, il a travaillé à l'Institut de technologie de la Californie à titre de postdoctorant et de boursier principal Sherman-Fairchild. Ses domaines privilégiés de recherche sont la théorie des cordes et la théorie quantique des champs. En 2009, M. Gomis a obtenu une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario, pour un projet visant à mettre au point de nouvelles techniques de description des phénomènes quantiques en physique nucléaire et corpusculaire.

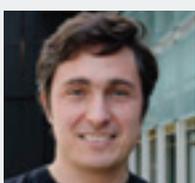




Daniel Gottesman (Ph.D., Institut de technologie de la Californie, 1997) est professeur à l'Institut Péricimètre depuis 2002. De 1997 à 2002, il a été postdoctorant au Laboratoire national de Los Alamos, à la division de la recherche de Microsoft et à l'Université de la Californie à Berkeley (à titre de boursier CMI à long terme de l'Institut de mathématiques Clay). M. Gottesman est l'auteur de contributions majeures qui continuent de façonner le domaine de l'informatique quantique, grâce à son travail sur la correction d'erreurs quantiques et la cryptographie quantique. Il a publié plus de 50 articles qui ont fait l'objet de plus de 4 000 citations à ce jour. Daniel Gottesman est également boursier principal du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées et a été élu membre de la Société américaine de physique.



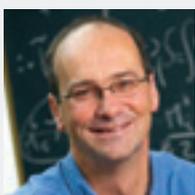
Lucien Hardy (Ph.D., Université de Durham, 1992) est devenu professeur à l'Institut Péricimètre en 2002, après avoir occupé des postes de chercheur et d'enseignant dans diverses universités européennes, dont l'Université d'Oxford, l'Université *La Sapienza* de Rome, l'Université de Durham, l'Université d'Innsbruck et l'Université nationale d'Irlande. En 1992, il a trouvé une preuve très simple de la non-localité en physique quantique, aujourd'hui appelée *théorème de Hardy*. Il s'est intéressé à la caractérisation de la physique quantique sous forme de postulats opérationnels et à sa reformulation opérationnelle. Il a récemment montré comment reformuler la relativité générale en termes opérationnels. Cela est considéré comme un tremplin en vue de trouver une théorie de la gravitation quantique.



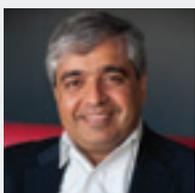
Luis Lehner (Ph.D., Université de Pittsburgh, 1998) a d'abord été professeur associé à l'Institut Péricimètre en 2009, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph. Il est devenu professeur à plein temps à l'Institut Péricimètre en 2012, puis vice-président du corps professoral de l'Institut en 2014. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université du Texas à Austin et à l'Université de la Colombie-Britannique, puis professeur à l'Université d'État de Louisiane de 2002 à 2009. M. Lehner a reçu de nombreuses distinctions, dont le Prix d'honneur de l'Université nationale de Córdoba, en Argentine, une bourse de doctorat de la Fondation Mellon, le prix CGS/UMI pour une thèse exceptionnelle, de même que le prix Nicholas-Metropolis. Il a été boursier de l'Institut du Pacifique pour les sciences mathématiques (PIMS), boursier national de l'Institut canadien d'astrophysique théorique, ainsi que récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan. Luis Lehner est actuellement membre élu de l'Institut de physique du Royaume-Uni et de la Société américaine de physique. Il est également membre de la Société internationale de la relativité générale et de la gravitation, ainsi que boursier principal du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées. Il est membre du conseil scientifique de l'Institut sud américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique, ainsi que du conseil consultatif de l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara.



Max Metlitski (Ph.D., Université Harvard, 2011) est devenu professeur à l'Institut Péricimètre en octobre 2015. Il a été recruté à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, où il a été postdoctorant de 2011 à 2015. M. Metlitski est un physicien de la matière condensée dont les travaux ont contribué au développement de la théorie des points critiques quantiques dans les métaux ainsi qu'à la compréhension des phases topologiques en présence d'interactions. Depuis 2013, il a remporté le prix Hermann-Kummel pour réalisation exceptionnelle par un jeune chercheur en physique des systèmes à N corps, le prix Nevill-F.-Mott, de la Conférence internationale sur les systèmes électroniques fortement corrélés, pour un chercheur en début de carrière, ainsi que le prix William-L.-McMillan, qui reconnaît les contributions exceptionnelles d'un jeune physicien de la matière condensée.



Robert Myers (Ph.D., Université de Princeton, 1986) est l'un des principaux physiciens théoriciens travaillant sur la théorie des cordes et la gravitation quantique au Canada. Après avoir obtenu son doctorat, il a été postdoctorant à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, puis professeur de physique à l'Université McGill, avant de devenir l'un des professeurs fondateurs de l'Institut Péricimètre en 2001. Il a été élu en 2010 président du corps professoral de l'Institut. M. Myers est l'auteur de contributions majeures à la compréhension de la microphysique des trous noirs, des d-branes et de l'application de l'entropie d'intrication à l'holographie et aux flux du groupe de renormalisation. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (1999), le prix ACP-CRM (2005) et la médaille Vogt (2012). Il est en outre membre élu de la Société royale du Canada et boursier principal du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées. En 2014 et 2015, Robert Myers a fait partie de la liste des « esprits scientifiques les plus influents au monde » dressée par Thomson Reuters.



Subir Sachdev (Ph.D., Université Harvard, 1985) s'est joint à l'Institut Péricimètre en 2014 et est titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité). Il est professeur de physique à l'Université Harvard depuis 2005. M. Sachdev a fait d'abondantes contributions à la physique quantique de la matière condensée, notamment par ses recherches sur les transitions de phase quantiques et leur application aux systèmes à électrons corrélés tels que les supraconducteurs à haute température. Il est l'auteur d'un ouvrage majeur intitulé *Quantum Phase Transitions* (Transitions de phase quantiques). Au cours des dernières années, il a exploité un lien remarquable entre les propriétés électroniques de matériaux au voisinage d'une transition de phase quantique et la théorie quantique des trous noirs. Entre autres distinctions, Subir Sachdev a reçu une bourse de recherche Sloan et une bourse de la Fondation commémorative John-Simon-Guggenheim. Il est membre élu de la Société américaine de physique et de l'Académie nationale des sciences des États-Unis. Il a été titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricimètre de 2009 à 2014.

Philip Schuster (Ph.D., Université Harvard, 2007) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2010. Il a été associé de recherche au Laboratoire national de l'accélérateur SLAC de 2007 à 2010. Son domaine de spécialité est la théorie des particules, et notamment la physique au-delà du modèle standard. Il entretient des liens étroits avec le milieu expérimental et a travaillé sur diverses théories qui pourraient être vérifiées par des expériences au grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN. Avec des membres de l'expérience de solénoïde compact pour muons (CMS) du LHC, il a mis au point des méthodes visant à caractériser des signaux potentiels de nouvelle physique et des résultats nuls à l'aide de modèles simplifiés, facilitant une interprétation théorique plus solide des données. Philip Schuster est en outre co-porte-parole de l'expérience APEX au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson, en Virginie. Il a reçu avec Natalia Toro un prix *Nouveaux horizons en physique* 2015 de la Fondation des Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize Foundation*).



Kendrick Smith (Ph.D., Université de Chicago, 2007) s'est joint à l'Institut Périclète en 2012, en provenance de l'Université de Princeton, où il était titulaire de la bourse postdoctorale Lyman-P.-Spitzer. Auparavant, il a été de 2007 à 2009 postdoctorant à l'Université de Cambridge, à titre de boursier du Conseil de recherche en physique des particules et en astronomie du Royaume-Uni (PPARC). M. Smith est un cosmologiste actif dans les milieux de la théorie et de l'observation. Il est membre de plusieurs équipes d'expérimentateurs, dont celle de l'expérience WMAP, qui a reçu le prix Gruber 2012 de cosmologie, ainsi que des expériences CHIME et Planck. Il a obtenu plusieurs résultats importants, dont la première détection de l'effet lenticulaire gravitationnel dans le rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique). Kendrick Smith détient aussi un doctorat en mathématiques de l'Université du Michigan.



Lee Smolin (Ph.D., Université Harvard, 1979) est l'un des professeurs fondateurs de l'Institut Périclète. Auparavant, il a été professeur à l'Université Yale, à l'Université de Syracuse et à l'Université d'État de Pennsylvanie. Ses recherches portent surtout sur le problème de la gravitation quantique, où il a contribué à l'élaboration de la gravitation quantique à boucles. Ses contributions s'étendent toutefois sur de nombreux domaines, dont les fondements quantiques, la cosmologie, la physique des particules, la philosophie de la physique et l'économie. Il a publié plus de 195 articles qui ont fait l'objet de plus de 19 400 citations à ce jour. Il a écrit 4 ouvrages non techniques et est co-auteur d'un livre sur la philosophie du temps. Entre autres distinctions, Lee Smolin a reçu le prix Majorana (2007), le prix commémoratif Klopsteg (2009) et le prix Buchalter de cosmologie (2014). Il a aussi été élu membre de la Société américaine de physique et de la Société royale du Canada.



Robert Spekkens (Ph.D., Université de Toronto, 2001) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2008, après avoir été postdoctorant à l'Institut et titulaire d'une bourse internationale de la Société royale de Londres à l'Université de Cambridge. Il travaille dans le domaine des fondements de la physique quantique, où il est connu pour ses recherches sur l'interprétation de l'état quantique, le principe de non-contextualité, la nature de la causalité dans un monde quantique, de même que sur la caractérisation des propriétés de violation de symétrie et propriétés thermodynamiques d'états quantiques en tant que ressources. Spekkens est corédacteur de l'ouvrage *Quantum Theory: Informational Foundations and Foils* (Physique quantique : fondements informationnels et théories de remplacement). Il a reçu le prix Birkhoff-von-Neumann de l'Association internationale pour les structures quantiques en 2008, et a remporté en 2012 le 1^{er} prix au concours d'essais de l'Institut FQXi (*Foundational Questions Institute*) pour son article intitulé *Questioning the Foundations: Which of Our Assumptions are Wrong?* (Remise en question des fondements : Lesquelles de nos hypothèses sont fausses?).



Paul Steinhardt (Ph.D., Université Harvard, 1978) est titulaire de la chaire Famille-Daniel-Richard-P.-Feynman de physique théorique de l'Institut Périclète (à titre de chercheur invité) et professeur Albert-Einstein de sciences à l'Université de Princeton, où il dirige également le Centre de sciences théoriques. Ses domaines de recherche sont la physique des particules, l'astrophysique, la cosmologie, la physique de la matière condensée et les sciences de la Terre. Il est l'un des architectes originaux de la théorie inflationnaire de l'univers, dont il a construit les premiers modèles viables et montré qu'ils peuvent produire des variations de densité capables d'engendrer la formation des galaxies. M. Steinhardt a aussi été le premier à démontrer que des fluctuations quantiques rendent éternelle l'expansion de l'univers, ce qui conduit ultimement à la formation d'un multivers. Plus tard, il a élaboré avec Neil Turok la « théorie cyclique » de l'univers, selon laquelle l'univers aurait traversé des périodes répétées de contraction et d'expansion ponctuées de grands rebonds; cette théorie donne des variations de densité semblables, mais évite le multivers et les problèmes qui lui sont associés. Avec Anna Ijjas, il a récemment démontré qu'un rebond classiquement stable et non singulier de la contraction à l'expansion est possible. Paul Steinhardt est également connu pour ses travaux sur l'énergie sombre et la matière sombre, dont les théories de la « quintessence » et de la matière sombre interagissant avec elle-même. En physique de la matière condensée, il a inventé avec son étudiant Dov Levine le concept théorique de quasi-cristaux et il continue de travailler sur ce sujet pour expliquer un grand nombre de leurs propriétés mathématiques et physiques distinctives. Plus récemment, il a coordonné une équipe qui a découvert le premier quasi-cristal naturel, puis établi son origine en dirigeant une expédition géologique plus étoffée dans la péninsule du Kamchatka en 2011. Il est co-inventeur du premier quasi-cristal photonique tridimensionnel icosaédral, ainsi que d'une nouvelle classe de matériaux photoniques appelés *solides désordonnés hyperuniformes*.





Natalia Toro (Ph.D., Université Harvard, 2007) est devenue professeure à l'Institut Périclète en 2010, après avoir été boursière postdoctorale à l'Institut de physique théorique de l'Université Stanford. Elle a élaboré un cadre de modèles comportant peu de paramètres pour des signaux potentiels de nouvelle physique. Elle a aussi joué un rôle important dans l'intégration de nouvelles techniques, dites de description effective de particules intermédiaires réelles, au sein du programme de recherche lié à l'expérience de solénoïde compact pour muons (CMS) au grand collisionneur de hadrons du CERN. Mme Toro est une experte de l'étude des forces sombres d'interaction très faible avec la matière ordinaire et est co-porte-parole de l'expérience APEX, qui recherche de telles forces au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson, en Virginie. Elle a reçu avec Philip Schuster un prix *Nouveaux horizons en physique* 2015 de la Fondation des Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize Foundation*).



Guifre Vidal (Ph.D., Université de Barcelone, 1999) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2011, en provenance de l'Université du Queensland à Brisbane, où il était professeur à l'École de mathématiques et physique. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université d'Innsbruck et à l'Institut de technologie de la Californie. M. Vidal travaille à la jonction entre la théorie de l'information quantique, la physique de la matière condensée et la théorie quantique des champs. Il élabore des algorithmes sur des réseaux de tenseurs pour calculer l'état fondamental de systèmes quantiques à N corps, et a proposé une formulation moderne du groupe de renormalisation, à partir de circuits et de l'intrication quantiques. Il travaille actuellement à la mise au point d'outils non perturbatifs pour des champs quantiques en interaction forte, ainsi que sur l'utilisation de réseaux de tenseurs en holographie. Guifre Vidal a reçu entre autres distinctions une bourse Marie-Curie de l'Union européenne, une bourse de la Fondation Sherman-Fairchild et une bourse de la Fédération australienne des conseils de recherche.



Pedro Vieira (Ph.D., École normale supérieure de Paris et Centre de physique théorique de l'Université de Porto, 2008) est titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique de l'Institut Périclète, où il est professeur depuis 2009. Auparavant, il a été chercheur associé à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) en 2008 et 2009. Ses recherches portent sur la mise au point de nouveaux outils mathématiques pour les théories de jauge et des cordes, visant ultimement la résolution d'une théorie de jauge quadridimensionnelle réaliste. M. Vieira s'intéresse également à la correspondance AdS/CFT, au calcul théorique d'amplitudes de diffusion, ainsi qu'aux fonctions de corrélation dans des théories quantiques des champs en interaction. En 2015, il s'est mérité une bourse de recherche Sloan et la médaille Gribov de la Société européenne de physique.



Xiao-Gang Wen (Ph.D., Université de Princeton, 1987) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2012 à titre de titulaire de la chaire Groupe-financier-BMO-Isaac-Newton de physique théorique. Reconnu mondialement comme un chef de file de la théorie de la matière condensée, il a été un pionnier du concept nouveau d'ordre topologique quantique, utilisé pour décrire des phénomènes allant de la supraconductivité aux particules de charge fractionnaire. M. Wen a aussi inventé de nombreux formalismes mathématiques. Il est l'auteur du manuel intitulé *Quantum Field Theory of Many-body Systems: From the Origin of Sound to an Origin of Light and Electrons* (Théorie quantique des champs de systèmes à N corps : de l'origine du son à une origine de la lumière et des électrons). Avant de se joindre à l'Institut Périclète, Xiao-Gang Wen a été chercheur distingué Moore à l'Institut de technologie de la Californie, professeur de physique Cecil-et-Ida-Green à l'Institut de technologie du Massachusetts, ainsi que titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Périclète. Il est également membre élu de la Société américaine de physique.

PROFESSEURS ASSOCIÉS



Niayesh Afshordi (Ph.D., Université de Princeton, 2004), nommé conjointement avec l'Université de Waterloo, a été de 2004 à 2007 boursier de l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique, puis boursier de recherche distingué à l'Institut Périclète en 2008 et 2009. Il est professeur associé à l'Institut depuis 2009. M. Afshordi se spécialise dans les problèmes interdisciplinaires de la physique fondamentale, de l'astrophysique et de la cosmologie. Entre autres distinctions, il a reçu un supplément d'accélération à la découverte accordé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario, et la médaille d'or Vainu-Bappu de la Société d'astronomie de l'Inde. Il a aussi remporté le 3^e prix Buchalter de cosmologie 2015 de la Société américaine d'astronomie.



Alexander Braverman (Ph.D., Université de Tel Aviv, 1998) s'est joint à l'Institut Périclète en juillet 2015, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Toronto. Il a été auparavant membre du corps professoral de l'Université Brown (2004-2015) de même que chargé de cours à l'Université Harvard (2000-2004) et à l'Institut de technologie du Massachusetts (1997-1999). M. Braverman se spécialise dans un certain nombre de domaines ayant des applications en physique mathématique, dont la géométrie algébrique, la théorie des représentations, la théorie des nombres et le programme de Langlands géométrique. Il a été boursier de l'Institut de mathématiques Clay et boursier Simons en mathématiques.

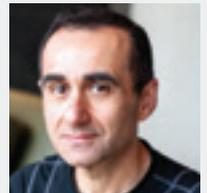
Avery Broderick (Ph.D., Institut de technologie de la Californie, 2004) est devenu professeur associé à l'Institut Périètre en septembre 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique (2004-2007) et à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (2007-2011). M. Broderick est un astrophysicien aux intérêts de recherche variés, depuis la formation des étoiles jusqu'à la physique des extrêmes au voisinage des naines blanches, des étoiles à neutrons et des trous noirs. Il a récemment participé à un projet international visant à produire et à interpréter des images témoignant de l'horizon de trous noirs supermassifs – afin d'étudier comment les trous noirs accumulent de la matière et projettent les rayonnements ultrarelativistes observés –, et il sonde la nature de la gravité au voisinage de ces trous noirs.



Alex Buchel (Ph.D., Université Cornell, 1999) est professeur associé à l'Institut Périètre depuis 2003, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université Western. Auparavant, il a été chercheur à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara (1999-2002), puis au Centre de physique théorique de l'Université du Michigan (2002-2003). Ses recherches portent sur la compréhension des propriétés quantiques des trous noirs et sur l'origine de l'univers dans le cadre de la théorie des cordes, de même que sur la mise au point d'outils analytiques qui pourraient apporter un éclairage nouveau sur les interactions fortes des particules subatomiques. En 2007, M. Buchel a reçu une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.



Raffi Budakian (Ph.D., Université de la Californie à Los Angeles, 2000) est devenu professeur associé à l'Institut Périètre en 2014, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC). Il est également titulaire de la chaire de supraconductivité financée par un fonds de dotation à l'IQC et à l'Institut de nanotechnologie de Waterloo. Auparavant, M. Budakian a été professeur à l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, et chercheur à l'Université de la Californie à Los Angeles et au Centre de recherches Almaden d'IBM à San Jose. C'est un physicien expérimentateur de la matière condensée, dont les recherches portent sur la mise au point de techniques ultrasensibles de détection de spin pour visualiser des spins individuels et faire des mesures quantiques. En 2005, Raffi Budakian a remporté un *World Technology Award* pour ses travaux sur la détection et la manipulation de spins quantiques.



Cliff Burgess (Ph.D., Université du Texas à Austin, 1985) est devenu professeur associé à l'Institut Périètre en 2004, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster entrée en vigueur en 2005. Auparavant, il a été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton, puis professeur à l'Université McGill. Pendant deux décennies, M. Burgess a appliqué les techniques de la théorie effective des champs à la physique des hautes énergies, à la physique nucléaire, à la théorie des cordes, à la cosmologie de l'univers primitif et à la physique de la matière condensée. Avec ses collaborateurs, il a mis au point des modèles d'expansion de l'univers fondés sur la théorie des cordes, qui constituent le cadre le plus prometteur pour une vérification expérimentale. Entre autres distinctions récentes, Cliff Burgess a été titulaire d'une bourse Killam et a été élu membre de la Société royale du Canada. Il a aussi remporté le prix ACP-CRM de physique théorique et mathématique.



David Cory (Ph.D., Université Case Western Reserve, 1987) s'est joint à l'Institut Périètre en 2010, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est professeur de chimie et directeur général adjoint, Recherche, de l'Institut d'informatique quantique. Auparavant il a été professeur de sciences et génie nucléaires à l'Institut de technologie du Massachusetts. Depuis 1996, M. Cory explore les défis expérimentaux de la construction de petits processeurs quantiques fondés sur les spins nucléaires, les spins électroniques, les neutrons, les dispositifs supraconducteurs à courant persistant et l'optique. En 2010, il s'est vu attribuer la chaire d'excellence en recherche du Canada sur le traitement de l'information quantique. Il est le chercheur principal du programme *Technologies quantiques transformatrices* doté d'un financement de 144 millions de dollars, dont 76 millions du Fonds Apogée. David Cory préside le comité consultatif du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées. Il est membre élu de la Société américaine de physique et de la Société royale du Canada.



James Forrest (Ph.D., Université de Guelph, 1994) s'est joint à l'Institut Périètre en 2014 à titre de directeur des programmes d'enseignement et professeur associé, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est professeur depuis 2000. Ses recherches portent sur la physique de la matière souple à l'échelle nanométrique, notamment les polymères et les protéines, sur la transition vitreuse en géométrie confinée, de même que sur les propriétés de surface et d'interface des polymères. Entre autres distinctions, James Forrest est membre élu de la Société américaine de physique et coréceptiendaire de la médaille Brockhouse 2013 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes.



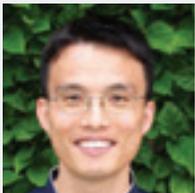
Matthew Johnson (Ph.D., Université de la Californie à Santa Cruz, 2007) est devenu professeur associé à l'Institut Périètre en 2012, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université York. Auparavant, il a été boursier postdoctoral Moore à l'Institut de technologie de la Californie, puis postdoctorant à l'Institut Périètre. M. Johnson est un cosmologiste théoricien dont les recherches interdisciplinaires visent à comprendre comment l'univers a commencé, comment il a évolué et vers quoi il s'en va. Il est l'auteur de contributions dans des domaines allant de la théorie de l'inflation cosmique à la théorie des cordes, en passant par la relativité numérique et l'analyse de données sur le rayonnement fossile. Matthew Johnson a obtenu par voie de concours des



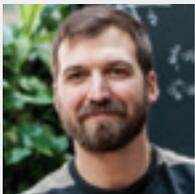
subventions du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, de l'Institut FQXi (*Foundational Questions Institute*), ainsi que du programme *New Frontiers in Astronomy and Cosmology* (Nouvelles frontières en astronomie et cosmologie) administré par l'Université de Chicago.



Raymond Laflamme (Ph.D., Université de Cambridge, 1988) est membre fondateur du corps professoral de l'Institut Périmètre et directeur fondateur de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC). Il est professeur associé à l'Institut Périmètre dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'IQC. Il a été chercheur à l'Université de la Colombie-Britannique et au Collège Peterhouse de l'Université de Cambridge, avant de passer au Laboratoire national de Los Alamos en 1992, où il a réorienté sa recherche de la cosmologie à l'informatique quantique. Depuis le milieu des années 1990, M. Laflamme a élaboré des méthodes théoriques de correction d'erreurs quantiques et en a mis certaines en œuvre dans des expériences. Il est directeur du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) depuis 2003. Il est boursier principal de l'ICRA, ainsi que membre élu de la Société américaine de physique, de la Société royale du Canada et de l'Association américaine pour l'avancement de la science. Raymond Laflamme est également titulaire de la chaire de recherche du Canada sur l'information quantique. Avec des collègues, il a fondé l'entreprise Universal Quantum Devices, qui commercialise certaines retombées des recherches en physique quantique.



Sung-Sik Lee (Ph.D., Université scientifique et technologique de Pohang, 2000) est devenu professeur associé à l'Institut Périmètre en 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster, où il est professeur agrégé. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université scientifique et technologique de Pohang, à l'Institut de technologie du Massachusetts, ainsi qu'à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara. Les recherches de M. Lee portent principalement sur l'étude des systèmes quantiques à N corps en interaction forte, la théorie quantique des champs et la correspondance AdS/CFT. Ses travaux récents concernent les théories effectives des champs à faible énergie pour les non-liquides de Fermi, de même que sur la construction de théories holographiques duales de théories quantiques des champs à partir du groupe de renormalisation quantique.



Roger Melko (Ph.D., Université de la Californie à Santa Barbara, 2005) est devenu professeur associé à l'Institut Périmètre en 2012, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est professeur depuis 2007. Auparavant, il a été boursier postdoctoral Wigner au Laboratoire national d'Oak Ridge (2005-2007). M. Melko est un théoricien de la matière condensée qui élabore de nouveaux algorithmes et méthodes de calcul afin d'étudier les systèmes fortement corrélés à N corps. Il se concentre sur les phénomènes émergents, les phases des états fondamentaux, les transitions de phase, les systèmes critiques quantiques et l'intrication. Entre autres distinctions, Roger Melko a reçu la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes, le Prix du jeune scientifique en physique informatique de l'Union internationale de physique pure et appliquée, remis par le Conseil de physique informatique, de même qu'une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario. Il a également été nommé titulaire de la chaire de recherche du Canada (de niveau 2) en physique informatique quantique à N corps.



Michele Mosca (D.Phil., Université d'Oxford, 1999), nommé conjointement avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC), est membre fondateur de l'Institut Périmètre, ainsi que cofondateur de l'IQC. Il est aussi professeur au Département de combinatoire et optimisation de la Faculté de mathématiques de l'Université de Waterloo, de même que cofondateur et directeur de CryptoWorks21, programme de formation en cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques financé par le CRSNG. M. Mosca a été l'un des fondateurs des ateliers ETSI-IQC sur la cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. Ces ateliers réunissent une grande variété d'intervenants qui œuvrent à la mise sur pied d'un système mondial normalisé de cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. Il est aussi l'un des fondateurs d'evolutionQ inc., qui aide les organismes à adopter des systèmes et des pratiques à l'épreuve des attaques quantiques. Ses recherches portent sur le calcul quantique et les outils de cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. M. Mosca est mondialement reconnu pour son désir d'aider le milieu universitaire, les entreprises et les gouvernements à préparer leurs systèmes pour qu'ils soient sûrs à l'ère des ordinateurs quantiques. Il est l'un des auteurs du réputé manuel intitulé *An Introduction to Quantum Computing* (Introduction à l'informatique quantique). Michele Mosca a reçu de nombreux prix et distinctions. Il a entre autres été désigné parmi les 40 meilleurs leaders de moins de 40 ans au Canada (2010). Il a reçu le prix du Premier ministre de l'Ontario pour l'excellence en recherche (2000-2005) et est boursier de l'Institut canadien de recherches avancées depuis 2010. Il a été titulaire d'une chaire de recherche du Canada en informatique quantique (2002-2012) et est titulaire depuis 2012 d'une chaire de recherche de l'Université de Waterloo.



Markus Mueller (Ph.D., Université technique de Berlin, 2007) s'est joint à l'Institut Périmètre en juillet 2015, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université Western, où il est titulaire de la chaire de recherche du Canada (de niveau 2) sur les fondements de la physique. Auparavant, il a été chef de groupe de recherche débutant à l'Institut de physique théorique de l'Université de Heidelberg, ainsi que postdoctorant à l'Institut Périmètre, à l'Université de Potsdam et à l'Institut de mathématiques des sciences. Ce physicien mathématicien travaille dans les domaines de l'information quantique et des fondements quantiques. M. Mueller

s'intéresse plus particulièrement à la physique statistique, aux théories probabilistes généralisées et à la théorie algorithmique de l'information. En 2016, il a reçu le prix Birkhoff-von-Neumann de l'Association internationale pour les structures quantiques, pour ses réalisations scientifiques exceptionnelles dans le domaine des structures quantiques.

Ue-Li Pen (Ph.D., Université de Princeton, 1995) s'est joint à l'Institut Péricimètre en 2014, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto, où il est professeur depuis 1998 et actuellement directeur par intérim. Auparavant, il a été boursier à l'Université de Princeton (1994-1995) et à l'Université Harvard (1995-1998). M. Pen est un astrophysicien théoricien qui étudie des systèmes où les effets physiques fondamentaux peuvent être isolés des complexités astronomiques. Ses domaines de recherche comprennent la cosmologie de la raie à 21 cm, les simulations en informatique de haute performance, les ondes gravitationnelles, les pulsars et l'interférométrie radio. Entre autres distinctions, Ue-Li Pen est boursier principal du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées.



Maxim Pospelov (Ph.D., Institut Budker de physique nucléaire, 1994) est devenu professeur associé à l'Institut en 2004, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Victoria. Auparavant, il a été chercheur à l'Université du Québec à Montréal, à l'Université du Minnesota, à l'Université McGill et à l'Université du Sussex. M. Pospelov travaille dans les domaines de la physique des particules et de la cosmologie.



Itay Yavin (Ph.D., Université Harvard, 2006) est devenu professeur associé à l'Institut Péricimètre en 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster. Auparavant, il a été associé de recherche à l'Université de Princeton et titulaire d'une bourse postdoctorale James-Arthur à l'Université de New York. Ses travaux en physique des particules mettent l'accent sur la recherche allant au-delà du modèle standard. Il a entre autres proposé récemment une nouvelle expérience visant à rechercher de nouvelles particules ayant des charges fractionnaires au grand collisionneur de hadrons. Il dirige maintenant une équipe en vue de réaliser cette expérience.



CADRES ADMINISTRATIFS

Directeur administratif et chef de l'exploitation

Michael Duschenes

Directeur principal des finances et de l'exploitation

Stefan Pregelj

Directeur des communications et des relations avec les médias

Colin Hunter

Directrice du développement

Heather Clark

Directeur de la diffusion des connaissances

Greg Dick

Directrice financière

Sue Scanlan

Directeur des programmes d'enseignement

James Forrest

Directrice des publications

Natasha Waxman

Directeur des relations extérieures et des affaires publiques

John Matlock

Directrice des ressources humaines et de la culture

Sheri Keffer

Directeur de la technologie de l'information

Ben Davies

CHERCHEURS RÉSIDANTS

Chercheur résident associé

John Moffat

Chercheur principal associé

Steve MacLean

Chercheur principal

Rafael Sorkin

POSTDOCTORANTS EN 2015-2016

* Assistant dans le programme PSI

Tibra Ali*	Lukasz Cincio	Stephen Green	Robert Lasenby	C. Jess Riedel	Daniel Wohns*
Masha Baryakhtar	Yanou Cui	Michal Heller	Ipsita Mandal	Aldo Riello	Elie Wolfe
Alice Bernamonti	Denis Dalidovich*	Kurt Hinterbichler	Jia-Wei Mei	Julian Rincon	Gang Xu*
Agata Branczyk*	Chris Dodd	Mike Hogan	Flavio Mercati	Matteo Smerlak	Huan Yang
Daniel Brod	Federico Galli	Eder Izaguirre	Ashley Milsted	Dave Touchette	I-Sheng Yang
Christopher Brust	Martin Ganahl	Hee-Cheol Kim	Yasha Neiman	Matt von Hippel	Shuo Yang
Juan Carrasquilla	Sachin Gautam	Heeyeon Kim	Elliot Nelson	Yidun Wan	Beni Yoshida
Anushya Chandran	Marc Geiller	Shota Komatsu	Prince Osei	Yuan Wan	Jie Zhou
Shira Chapman	Henrique Gomes	Peter Koroteev	Roji Pius	Chenjie Wang	
Gang Chen	Ryan Grady	David Kubiznak*	Matthew Pusey	Wolfgang Wieland	

DOCTORANTS EN 2015-2016 (université partenaire, directeur de thèse)

Natacha Altamirano (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)	Gabriel Magill (Université McMaster, Itay Yavin)
Andrzej Banburski (Université de Waterloo, Lee Smolin)	Hugo Marrochio (Université de Waterloo, Robert Myers)
Chenfang Bao (Université de Waterloo, Neil Turok)	Dalimil Mazac (Université de Waterloo, Davide Gaiotto)
Jacob Barnett (Université de Waterloo, Lee Smolin)	Jonah Miller (Université de Guelph, Erik Schnetter)
Lakshya Bhardwaj (Université de Waterloo, Davide Gaiotto)	Sebastian Mizera (Université de Waterloo, Freddy Cachazo et Bianca Dittrich)
Pablo Bosch Gomez (Université de Waterloo, Luis Lehner)	Seyed Farough Moosavian (Université de Waterloo, Davide Gaiotto)
Dylan Butson (Université de Waterloo, Kevin Costello)	Heidar Moradi (Université de Waterloo, Xiao-Gang Wen)
Lin-Qing Chen (Université de Waterloo, Laurent Freidel et Lee Smolin)	Chiamaka Okoli (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)
Frank Coronado (Université de Waterloo, Pedro Vieira)	Pedro Ponte (Université de Waterloo, Roger Melko)
Clement Delcamp (Université de Waterloo, Bianca Dittrich et Lee Smolin)	Miroslav Rapcak (Université de Waterloo, Davide Gaiotto et Jaume Gomis)
Job Feldbrugge (Université de Waterloo, Neil Turok)	Trevor Rempel (Université de Waterloo, Laurent Freidel)
Adrian Franco Rubio (Université de Waterloo, Guifre Vidal)	Andres Schlieff (Université McMaster, Sung-Sik Lee)
Damian Galante (Université Western, Alex Buchel)	Mohamad Shalaby (Université de Waterloo, Avery Broderick)
Lucia Gomez Cordova (Université de Waterloo, Pedro Vieira)	Barak Shoshany (Université de Waterloo, Laurent Freidel)
Elizabeth Gould (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)	Vasudev Shyam (Université de Waterloo, Lee Smolin)
Matthew Graydon (Université de Waterloo, Robert Spekkens et Kevin Resch)	Todd Sierens (Université de Waterloo, Robert Myers)
Markus Hauru (Université de Waterloo, Guifre Vidal)	Cedric Sinamuli Musema (Université de Waterloo, Robert Mann)
Lauren Hayward Sierens (Université de Waterloo, Roger Melko)	David Svoboda (Université de Waterloo, Ruxandra Moraru)
Qi Hu (Université de Waterloo, Guifre Vidal)	Alexandra Terrana (Université York, Matthew Johnson)
Nafiz Ishtiaque (Université de Waterloo, Jaume Gomis)	Jonathan Toledo (Université de Waterloo, Pedro Vieira)
Mansour Karami (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi et Avery Broderick)	Ryan Westernacher-Schneider (Université de Waterloo, Luis Lehner)
Seth Kurankyi Asante (Université de Waterloo, Bianca Dittrich et Lee Smolin)	Yasaman Yazdi (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)
Joel Lamy-Poirier (Université de Waterloo, Davide Gaiotto)	Guojun Zhang (Université de Waterloo, Freddy Cachazo)
Tian Lan (Université de Waterloo, Xiao-Gang Wen)	Nosiphiwo Zwane (Université de Waterloo, Rafael Sorkin)
Peter Lunts (Université McMaster, Sung-Sik Lee)	

ÉTUDIANTS DANS LE PROGRAMME PSI EN 2015-2016 (pays d'origine)

Renato Alves Dantas (Portugal)	Jewel Ghosh (Bangladesh)	Pratik Rath (Inde)
Jens Boos (Allemagne)	Mary-Jean Harris (Canada)	Nitica Sakharwade (Inde)
Nicholas Bornman (Afrique du Sud)	Florian Hopfmueeller (Allemagne)	Ibrahim Shehzad (Pakistan)
Peter Cha (États-Unis)	Ho Tat Lam (Hong Kong)	Hannah Smith (Australie)
Wonjune Choi (Corée du Sud)	Etienne Lantagne-Hurtubise (Canada)	Sopheak Sorn (Cambodge)
Leilee Chojnacki (Irlande)	Dongzi Li (Chine)	Martinus van Kuppeveld (Pays-Bas)
Caleb Cook (États-Unis)	Friederike Metz (Allemagne)	Tiffany Vlaar (Pays-Bas)
Troy Figiel (Pays-Bas)	Alessandro Morita Gagliardi (Brésil)	Qingwen Wang (Chine)
Adrian Franco Rubio (Espagne)	Alvaro Mozota (Espagne)	Guojun Zhang (Chine)
Nicholas Funai (Australie)	Maria Papageorgiou (Grèce)	

SCIENTIFIQUES INVITÉS EN 2015-2016

* Titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué

** Adjoint invité

Peter Adshead, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign	Nathaniel Bottman, Université Northeastern	Raffaele D'Agnolo, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Kaustubh Agashe, Université du Maryland à College Park	Jonathan Braden, Collège universitaire de Londres	Liang Dai, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Yakir Aharonov*, Université Chapman et Université de Tel Aviv	Kaca Bradonjic, Collège de Wellesley	Xi Dai, Institut de physique de l'Académie chinoise des sciences
Maqbool Ahmed, Collège Nusrat-Jahan	Antonio Branca, Université de Padoue	Saurya Das, Université de Lethbridge
Paolo Aluffi, Université d'État de Floride	Courtney Brell, Université de Hanovre	Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge
Marcelo Alvarez, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)	Richard Brito, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)	Anne Davis, Université de Cambridge
Jan Ambjorn, Institut Niels-Bohr de l'Université de Copenhague	Anne Broadbent, Université d'Ottawa	Jan de Boer, Université d'Amsterdam
Mustafa Amin, Université Rice	Benjamin Brown, Collège impérial de Londres	Adrian Del Maestro, Université du Vermont
Haipeng An, Institut de technologie de la Californie (Caltech)	Bernd Bruegmann, Université d'Iéna	Lidia del Rio, Université de Bristol
Michael Appels, Université de Durham	Michel Buck, Collège impérial de Londres	Michele Del Zotto, Université Harvard
Nima Arkani-Hamed*, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)	Mathew Bullimore, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)	Sanjib Dey, Université de Montréal
Abhay Ashtekar*, Université d'État de Pennsylvanie	Alexander Bullivant, Université de Leeds	Lorenzo Di Pietro, Institut Weizmann des sciences
Curtis Asplund, Université Columbia	Fiona Burnell, Université du Minnesota	Savas Dimopoulos*, Université Stanford
Thomas Bachlechner, Université Columbia	Daniel Butter, Institut national de physique atomique des Pays-Bas (Nikhef)	Yves Diran, Université de Genève
Thomas Baker, Université de la Californie à Irvine	Damien Calaque, Université de Montpellier	Matt Dobbs, Université McGill
Elliot Banks, Collège impérial de Londres	Miguel Campiglia, Université de Montevideo	Xi Dong, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
James Bardeen*, Université de l'État de Washington	Pawel Caputa, Institut nordique de physique théorique (Nordita)	William Donnelly, Université de la Californie à Santa Barbara
Rennan Barkana, Université de Tel Aviv	Giuseppe Carleo, Institut fédéral suisse de technologie de Zurich (ETH)	Fay Dowker**, Collège impérial de Londres
Howard Barnum, Université du Nouveau-Mexique	Steve Carlip, Université de la Californie à Davis	Damian Draxler, Université de Vienne
John Barrett, Collège impérial de Londres	Sylvain Carrozza, Centre de physique théorique de l'Université d'Aix-Marseille (CPT)	Jeff Dror, Université Cornell
Stephen Bartlett, Université de Sydney	Claudio Castelnovo, Université de Cambridge	Barbara Drossel, Université de technologie de Darmstadt
Ganapathy Baskaran*, Institut de mathématiques de Chennai	Zackaria Chacko, Université du Maryland à College Park	Antonio Duarte, Université fédérale Fluminense
Bruce Bassett, Université du Cap	Philip Chang, Université du Wisconsin à Milwaukee	Sergei Dubovsky, Université de New York
Sebastian Baum, Institut nordique de physique théorique (Nordita)	Ranga Chary, Institut de technologie de la Californie (Caltech)	Philipp Dumitrescu, Université de la Californie à Berkeley
Christopher Beem, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)	Shubhayu Chatterjee, Université Harvard	Thomas Dumitrescu, Université Harvard
Gwyn Bellamy, Université de Glasgow	Chien-Yi Chen, Université de Victoria	Richard Eager, Université McGill
Omer Ben-Ami, Université de Tel Aviv	Gennady Chitov, Université Laurentienne	William East, Université Stanford
Ingemar Bengtsson, Université de Stockholm	Jens Chluba, Université de Manchester	Andreas Eberlein, Université Harvard
Cédric Bény, Université de Hanovre	Debanjan Chowdhury, Université Harvard	David Edwards, Université d'Édimbourg
Carly Berard, Université de Toronto	Cyril Closset, Université d'État de New York à Stony Brook	Lior Eldar, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Lasha Berezhiani, Université de Pennsylvanie	Bob Coecke, Université d'Oxford	Zachary Elgood, Université McGill
Daniel Berwick-Evans, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign	Alan Coley, Université Dalhousie	Chris Elliott, Université Northwestern
Michael Beverland, Institut de technologie de la Californie (Caltech)	Thomas Collett, Université de Portsmouth	Joseph Emerson, Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC)
Atri Bhattacharya, Université de l'Arizona	Jessica Cook, Université d'État de l'Arizona	Netta Engelhardt, Université de la Californie à Santa Barbara
Marco Billo, Université de Turin	Philippe Corboz**, Institut de physique théorique de l'Université d'Amsterdam	Oleg Evnin, Université Chulalongkorn
Simeon Bird, Université Johns-Hopkins	Clay Cordova, Université Harvard	Gregory Falkovich, Institut Weizmann des sciences
Nigel Bishop, Université Rhodes	Marina Cortès, Université d'Édimbourg	Shane Farnsworth, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)
Martin Bojowald, Université d'État de Pennsylvanie	Nathaniel Craig, Université de la Californie à Santa Barbara	Teng Fei, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Beatrice Bonga, Université d'État de Pennsylvanie	Shawn Cui, Université de la Californie à Santa Barbara	Benjamin Feintzeig, Université de la Californie à Irvine
James Bonifacio, Université d'Oxford	Leo Cuspinera, Université de Durham	Dmitri Feldman, Université Brown
	Francis-Yan Cyr-Racine, Université Harvard	

SCIENTIFIQUES INVITÉS (SUITE)

Simone Ferraro, Université de la Californie à Berkeley

Christopher Ferrie, Université de Sydney

Andrew Ferris, Institut de sciences photoniques (ICFO)

Angelika Fertig, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Cecilia Flori, Collège impérial de Londres

Simon Foreman, Université Stanford

François Foucart, Laboratoire national Lawrence-Berkeley de l'Université de la Californie à Berkeley (LBNL)

John Francis, Université Northwestern

Anna Francuz, Université Jagellonne

Katherine Freese*, Université du Michigan

Tobias Fritz**, Institut Max-Planck de mathématiques des sciences

Andrei Frolov, Université Simon-Fraser

John Fuini, Université de l'État de Washington

Akira Furusaki, Centre RIKEN de science de la matière émergente

Wenbo Fu, Université Harvard

Ryuichi Fujita, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)

Dmitriy Galakhov, Université Rutgers

Jim Garrison, Université de la Californie à Santa Barbara

Jerome Gauntlett**, Collège impérial de Londres

Jack Gegenberg, Université du Nouveau-Brunswick

Michael Geracie, Université de Chicago

Efrat Gerchkovitz, Institut Weizmann des sciences

Tony Gherghetta, Université de Melbourne

Dongwook Ghim, Université nationale de Séoul

Steffen Gielen, Collège impérial de Londres

Lisa Glaser, Université de Nottingham

Vera Gluscevic, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)

Dorota Grabowska, Université de l'État de Washington

Christopher Granade, Université de Sydney

Ruth Gregory**, Université de Durham

Nikolay Gromov, Collège royal de Londres

Brajesh Gupt, Université d'État de Pennsylvanie

Yelena Guryanova, Université de Bristol

Owen Gwilliam, Institut Max-Planck de mathématiques

Jeongwan Haah, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Roland Haas, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Jutho Haegeman**, Université de Gand

Martin Haehnelt, Université de Cambridge

Hal Haggard, Collège Bard

Chad Hanna, Université d'État de Pennsylvanie

Sheikh Shajidul Haque, Université du Cap

Thomas Hartman, Université Cornell

Ian Hatton, Université McGill

Johannes Hauschild, Institut Max-Planck de physique des systèmes complexes

Hirota Hayashi, Université autonome de Madrid (UAM) et Conseil supérieur de recherche scientifique espagnol (CSIC)

Patrick Hayden*, Université Stanford

Song He, Institut de physique théorique de l'Académie chinoise des sciences

Yin-Chen He, Institut Max-Planck de physique des systèmes complexes

Ben Heidenreich, Université Harvard

Luke Helt, Université Macquarie

Andre Henriques, Université d'Oxford

Richard Hill, Université de Chicago

Renée Hložek, Université de Toronto

Jason Hogan, Université Stanford

Matthijs Hogervorst, Université d'État de New York à Stony Brook

Richard Holman, Université Carnegie-Mellon

Anson Hook, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)

Veronika Hubeny, Université de la Californie à Davis

Jay Hubisz, Université de Syracuse

Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick

Kyusung Hwang, Université de Toronto

Akishi Ikeda, Institut Kavli de physique et de mathématiques de l'univers

Derek Inman, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)

Ahmed Ismail, Université de l'Illinois à Chicago

Ted Jacobson*, Université du Maryland à College Park

Akash Jain, Université de Durham

Bhuvnesh Jain, Université de Pennsylvanie

Romuald Janik, Université Jagellonne

Daan Janssen, Université Radboud de Nimègue

Michael Jarret, Université du Maryland à College Park

Anna Jencova, Institut de mathématiques de l'Académie slovaque des sciences

Wenjie Ji, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Shaojian Jiang, Université de la Colombie-Britannique

David Jordan, Université d'Édimbourg

Ian Jubb, Collège impérial de Londres

Shamit Kachru*, Université Stanford

Vardan Kaladzhyan, Institut de physique théorique de Saclay

Nemanja Kaloper, Université de la Californie à Davis

Wojciech Kaminski, Université de Varsovie

Joel Kamnitzer, Université de Toronto

Jonah Kanner, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Angela Karanjai, Université de Sydney

Sitender Kashyap, Institut de recherche Harish-Chandra

Kohtaro Kato, Université de Tokyo

Adrian Kent*, Université de Cambridge

Joonho Kim, Université nationale de Séoul

Yong-Baek Kim, Université de Toronto

Darsh Kodwani, Université de Toronto

Liang Kong, Université Harvard

Gregory Korchemsky, Institut de physique théorique de Saclay

Stefanos Kourtis, Université de Princeton

Jerzy Kowalski-Glikman, Université de Wrocław

Claudius Krause, Centre Arnold-Sommerfeld de physique théorique de l'Université Ludwig-Maximilian de Munich

Andreas Kronfeld, Laboratoire national de l'accélérateur Fermi (Fermilab)

Martin Kruczenski, Université Purdue

Marius Krumm, Université Western

Florian Kuhnel, Université de Stockholm

Hari Kunduri, Université Memorial

Gabor Kunstatter, Université de Winnipeg

Macarena Lagos, Collège impérial de Londres

John Laiho, Université de Syracuse

Astrid Lamberts, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Jaron Lanier, Division de la recherche de Microsoft

Edoardo Lauria, Université de Louvain

Ian Le, Université de Chicago

Gabriel Lee, Technion – Institut de technologie de Israël
Jaehoon Lee, Université de la Colombie-Britannique

Junhyun Lee, Université Harvard

Rob Leigh, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Si Li**, Université Tsinghua

Zhou Li, Centre RIKEN de science de la matière émergente

Andrew Little, Université d'Édimbourg

Siqi Liu, Université de Toronto

Etera Livine**, École Normale Supérieure de Lyon

Renate Loll*, Université Radboud de Nimègue

John Lombard, Université de l'État de Washington

Michael Lubasch, Institut Max-Planck d'optique quantique

Alex Lupsasca, Université Harvard

Yiqiu Ma, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Caio Macedo, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)

Mohammad Maghrebi, Université du Maryland à College Park

Joao Magueijo, Collège impérial de Londres

Gautam Mandal, Institut Tata de recherche fondamentale

Matilde Marcolli*, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Jeremy Mardon, Université Stanford

Daniel Marsden, Université d'Oxford

David Marsh, Collège royal de Londres

Adam Martin, Université Notre-Dame

Kiyoshi Masui, Université de la Colombie-Britannique

Andrew Matas, Université Case Western Reserve

Michael McBreen, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Kevin McGerty, Université d'Oxford

David McKeen, Université de l'État de Washington

Brian McNamara, Université de Waterloo

Adiel Meyer, Université de Tel Aviv

Shun-Pei Miao, Université d'Utrecht

Piotr Migdał, Université de Varsovie

Roderich Moessner, Institut Max-Planck de physique des systèmes complexes

Rubem Mondaini, Université d'État de Pennsylvanie

Eun-Gook Moon, Institut supérieur coréen des sciences et technologies

Timothy Morton, Université de Princeton

Moritz Munchmeyer, Université Paris 6 Pierre-et-Marie-Curie

Dinakar Muthiah, Université de l'Alberta

Tejaswi Nerella, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)

Titus Neupert, Université de Princeton

Thomas Nevins, Université de l'Illinois

Takuya Nishimura, Université de Tokyo

Atsushi Nishizawa, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Blagoje Oblak, Université libre de Bruxelles

Vadim Oganesyan, Université de la ville de New York

Kantaro Ohmori, Université de Tokyo

Ognyan Oreshkov, Université libre de Bruxelles

Daniele Oriti, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Masaki Oshikawa, Université de Tokyo

Michał Oszmaniec, Institut de sciences photoniques (ICFO)

Don Page, Université de l'Alberta

Tim Palmer, Université d'Oxford

Giovanni Palmisano, Université *La Sapienza* de Rome

Qiaoyin Pan, Université de Nankai

Manu Paranjape, Université de Montréal

Krishnamohan Parattu, Centre interuniversitaire d'astronomie et d'astrophysique

Chan Y. Park, Université Rutgers

Wolfgang Peelaers, Université Rutgers

Marco Peloso, Université du Minnesota

Joao Penedones, Université de Porto

Alexander Penin, Université de l'Alberta

Ashley Perko, Université Stanford

Eric Perlmutter, Université de Princeton

Christoph Pfrommer, Université de Heidelberg

Aaron Pierce, Université du Michigan

Natascia Pinzani, Technion – Institut de technologie d'Israël

Arkady Plotnitsky, Université Purdue

Sandu Popescu*, Université de Bristol

Frans Pretorius*, Université de Princeton

Silviu Pufu, Université de Princeton

Jorge Pullin, Université d'État de Louisiane

James Quach, Université de Tokyo

Djordje Radicevic, Université Stanford

Ganesh Ramachandran, Institut de mathématiques de Chennai

Mukund Rangamani, Université de Durham

Bharat Ratra, Université d'État du Kansas

Michele Redi, Institut national de physique nucléaire de l'Italie (INFN)

Matthew Reece, Université Harvard

Katarzyna Rejzner, Université d'York

Jing Ren, Université de Toronto

Cecile Renault, Laboratoire de physique subatomique et cosmologie de l'Université Grenoble-Alpes

Ben Roberts, Université de Nouvelle-Galles du Sud

Daniel Roberts, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Mauricio Romo, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)

Joshua Rosaler, Université de Pittsburgh

Rachel Rosen, Université Columbia

Denis Rosset, Université de Genève

Shinsei Ryu, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Benjamin Safdi, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Burak Sahinoglu, Université de Vienne

Ana Belen Sainz, Université de Bristol

Jeremy Sakstein, Université de Portsmouth

Thomas Salez, Université de recherche Paris Sciences et Lettres, et Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

Grant Salton, Université Stanford

Viraj Sanghai, Université Queen-Mary de Londres

Olof Sax, Collège impérial de Londres

Carlo Maria Scandolo, Université d'Oxford

Martin Schaden, Université Rutgers

Michele Schiavina, Institut de mathématiques de l'Université de Zurich

Marjorie Schillo, Université de Louvain

Volker Schomerus, Synchrotron d'électrons allemand (DESY)

Bernd Schroers, Université Heriot-Watt

Ralf Schuetzhold, Université de Duisbourg et Essen

Amit Sever, Université de Tel Aviv

Sarah Shandera, Université d'État de Pennsylvanie

Shu-Heng Shao, Université Harvard

Richard Shaw, Université de la Colombie-Britannique

Ian Shoemaker, Université d'État de Pennsylvanie

Kris Sigurdson**, Université de la Colombie-Britannique

Jamie Sikora, Université de Duisbourg et Essen

Ralph Silva, Université de Genève

Dana Simard, Université de Toronto

Anze Slosar, Laboratoire national de Brookhaven

Fedor Smirnov, Université Paris 6 Pierre-et-Marie-Curie

Iakov (Yan) Soibelman*, Université d'État du Kansas

Dam Thanh Son*, Université de Chicago

Vikram Soni, Université Jamia Millia Islamia

Miguel Sousa Costa, Université de Porto

Theodore Spaide, Université de Vienne

Michal Spalinski, Université de Bialystok

Michael Spannowsky, Université de Durham

Marcus Spradlin, Université Brown

Thomas Stace, Université du Queensland

Cyril Stark, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Valentin Stauber, Université de Vienne

David Stefanyszyn, Université de Groningue

Stephan Stolz, Université Notre-Dame

Miles Stoudenmire, Université de la Californie à Irvine

James Sully, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC

Sumati Surya, Institut de recherche Raman

Maciej Szczesny, Université de Boston

Akinori Tanaka, RIKEN

Hiro Tanaka, Université Harvard

SCIENTIFIQUES INVITÉS (SUITE)

Armin Tavakoli, Université de Stockholm
Mae Teo, Université Stanford
Barbara Terhal*, Université technique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) à Aix-la-Chapelle
John Terning, Université de la Californie à Davis
Alexandra Thomson, Université Harvard
Ryan Thorngren, Université de la Californie à Berkeley
Senthil Todadri*, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Valerio Toledano Laredo, Université Northeastern
Viktor Toth, Université Carleton
David Treumann, Collège de Boston
Emilio Trevisani, Université de Porto
Jaroslav Trnka, Université de la Californie à Davis
Michael Trott, Institut Niels-Bohr de l'Université de Copenhague
Christos Tsounis, Université de l'Alberta
Sean Tulin, Université York
Christoph Uhlemann, Université de l'État de Washington
Nicolas Underwood, Université de Clemson
William Unruh*, Université de la Colombie-Britannique
Wilke van der Schee, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Ken Van Tilburg, Université Stanford
Mritunjay Verma, Institut de recherche Harish-Chandra
Ruben Verresen, Institut Max-Planck de physique des systèmes complexes
Frank Verstraete*, Université de Vienne et Université de Gand
Thomas Vidick**, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Francesca Vidotto, Université Radboud de Nimègue
Salvatore Vitale, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Zvonimir Vlah, Université Stanford
Curt Von Keyserlingk, Université de Princeton
Christophe Vuillot, Université technique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) à Aix-la-Chapelle
Daniel Wagner Fonteles Alves, Centre brésilien de recherches en physique (CBPF)
Aron Wall, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Matthew Walters, Université de Boston
Qing-Rui Wang, Université Tsinghua
Zhenghan Wang*, Station Q de la Division de la recherche de Microsoft
James Weatherall, Université de la Californie à Irvine
Silke Weinfurter, Université de Nottingham
Christopher Wever, Institut de physique nucléaire du Centre national de la recherche scientifique *Demokritos* de Grèce
Seth Whitsitt, Université Harvard
Henry Wilkes, Collège impérial de Londres
Harold Williams, Université du Texas à Austin
Michael Williams, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Edward Wilson-Ewing, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)
Mark Wise*, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
William Witczak-Krempa, Université Harvard
Richard Woodard, Université de Floride
Mischa Woods, Collège universitaire de Londres
Liang Wu, Université de la Californie à Berkeley
Yong-Shi Wu, Université d'Utah
Junya Yagi, Université de Varsovie
Kent Yagi, Université de Princeton

Ujjit Yajnik, Institut indien de technologie de Bombay
Masahito Yamazaki, Institut Kavli de physique et de mathématiques de l'univers
Guang Yang, Centre RIKEN de science de la matière émergente
Kun Yang, Université d'État de Floride
Yaping Yang, Université du Massachusetts à Amherst
Jon Yard, Division de la recherche de Microsoft
Peng Ye, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign
Philsang Yoo, Université Northwestern
Beni Yoshida, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
Yi-Zhuang You, Université de la Californie à Santa Barbara
Haibo Yu, Université de la Californie à Riverside
Haoran Yu, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)
Ellis Yuan, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Matias Zaldarriaga*, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Alexander Zamolodchikov*, Université d'État de New York à Stony Brook
Gabi Zafrir, Technion – Institut de technologie d'Israël
Fan Zhang, Université normale de Beijing
Gufang Zhao, Université du Massachusetts à Amherst
Alexander Zhiboedov, Université Harvard
Yiming Zhong, Université d'État de New York à Stony Brook
Peter Zimmerman, Université de l'Arizona

MEMBRES AFFILIÉS EN 2015-2016

Arif Babul, Université de Victoria
Leslie Ballentine, Université Simon-Fraser
Richard Bond, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)
Ivan Booth, Université Memorial
Vincent Bouchard, Université de l'Alberta
Robert Brandenberger, Université McGill
Gilles Brassard, Université de Montréal
Anne Broadbent, Université d'Ottawa
Jim Bryan, Université de la Colombie-Britannique
Anton Burkov, Université de Waterloo
Benoit Charbonneau, Université de Waterloo
Gang Chen, Université de Toronto

Jeffrey Chen, Université de Waterloo
Andrew Childs, Université du Maryland
Kyung Soo Choi, Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC)
Matthew Choptuik, Université de la Colombie-Britannique
Dan Christensen, Université Western
Richard Cleve, IQC
James Cline, Université McGill
Alan Coley, Université Dalhousie
Andrzej Czarnecki, Université de l'Alberta
Saurya Das, Université de Lethbridge
Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge
Keshav Dasgupta, Université McGill

Rainer Dick, Université de la Saskatchewan
Joseph Emerson, IQC
Valerio Faraoni, Université Bishop's
Marcel Franz, Université de la Colombie-Britannique
Doreen Fraser, Université de Waterloo
Andrew Frey, Université de Winnipeg
Valeri Frolov, Université de l'Alberta
Ion Garate, Université de Sherbrooke
Jack Gegenberg, Université du Nouveau-Brunswick
Ghazal Geshnizjani, Université de Waterloo
Amir Masoud Ghezelbash, Université de la Saskatchewan
Shohini Ghose, Université Wilfrid-Laurier

Florian Girelli, Université de Waterloo
 Gilad Gour, Université de Calgary
 Daniel Green, ICAT
 Marco Gualtieri, Université de Toronto
 John Harnad, Université Concordia
 Igor Herbut, Université Simon-Fraser
 Jeremy Heyl, Université de la Colombie-Britannique
 Carl Hofer, Université Western
 Gilbert Holder, Université McGill
 Bob Holdom, Université de Toronto
 Michael Hudson, Université de Waterloo
 Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick
 Lisa Jeffrey, Université de Toronto
 Thomas Jennewein, IQC
 Catherine Kallin, Université McMaster
 Joel Kamnitzer, Université de Toronto
 Joanna Karczmarek, Université de la Colombie-Britannique
 Spiro Karigiannis, Université de Waterloo
 Mikko Karttunen, Université de Waterloo
 Achim Kempf, Université de Waterloo
 Yong-Baek Kim, Université de Toronto
 David Kribs, Université de Guelph
 Hari Kunduri, Université Memorial
 Gabor Kunzhammer, Université de Winnipeg
 Kayll Lake, Université Queen's
 Debbie Leung, Université de Waterloo
 Randy Lewis, Université York
 Hoi-Kwong Lo, Université de Toronto

Michael Luke, Université de Toronto
 Adrian Lupascu, IQC
 Norbert Lütkenhaus, IQC
 Joseph Maciejko, Université de l'Alberta
 A. Hamed Majedi, IQC
 Alexander Maloney, Université McGill
 Robert Mann, Université de Waterloo
 Eduardo Martin-Martinez, IQC
 Gerry McKeon, Université Western
 Brian McNamara, Université de Waterloo
 Volodya Miransky, Université Western
 Ruxandra Moraru, Université de Waterloo
 David Morrissey, TRIUMF
 Norman Murray, ICAT
 Wayne Myrvold, Université Western
 Julio Navarro, Université de Victoria
 Ashwin Nayak, Université de Waterloo
 Elisabeth Nicol, Université de Guelph
 Don Page, Université de l'Alberta
 Prakash Panangaden, Université McGill
 Manu Paranjape, Université de Montréal
 Amanda Peet, Université de Toronto
 Alexander Penin, Université de l'Alberta
 Harald Pfeiffer, ICAT
 Marco Piani, IQC
 Levon Pogossian, Université Simon-Fraser
 Dmitri Pogossyan, Université de l'Alberta
 Éric Poisson, Université de Guelph
 Erich Poppitz, Université de Toronto

David Poulin, Université de Sherbrooke
 Robert Raussendorf, Université de la Colombie-Britannique
 Ben Reichardt, Université de la Californie du Sud
 Kevin Resch, IQC
 Adam Ritz, Université de Victoria
 Pierre-Nicholas Roy, Université de Waterloo
 Moshe Rozali, Université de la Colombie-Britannique
 Barry Sanders, Université de Calgary
 Kristin Schleich, Université de la Colombie-Britannique
 Douglas Scott, Université de la Colombie-Britannique
 Sanjeev Seehra, Université du Nouveau-Brunswick
 Peter Selinger, Université Dalhousie
 Gordon Semenov, Université de la Colombie-Britannique
 John Sipe, Université de Toronto
 Aephraim Steinberg, Université de Toronto
 James Taylor, Université de Waterloo
 André-Marie Tremblay, Université de Sherbrooke
 Sean Tulin, Université York
 Johannes Walcher, Université McGill
 Mark Walton, Université de Lethbridge
 John Watrous, Université de Waterloo
 Steve Weinstein, Université de Waterloo
 Lawrence Widrow, Université Queen's
 Don Witt, Université de la Colombie-Britannique
 Bei Zeng, Université de Guelph

CONFÉRENCES ET ATELIERS EN 2015-2016

Cosmic Flows and Other Novelities on Large Scales (Flux cosmiques et autres nouveautés à grande échelle)
 Du 10 au 12 août 2015

The Unruh Fest: A Celebration in Honour of Bill Unruh's 70th Birthday (La fête de Bill Unruh, célébration en l'honneur de son 70^e anniversaire)
 Les 13 et 14 août 2015

Quantum Information in Quantum Gravity II (Information quantique et gravitation quantique II)
 Du 17 au 21 août 2015

École d'été Mathematica 2015
 Du 24 au 29 août 2015

Noncommutative Geometry and Physics (Géométrie non commutative et physique)
 Le 12 septembre 2015

Renormalization in Background Independent Theories: Foundations and Techniques (Renormalisation dans les théories indépendantes du fond : fondements et techniques)
 Du 28 septembre au 2 octobre 2015

Condensed Matter Physics and Topological Field Theory (Physique de la matière condensée et théorie des champs topologiques)
 Du 21 au 24 octobre 2015

PI-UIUC Joint Workshop on Strongly Correlated Quantum Many-Body Systems 2015 (Atelier conjoint IP-UIUC 2015 sur les systèmes quantiques à N corps fortement corrélés)
 Les 5 et 6 novembre 2015

PI Day (Journée de l'IP)
 Le 26 novembre 2015

Feedback over 44 Orders of Magnitude: From Gamma-Rays to the Universe (Réactions sur 44 ordres de grandeur : des rayons gamma à l'univers)
 Du 14 au 16 mars 2016

Symplectic Duality and Gauge Theory (Dualité symplectique et théorie de jauge)
 Du 7 au 10 avril 2016

Deformation Quantization of Shifted Poisson Structures (Quantification de la déformation de structures de Poisson décalées)
 Du 18 au 22 avril 2016

4 Corners Southwest Ontario Condensed Matter Physics Symposium 2016 (Colloque des quatre coins du Sud-ouest ontarien sur la matière condensée 2016)
 Le 12 mai 2016

Cosmological Frontiers in Fundamental Physics 2016 (Frontières cosmologiques en physique fondamentale 2016)
 Du 14 au 17 juin 2016

Concepts and Paradoxes in a Quantum Universe (Concepts et paradoxes dans un univers quantique)
 Du 20 au 24 juin 2016

Time in Cosmology (Le temps en cosmologie)
 Du 27 au 30 juin 2016

École d'été It From Qubit
 Du 18 au 29 juillet 2016



PARRAINAGES EN 2015-2016

L'Institut Périmètre a parrainé les conférences et ateliers suivants tenus à l'extérieur de l'Institut :

11th Great Lakes Cosmology Workshop: Cosmology and Galaxies (11^e atelier de cosmologie des Grands Lacs : Cosmologie et galaxies), Université McMaster

15^e École d'été canadienne sur l'information quantique (CSSQI 2015), Institut Fields de recherche mathématique de l'Université de Toronto

16^e conférence canadienne sur la relativité générale et l'astrophysique relativiste (CCGRRA 16), Université Simon-Fraser

41^e symposium international sur le calcul symbolique et algébrique (ISSAC 2016), Université Wilfrid-Laurier

Discoveries at the Dawn of the LHC Run 2 (Découvertes à l'aube de la 2^e phase du LHC), Laboratoire TRIUMF

Fundamental Science and Society (Science fondamentale et société), Centre international de science et d'éducation interdisciplinaires (ICISE), Vietnam

Information-Theoretic Interpretations of Quantum Mechanics (Interprétations de la mécanique quantique en théorie de l'information), Université Western

INTRIQ 2015, Université de Sherbrooke

Institut d'hiver 2016 du lac Louise, Université de l'Alberta

Mann Fest, Université de Waterloo

QIP 2016, Institut de science et technologie quantiques de l'Université de Calgary

Relativistic Quantum Information – North 2016 (Information quantique relativiste – Nord 2016), Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo

Théorie Canada 11, Université Carleton

Women in Physics Canada 2016 (Les femmes et la physique au Canada 2016), Université de la Saskatchewan

Atelier sur les groupes quantiques en gravitation quantique, Université de Waterloo

Atelier sur les marges quantiques et les intervalles numériques, Université de Guelph

MERCI AUX VISIONNAIRES



NOUS TENONS À REMERCIER TOUS CEUX QUI NOUS
SOUTIENNENT, NOTAMMENT :

MIKE LAZARIDIS, FONDATEUR

NOS PARTENAIRES PUBLICS

GOUVERNEMENT DU CANADA
GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO
RÉGION DE WATERLOO
VILLE DE WATERLOO

ET

**UN RÉSEAU CROISSANT
DE PARTENAIRES ET DONATEURS PRIVÉS
DANS LE MONDE ENTIER**

La liste des donateurs de l'Institut Périmètre est accessible à la page
<http://www.perimeterinstitute.ca/fr/soutenez-l-institut-p-rim-tre>.

Voir aussi à la page 40.



« L'Institut Périmètre est maintenant
l'un des principaux centres de
physique théorique au monde,
sinon le principal centre. »
[traduction]

– Stephen Hawking,
professeur lucasien émérite,
Université de Cambridge

\int Faites partie ^(de) l'Équation²

Canada

INSTITUT **PI** PÉRIMÈTRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE

 Ontario

31, rue Caroline Nord | Waterloo | Ontario
Canada | N2L 2Y5 | 519 569-7600
perimeterinstitute.ca

Numéro d'enregistrement d'organisme de bienfaisance : 88981 4323 RR0001