



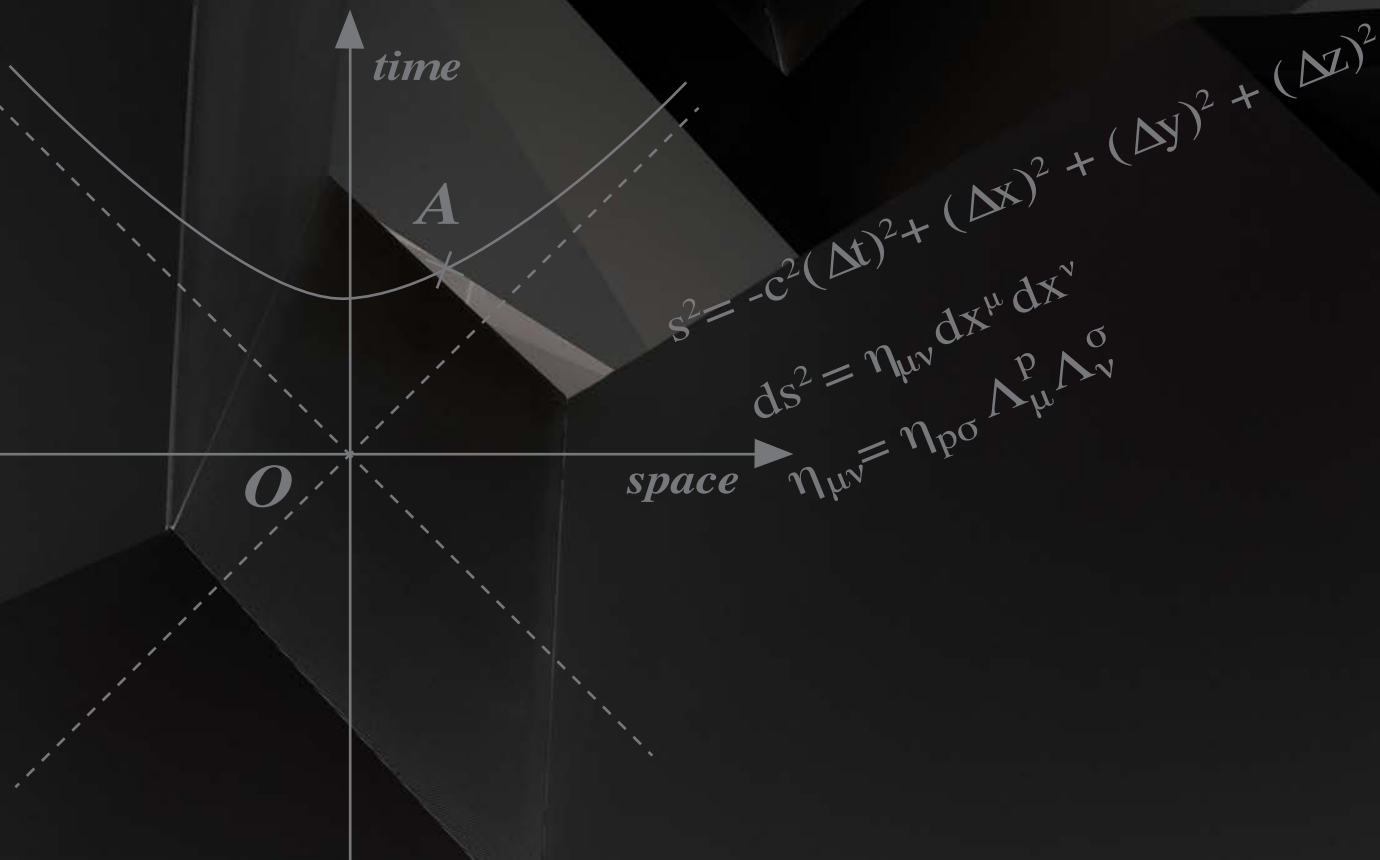
$$F = ma$$
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$(-i\hbar\gamma^\mu \partial_\mu + mc)\psi = 0$$

$$S = -\frac{1}{2\pi\alpha'} \int d\sigma d\tau \sqrt{\dot{X}^2 - X'^2}$$

### **Vision**

Créer 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.



# SOMMAIRE

Présentation . . . . .	3
Message du président du conseil . . . . .	4
Message du directeur de l'Institut . . . . .	6
Recherche . . . . .	8
Prix, distinctions et subventions majeures . . . . .	22
Recrutement . . . . .	24
Formation à la recherche . . . . .	28
Réunions de chercheurs . . . . .	30
Collaborations de recherche . . . . .	32
Diffusion des connaissances . . . . .	34
Diffusion mondiale des connaissances . . . . .	40
Installations . . . . .	42
Développement de l'Institute Périmètre . . . . .	44
Remerciements à ceux qui nous soutiennent . . . . .	46
Gouvernance . . . . .	48
Finances . . . . .	52
Priorités et objectifs pour l'avenir . . . . .	58
Annexes . . . . .	60
Professeurs . . . . .	60
Postdoctorants . . . . .	65
Scientifiques invités . . . . .	66
Membres affiliés . . . . .	70
Conférences and ateliers . . . . .	71
Cours . . . . .	71
Direction de l'Institute Périmètre . . . . .	71
Coparrainages . . . . .	72

Ce rapport présente les activités et les finances de l'Institut Périmètre de physique théorique, pour l'exercice allant du 1er août 2010 au 31 juillet 2011.



## PRÉSENTATION

L'Institut Péricètre de physique théorique a été fondé en 1999, à Waterloo (Ontario), au Canada. Il a pour mission de mettre sur pied et de pérenniser un centre de classe mondiale de recherche, de formation et de diffusion des connaissances en physique théorique fondamentale, afin de promouvoir l'excellence scientifique et de susciter des découvertes majeures.

L'Institut Péricètre prend rapidement sa place parmi les principaux centres de physique théorique au monde. Il héberge maintenant plus de 150 chercheurs, depuis des étudiants à la maîtrise jusqu'à d'éminents scientifiques établis tels que Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué. L'Institut accueille le groupe de postdoctorants indépendants en physique théorique le plus important au monde et reçoit plus de 600 candidatures par année pour la dizaine de bourses postdoctorales qu'il accorde annuellement. Plus de 1000 chercheurs du monde entier rendent visite à l'Institut chaque année, ce qui en fait une plaque tournante planétaire de l'échange d'idées.

Pourquoi la physique théorique? Parce qu'elle se situe à la base des sciences exactes modernes et qu'elle constitue un fondement de bien d'autres connaissances. La physique théorique vise à comprendre le fonctionnement de l'univers à son niveau le plus fondamental. Elle continue de fournir des idées importantes pour des domaines allant de l'astrophysique à la chimie, en passant par le génie et l'informatique. Et elle alimente l'innovation : les idées théoriques ont maintes fois inspiré la mise au point de nouvelles technologies, et donc la création de nouvelles entreprises. Une percée en physique théorique peut littéralement changer le monde.

L'Institut Péricètre ne fait pas que de la recherche. Une jeunesse brillante constitue le moteur de la science. C'est pourquoi l'Institut a élaboré des programmes innovateurs et recherchés de formation scientifique, dont le programme PSI (*Perimeter Scholars International*). Comme les merveilles de la science et l'enthousiasme qu'elle suscite constituent un terreau fertile pour de nouveaux talents, l'Institut mène à l'intention des élèves, des enseignants et du grand public un programme de diffusion des connaissances qui a été récompensé par des prix.



## MESSAGE DU PRÉSIDENT DU CONSEIL

Dans le laboratoire d'électronique de mon école secondaire, M. Micsinszki imposait la règle suivante : pour avoir le droit d'utiliser un appareil, il fallait d'abord en lire le manuel. Il posait ensuite des questions sur la manière de se servir de l'instrument. Si l'on répondait correctement, on pouvait ouvrir la boîte et prendre l'appareil. À la fin de l'année, j'avais ouvert toutes les boîtes du laboratoire. Et bien des idées sont sorties de ces boîtes.

Les chercheurs de l'Institut Périmètre ont entrepris de lire le manuel de l'univers lui-même. Ce manuel – la physique – sous-tend toute la technologie de notre monde moderne. Le BlackBerry, par exemple, est un condensé de physique théorique : il est le résultat commercial de percées réalisées il y a plus de cent ans par des physiciens comme Maxwell et Hertz.

M. Micsinszki m'a aussi appris à avoir une vision. Dans ses cours, j'étais passionné par l'assemblage d'ordinateurs et leur fonctionnement. Mais il me mettait en garde contre un intérêt trop étroit. « Dans l'avenir, disait-il, l'électronique, les ordinateurs et la technologie sans fil vont se combiner, et ce sera la prochaine révolution. »

Voici autre chose que je me rappelle souvent : En ne cherchant à résoudre que les problèmes d'aujourd'hui, on ne trouve jamais les solutions de demain.

C'est dans cet esprit que je tiens à saluer nos partenaires. Cette année, les gouvernements du Canada et de l'Ontario ont annoncé un nouveau soutien financier de 50 millions de dollars chacun pour l'Institut.

Des partenaires privés ont également fait preuve de générosité et de vision. Je pense en particulier au Groupe financier BMO, qui a fait cette année le don le plus important de son histoire pour soutenir la science : 4 millions de dollars pour la mise sur pied de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique de l'Institut Périmètre. Xiao-Gang Wen, de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) et théoricien de renommée mondiale, sera le premier titulaire de cette chaire.

Lorsque les temps sont difficiles comme maintenant, la tentation est forte d'avoir une vision limitée. Nos partenaires voient grand et nous montrent ainsi la voie à suivre.

---

*« Cet établissement visionnaire, et les gens qui en sont le fondement, constituent des modèles à suivre tandis que nous nous efforçons d'améliorer encore plus la qualité de vie des Canadiennes et des Canadiens, qui est déjà inégalée [...] l'organisme a un potentiel illimité [...] C'est pourquoi le gouvernement accorde un soutien indéfectible aux activités de l'Institut Périmètre. » [traduction]*

*– L'honorable Jim Flaherty, ministre des Finances*

---

À l'Institut Périmètre, nous aussi voyons grand et bâtissons de manière stratégique pour l'avenir. Cela est souligné par les lignes hardies du Centre Stephen-Hawking récemment construit. C'est là que certains des talents les plus prometteurs dans le domaine seront formés à la recherche et examineront l'univers sous des angles entièrement nouveaux, dans des locaux conçus pour être stimulants. Dans le salon nommé *Sky Room*, la lucarne circulaire encourage tous les occupants à regarder au-delà des horizons habituels.

De nombreuses personnes contribuent à ouvrir les horizons de l'Institut. Comme président du conseil d'administration, je tiens à exprimer ma reconnaissance à Don Campbell, qui a quitté le conseil cette année après sept ans d'avis judicieux et de dévouement. Je souhaite la bienvenue à Barbara Palk, qui a récemment pris sa retraite de TD Gestion de placements inc. et qui fait partie du conseil d'administration de l'Université Queen's. Enfin, j'aimerais remercier les membres du conseil d'orientation de l'Institut pour leur soutien généreux et tous les efforts qu'ils déploient pour agrandir le cercle de nos amis au Canada et à l'étranger.

L'Institut Périmètre est vraiment une entreprise conjointe – tous nous y prenons part et partagerons les fruits des percées qui y seront sans doute réalisées. Nous construisons ensemble un instrument de découverte d'où sortiront des idées et des techniques révolutionnaires. Nous sentons que les boîtes sont en train de s'ouvrir – et que leur contenu est fascinant.

*– Mike Lazaridis*



## MESSAGE DU DIRECTEUR DE L'INSTITUT

Une intervention stratégique peut-elle permettre d'accélérer les découvertes dans un domaine aussi fondamental que celui de la physique théorique? Ou de telles découvertes sont-elles totalement imprévisibles, réalisées par des génies solitaires dont l'émergence est essentiellement aléatoire?

À l'Institut Péricône, aussi ambitieux que cela puisse paraître, nous croyons que la réponse à la première question est oui. Il est possible de mettre sur pied un établissement délibérément conçu pour favoriser des avancées scientifiques. C'est ce qui a motivé la création du remarquable Centre Stephen-Hawking, qui nous procure un nouvel espace à la fois physique et intellectuel. L'Institut Péricône est maintenant le plus grand institut indépendant de physique théorique au monde. Il a une vision particulièrement affirmée et une foi inébranlable dans un domaine où, à maintes reprises, des découvertes fondamentales nous ont donné un regard neuf sur le monde et ont engendré toute la technologie moderne.

L'Institut Péricône est conçu pour attirer de jeunes talents, leur offrant un milieu inspirant et une culture favorisant la poursuite d'approches radicalement nouvelles aux questions les plus fondamentales. Après tout, nous n'avons pas atteint la lune en attendant qu'elle vienne jusqu'à nous.

Au cours de la dernière année, nous avons travaillé avec acharnement à la préparation et à la présentation de nos demandes de renouvellement de subvention auprès des gouvernements de l'Ontario et du Canada. Nous sommes heureux que les deux paliers de gouvernement aient souligné leur confiance envers notre stratégie et nos réalisations en renouvelant leur investissement. Nous sommes sincèrement reconnaissants aux dirigeants qui ont fait preuve de vision en prenant ces décisions dans des temps économiques difficiles.

La première richesse de l'Institut Péricône réside dans ses ressources humaines, et le recrutement est l'un des aspects les plus importants de mon propre travail. J'ai eu la grande joie d'annoncer la nomination de Xiao-Gang Wen comme premier titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique. Xiao-Gang Wen est l'un des rares chercheurs dont les idées peuvent ouvrir des domaines entièrement inédits. C'est ce qu'il a accompli lorsqu'il a découvert la notion d'ordre topologique, concept nouveau qui a déjà permis de mieux comprendre des phénomènes que l'on croyait avoir bien saisis, par exemple la supraconductivité, et qui ouvre la perspective de nouveaux moyens de décrire et de prédire le comportement de matériaux quantiques. Ses travaux sont audacieux, interdisciplinaires et d'une grande portée, tout à fait le genre de recherches auxquelles l'Institut aspire. Xiao-Gang Wen se joindra à nous l'automne prochain en provenance de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) et participe déjà activement à l'organisation de nos travaux de recherche.



Nous avons également eu le plaisir de recruter les professeurs Guifre Vidal et Sung-Sik Lee, qui contribuent à faire de l'Institut Péricimètre un centre important en physique de la matière condensée. Guifre Vidal est un chef de file mondial de l'application des notions d'information quantique à l'étude de l'intrication quantique dans des systèmes de matière condensée. Pour sa part, Sung-Sik Lee est un pionnier de l'application de concepts avancés tels que l'holographie à la description de systèmes quantiques réels.

Philip Schuster et Natalia Toro, deux jeunes chercheurs parmi les plus prometteurs en physique des particules, tissent des liens entre l'Institut Péricimètre et les expériences cruciales qui se déroulent actuellement au grand collisionneur hadronique du CERN et dans d'autres laboratoires importants. Au cours de l'année qui vient, plusieurs autres jeunes recrues exceptionnelles se joindront à eux : Itay Yavin (physique des particules), Avery Broderick (astrophysique des trous noirs) et Bianca Dittrich (gravité quantique).

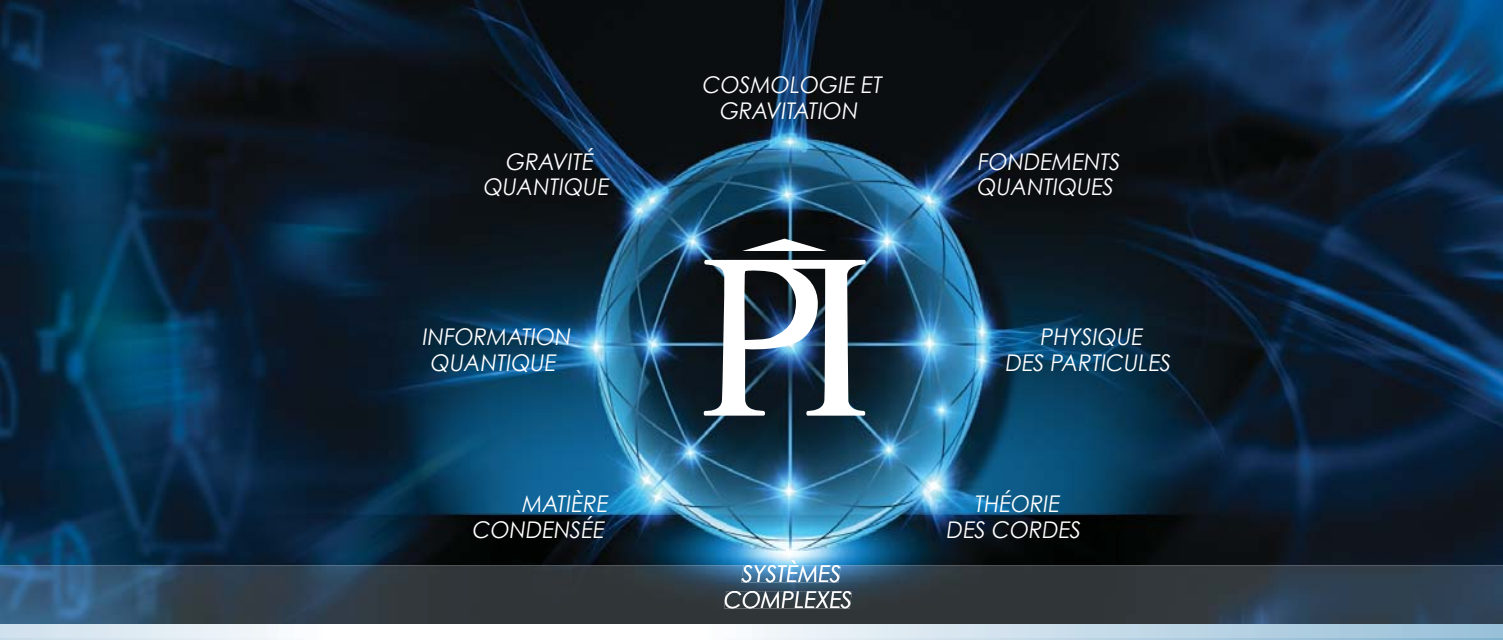
Huit théoriciens d'expérience, originaires de diverses régions du monde, ont accepté une chaire de chercheur distingué de l'Institut Péricimètre : James Bardeen, Ganapathy Baskaran, James Gates, Gerard 't Hooft, Frans Pretorius, Eva Silverstein, Paul Steinhardt et Senthil Todadri. Ils s'ajoutent aux 19 titulaires actuels de chaire de chercheur distingué. Ensemble, ils représentent une somme incroyable de compétences scientifiques et constitueront un apport inestimable à notre milieu de recherche.

Nous avons reçu avec beaucoup de joie une subvention majeure de 2 millions de dollars de la Fondation John-Templeton, afin de mettre sur pied un important nouveau programme reliant plusieurs de nos domaines de recherche de pointe les plus ambitieux : les fondements et l'information quantiques, les fondements de la cosmologie et l'émergence de l'espace-temps.

Le nouveau Centre Stephen-Hawking est volontairement plaisant, avec des angles et des points de vue inattendus, de grandes taches de couleur et de magnifiques vues sur le lac Silver. Déjà nous aimons faire travailler nos méninges en équipe dans ses lieux d'échange, gribouiller sur les « tableaux transparents » spécialement traités et travailler dans nos bureaux ouverts sur le monde extérieur. Il laisse deviner ce qu'est la passion de la physique.

C'est un grand plaisir de voir ce nouveau bâtiment baptisé du nom de mon ami et collègue Stephen Hawking. Cet homme remarquable est un phare dans notre domaine, aussi inspirant que ses recherches sont ambitieuses. En nommant en son honneur cet agrandissement de nos installations, nous nous engageons à partager cette ambition et cette inspiration. Nous espérons former dans le Centre Stephen-Hawking les futurs chefs de file de la physique. Nous allons aussi informer, instruire et intéresser des millions de personnes au pouvoir de cette discipline. Combinant audace intellectuelle et rigueur implacable, nous mènerons d'ambitieuses recherches sur les questions les plus profondes de la physique.

Nous aspirons à changer le monde.



## CHERCHER DE NOUVELLES RÉPONSES À DE GRANDES QUESTIONS

*Que s'est-il réellement passé lors du Big Bang? Avec quelles pièces de base la nature est-elle construite, et comment sont-elles maintenues ensemble? L'espace et le temps sont-ils granulaires? Peut-on maîtriser la puissance de la mécanique quantique pour construire des ordinateurs quantiques? Qu'est-ce qui explique les propriétés de la matière – comment les électrons circulent-ils exactement dans les solides et qu'est-ce qui rend ces derniers supraconducteurs? Quelle est la cause de l'expansion accélérée de l'univers? Existe-t-il des états de la matière et de l'énergie entièrement nouveaux que nous n'avons pas encore découverts?*

### QUELQUES STATISTIQUES

*En 2010-11, l'Institut  
Périmètre comptait...*

*15 professeurs à temps  
plein,*

*14 professeurs associés,*

*27 titulaires de chaire de  
chercheur distingué,*

*43 postdoctorants,*

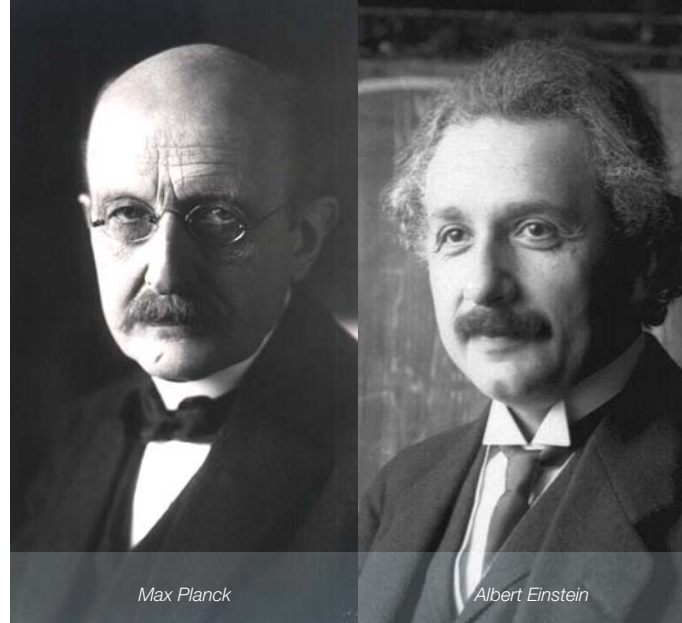
*24 doctorants,*

*35 étudiants à la maîtrise.*

La réponse à de telles questions vise à satisfaire notre curiosité. Mais bien au-delà de cela, elle oriente la science, les expériences et la technologie de demain. La physique théorique est peut-être le domaine de la recherche fondamentale qui a le plus de répercussions tout en étant le moins coûteux. Ses découvertes ont engendré des innovations dans bien des domaines, du génie mécanique aux communications sans fil, en passant par l'électronique et la production d'électricité. La radio, la télévision, les semiconducteurs, les ordinateurs, les téléphones cellulaires, les lasers, les fibres optiques, l'holographie, Internet, le GPS, les piles solaires et l'imagerie diagnostique sont tous issus de découvertes réalisées par des théoriciens de la physique.

L'Institut Périmètre cherche à réaliser des percées dans la compréhension de la physique quantique et de l'espace-temps, à partir de connaissances à toutes les échelles de la physique, depuis les particules jusqu'à l'univers tout entier.

Les huit domaines de recherche de l'Institut ont été choisis de manière stratégique pour s'emboîter en un tout combinant les idées les plus importantes sur les lois fondamentales de l'univers, des particules subatomiques à l'ensemble du cosmos, en passant par des systèmes de matière condensée à échelle humaine. Ce choix de disciplines complémentaires est unique au monde. Le parti-pris en faveur d'une recherche scientifique ambitieuse et sans contrainte a donné naissance à un groupe de chercheurs dynamique et en croissance.



Un thème récurrent des principales recherches de la dernière année est la relation entre des théories sur les plus grandes et les plus petites structures de l'univers. L'intrication quantique microscopique peut être à la base du calcul quantique. Des techniques mises au point par les spécialistes de l'information quantique peuvent contribuer à la production de télescopes ayant une portée de plus en plus grande dans le cosmos. Des modèles mathématiques de trous noirs multidimensionnels ont des parallèles frappants avec la dynamique classique des fluides. De nouvelles observations cosmologiques peuvent aider à tester des théories sur le Big Bang lui-même, siège de la physique des plus hautes énergies et des plus petites distances concevables.

Un autre thème de recherche au cours de l'année écoulée a été celui des liens avec l'expérimentation. Des outils expérimentaux puissants et innovateurs vont à la rencontre de théories et d'idées nouvelles. La théorie oriente la conception d'expériences et les données expérimentales remettent en question la théorie. Cette synergie a amené la physique au seuil de percées majeures, et les chercheurs de l'Institut sont à la fine pointe de ces travaux.

Ces pollinisations croisées – entre domaines, ainsi qu'entre la théorie et l'expérimentation – ne sont pas une coïncidence. Les découvertes résultent souvent du choc des idées, et l'Institut Périmètre est explicitement organisé pour favoriser l'interaction des idées entre différents domaines. Les pages qui suivent montrent que cette approche de collaboration pluridisciplinaire donne des résultats.

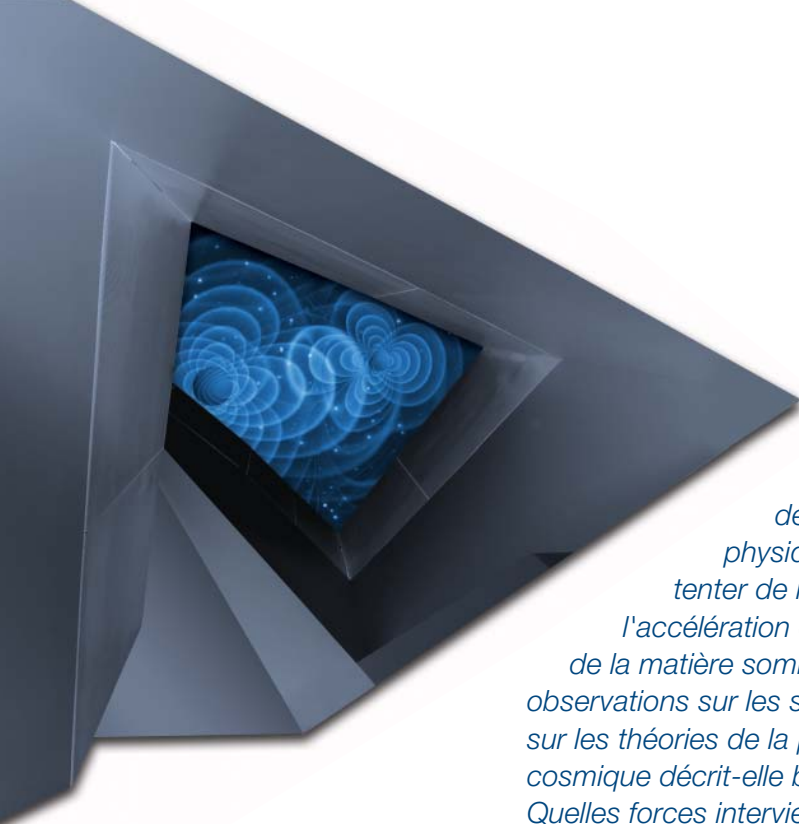
## UN BOND PRODIGIEUX

En physique, une simple idée peut avoir d'importantes conséquences.

À la fin du XIXe siècle, les scientifiques s'efforçaient de comprendre comment des objets émettent de la lumière lorsqu'ils sont chauffés, phénomène appelé *rayonnement du corps noir*. Depuis la découverte de Maxwell, on savait que la lumière se déplaçait comme une onde. On croyait aussi qu'une onde lumineuse, peu importe sa longueur d'onde, pouvait transporter une quantité arbitraire d'énergie. Malheureusement, cette théorie ne permettait nullement d'expliquer le phénomène de rayonnement du corps noir.

Finalement, en 1900, le physicien allemand Max Planck a réussi à harmoniser la théorie et l'expérience en émettant l'hypothèse que la lumière ne se présente pas sous forme d'une onde lisse, mais qu'elle est absorbée et émise sous forme de petits paquets d'énergie. Dès lors, les ondes lumineuses étaient considérées comme formées de quanta (du latin *quantus*, qui signifie « combien grand ») transportant une quantité fixe d'énergie en fonction de la longueur d'onde.

Au bout de cinq ans, Einstein et d'autres scientifiques avaient amené beaucoup plus loin l'idée de Max Planck – en décrivant les quanta de lumière comme des particules appelées photons. Ce fut la naissance de la mécanique quantique, nouveau domaine fondamental de la physique à l'origine des transistors, des lasers et des microscopes modernes. La mécanique quantique a catalysé des percées majeures dans presque toutes les autres sciences, de la génétique à la chimie moderne. Elle ouvre encore la porte à de nouvelles découvertes, de l'informatique quantique à la biologie quantique.



## COSMOLOGIE ET GRAVITATION

*Les physiciens de l'Institut Périmètre combinent des développements récents à la jonction de la physique fondamentale et de l'astrophysique pour tenter de répondre à certaines grandes questions : À quoi l'accélération cosmique observée est-elle due? Quelle est la nature de la matière sombre? Qu'est-ce que le rayonnement fossile et les observations sur les structures à grande échelle peuvent nous apprendre sur les théories de la physique fondamentale? La théorie de l'inflation cosmique décrit-elle bien la cosmologie du commencement de l'univers? Quelles forces interviennent dans les événements les plus énergétiques de la nature? Que se passe-t-il au voisinage des trous noirs, et comment ceux-ci se comportent-ils dans plus de trois dimensions?*

### L'IMAGE CONVENTIONNELLE DU COMMENCEMENT DE L'UNIVERS EST-ELLE LA BONNE?

La théorie de l'inflation cosmique est au cœur de la cosmologie moderne. Selon cette théorie, l'univers a connu à ses débuts une poussée d'expansion accélérée. **Latham Boyle**, professeur à l'Institut, et **Paul Steinhardt**, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, ont proposé un test d'observation qui pourrait confirmer cette théorie au-delà de tout doute raisonnable.

Ce test fait intervenir le rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique), rayonnement ancien omniprésent dans le cosmos. Ce rayonnement a été produit alors que l'univers n'avait que quelques centaines de milliers d'années. Les cosmologistes peuvent déduire une information détaillée à propos des premiers instants qui ont suivi le Big Bang en étudiant les variations du rayonnement fossile. Si la théorie de l'inflation cosmique est exacte, l'univers se serait « agrandi » d'un facteur énorme pendant la poussée d'expansion accélérée, puis se serait « rétréci » du même facteur au cours des milliards d'années qui ont suivi. Des observations à venir du rayonnement fossile donneront des estimations indépendantes de ces facteurs d'« agrandissement » et de « rétrécissement ». MM. Boyle et Steinhardt font valoir que si ces estimations concordent, cela prouvera de manière convaincante que la théorie de l'inflation cosmique est réellement valable.

### QUE SE PASSE-T-IL LORSQUE DES SINGULARITÉS NE SONT PAS CACHÉES DERRIÈRE DES TROUS NOIRS?

Ce qui se passe à l'intérieur d'un trou noir demeure dans le trou noir. Du moins on peut l'espérer.

L'hypothèse dite de la « censure cosmique » aborde la question de savoir comment les conditions extrêmes présentes à l'intérieur des trous noirs peuvent exister dans un univers dont elles semblent défier les lois.

Un trou noir contient une « singularité » – une région dont la densité d'énergie est si élevée qu'elle déchire l'espace-temps lui-même et où les équations d'Einstein ne sont plus valides. Les effets de telles singularités seraient ressentis dans tout l'univers s'ils n'étaient pas cachés à l'intérieur de trous noirs. Les trous noirs opèrent une « censure » de ces singularités, permettant aux observateurs situés à l'extérieur des trous noirs de faire de la physique qui soit valable sans avoir à traiter les effets chaotiques qui surviennent à l'intérieur.

Au début des années 1990, **Ruth Gregory** (professeure à l'Université de Durham et récemment nommée adjointe invitée à l'Institut) et **Raymond Laflamme** (professeur associé à l'Institut) ont montré que les trous noirs sont parfois instables et que les singularités ne peuvent pas toujours être censurées. Leur analyse a suscité une question longtemps restée sans réponse sur la nature et l'évolution de l'instabilité des trous noirs.

**Luis Lehner**, professeur associé à l'Institut, et **Frans Pretorius**, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, viennent de résoudre cette question d'une manière élégante.

Leur travail s'inscrit dans la théorie des cordes et les modèles multidimensionnels de l'univers. MM. Lehner et Pretorius sont partis de l'instabilité de Gregory-Laflamme, qui décrit l'état de trous noirs multidimensionnels appelés cordes noires. Leurs simulations montrent comment une corde noire instable en cinq dimensions évolue d'une manière fractale. Dans un premier temps, une grosse corde évolue pour devenir une suite de trous noirs presque sphériques reliés par des cordes fines; chaque corde fine devient instable et devient une suite de trous noirs sphériques semblables plus petits, reliés par des cordes encore plus fines. L'état final du système viole la censure cosmique, ce qui donne lieu à de nouveaux défis pour élaborer un modèle de l'univers qui permette des interactions entre les singularités et la physique conventionnelle.

Un résultat surprenant de ce nouveau modèle vient de l'existence de modèles fractals très semblables en physique classique, dans la manière dont des liquides de faible viscosité forment des gouttelettes. Ce parallèle étrange pourrait aider les physiciens à concilier le monde qui nous est familier et les extrêmes non naturels des trous noirs.

## NOTRE UNIVERS EST-IL ENTRÉ EN COLLISION AVEC UN AUTRE UNIVERS ?

Le postdoctorant **Matthew Johnson** a conçu et effectué la première recherche systématique de signes probants permettant d'établir si notre univers observable est entré ou non en collision avec d'autres univers.

Selon la théorie de l'inflation cosmique, notre univers observable serait contenu dans une bulle en expansion – une parmi de nombreuses bulles en effervescence dans un chaudron cosmique. Si notre bulle est entrée en collision avec une autre dans le passé, la collision devrait avoir laissé des traces dans le rayonnement fossile. Il serait donc possible de détecter par l'observation des signes probants d'une collision antérieure – l'équivalent cosmologique de l'examen d'une automobile après un accrochage pour voir si elle a été endommagée.

Matthew Johnson et ses collègues ont mis au point un algorithme général de recherche de signatures de collisions de bulles dans le rayonnement fossile. Une analyse des données les plus récentes sur le rayonnement fossile n'a pas permis de conclure, mais les chercheurs comptent utiliser au cours de la prochaine année de nouvelles données du satellite Planck de l'Agence spatiale européenne pour tester de manière plus rigoureuse l'hypothèse de la collision de bulles.

### Références :

BOYLE, L., et P. J. STEINHARDT. « Testing Inflation: A Bootstrap Approach », *Physical Review Letters*, vol. 105, 2010, 241301, arXiv:0810.2787. Remarque : Cet article a été reconnu par une mention dans la rubrique *Viewpoint* de la revue *Physics* de la Société américaine de physique. Sur plus de 18 000 articles publiés chaque année dans les revues *Physical Review*, seulement 150 ont droit à une telle reconnaissance.

LEHNER, L., et F. PRETORIUS. « Black Strings, Low Viscosity Fluids, and Violation of Cosmic Censorship », *Physical Review Letters*, vol. 105, 2010, 101102, arXiv:1006.5960. Remarque : Cet article a été souligné comme « suggestion du rédacteur en chef » dans *Physical Review Letters* ainsi que par un « synopsis » dans la revue *Physics* de la Société américaine de physique.

FEENEY, S. M., M. C. JOHNSON, D. J. MORTLOCK et H. V. PEIRIS. « First Observational Tests of Eternal Inflation », *Physical Review Letters*, vol. 107, 2011, 071301, arXiv: 1012.1995.



## PROFIL : LUIS LEHNER

Je me passionne pour ce que l'on pourrait appeler la « gravité extrême », qui fait intervenir des interactions d'objets massifs à de grandes vitesses. J'ai grandi dans les plaines de l'Argentine, et peu de gens parmi ceux qui me connaissent seraient surpris d'apprendre que la gravité a souvent joué un rôle dans mon enfance. Par exemple, alors que je montais à cheval à l'âge de neuf ans, un cheval effrayé, un montant de but de soccer et moi-même avons produit une collision intense, une chute, puis la réparation impromptue d'un nez cassé!

Mon objectif est de comprendre comment se comporte la gravité dans des situations encore plus extrêmes, faisant intervenir des étoiles à neutrons ou des trous noirs, que l'on croit jouer un rôle très important dans la formation et le façonnement des galaxies. Des événements comme la fusion de deux trous noirs devraient produire dans le tissu de l'espace-temps des ondulations détectables contenant une information cruciale sur les systèmes qui les ont créés et sur le comportement de l'espace-temps lui-même.

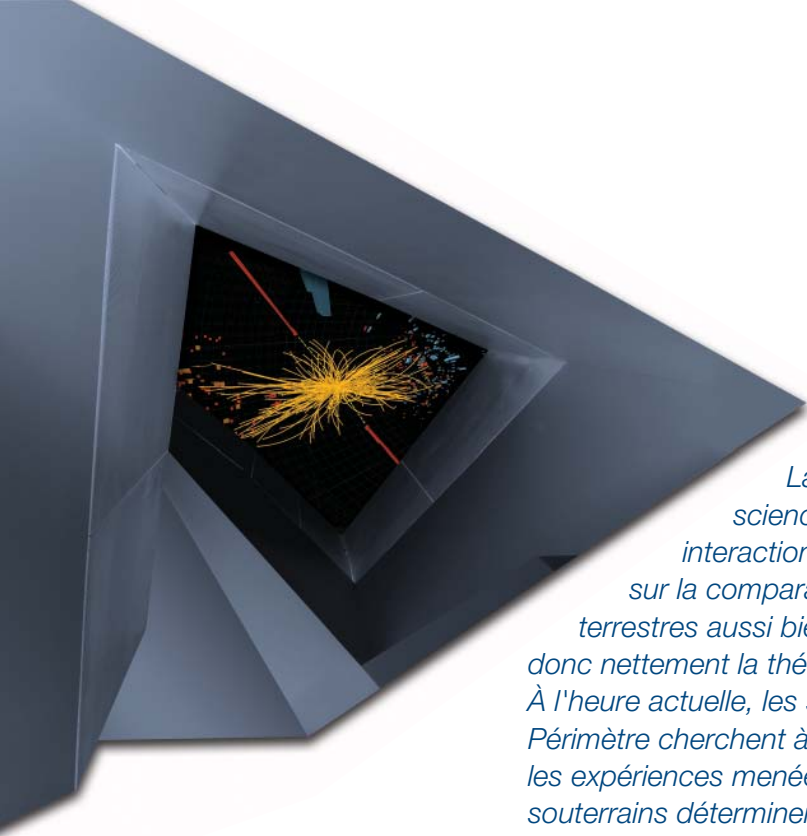
Nous nous attendons à détecter d'ici dix ans des ondes gravitationnelles à l'aide de détecteurs très sensibles. C'est alors que débutera une ère d'astronomie des ondes gravitationnelles, qui nous permettra de sonder en profondeur des systèmes impossibles à étudier avec les instruments actuels. Cela promet de révolutionner nos connaissances dans les domaines de l'astrophysique, de la gravité et même de la cosmologie, en confrontant nos prédictions théoriques et nos observations.

J'élabore de telles prédictions à l'aide de simulations complexes qui modélisent de manière fidèle les systèmes à étudier. À titre d'exemple, mes collaborateurs et moi-même avons récemment démontré que, lorsque deux trous noirs fusionnent, ils produisent de puissants jets de rayonnement électromagnétique. En observant et en comparant les signaux gravitationnels et électromagnétiques, nous aurons un portrait beaucoup plus complet qui nous donnera des indications sur la validité de la relativité générale et nous guidera sur la manière d'aller au-delà.

Les installations et les domaines de recherche de l'Institut Périphère constituent un milieu idéal pour interagir entre chercheurs et réfléchir au-delà des catégories habituelles. Cela m'encourage à m'aventurer en dehors de ma zone de confort, ce que j'aime énormément – l'atmosphère de l'Institut est très vivante et énergisante.

– Luis Lehner

*Le professeur associé Luis Lehner a été récemment élu membre de la Société américaine de physique et de l'Institut canadien de recherches avancées.*



## PHYSIQUE DES PARTICULES

*La physique des particules est le domaine de la science qui identifie les constituants de la nature et leurs interactions au niveau le plus fondamental. Elle met l'accent sur la comparaison des idées théoriques avec des expériences terrestres aussi bien que des observations astrophysiques. Elle recoupe donc nettement la théorie des cordes, la gravité quantique et la cosmologie. À l'heure actuelle, les spécialistes de la physique des particules de l'Institut Péricimètre cherchent à définir comment les observations cosmologiques et les expériences menées dans les accélérateurs terrestres et les laboratoires souterrains déterminent les possibilités théoriques de la physique au-delà du modèle standard.*

### POURQUOI L'ÉNERGIE SOMBRE DOMINE-T-ELLE NOTRE UNIVERS?

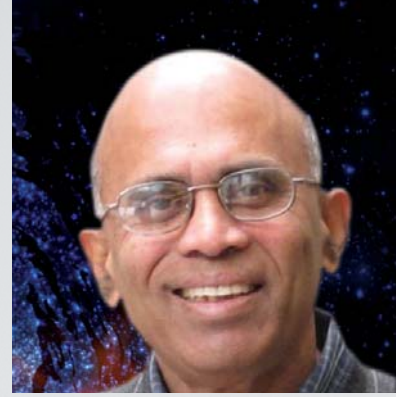
Nous avons des preuves indubitables que notre univers est en expansion de plus en plus rapide. Les scientifiques ne savent pas pourquoi. La théorie de la relativité générale ne peut expliquer ce phénomène que s'il y a dans l'univers quelque chose ayant des propriétés bizarres telles qu'une pression négative. C'est ce que l'on appelle l'« énergie sombre », à défaut d'un meilleur nom. Mais le modèle standard de la physique des particules ne peut expliquer l'existence de l'énergie sombre. Pourtant, il y a davantage d'énergie sombre que toute autre chose dans l'univers. Nous semblons entrer dans ce que les scientifiques appellent « une nouvelle époque de domination de l'énergie sombre ».

**Cliff Burgess**, professeur associé à l'Institut, et **Leo van Nierop**, l'un de ses étudiants, pourraient avoir résolu cette énigme, qui contrarie depuis longtemps à la fois les cosmologistes, qui observent l'expansion accélérée de l'univers, et les physiciens des particules, qui cherchent à l'expliquer.

Les deux chercheurs sont partis de notions tirées de la théorie des cordes qui prédisent deux choses : l'existence de plus de dimensions spatiales en plus des trois dimensions standard; l'existence de surfaces multidimensionnelles, appelées branes, dont les particules élémentaires pourraient être prisonnières. À partir de ces modèles, les deux chercheurs ont mis au point les premiers outils systématiques de calcul qui montrent comment des branes qui s'étendent dans un nombre quelconque de dimensions spatiales courbent leur voisinage. Ces nouveaux outils montrent comment une dimension supplémentaire peut se courber d'une manière qui ressemble à l'énergie sombre. Cela pourrait expliquer non seulement l'expansion actuelle accélérée de l'univers, mais aussi une autre période d'expansion accélérée qui, croit-on, serait survenue au commencement de l'univers – l'époque de l'inflation cosmique.

### LES PHYSICIENS DE L'INSTITUT PÉRICIMÈTRE PEUVENT-ILS RELIER LES MONDES DE LA THÉORIE ET DE L'EXPÉRIMENTATION?

La physique progresse grâce aux interactions entre la théorie et l'expérimentation – les idées des théoriciens suscitent de nouvelles expériences, et les données des expérimentateurs conduisent à de nouveaux modèles théoriques. Malgré cette relation symbiotique, peu de physiciens chevauchent les mondes de la théorie et de l'expérimentation. **Philip Schuster** et **Natalia Toro**,



## PROFIL : GANAPATHY BASKARAN

La physique m'a attiré lentement et sans que je m'en rende compte, alors que je n'avais ni objectif ni ambition.

En Inde, lorsque j'étais jeune, il était courant dans les familles pauvres d'arrêter les études à l'école intermédiaire. Cependant, mes parents accordaient de l'importance à l'éducation; mon père inondait la maison de livres.

Je me souviens d'avoir appris, au cours de mes études de premier cycle en physique, la méthode d'Ole Rømer pour mesurer la vitesse de la lumière en observant les éclipses des lunes de Jupiter. La méthode de Rømer était ingénieuse et simple, et a donné la première valeur exacte d'une vitesse incroyablement grande. J'étais fasciné.

Pendant mes études supérieures à Madurai et à Bangalore, j'ai été attiré par la physique de la matière condensée. Maintenant, j'essaie d'élaborer une théorie de la matière à l'échelle des atomes et des molécules, qui obéissent aux lois étranges de la mécanique quantique. En particulier, j'étudie comment de nouvelles propriétés quantiques émergent dans des matériaux en interaction forte. J'examine des résultats expérimentaux, je définis des modèles mathématiques, je suggère des solutions, et je me fonde souvent sur l'intuition et des suppositions éclairées pour faire des prédictions.

Je suis obsédé par l'idée d'un matériau qui soit supraconducteur à la température ambiante. Un tel matériau entraînerait pour notre monde technologique une révolution comparable à celle de l'invention du transistor. À ce niveau de la science, l'exploration du monde quantique est une leçon d'humilité, peu importe les succès momentanés. J'ai le sentiment que la compréhension des secrets scientifiques de cet univers se traduira par un monde meilleur, non seulement sur le plan matériel, mais aussi d'un point de vue que l'on pourrait qualifier de spirituel.

À l'Institut Périètre, la pensée humaine, encadrée par des expériences, la nature, la logique, l'esthétique et la beauté circulent librement. Je suis heureux et enthousiasmé d'avoir une résidence scientifique à Waterloo.

– Ganapathy Baskaran

*Ganapathy Baskaran, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, est professeur émérite à l'Institut de mathématiques de Chennai, en Inde, où il a fondé le Centre de sciences quantiques. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont le prix S. S.-Bhatnagar et le prix Alfred-Kasler de l'ICTP.*

professeurs à l'Institut, font partie des rares exceptions.

M. Schuster et Mme Toro ont fait preuve d'initiative en proposant l'expérience APEX (*A-Prime Experiment*), qui se tient au Laboratoire Jefferson, en Virginie, et en aidant à obtenir le financement nécessaire à cette expérience. Ils sont co-porte-parole de l'expérience APEX, qui vise à découvrir de nouvelles forces très faibles. L'existence de telles « forces sombres » est prédite par certaines théories de la matière sombre proposées par **Maxim Pospelov**, professeur associé à l'Institut, **Nima Arkani-Hamed**, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, et d'autres scientifiques. Ces théories tentent d'expliquer l'énigme de la quantité excessive d'antiparticules qui bombardent la Terre en provenance de l'espace.

Philip Schuster et Natalia Toro travaillent également en étroite collaboration avec des expérimentateurs, contribuant à l'élaboration de nouveaux outils théoriques visant à interpréter les résultats obtenus grâce au grand collisionneur hadronique du Centre européen de recherche nucléaire (CERN). En particulier, les « modèles simplifiés » qu'ils proposent fournissent un cadre permettant de tirer des implications théoriques de ces résultats d'une manière qui soit davantage indépendante des modèles. Ce cadre est maintenant adopté par des collaborateurs à d'importantes expériences menées à l'aide du grand collisionneur hadronique, dont les expériences ATLAS et CMS.

---

*« Les lois de la nature s'avèrent miraculeuses, beaucoup plus belles que tout ce que l'on pourrait espérer, symétriques, économiques. Elles auraient pu aussi, à l'opposé, ressembler à la réglementation fiscale. » [traduction]*

– Latham Boyle, professeur à l'Institut

---

#### Références :

BURGESS, C. P., et L. VAN NIEROP. « Large dimensions and small curvatures from supersymmetric brane back-reaction », *Journal of High Energy Physics*, vol. 2001, no 4, p. 78, arXiv:1101.0152.

ESSIG, R., P. SCHUSTER, N. TORO et B. WOJTSEKHOWSKI. « An Electron Fixed Target Experiment to search for a new vector boson  $A'$  decaying to  $e+e^-$  », *Journal of High Energy Physics*, vol. 2011, no 2, arXiv:1001.2557.

Auteurs multiples. « Search for a new gauge boson in the  $A'$  Experiment (APEX) », arXiv:1108.2750.



## FONDEMENTS QUANTIQUES

*Les fondements quantiques sont les bases conceptuelles et mathématiques de la physique quantique. Les recherches dans ce domaine portent sur la manière d'interpréter la physique quantique, les principes profonds qui la sous-tendent et la manière dont elle pourrait être modifiée. Ces travaux comprennent la recherche et l'analyse de nouveaux effets quantiques qui illustrent les propriétés particulières de la physique quantique. La recherche sur les fondements quantiques a des points de contact naturels avec l'information et la gravité quantiques.*

### EST-IL NÉCESSAIRE QUE LA PHYSIQUE QUANTIQUE SOIT SI COMPLIQUÉE?

Au tournant du XVII<sup>e</sup> siècle, les physiciens faisaient face à un phénomène qui semblait étrange, contraire à l'intuition et à la science établie. L'astronome allemand Johannes Kepler avait observé que l'orbite des planètes était elliptique plutôt que circulaire. De plus, leur vitesse variait d'une manière qui défiait les lois de la nature telles qu'on les comprenait à l'époque. Kepler a alors défini à propos du mouvement des planètes de nouvelles lois révolutionnaires qui semblaient déraisonnables, mais qui expliquaient avec précision d'importants aspects du fonctionnement de l'univers.

Il a fallu attendre plusieurs décennies avant qu'Isaac Newton précise et étende les lois de Kepler pour définir une loi universelle de la gravitation. Newton a permis de mieux comprendre pourquoi les planètes ont une telle trajectoire.

Au XX<sup>e</sup> siècle, Albert Einstein a modifié à nouveau les règles du jeu, mettant la gravité dans le contexte d'un continuum espace-temps courbe. Il a captivé et bouleversé le monde scientifique et la société en général, mais ses idées ont finalement été confirmées par l'expérience.

Avec le temps, les idées autrefois obscures et révolutionnaires de Newton, de Kepler, et même d'Einstein, sont devenues le lot de la physique ordinaire enseignée à l'école secondaire. Aujourd'hui, la physique quantique ressemble à la théorie des mouvements planétaires il y a quatre siècles – difficile à comprendre, contraire à l'intuition, mais en même temps la meilleure théorie connue pouvant prédire le comportement des atomes, des électrons et d'une foule d'autres particules. Elle a aidé les scientifiques à mettre au point le transistor et le laser. Mais les axiomes de la physique quantique sont mathématiques, abstraits et très difficiles à concilier avec l'expérience quotidienne.

D'où viennent ces axiomes? Pourquoi la physique quantique se présente-t-elle ainsi? Comment pourrait-elle passer de lois complexes et changeantes à quelque chose d'universel – et de plus compréhensible?

Depuis quelques années, des scientifiques de l'Institut Péricimètre essaient de définir des principes naturels qui sous-tendent les mathématiques de la physique quantique. Le postdoctorant **Markus Mueller** (et son collaborateur Lluís Masanes), le boursier postdoctoral principal **Giulio Chiribella** (en collaboration avec Mauro D'Ariano et Paulo Perinotti) et le professeur **Lucien Hardy** ont chacun élaboré leur schéma de définition de tels principes.

Ces travaux contribuent à fournir de meilleurs outils de discussion et de réflexion dans le domaine de la physique quantique. Par exemple, les équations quantiques sont fondées sur des nombres



complexes – des nombres qui ont une composante réelle et une composante imaginaire. Même si les nombres complexes peuvent sembler inutilement compliqués, leur utilisation reflète en réalité un postulat profond, admirable et très simple de la physique quantique : l'état d'un système composé de deux parties peut être déterminé en mesurant séparément chacune de ces parties. Ce postulat est commun aux ensembles de principes naturels des trois chercheurs de l'Institut.

En plus de rendre la physique quantique plus accessible, la création d'un langage commun et direct contribue aux progrès du domaine vers ses principaux objectifs tels que la création d'une théorie de la gravité quantique.

## EN PHYSIQUE QUANTIQUE, LA RÉALITÉ COMPTE-ELLE AUTANT QUE LA CROYANCE?

Le calcul de probabilités est au cœur de la physique quantique.

Dans le monde classique, les gens vivent constamment avec des probabilités : les jeux de hasard, les prévisions météorologiques, le marché boursier et bien d'autres aspects de la vie quotidienne font intervenir des calculs de probabilités. Cependant, en général, la physique classique permet d'obtenir un résultat concret – en tirant à pile ou face, en regardant par la fenêtre ou en consultant un rapport financier – et les probabilités deviennent des certitudes.

De telles confirmations par l'observation conduisent à une hypothèse raisonnable selon laquelle les probabilités nous disent quelque chose à propos de la réalité – même si la probabilité de précipitations est de 60 pour cent et que le soleil brille, nous avons tendance à croire que la prévision est liée à une combinaison vérifiable d'humidité, de couverture nuageuse, de courants aériens et de température dans la région.

Cependant, d'autres interprétations des statistiques peuvent être très utiles, en particulier dans le monde de la physique quantique. Par exemple, dans l'approche bayésienne, les probabilités ne sont pas interprétées comme des assertions à propos de la réalité, mais elles reflètent des connaissances incomplètes et des « degrés de croyance ». À titre d'exemple, une probabilité de précipitations ne dit presque jamais s'il pleut effectivement ou non, mais elle peut influencer sur la décision d'apporter ou non un parapluie.

Le professeur **Robert Spekkens** et son collaborateur Matthew Leifer ont fait d'importants progrès en appliquant l'approche bayésienne à la physique quantique, où des circonstances sont souvent exprimées exclusivement par des probabilités. Leur analogue d'une prévision météorologique est un *état quantique conditionnel* dont les propriétés spécifiques ne peuvent s'exprimer qu'en fonction de probabilités et non de la réalité. En traitant les équations qui décrivent ces états comme une forme de connaissance incomplète, ils espèrent simplifier la conceptualisation et l'étude des structures causales qui sous-tendent les systèmes quantiques.

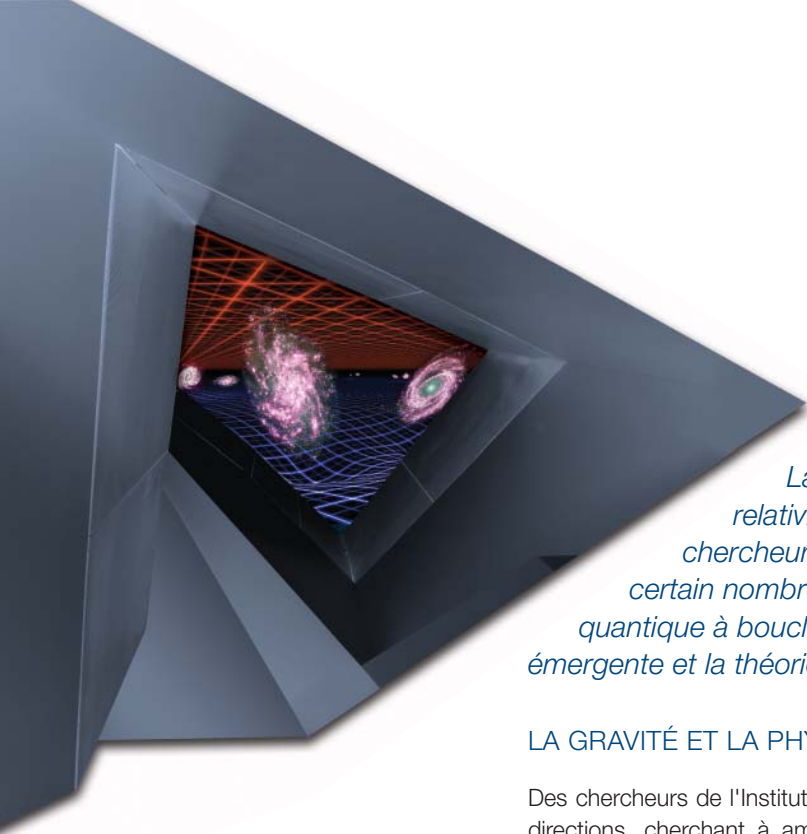
Références :

HARDY, L. « Reformulating and reconstructing quantum theory », arXiv:1104.206.

MASANES, L., et M. P. MUELLER. « A derivation of quantum theory from physical requirements » New Journal of Physics, vol. 13, 2011, 063001, arXiv:1004.1483. Remarque : Cet article a été cité le 7 juillet 2011 dans Nature Physics comme un temps fort de la recherche.

CHIRIBELLA, G., G. M. D'ARIANO et P. PERINOTTI. « Informational derivation of Quantum Theory », Physical Review A, vol. 84, 2011, 012311, arXiv:1011.6451. Remarque : Cet article a été souligné par la Société américaine de physique par un éditorial de C. Brukner intitulé « Questioning the rules of the game », Physics, vol. 4, no 55, 2011.

LEIFER, M. S., et R. W. SPEKKENS, « Formulating Quantum Theory as a Causally Neutral Theory of Bayesian Inference », arXiv:1107.5849.



## GRAVITÉ QUANTIQUE

*La théorie de la gravité quantique cherche à unifier la relativité générale d'Einstein et la physique quantique. Des chercheurs de l'Institut Péricimètre travaillent activement sur un certain nombre d'approches de ce problème, dont la gravitation quantique à boucles, les modèles de mousse de spin, la gravité émergente et la théorie des ensembles causaux.*

### LA GRAVITÉ ET LA PHYSIQUE QUANTIQUE PEUVENT-ELLES COEXISTER?

Des chercheurs de l'Institut Péricimètre ont fait depuis un an d'importants progrès dans plusieurs directions, cherchant à amener notre compréhension de l'espace et du temps au-delà des théories de la relativité restreinte et de la relativité générale d'Albert Einstein. Ils ont aussi créé de nouveaux modèles qui aboutissent à l'hypothèse selon laquelle l'espace et le temps ont une structure atomique.

De nombreux chercheurs de l'Institut s'intéressent particulièrement à des approches de la gravité quantique dites « indépendantes du fond » ou indépendantes d'une métrique de fond. L'indépendance du fond englobe l'un des principes fondamentaux de la relativité générale d'Einstein : l'espace et le temps sont relationnels. Ils ne possèdent pas de structure fixe absolue servant de fond statique pour faire de la physique. Au lieu de cela, l'espace et le temps existent dans un réseau dynamique de relations évolutives.

Les théoriciens de l'Institut exploitent une multitude d'approches afin de tirer le meilleur modèle d'un phénomène donné. Mais plusieurs approches indépendantes du fond convergent vers une hypothèse commune mais surprenante : l'espace et le temps doivent avoir une structure atomique.

Selon cette hypothèse, à une échelle minuscule – de 20 ordres de grandeur plus petite que le noyau atomique de la matière – la continuité de l'espace se rompt en unités discrètes. Ce phénomène est analogue à la manière dont l'eau semble s'écouler de façon continue même si elle est en réalité constituée d'un nombre énorme de molécules individuelles. Cette hypothèse a mené les chercheurs de l'Institut à formuler certaines des questions les plus séduisantes et les plus importantes de la physique théorique d'aujourd'hui :

1. Que sont les atomes de l'espace et du temps? À quelles lois obéissent-ils?
2. Comment la continuité apparente de l'espace et du temps émerge-t-elle de leur structure atomique?
3. Comment les lois connues de la physique émergent-elles comme approximations des lois fondamentales qui régissent les atomes de l'espace-temps?
4. Existe-t-il des observations et des expériences qui permettraient de confirmer et d'étudier la structure atomique de l'espace et du temps?

La réponse à cette dernière question est un oui catégorique. Même si l'échelle de la structure atomique de l'espace et du temps peut sembler inconcevablement petite, on peut espérer observer des atomes d'espace-temps – ou du moins leurs effets.

La physique n'est pas dénuée d'ironie : plus les phénomènes à observer sont petits, plus il faut des outils de grande taille. Pour rechercher des signes probants de la structure atomique de l'espace-temps, il faut utiliser l'instrument d'observation le plus grand qui soit : l'univers lui-même. Lorsque la lumière et les rayons cosmiques traversent l'univers pendant des centaines de millions ou même des milliards d'années, les effets minuscules de la structure atomique de l'espace-temps sont amplifiés au point où il devient possible de les observer. Même si cela n'a pas encore été réalisé,

on peut espérer que les moyens techniques actuels et à venir auront la sensibilité voulue pour permettre de telles observations dans un avenir rapproché.

## D'AUTRES DISCIPLINES PEUVENT-ELLES CONTRIBUER À RÉSOUDRE LES MYSTÈRES DE LA GRAVITÉ QUANTIQUE?

Des chercheurs de l'Institut Périclète ont par ailleurs trouvé de nouvelles manières d'aborder les questions de la gravité quantique en adoptant et en adaptant des méthodes d'autres domaines, dont la physique de la matière condensée et l'informatique quantique. C'est ainsi qu'ils ont élaboré une approche dite de la « graphité quantique » (qui sonne comme *gravité* tout en venant du mot *graphe*), qui propose de nouveaux outils pour comprendre comment les lois physiques et des phénomènes comme la gravité résultent de la géométrie de l'espace-temps.

L'an dernier, les professeurs **Laurent Freidel** et **Lee Smolin** ont défini un principe totalement nouveau de la physique, appelé *principe de localité relative*. Cette innovation a résulté d'une collaboration avec les chercheurs invités Giovanni Amelino-Camelia et Jerzy Kowalski-Glikman.

Le principe de localité relative approfondit le principe de relativité d'Einstein en postulant que chaque observateur construit une version de l'espace-temps qui lui est propre et qui dépend de son point d'observation. Selon ce principe, on peut également construire des univers différents à partir d'observations qui font appel à de la lumière de différentes longueurs d'onde. Dans des travaux connexes, MM. Freidel et Smolin ont en outre montré comment tester cette nouvelle hypothèse de manière expérimentale à l'aide d'observations de bouffées de rayons gamma.

## ET SI LA TAILLE DES OBJETS N'AVAIT PAS VRAIMENT D'IMPORTANCE?

Un autre développement remarquable en physique a été la découverte d'une nouvelle formulation de la théorie de la relativité générale d'Einstein appelée *dynamique des formes*. L'un des résultats fondamentaux de la relativité générale concerne le caractère relatif de la simultanéité : la notion de ce qui se passe « maintenant » à un endroit éloigné dépend de l'observateur. La dynamique des formes révèle qu'il y a en relativité générale une notion préférentielle du temps et de la simultanéité, déterminée par les mouvements de la matière partout dans l'univers. Lorsque l'on tient compte de cela, les équations de la relativité générale ont une nouvelle propriété, à savoir que la taille des objets n'a plus aucune signification – seules des formes sont mesurables. Ce résultat remarquable est issu de la collaboration de jeunes théoriciens : le doctorant **Sean Gryb** et le postdoctorant **Tim Koslowski**, ainsi que le doctorant invité **Henrique Gomes**.

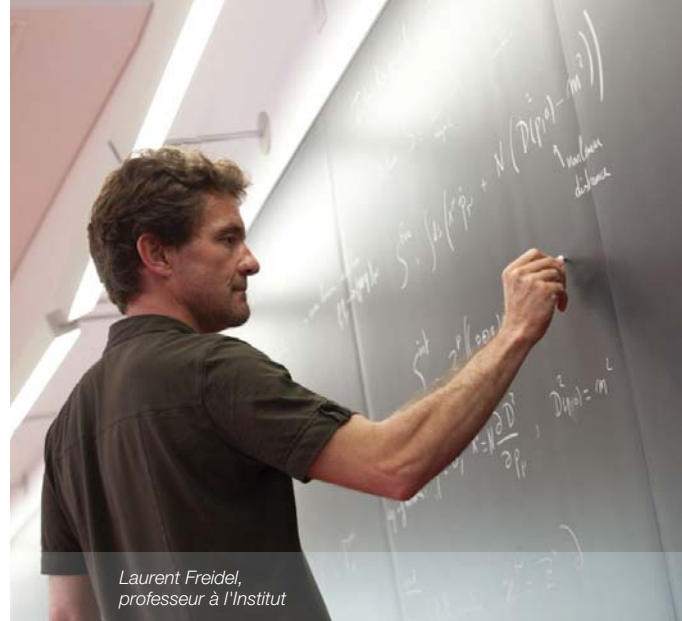
### Références :

AMELINO-CAMELIA, G., L. FREIDEL, J. KOWALSKI-GLIKMAN et L. SMOLIN. « The principle of relative locality », *Physical Review D*, vol. 84, 2011, 084010, arXiv:1101.0931.

FREIDEL, L., et L. SMOLIN. « Gamma ray burst delay times probe the geometry of momentum space », arXiv:1103.5626.

GOMES, H., S. GRYB et T. KOSLOWSKI. « Einstein gravity as a 3D conformally invariant theory », *Classical and Quantum Gravity*, vol. 28, 2011, 045005, arXiv:1010.2481.

GOMES, H., S. GRYB, T. KOSLOWSKI et F. MERCATI. « The gravity/CFT correspondence », arXiv:1105.0938.



Laurent Freidel,  
professeur à l'Institut

## PROFESSEURS

Latham Boyle

Freddy Cachazo

Laurent Freidel

Jaume Gomis

Daniel Gottesman

Lucien Hardy

Fotini Markopoulou

Robert Myers

Philip Schuster

Lee Smolin

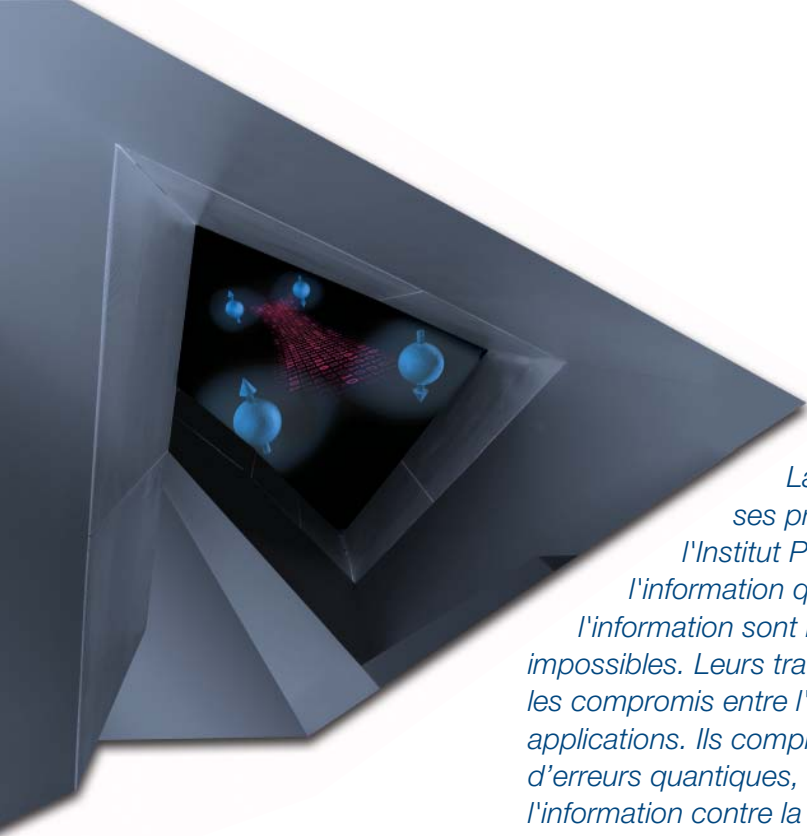
Robert Spekkens

Natalia Toro

Neil Turok

Guifre Vidal

Pedro Vieira



## INFORMATION QUANTIQUE

*La mécanique quantique redéfinit l'information et ses propriétés fondamentales. Des scientifiques de l'Institut Périmètre cherchent à comprendre les propriétés de l'information quantique et à savoir quelles tâches de traitement de l'information sont maintenant faisables, et lesquelles sont irréalisables ou impossibles. Leurs travaux englobent la cryptographie quantique, qui étudie les compromis entre l'extraction et les perturbations de l'information, et ses applications. Ils comprennent également des recherches sur la correction d'erreurs quantiques, afin de mettre au point des méthodes de protection de l'information contre la décohérence.*

### UN ORDINATEUR QUANTIQUE POURRAIT-IL EXISTER DANS LA NATURE?

Le postdoctorant **Akimasa Miyake** pourrait avoir trouvé un milieu naturel pour un ordinateur quantique modulable.

Les ordinateurs quantiques dépendent de particules intriquées pour le traitement de l'information. Il y a intrication lorsque des particules – subatomiques, atomiques ou moléculaires – interagissent physiquement d'une manière qui leur confère des propriétés quantiques communes. Cependant, les états intriqués ne sont pas tous identiques. Certains sont naturellement présents, alors que d'autres doivent être minutieusement créés. Certains fonctionnent pour le calcul quantique, d'autres non.

Le calcul quantique à base de mesures exige un système de particules intriquées qui soit dans un état dit de « ressource universelle ». Auparavant, les chercheurs croyaient que cet état ne pouvait être atteint que par des moyens artificiels laborieux et en exerçant un contrôle minutieux sur les particules d'un système quantique.

Akimasa Miyake a montré que des systèmes quantiques dans un état de ressource universelle peuvent exister de manière naturelle. Il étudiait un modèle quantique qui, auparavant, avait surtout intéressé les physiciens de la matière condensée et qui a certaines propriétés en commun avec des systèmes connus du monde réel. Il a trouvé que ce modèle théorique pourrait agir comme état de ressource universelle, suscitant l'espoir de trouver un matériau naturel possédant cette propriété.

### LE CALCUL QUANTIQUE PEUT-IL AIDER À CONSTRUIRE DE MEILLEURS TÉLESCOPES?

Un sous-produit surprenant du calcul quantique pourrait être la réalisation de meilleurs télescopes.

L'un des principaux domaines d'étude des chercheurs en informatique quantique est le déplacement des états quantiques et leur protection contre les erreurs. Une partie de la science des télescopes appelée *interférométrie* repose sur ces mêmes capacités. Un interféromètre est constitué d'un réseau de deux ou plusieurs télescopes qui recueillent tous le rayonnement électromagnétique provenant d'une même cible d'observation. Lorsque les observateurs combinent ces lectures, les écarts entre les divers emplacements créent des figures d'interférence qui peuvent être décodées pour donner une image à très grande résolution. La résolution augmente avec la distance entre les télescopes individuels. Comme les ondes radio sont abondantes, l'interférométrie dans cette partie du spectre électromagnétique peut effectivement

fonctionner conformément aux lois de la physique classique.

Par contre, dans le cas des longueurs d'onde optiques, les photons sont plus rares, ce qui confère de l'importance à la nature quantique de la lumière. Pour construire un interféromètre optique, il faut déplacer l'information photonique d'un endroit à un autre tout en préservant l'état quantique de chaque photon – exactement ce que font les chercheurs dans le domaine de l'information quantique. Cette information est généralement perdue lorsqu'elle voyage sur une grande distance, ce qui limite la résolution des interféromètres optiques actuels.

**Daniel Gottesman**, professeur à l'Institut, Thomas Jennewein, professeur à l'IQC, et la postdoctorante **Sarah Croke** ont proposé une manière d'utiliser des « répéteurs quantiques » pour étendre la distance sur laquelle il est possible de communiquer de l'information quantique. De tels répéteurs quantiques sont encore en cours de développement, mais un jour on pourra les intégrer dans la conception de télescopes dont la résolution angulaire sera bien meilleure que celle des télescopes actuels.

## UN ORDINATEUR QUANTIQUE PEUT-IL APPRENDRE DE SES ERREURS?

Une erreur entraîne une autre. Nulle part cette affirmation n'est plus vraie que dans le monde des ordinateurs. Et nulle part il n'est plus difficile de composer avec les erreurs que dans le monde de l'informatique quantique. Lorsqu'une information erronée fait son apparition dans un système quantique, il est presque impossible de la corriger.

Il y a deux manières de composer avec les erreurs de calcul quantiques. La première consiste à les empêcher de se produire, ce qui n'est réalisable que dans des circonstances bien précises. La seconde est d'imaginer un moyen de les corriger lorsqu'elles se produisent. Cette dernière option offre plus de souplesse, mais la correction d'erreurs à l'échelle quantique est si difficile qu'elle semble tenir de la magie.

Une approche de la réalisation d'ordinateurs quantiques tolérants aux erreurs consiste à faire appel à des états magiques, qui conservent séparément des étapes importantes du calcul. Un état magique est difficile à créer, mais une fois que cela est fait, on peut l'insérer facilement dans tout calcul en cours. Comme les états magiques sont autonomes, on peut les tester et rejeter ceux qui contiennent des erreurs. Le processus de distillation, qui consiste à créer et à comparer plusieurs exemplaires d'un état magique, permet de détecter et de supprimer les erreurs avant qu'elles n'affectent le calcul principal.

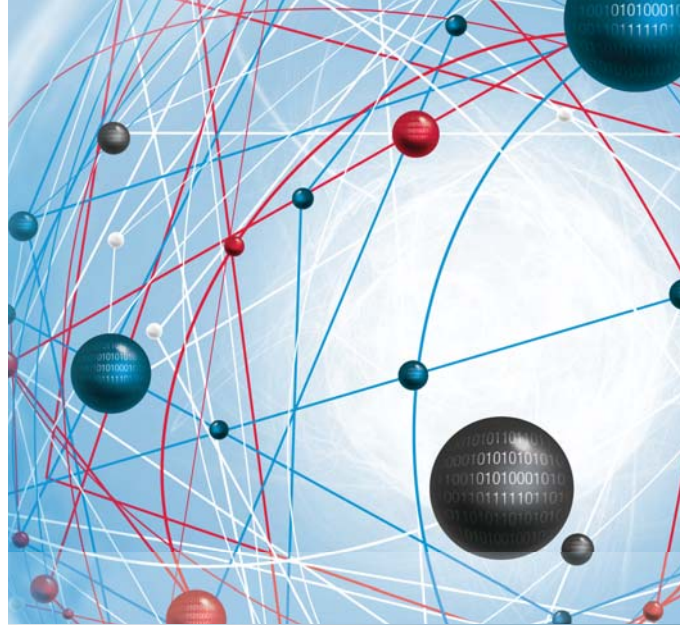
Cette année, une équipe d'étudiants et de postdoctorants travaillant avec le professeur associé **Raymond Laflamme** a réussi à effectuer une distillation d'état magique, ce qui constitue une étape importante vers la réalisation d'un ordinateur quantique tolérant aux erreurs.

Références :

MIYAKE, A. « Quantum computational capability of a 2D valence bond solid phase », *Annals of Physics*, vol. 326, 2011, p. 1656, arXiv:1009.3491.

GOTTESMAN, D., T. JENNEWAIN et S. CROKE. « Longer-Baseline Telescopes Using Quantum Repeaters », arXiv:1107.2939.

SOUZA, A. M., J. ZHANG, C. A. RYAN et R. LAFLAMME. « Experimental magic state distillation for fault-tolerant quantum computing », *Nature Communications*, vol. 2, 2011, article no 169, arXiv:1103.2178.



## PROFESSEURS ASSOCIÉS

(nommés conjointement avec d'autres établissements)

Niyesh Afshordi  
(Université de Waterloo)

Alex Buchel  
(Université Western Ontario)

Cliff Burgess  
(Université McMaster)

Richard Cleve  
(Université de Waterloo)

David Cory  
(Université de Waterloo)

Adrian Kent  
(Université de Cambridge)

Raymond Laflamme  
(Université de Waterloo)

Sung-Sik Lee  
(Université McMaster)

Luis Lehner  
(Université de Guelph)

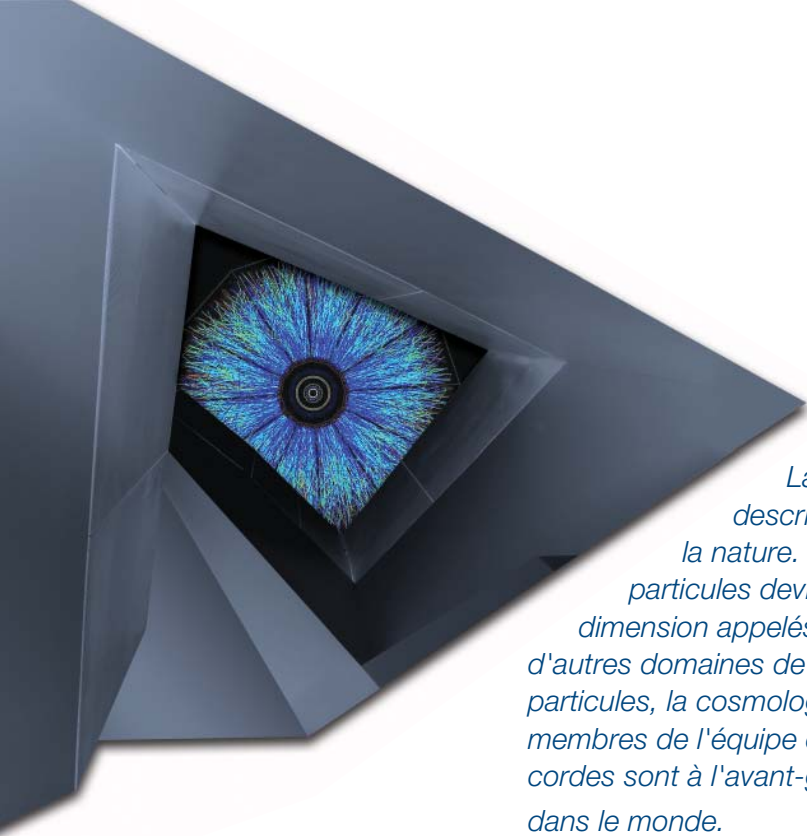
Michele Mosca  
(Université de Waterloo)

Ashwin Nayak  
(Université de Waterloo)

Maxim Pospelov  
(Université de Victoria)

Thomas Thiemann  
(Institut Max-Planck de physique gravitationnelle)

Itay Yavin  
(Université McMaster)



## THÉORIE DES CORDES

*La théorie des cordes cherche à produire une description unifiée de toutes les particules et forces de la nature. Elle repose sur l'idée que, de très près, toutes les particules devraient être considérées comme des objets à une dimension appelés cordes. La théorie des cordes est étroitement liée à d'autres domaines de recherche, dont la gravité quantique, la physique des particules, la cosmologie, ainsi que les mathématiques. Il est à noter que les membres de l'équipe de recherche de l'Institut Périclète sur la théorie des cordes sont à l'avant-garde des méthodes avancées de théorie des champs dans le monde.*

### DES ÉQUATIONS PLUS SIMPLES PEUVENT-ELLES PERMETTRE DE MIEUX COMPRENDRE LA PHYSIQUE DES PARTICULES?

Pour savoir ce qu'il y a à l'intérieur d'une pignata, on tape dessus avec un bâton. Un peu de la même manière, pour voir les composantes fondamentales de la matière, on utilise des accélérateurs de particules comme le grand collisionneur hadronique (LHC pour *large hadron collider*) pour faire entrer en collision des particules subatomiques à de très grandes vitesses. Dans le cas de la pignata, les chocs ne produisent aucun bonbon qui n'était pas déjà à l'intérieur. Par contre, les particules qui entrent en collision dans un accélérateur émettent ou absorbent de nouvelles particules dans un processus appelé *diffusion*.

Accélérateur de particules le plus puissant de la planète, le LHC attire des physiciens du monde entier. Plusieurs sont d'avis qu'il permettra des découvertes capitales sur les premiers moments de l'univers, la composition de la matière, et même sur l'origine de la matière.

Pour aborder de tels sujets, les théoriciens des particules doivent pouvoir calculer avec précision les observations prédites par les théories actuelles, les expérimentateurs comparant ces prédictions avec les données réelles des collisions à haute énergie de particules. Les *amplitudes de diffusion* sont des prédictions théoriques précises de la probabilité d'obtenir diverses particules lorsqu'un ensemble donné de particules entrent en collision.

Lorsque les résultats expérimentaux sont conformes aux prévisions de la théorie, c'est bien. Mais c'est encore mieux lorsque survient quelque chose d'inattendu – cela signifie que les scientifiques ont découvert du nouveau en physique.

Les méthodes traditionnelles de calcul des prévisions sont relativement directes dans le cas de processus simples faisant intervenir les collisions de quelques particules, mais elles sont désespérément complexes lorsqu'un fouillis de particules entrent en collision toutes en même temps. Et c'est précisément ce qui se passe au LHC. C'est pourquoi, depuis quelques années, les théoriciens s'efforcent de mettre au point diverses techniques visant à mieux comprendre comment calculer des amplitudes de diffusion et ce qu'elles nous apprennent en réalité.

Au cours de l'année écoulée, des scientifiques de l'Institut Périclète ont fait de grands progrès en la matière.

Depuis 2003, le professeur **Freddy Cachazo** est un chef de file dans ce domaine. Il a découvert des méthodes de calcul des amplitudes de diffusion beaucoup plus simples, qui ont été largement adoptées par les théoriciens et les expérimentateurs.

Récemment, M. Cachazo et ses collaborateurs ont découvert que les équations utilisées pour prédire les résultats de collisions complexes sont analogues à un problème mathématique beaucoup plus simple : le calcul du volume d'une catégorie d'objets géométriques appelés *polytopes*. Même si le calcul du volume des polytopes demeure complexe, il est beaucoup plus simple que les méthodes actuelles de modélisation des collisions de particules. La découverte de cette relation signifie que même des calculs très précis peuvent être grandement simplifiés.

Les principes qui sous-tendent ces travaux sont profonds et donnent de nouvelles indications sur la structure fondamentale de l'univers. Bien au-delà de leur utilité immédiate pour les expérimentateurs, ils constituent une approche entièrement nouvelle de la compréhension de propriétés physiques fondamentales. Freddy Cachazo travaille maintenant sur ces questions avec des collaborateurs, dont **Nima Arkani-Hamed**, de l'Institut d'études avancées de Princeton, titulaire d'une chaire de chercheur distingué.

Les réalisations de M. Cachazo dans ce domaine lui ont mérité la médaille Gribov 2009 de la Société européenne de physique et la médaille Rutherford 2011 de la Société royale du Canada.

Le postdoctorant principal **David Skinner** et ses collaborateurs ont adopté une autre méthode géométrique pour simplifier les calculs d'amplitudes de diffusion. Il y a plusieurs années, Luis Alday et Juan Maldacena avaient conjecturé l'existence d'une relation entre les amplitudes de diffusion dans les cas d'interactions fortes et des objets complexes appelés *boucles de Wilson*, mais cela restait à prouver. (Les boucles de Wilson représentent le flux des champs d'interaction forte dans diverses régions géométriques.) Peu après, la conjecture a été étendue à tous les types d'interaction, mais elle est demeurée non résolue. En utilisant des idées d'un domaine des mathématiques appelé *théorie des twisteurs*, David Skinner et ses collègues ont réussi à démontrer la conjecture avec précision.

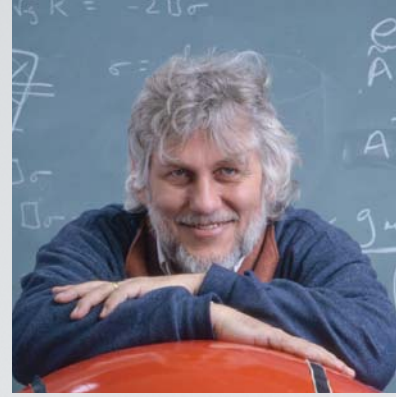
De même que l'on peut dénouer un gros enchevêtrement de fils en le décomposant en plusieurs nœuds plus petits, les équations de Skinner permettent de décomposer une collision complexe de nombreuses particules en collisions d'un moins grand nombre de particules, plus faciles à modéliser. Il s'agit d'une nouvelle technique cruciale ayant beaucoup d'implications sur les travaux d'autres chercheurs de l'Institut, par exemple ceux du professeur **Pedro Vieira**, et même bien au-delà.

Ces récentes découvertes auront probablement une énorme importance. Non seulement elles permettent aux physiciens de calculer des processus physiques complexes liés à des expériences réelles, mais elles leur donnent la capacité de résoudre des questions fondamentales sur la structure de l'espace-temps lui-même.

#### Références :

ARKANI-HAMED, N., J. L. BOURJAILY, F. CACHAZO, A. HODGES et J. TRNKA. « A Note on Polytopes for Scattering Amplitudes », arXiv:1012.6030.

BULLIMORE, M., et D. SKINNER. « Holomorphic Linking, Loop Equations and Scattering Amplitudes in Twistor Space », arXiv:1101.1329.



## PROFIL: WILLIAM UNRUH

En ces temps de crise économique, de nombreux gouvernements partout dans le monde perdent de vue l'importance de la recherche fondamentale suscitée par la simple curiosité. Ils sont beaucoup plus susceptibles de soutenir la recherche si elle promet de résoudre des problèmes immédiats. Ils ne reconnaissent pas que pour résoudre des questions à court terme, il faut souvent réfléchir à des problèmes à long terme.

Au contraire, l'Institut Périmètre constitue un refuge, un milieu stimulant où l'on peut faire de la recherche fondamentale à long terme. Par exemple, je fais des recherches sur la relation entre la gravité et la mécanique quantique, en posant des questions telles que : « Pourquoi des trous noirs s'évaporent-ils en émettant un rayonnement quantique? » Lorsque Stephen Hawking a découvert ce phénomène, cela était considéré comme très mystérieux, et l'on croyait que c'était propre aux trous noirs. En 1981, j'ai fait valoir que ce phénomène est loin d'être unique et que, en réalité, les trous noirs se comportent comme des vagues à l'embouchure d'un fleuve. Dans les deux cas, les vagues qui arrivent de l'extérieur sont amplifiées lorsqu'elles interagissent avec l'énergie qui provient de l'intérieur. Nous pouvons utiliser des équations semblables pour décrire les deux situations.

La découverte de telles analogies entre deux systèmes n'ayant en apparence aucun lien entre eux peut aider à expliquer les propriétés d'un système à partir des propriétés de l'autre. Non seulement les vagues dans un liquide qui coule nous aident à comprendre les trous noirs, mais les trous noirs nous aident aussi à comprendre le comportement des vagues dans l'océan.

L'Institut Périmètre est un îlot de bon sens qui résiste à la tentation de ne faire que de la recherche ayant un intérêt immédiat. Il donne aux chercheurs comme moi la liberté de résoudre des problèmes afin de connaître le fonctionnement du monde, que ce soit aux confins de l'espace ou pour comprendre notre environnement immédiat d'un point de vue totalement différent.

– William Unruh

*Titulaire d'une chaire de chercheur distingué de l'Institut, William Unruh est professeur de physique à l'Université de la Colombie-Britannique. Il est l'auteur de contributions fondamentales, dont la découverte de l'effet Unruh. Il a reçu de nombreux prix et distinctions, entre autres la médaille pour contributions exceptionnelles de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes ainsi que le prix Killam décerné par le Conseil des Arts du Canada.*



Shirley Witasalo, *Branch (détail)*, 1994, Collection de l'Institut Péricône

## PRIX, DISTINCTIONS ET SUBVENTIONS MAJEURES

De nombreux chercheurs de l'Institut Péricône ont reçu des marques de reconnaissance nationales et internationales pour leur travail en 2010-2011. On notera en particulier les suivantes.

- En novembre 2010, Yakir Aharonov, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, a reçu des mains du Président Barack Obama la Médaille nationale de la science, la plus haute distinction accordée à un scientifique par le gouvernement des États-Unis.
- Sandu Popescu, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, a remporté le prix John-Stewart-Bell pour son immense contribution au domaine de la physique quantique.
- Leo Kadanoff, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, a reçu la médaille Isaac-Newton de l'Institut de physique « pour l'invention d'outils conceptuels qui révèlent les implications profondes de l'invariance d'échelle sur le comportement des transitions de phase et des systèmes dynamiques ».
- Le professeur Freddy Cachazo a reçu la médaille commémorative Rutherford 2011 de physique de la Société royale du Canada, qui récompense des recherches exceptionnelles effectuées par de jeunes scientifiques dans tout domaine de la physique.
- Le professeur Lee Smolin et le professeur associé Richard Cleve ont été élus membres de la Société royale du Canada.
- Le professeur associé Niayesh Afshordi a reçu la médaille d'or Professeur-M.-K.-Vainu-Bappu de la Société d'astronomie de l'Inde (ASI) pour ses contributions à la compréhension de l'univers sombre.
- Le professeur associé Luis Lehner a été élu membre de la Société américaine de physique pour ses « importantes contributions à la relativité numérique, plus particulièrement dans les domaines de la simulation de trous noirs, de la magnétohydrodynamique en relativité générale et du développement d'algorithmes ».
- Le professeur associé Luis Lehner a été nommé membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).
- Le directeur Neil Turok et le professeur Lee Smolin ont reçu une subvention de 2 millions de dollars de la Fondation John-Templeton pour créer le programme *Nouvelles Frontières Templeton* de l'Institut Péricône.
- Le professeur associé Luis Lehner a obtenu du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) un supplément d'accélération à la découverte (SAD) d'une valeur de 120 000 \$ (pour les années 2011 à 2014), en plus d'une subvention de base de 280 000 \$ sur cinq ans (pour les années 2011 à 2016).
- Le professeur associé Cliff Burgess a obtenu du CRSNG une subvention à la découverte, d'une valeur de 375 000 \$ (pour les années 2010 à 2015), dans la tranche supérieure des subventions accordées à des théoriciens de la physique subatomique.



- Le professeur associé Maxim Pospelov a obtenu du CRSNG une subvention à la découverte, d'une valeur de 395 000 \$ (pour les années 2006 à 2011), dans la tranche supérieure des subventions accordées à des théoriciens de la physique subatomique.
- Le professeur associé Niayesh Afshordi a reçu une bourse de nouveau chercheur de 150 000 \$ attribuée par le ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.
- Le directeur Neil Turok a été nommé au sein du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI), l'organe consultatif du gouvernement du Canada en matière de sciences, de technologie et d'innovation.
- Le professeur associé Cliff Burgess a été invité par le CRSNG à faire partie du comité chargé de rédiger le plan quinquennal du Canada en matière de physique subatomique (pour les années 2012 à 2017).
- La postdoctorante Adrienne Erickcek a été nommée boursière junior de l'ICRA.
- Le professeur associé Adrian Kent a obtenu une bourse de recherche de la Fondation Leverhulme pour son projet sur la caractérisation mathématique de la réalité quantique.
- Le professeur associé Maxim Pospelov a obtenu une bourse Gordon-Godfrey de chercheur invité de l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, à Sydney, en Australie.
- Le professeur associé Michele Mosca a été nommé par le *Globe and Mail* l'un des 40 meilleurs leaders de moins de 40 ans au Canada.
- Le professeur Lee Smolin a obtenu de l'Institut de recherche sur les questions fondamentales (FQXi) une subvention pour son projet de recherche sur les conséquences physiques et cosmologiques des hypothèses sur la réalité du temps.
- Les professeurs Lee Smolin et Laurent Freidel, ainsi que leurs collègues, ont remporté le deuxième prix 2011 du concours de dissertation de la Fondation de la recherche sur la gravité, pour leur texte intitulé *Relative Locality: A Deepening of the Relativity Principle*.
- Le chercheur principal Christopher Fuchs a été choisi conférencier Clifford 2011 à l'Université Tulane.
- Le postdoctorant Matthew Johnson a été l'un des récipiendaires d'une subvention de 112 331 \$ US du FQXi pour son projet de recherche sur la détection de signatures de l'expansion éternelle à l'aide des données de la sonde WMAP et du satellite Planck.
- Le postdoctorant Giulio Chiribella a été choisi comme l'un des auteurs vedettes de la Société américaine de physique pour son article intitulé *Informational Derivation of Quantum Theory*

## YAKIR AHARONOV, CHAIRE DE CHERCHEUR DISTINGUÉ, REÇOIT LA MÉDAILLE NATIONALE DE LA SCIENCE

En novembre 2010, le président Barack Obama a remis la Médaille nationale de la science à Yakir Aharonov. Il s'agit de la plus haute distinction accordée à un scientifique par le gouvernement des États-Unis.

Le professeur Aharonov est surtout connu pour la découverte de l'effet Aharonov-Bohm, phénomène quantique qui a entraîné un progrès fondamental de la physique moderne en montrant que le langage le plus approprié pour décrire le monde quantique est celui des potentiels, et non celui des forces. Les implications de l'effet Aharonov-Bohm font encore l'objet de recherches plus de 50 ans après sa découverte.



Ryan K. Morris et Fondation nationale des médailles en science et technologie



De gauche à droite : Neil Turok, directeur de l'Institut, le professeur Xiao-Gang Wen, William Downe, président-directeur général du Groupe financier BMO, et Mike Lazaridis, président du conseil d'administration de l'Institut

## RECRUTEMENT

### EN 2010-2011...

*Philip Schuster, Natalia Toro et Guifre Vidal sont devenus professeurs à plein temps à l'Institut Périmètre;*

*Sung-Sik Lee et Itay Yavin sont devenus professeurs associés à l'Institut, dans le cadre de nominations conjointes avec l'Université McMaster;*

**8** nouveaux titulaires de chaire de chercheur distingué ont été nommés;

**11** nouveaux postdoctorants ont été recrutés

### LA CHAIRE GROUPE FINANCIER BMO ISAAC-NEWTON DE PHYSIQUE THÉORIQUE

**Xiao-Gang Wen**, l'un des plus grands théoriciens au monde dans le domaine de la matière condensée, a été recruté à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) pour devenir le premier titulaire de la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique à l'Institut Périmètre.

En 2010, un don remarquable de 4 millions de dollars du Groupe financier BMO a permis la création de la première d'un groupe de cinq chaires de recherche de l'Institut Périmètre, mises sur pied pour attirer des chercheurs exceptionnels de toutes les régions du monde. Ces chaires porteront les noms de scientifiques légendaires dont les découvertes ont contribué à façonner la physique moderne : Newton, Bohr, Dirac, Einstein et Maxwell.

Xiao-Gang Wen est un chef de file mondial de la recherche de nouvelles formes de matière. En 1989, il a introduit la notion d'ordre topologique, qui a permis aux physiciens de décrire une nouvelle catégorie de matière – la matière topologique – qui possède des propriétés d'intrication quantique à des échelles macroscopiques. Cette percée a ouvert d'importantes nouvelles avenues de recherche, et la matière topologique est maintenant l'un des domaines de recherche les plus actifs en physique de la matière condensée. M. Wen lui-même a réalisé d'importantes découvertes dans le domaine qu'il avait créé, notamment celle des « isolants topologiques », dont l'avenir dans les ordinateurs quantiques semble très prometteur. Les recherches de Xiao-Gang Wen ont des conséquences qui vont bien au-delà de son propre domaine de recherche, contribuant aux progrès en sciences de l'information quantique, en physique des hautes énergies, en mathématiques, et même dans l'élaboration de nouveaux modèles de l'univers. La chaire BMO Isaac-Newton, dont M. Wen sera titulaire, est la première chaire au monde nommée en l'honneur de Newton.

*« Ma recherche est par nature interdisciplinaire, ce qui m'aide à trouver des sujets entièrement nouveaux – des parties de la physique que personne n'a explorées jusqu'à maintenant. Cela correspond très bien à la philosophie et au modèle de recherche de l'Institut Périmètre. » [traduction]*

– Xiao-Gang Wen



## PROFESSEURS

L'Institut Péricône a accueilli plusieurs nouveaux professeurs en 2010-2011.

Les physiciens des particules **Natalia Toro** et **Philip Schuster** sont tous deux devenus professeurs adjoints à l'Institut en septembre 2010. Mme Toro est une experte de l'étude des forces sombres d'interaction très faible avec la matière ordinaire. Elle a joué un rôle important dans l'élaboration de modèles simplifiés et l'intégration de nouvelles techniques dans des expériences menées au grand collisionneur hadronique (LHC) du CERN. M. Schuster se spécialise dans la théorie des particules, en particulier la physique au-delà du modèle standard. Il a aussi des liens étroits avec la physique expérimentale, notamment au LHC. Mme Toro et M. Schuster sont co-porte-parole de l'expérience APEX, menée au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson en Virginie, pour la recherche de forces sombres d'interaction très faible.

**Guifre Vidal** est devenu professeur titulaire à l'Institut en mai 2011, en provenance de l'Université du Queensland à Brisbane, où il était membre de la Fédération australienne des conseils de recherche ainsi que professeur de mathématiques et de physique. M. Vidal travaille à la jonction entre la théorie de l'information quantique et la physique de la matière condensée. Il a reçu entre autres distinctions une bourse Marie-Curie de l'Union européenne et une bourse de la Fondation Sherman-Fairchild.

**Davide Gaiotto** est largement considéré comme l'un des jeunes théoriciens les plus talentueux au monde dans le domaine vital des systèmes fortement corrélés. Travaillant à la jonction de la théorie quantique des champs et de la théorie des cordes, il a réalisé plusieurs découvertes importantes, pour lesquelles il a obtenu la médaille Gribov 2011 de la Société européenne de physique. Il se joindra à l'Institut Péricône au printemps 2012, en provenance de l'Institut d'études avancées de Princeton.

**Bianca Dittrich** se joindra au corps professoral de l'Institut en 2012, en provenance de l'Institut Albert-Einstein de Potsdam. Jeune chercheuse de pointe en gravité quantique, elle a récemment mis au point un cadre de calcul de grandeurs observables invariantes de jauge en relativité générale canonique. En 2007, elle a reçu la médaille Otto-Hahn, remise par la Société Max-Planck à de jeunes scientifiques d'exception.

## LE PROGRAMME NOUVELLES FRONTIÈRES TEMPLETON DE L'INSTITUT PÉRICÔNE

La Fondation John-Templeton a récemment accordé 2 millions de dollars à l'Institut pour la mise sur pied du programme *Nouvelles frontières Templeton* de l'Institut Péricône. Ce programme vise à catalyser des recherches innovatrices dans trois domaines au cœur de l'activité de l'Institut : les fondements et l'information quantiques, la cosmologie fondamentale, ainsi que l'émergence de l'espace-temps. Cette subvention permettra de soutenir plusieurs jeunes postdoctorants exceptionnels, en plus de projets de recherche, de conférences, d'exposés et de séjours de titulaires de chaire de chercheur distingué travaillant dans ces domaines.

## PROFESSEURS ASSOCIÉS

En plus d'embaucher des professeurs à plein temps, l'Institut collabore souvent avec des universités avoisinantes pour recruter conjointement des candidats dans le cadre de son programme de professeurs associés. Cela permet à l'Institut d'amener au Canada des scientifiques de premier ordre et d'en faire profiter plusieurs établissements. En 2010-2011, l'Institut a recruté trois professeurs associés, renforçant ainsi son potentiel de recherche dans des domaines clés.

L'astrophysicien **Avery Broderick** deviendra professeur associé à l'Institut en septembre 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo. Il a récemment participé à un projet international visant à produire et à interpréter des images témoignant de l'horizon de trous noirs supermassifs, étudiant leur dynamique et la nature de la gravité dans leur voisinage.

Le physicien des particules **Itay Yavin** met l'accent sur la recherche allant au-delà du modèle standard, en particulier la nature de la matière sombre et l'origine de la brisure de symétrie électrofaible. Il a été recruté par l'Institut en juillet 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster.

**Sung-Sik Lee** est devenu professeur associé à l'Institut en juillet 2011. C'est un théoricien de la matière condensée, dont les recherches portent principalement sur l'étude des systèmes quantiques à N corps et à interaction forte à l'aide de la théorie quantique des champs, de même que sur les points de rencontre entre la matière condensée et la physique des hautes énergies.

---

*« Je suis très heureux de me joindre à un milieu de recherche aussi innovateur et dynamique. L'Institut Périmètre reconnaît l'importance des idées qui traversent les frontières conventionnelles entre disciplines, ce qui est le cas d'une grande partie de mes recherches. De plus, l'Institut est en train de rassembler rapidement dans le domaine de la matière condensée un groupe de chercheurs de premier plan avec qui je suis enthousiasmé de travailler. » [traduction]*

*– Sung-Sik Lee, professeur associé*

---

## CHAIRES DE CHERCHEUR DISTINGUÉ

En physique quantique, une particule peut être à deux endroits au même moment. Le programme de chaires de chercheur distingué de l'Institut Périmètre offre à des scientifiques de premier plan une possibilité analogue. Tout en conservant leur poste permanent au sein de leur établissement d'appartenance, les titulaires de chaire de chercheur distingué font chaque année des séjours prolongés à l'Institut, participant à tous les aspects de son fonctionnement : recherche, collaboration avec des collègues, organisation de conférences, enseignement dans le cadre du programme PSI, contribution aux programmes de diffusion des connaissances.



James  
Bardeen

Ganapathy  
Baskaran

S. James  
Gates

Frans  
Pretorius

Eva  
Silverstein

Paul  
Steinhardt

Gerard  
't Hooft

Senthil  
Todadri

Les titulaires de chaire de chercheur distingué de l'Institut comprennent des sommités comme **Stephen Hawking**, **Nima Arkani-Hamed**, **Leonard Susskind**, **Mark Wise** et **Ignacio Cirac**, qui couvrent l'ensemble du spectre de la physique théorique. Leur présence suscite de nouvelles idées et collaborations, et enrichit grandement l'équipe de chercheurs de l'Institut. Cette année, 8 nouveaux titulaires de chaire de chercheur distingué ont été nommés, portant leur nombre total à 27.



## POSTDOCTORANTS

Bon nombre des grandes découvertes en physique ont été faites par des scientifiques étonnamment jeunes. C'est dans cet esprit que l'Institut offre à ses postdoctorants des occasions exceptionnelles d'exploiter au maximum leur potentiel de recherche dans un stage charnière pour leur carrière. Ces postdoctorants distillent énergie et vivacité dans le milieu de recherche de l'Institut, avec des perspectives constamment nouvelles.

L'Institut Périclète compte le plus grand nombre de postdoctorants indépendants au monde (43 en 2010-2011). Partenaires à part entière au sein de l'Institut, les postdoctorants poursuivent leur propre programme de recherche et sont encouragés à inviter des collaborateurs scientifiques, à voyager et à organiser des conférences.

Les 11 nouveaux postdoctorants de l'année écoulée ont été choisis parmi plus de 600 candidats et proviennent d'établissements prestigieux, dont Harvard, Caltech, Princeton, l'Université hébraïque de Jérusalem, l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH) et l'Institut Kavli de physique théorique (Santa Barbara). L'Institut Périclète a servi de tremplin à bien des carrières fructueuses. L'an dernier, des postdoctorants finissants ont obtenu d'excellents postes à l'Institut Albert-Einstein (Potsdam), au Laboratoire national de Los Alamos, à l'Institut indien des sciences (Bangalore) et à d'autres établissements d'envergure.

## TITULAIRES DE CHAIRE DE CHERCHEUR DISTINGUÉ

**Dorit Aharonov**, Université hébraïque, Jérusalem, Israël

**Yakir Aharonov**, Université Chapman, Orange, CA, et Université de Tel Aviv, Israël

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

**Neta Bahcall**, Université de Princeton, NJ

**James Bardeen**,\* Université de l'État de Washington

**Ganapathy Baskaran**,\* Institut de mathématiques de Chennai, Inde

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

**Gia Dvali**, Université de New York et CERN, Genève, Suisse

**S. James Gates**,\* Université du Maryland

**Stephen Hawking**, Université de Cambridge, Royaume-Uni

**Patrick Hayden**, Université McGill, Montréal, QC

**Christopher Isham**, Collège impérial de Londres, Royaume-Uni

**Leo Kadanoff**, Université de Chicago, IL

**Renate Loll**, Université d'Utrecht, Pays-Bas

**Malcolm Perry**, Université de Cambridge, Royaume-Uni

**Sandu Popescu**, Université de Bristol, Royaume-Uni

**Frans Pretorius**,\* Université de Princeton, NJ

**Subir Sachdev**, Université Harvard, Cambridge, MA

**Ashoke Sen**, Institut de recherche Harish-Chandra, Allahabad, Inde

**Eva Silverstein**,\* Université Stanford, Palo Alto, CA

**Paul Steinhardt**,\* Université de Princeton, NJ

**Leonard Susskind**, Université Stanford, Palo Alto, CA

**Gerard 't Hooft**,\* Université d'Utrecht, Pays-Bas

**Senthil Todadri**,\* Institut de technologie du Massachusetts

**William Unruh**, Université de la Colombie-Britannique

**Xiao-Gang Wen**, Institut de technologie du Massachusetts

**Mark Wise**, Institut de technologie de la Californie

\* Titulaires de chaire de chercheur distingué nommés en 2010-2011



Sir Roger Penrose et des étudiants du programme PSI en 2011

## FORMATION À LA RECHERCHE

### LE PROGRAMME PSI

### QUELQUES STATISTIQUES

- 31 étudiants dans le programme PSI de 2011
- 4 étudiants à la maîtrise
- 24 doctorants
- 7 cours

Le programme PSI (*Perimeter Scholars International*) est le programme de maîtrise de l'Institut. Ouvert à des diplômés universitaires de grand talent du monde entier, il a pour objectif de les amener à la fine pointe de la physique théorique en une année.

Ce programme a une structure innovatrice, avec des modules de cours de trois semaines donnés par des professeurs de l'Institut et d'autres conférenciers de renom du monde entier, couvrant une vaste étendue de connaissances et de points de vue. Non seulement les étudiants prennent connaissance du spectre complet de la physique théorique, mais ils acquièrent des compétences pratiques comme l'élaboration de modèles informatisés, l'indépendance d'esprit et la résolution de problèmes en collaboration. Dans la dernière partie du programme, les étudiants soutiennent un mémoire portant sur des recherches originales. Plusieurs de ces mémoires sont par la suite acceptés pour publication. Le programme PSI est offert en partenariat avec l'Université de Waterloo, qui remet un diplôme de maîtrise aux finissants.

« Le programme PSI m'a permis de m'instruire au contact de physiciens du monde entier. Il m'a aussi donné la liberté de me laisser guider et inspirer par mes intérêts, le tout dans une atmosphère de recherche incroyablement dense. » [traduction]

– Lauren Greenspan, programme PSI de 2011



PERIMETER SCHOLARS  
INTERNATIONAL

En 2010-2011, 31 étudiants de 15 pays ont complété le programme PSI. Il est à noter que 14 des diplômés de cette année sont des femmes, ce qui correspond à l'engagement de l'Institut en faveur de l'équilibre des sexes dans le domaine. Pas moins de 15 des diplômés de 2010-2011 font leur doctorat au Canada, dont 12 avec des professeurs et professeurs associés de l'Institut. D'autres poursuivent leurs études dans d'excellents programmes, entre autres à l'Université Columbia, à l'Université de l'État de New York à Stony Brook et à l'Université de la Californie à Santa Cruz.

Un don de la Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo, provenant du Fonds de la famille John A. Pollock, a contribué au soutien financier du programme PSI en 2010-2011.

## COURS

En plus du programme PSI, l'Institut Péricentre présente des cours sur des sujets de recherche actuels. Ces cours sont offerts aux chercheurs et étudiants de l'Institut ainsi que des universités environnantes. Au cours de l'année écoulée, des scientifiques résidents et invités de l'Institut ont donné sept cours qui ont enrichi et complété l'offre de cours des universités de la région. Mentionnons entre autres les cours *Spacetime, Quantum Mechanics and Scattering Amplitudes* (Espace-temps, mécanique quantique et amplitudes de diffusion), donné par Nima Arkani-Hamed, de l'Institut d'études avancées de Princeton (IAS) et titulaire d'une chaire de chercheur distingué, et par Freddy Cachazo professeur, à l'Institut; *Scattering Amplitudes from Single-Cuts* (Amplitudes de diffusion en régime simple), donné par Simon Caron-Huot, de l'IAS; *Introduction to Tensor Network Algorithms* (Introduction aux algorithmes de réseau de tenseurs), donné par le postdoctorant Robert Pfeifer. Comme pour toutes les réunions de chercheurs organisées par l'Institut, ces cours sont accessibles à la communauté scientifique élargie par le truchement de PIRSA, le site d'archivage en ligne de l'Institut ([www.pirsa.org](http://www.pirsa.org)).

## DOCTORANTS

Au cours de l'année écoulée, les professeurs de l'Institut ont dirigé 24 doctorants (dont 3 ont terminé leur doctorat). Tous recevront leur diplôme d'une université partenaire à laquelle appartient leur directeur de thèse. Le milieu de recherche de l'Institut offre aux étudiants des occasions inégalées d'échanger avec des chefs de file de la recherche du monde entier et d'accroître leurs possibilités de carrière. Tous les diplômés de cette année ont obtenu par voie de concours des bourses postdoctorales dans des institutions de classe internationale, dont la NASA, le MIT et l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle.

## CHERCHEURS DE PREMIER CYCLE

L'Institut encourage ses postdoctorants à acquérir une expérience de mentorat tout en poursuivant leurs programmes de recherche, en élaborant des projets de recherche de deux à quatre mois auxquels des étudiants de premier cycle peuvent travailler pendant l'été. Au cours de l'été 2010, sept étudiants doués de premier cycle, provenant de diverses régions du monde, ont eu l'occasion de s'insérer dans la communauté de l'Institut, développant leurs compétences en recherche et profitant des nombreux exposés, conférences et activités qui s'y déroulent.



## CORPS PROFESSORAL DU PROGRAMME PSI EN 2010-11

- John Berlinsky**, Directeur
- Nima Arkani-Hamed**, Institut d'études avancées de Princeton, NJ
- Carl Bender**, Université Washington à Saint-Louis, MO
- Latham Boyle**, Institut Péricentre
- Freddy Cachazo**, Institut Péricentre
- David Cory**, Institut Péricentre et Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, ON
- François David**, Institut de physique théorique, Centre d'études atomiques de Saclay, France
- Jaume Gomis**, Institut Péricentre
- Daniel Gottesman**, Institut Péricentre
- Ruth Gregory**, Université de Durham, Royaume-Uni
- Leo Kadanoff**, Université de Chicago, IL
- Luis Lehner**, Institut Péricentre et Université de Guelph, ON
- Renate Loll**, Université d'Utrecht, Pays-Bas
- John McGreevy**, Institut de technologie du Massachusetts
- Scott Noble**, Centre de relativité et de gravitation calculatoires, Institut de technologie de Rochester, NY
- Tamar Pereg-Barnea**, Institut de technologie de la Californie
- Michael Peskin**, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC, Menlo Park, CA
- Veronica Sanz**, Université York, Toronto, ON
- Ben Schumacher**, Collège Kenyon, Gambier, OH
- Philip Schuster**, Institut Péricentre
- Sarah Shandera**, Institut Péricentre
- Eric Sorensen**, Université McMaster, Hamilton, ON
- Robert Spekkens**, Institut Péricentre
- Andrew Tolley**, Université Case Western Reserve, Cleveland, OH
- Natalia Toro**, Institut Péricentre
- Neil Turok**, Institut Péricentre
- Pedro Vieira**, Institut Péricentre
- Konstantin Zarembo**, Institut nordique de physique théorique (NORDITA), Stockholm, Suède



Participants à la deuxième conférence sur l'intégrabilité et les amplitudes de diffusion

## RÉUNIONS DE CHERCHEURS

### CONFÉRENCES, ATELIERS ET ÉCOLES D'ÉTÉ

#### QUELQUES STATISTIQUES

En 2010-2011, l'Institut ...

- a organisé **12** conférences et ateliers ciblés et opportuns, auxquels ont participé 653 scientifiques du monde entier;
- a participé avec d'autres établissements à l'organisation de **10** conférences et ateliers conjoints;
- a présenté **263** exposés scientifiques, tous accessibles en ligne à l'adresse [www.pirsa.org](http://www.pirsa.org)

Rien ne peut remplacer l'intensité et les interactions humaines inattendues propres aux rencontres scientifiques. Maintes et maintes fois, des discussions, des débats et des échanges imprévus favorisent les idées nouvelles et les découvertes.

Grâce à sa souplesse, l'Institut Péricimètre peut repérer et exploiter rapidement de nouveaux domaines prometteurs. L'Institut est souvent le premier au monde à organiser une conférence dans un domaine émergent ou sur une nouvelle découverte.

En 2010-2011, l'Institut a tenu 12 conférences et ateliers ciblés et opportuns, auxquels ont participé plus de 600 scientifiques du monde entier. En choisissant de manière stratégique les domaines dans lesquels une conférence ou un atelier est susceptible de donner des résultats significatifs, l'Institut vise à accélérer le progrès scientifique et à agir comme une importante plaque tournante de la recherche de pointe.

Au cours de l'année écoulée, l'Institut a inauguré un nouveau type d'activité, appelé *programme hybride*, qui vise à combiner les avantages des conférences et ateliers et ceux de collaborations de longue durée. Les deux premiers programmes hybrides – l'un sur la cosmologie du commencement de l'univers, l'autre sur les signatures astrophysiques des ondes gravitationnelles et électromagnétiques – ont connu beaucoup de succès, et des activités de suivi sont prévues au cours des prochaines années.

---

« *La conférence sur la cosmologie holographique (Holographic Cosmology v2.0) a été pour moi l'une des rencontres les plus stimulantes des dernières années. J'ai particulièrement aimé les discussions que j'ai eues pendant et après les séances avec des participants de domaines allant de la cosmologie à l'information quantique. Il est passionnant de constater que ces divers domaines sont maintenant liés par le principe de l'holographie.* » [traduction]

– Erik Verlinde, Institut de physique théorique, Université d'Amsterdam

---



## CONFÉRENCES DIGNES DE MENTION



Participants à la conférence sur les femmes et la physique au Canada  
Photo : Peter Kovacs, gracieuseté de l'Institut d'informatique quantique

### LES FEMMES ET LA PHYSIQUE AU CANADA

L'Institut Péricône et l'Institut d'informatique quantique ont organisé conjointement la première conférence au Canada à aborder l'important déséquilibre des sexes en physique et à encourager les étudiantes de premier cycle et les jeunes diplômées à poursuivre une carrière scientifique. Grâce à des exposés et ateliers donnés par des scientifiques en début de carrière et par d'autres de longue expérience, cette conférence a été source d'inspiration et d'information, en plus de susciter la création d'un réseau de soutien, autant d'éléments importants pour assurer le succès des jeunes physiciennes.

### QUESTIONS FONDAMENTALES DE COSMOLOGIE

Plus de 100 spécialistes de la théorie des cordes et de la cosmologie, aussi bien étudiants que sommités, se sont réunis à l'été 2011 pour aborder d'importantes questions non résolues à propos du commencement de l'univers. Deux conférences tenues à un mois d'intervalle – *Holographic Cosmology v2.0* (Cosmologie holographique 2.0) et *Challenges for Early Universe Cosmology* (Défis de la cosmologie du commencement de l'univers) – ont encadré une période de recherche en collaboration. Ce programme hybride, dont le succès a été indéniable, est un exemple de l'approche interdisciplinaire et innovatrice adoptée par l'Institut pour stimuler les progrès dans le domaine. Une rencontre de suivi est prévue l'an prochain à l'Institut de physique théorique de l'Université Stanford.

## COLLOQUES ET SÉMINAIRES

L'Institut Péricône offre un environnement stimulant pour l'échange de connaissances, avec 233 séminaires et 30 colloques au cours de la dernière année. L'Institut accueille huit séries actives de séminaires hebdomadaires, qui favorisent la collaboration avec des chercheurs de toute la planète.

Parmi les nombreux conférenciers de l'année écoulée, mentionnons Yakir Aharonov (Université Chapman et Université de Tel Aviv), Patrick Hayden (Université McGill), Renate Loll (Université d'Utrecht), William Unruh (Université de la Colombie-Britannique), Erik Verlinde (Université d'Amsterdam), Sandu Popescu (Université de Bristol), Sir Anthony Leggett (Université de l'Illinois), Andreas Albrecht (Université de la Californie), Robert Brandenburger (Université McGill).

## PIRSA

Les scientifiques et les étudiants du monde entier ont accès en ligne à plus de 5800 exposés, cours et colloques par le truchement de PIRSA, le site d'archivage en ligne de l'Institut ([www.pirsa.org](http://www.pirsa.org)). PIRSA est devenu une ressource importante pour la communauté scientifique internationale, et le nombre d'accès continue d'augmenter année après année. Au cours de l'année écoulée, plus de 50 000 visiteurs distincts de 151 pays ont consulté près de 500 000 pages dans PIRSA. En 2010-2011, les moyens techniques d'enregistrement et d'archivage ont été substantiellement mis à niveau, afin d'améliorer la qualité de l'image et de rendre le système plus accessible.



Leonard Susskind, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, et Hong Liu au cours de la deuxième conférence sur la cosmologie holographique



Participants à la conférence IGST 2011

## QUELQUES STATISTIQUES

En 2010-2011 ...

- plus de **1,000** scientifiques sont venus à l'Institut Péricimètre pour faire de la recherche ou assister à des conférences;
- **13** membres affiliés se sont joints à l'Institut, portant leur nombre total à **105**

## COLLABORATIONS DE RECHERCHE

### PROGRAMME DE CHERCHEURS INVITÉS

De nouvelles voix redonnent vie à une discussion. Au cours de l'année écoulée, le programme dynamique de chercheurs invités de l'Institut Péricimètre a amené 416 scientifiques (en plus de 600 participants à des conférences) à faire des séjours de recherche. En venant à l'Institut, les chercheurs invités ont le temps et l'espace voulus, ainsi que de multiples occasions d'assister à des conférences et à des exposés, d'échanger des idées et de mettre sur pied de nouvelles collaborations avec des collègues. En 2010-2011, quatre chercheurs se sont ajoutés au nouveau programme d'adjoints invités, qui permettra à des chercheurs accomplis de faire de longs séjours allant jusqu'à six mois à l'Institut, tout en conservant leur poste dans leur établissement d'origine.

### MEMBRES AFFILIÉS

Le programme de membres affiliés permet à des professeurs choisis au sein d'universités canadiennes de faire régulièrement des visites informelles à l'Institut, de participer à des séminaires, à des conférences et à d'autres activités, et de travailler avec des chercheurs résidents. Les membres affiliés enrichissent la communauté de l'Institut et lui permettent d'établir des collaborations régionales et nationales avec des universités canadiennes. En 2010-2011, la nomination de 13 nouveaux membres affiliés a porté leur nombre total à 105.

### LIENS NATIONAUX

La collaboration est inhérente à la physique moderne – les grandes questions sont si complexes qu'elles peuvent rarement être résolues par une seule personne, ou même par un seul établissement. La collaboration est vitale, et le partage de la richesse intellectuelle profite à tous.

L'Institut Péricimètre vise à servir de plaque tournante de la physique théorique au Canada. En plus de sa relation de longue date et productive avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, l'Institut est partenaire d'universités de la région, dont les universités McMaster, de Guelph et Western Ontario, notamment par des doubles affectations, des postes de professeur associé, des bourses postdoctorales et des programmes d'études supérieures. De plus, au moyen de conférences, d'ateliers et de cours, l'Institut guide la communauté scientifique nationale et lui offre des ressources exceptionnelles.

L'Institut a tissé des liens étroits avec d'autres organismes de recherche du pays, dont l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), l'Institut Fields, le Laboratoire SNOLAB, le Centre de recherches mathématiques, l'Institut de

mathématiques du Pacifique (PIMS), ainsi qu'avec les réseaux de recherche MITACS (*Mathematics of Information Technology and Complex Systems*).

Au cours de l'année écoulée, l'Institut a conclu un accord avec le Laboratoire TRIUMF, centre national canadien de physique corpusculaire et nucléaire, situé en Colombie-Britannique. Cet accord vise à faciliter les séjours de recherche et à établir de nouveaux ponts entre les mondes de la théorie et de l'expérimentation. De tels partenariats permettent à l'Institut de bénéficier de la diversité et du dynamisme de la recherche au Canada, tout en y apportant sa contribution.

## LIENS INTERNATIONAUX

L'Institut Péricètre maintient des liens avec des établissements de recherche du monde entier. Le partenariat innovateur d'unification des forces et applications fondamentales (UNIFY), qui regroupe l'Institut et des partenaires d'Europe et des États-Unis, offrira des conférences sur des sujets précis, des sessions de formation au logiciel *Mathematica*, ainsi que diverses possibilités de formation et de recherche pour des doctorants, des postdoctorants et des scientifiques d'expérience. En juin 2011, l'Institut s'est joint au réseau international HoloGrav, afin d'approfondir la recherche interdisciplinaire dans le domaine de pointe de la dualité entre théorie de jauge et gravité.

Au cours des dernières années, l'Institut a renforcé ses liens avec d'importants centres d'observation et d'expérimentation. En 2011, par exemple, l'Institut Péricètre et l'ICAT sont devenus les premiers membres canadiens de l'observatoire LIGO (*Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory* ou observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie laser), ouvrant des possibilités passionnantes dans le domaine en émergence de l'astronomie des ondes gravitationnelles.



Organisateurs de la journée IP-ICAT 2011

## LE CHOC DES IDÉES

Depuis 2007, des chercheurs de l'Institut Péricètre et de l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT) se rencontrent régulièrement pour échanger des idées dans des domaines d'intérêt commun — les trous noirs, la nucléosynthèse lors du Big Bang, la matière sombre, etc. — à l'occasion d'exposés informels suivis d'une discussion.

Le succès des journées IP-ICAT a motivé la création des journées IP-ATLAS en 2009. Ces rencontres rassemblent des physiciens de tout le Sud-ouest ontarien pour des échanges sur l'état actuel des recherches menées dans le cadre de l'expérience ATLAS ainsi qu'au grand collisionneur hadronique. La détection de la particule tau, la baryogenèse et les signaux exotiques dans les données font partie des sujets abordés. Mais ce qui est peut-être le plus important dans ces rencontres, c'est qu'elles rassemblent des théoriciens et des expérimentateurs pour des échanges actifs et continus d'idées.



## QUELQUES STATISTIQUES

*En 2010-11, l'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut Périmètre a...*

- *atteint plus de **160,000** élèves de niveau secondaire au Canada;*
- *réalisé **2** nouveaux outils pédagogiques en classe et dans le Web;*
- *présenté **8** conférences publiques données par des scientifiques de renommée mondiale;*
- *rassemblé **40** physiciens en herbe du Canada et de l'étranger pour une session de l'ISSYP;*
- *présenté des exposés devant plus de **1,000** élèves de toutes les régions du pays.*

## DIFFUSION DES CONNAISSANCES

Pour façonner intelligemment notre avenir, nous avons tous besoin de comprendre et d'apprécier la science. Les fruits de la science nous entourent, qu'il s'agisse des technologies que nous utilisons quotidiennement dans tous les aspects de la vie ou des méthodes qui nous permettent de découvrir de nouvelles connaissances. Et la science n'est pas seulement un spectacle – tous peuvent jouir de l'excitation que procurent les mystères hallucinants de l'univers.

La diffusion des connaissances est au cœur de la mission de l'Institut Périmètre. Celui-ci a réalisé une gamme complète d'outils pédagogiques et de programmes, tous adaptés à des publics précis : étudiants, enseignants, population en général. L'équipe de diffusion des connaissances, qui comprend deux scientifiques à plein temps, travaille en collaboration avec des chercheurs et des éducateurs de renom, pour faire en sorte que les outils et programmes qu'elle produit soient exacts, à jour et attrayants.

### INSPIRER LES JEUNES

Il est crucial de mettre souvent et à un jeune âge les élèves en contact avec la science. En plus d'être valable en soi, un tel contact favorise des compétences essentielles : réfléchir par soi-même, poser des questions, concevoir des solutions, tester des idées de manière rigoureuse et ouverte. Mais par dessus tout, il procure la joie de résoudre des problèmes intellectuels difficiles.

Le programme de diffusion des connaissances de l'Institut vise à allumer la flamme de la découverte au moyen de programmes bien conçus pour des élèves de différents niveaux. De la 7<sup>e</sup> à la 9<sup>e</sup> année, des outils et des présentations cherchent à éveiller chez les élèves une véritable passion pour la science moderne. Ils sont suivis de contenus et de programmes plus approfondis aux niveaux scolaires plus avancés.

---

*« Je peux affirmer que ce furent les deux plus belles semaines de ma vie. [...] Grâce à l'ISSYP, je suis maintenant absolument certaine de vouloir faire carrière en physique. » [traduction]*

*– Anna O'Grady, ISSYP 2011*

---



## ÉCOLE D'ÉTÉ INTERNATIONALE POUR JEUNES PHYSICIENS ET PHYSIENNES

Cette année, l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP) a permis à 40 élèves brillants – 21 Canadiens, plus 19 élèves provenant de 12 pays – de faire de la physique et de s'amuser pendant 2 semaines intenses à l'Institut. Près de 500 élèves ont participé à l'ISSYP depuis son lancement en 2003.

L'ISSYP procure à des élèves exceptionnels une occasion unique de « vivre la science » pendant quelques semaines à un âge où ils songent à leur choix de carrière. En plus de suivre des cours, ils rencontrent des scientifiques de premier plan, visitent des laboratoires de recherche et forment des amitiés durables, dans un esprit de camaraderie qui correspond à la vraie nature de la recherche scientifique. L'ISSYP a semé le germe d'un grand nombre de carrières scientifiques.

En plus de l'ISSYP, trois ateliers *GoPhysics!* (*Vive la physique!*) d'une journée ont eu lieu dans diverses régions du pays, donnant à environ 25 élèves à la fois, une idée de ce qu'est l'expérience de l'ISSYP.

## LA SCIENCE EN TOURNÉE : *PHYSICA PHANTASTICA*

En 2010-2011, plus de 1000 élèves de toutes les régions de l'Ontario et d'ailleurs au Canada ont été captivés par la physique grâce à des exposés divertissants et accessibles, intitulés *Physica Phantastica*. Ces exposés sèment la culture scientifique et la créativité chez des élèves de la 7<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> année, en montrant les liens entre la recherche scientifique des forces qui régissent l'univers et la découverte de connaissances et de technologies nouvelles.

## INVESTIR DANS LA RELÈVE SCIENTIFIQUE

En 2010-2011, la Fondation RBC s'est engagée à soutenir généreusement pendant quatre ans l'École d'été internationale annuelle pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP).

Le don de RBC a permis à l'Institut d'inviter des élèves étrangers exceptionnels à l'ISSYP et d'embaucher un enseignant d'expérience pour mettre à jour le programme, notamment en y ajoutant des expériences concrètes. L'une des expériences les plus intéressantes est une démonstration de l'effet photoélectrique. Des électrons sont éjectés d'un métal lorsque celui-ci est exposé à la lumière. Les élèves peuvent faire varier la couleur de la lumière et mesurer l'énergie des électrons émis. Un graphique des résultats permet de déduire de manière intuitive les équations qui régissent l'effet photoélectrique – les élèves découvrent ainsi la pierre angulaire de la mécanique quantique. Cette expérience fondamentale et l'équation pour laquelle Einstein a obtenu le prix Nobel sont maintenant à la portée d'élèves du secondaire.

## PARTNERARIAT AVEC LES ENSEIGNANTS

Beaucoup d'idées de la physique moderne sont difficiles à comprendre, sans parler de les enseigner à des élèves du secondaire. Chaque année, *EinsteinPlus* (E+) rassemble à l'Institut quelque 40 enseignants canadiens et étrangers du niveau secondaire pour un atelier intensif d'une semaine sur des manières efficaces de transmettre des concepts importants. Au cours de cet atelier, les enseignants prennent connaissance de ressources pédagogiques à utiliser en classe et sont invités à faire part de leurs commentaires sur des ressources en cours de développement, afin qu'elles soient utiles et attrayantes pour les élèves.

D'anciens participants aux ateliers E+ forment le noyau du réseau des enseignants de l'Institut Périmètre, programme de formation par des pairs qui regroupe plus de 80 enseignants de l'Ontario et d'ailleurs au pays, formés pour diffuser auprès de leurs collègues les outils pédagogiques de l'Institut. Ce réseau étend considérablement la portée de notre programme de diffusion des connaissances : en 2010-2011, les membres du réseau ont animé 60 ateliers auxquels ont participé 1300 enseignants et qui ont ainsi touché 58 000 élèves du secondaire au pays.

La première conférence du réseau des enseignants de l'Institut a eu lieu en octobre 2010. Le concours *The Power of Ideas* (Le pouvoir des idées) a donné à des enseignants l'occasion de nous dire comment ils intègrent de manière créative les ressources de l'Institut dans leur enseignement. Les projets gagnants ont été diffusés dans l'ensemble du réseau des enseignants de l'Institut.

---

*« L'information et les ressources offertes par l'Institut Périmètre sont exceptionnelles. [...] Les enseignants et les élèves ont absolument besoin d'être informés des dernières recherches, et c'est la meilleure source que je connaisse. » [traduction]*

*– Chris Copley, enseignant, Nepean, Ontario*

---

## QUELQUES STATISTIQUES

En 2010-2011, l'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut Périmètre a...

- tenu un atelier *EinsteinPlus* pour **39** enseignants;
- offert, par le truchement du réseau des enseignants de l'Institut, 60 ateliers donnés par des pairs pour **1,300** enseignants de toutes les régions du Canada.



*Des enseignants participant à EinsteinPlus 2011*

D'autre part, l'équipe de diffusion des connaissances a donné 15 ateliers à plus de 1250 participants à des rencontres d'enseignants partout au Canada.

## MODULES *INSPIRATIONS* ET *EXPLORATIONS*

Sans la physique théorique, les ordinateurs, Internet, les DVD, les téléphones cellulaires, les jeux vidéo et les textos n'existeraient pas. En montrant ainsi les liens entre la physique et la vie quotidienne, les modules *Inspirations* visent à intriguer les élèves de la 7<sup>e</sup> à la 9<sup>e</sup> année pour les motiver à poursuivre les cours de mathématiques et de sciences dans la suite de leur formation.

---

*Les ressources pédagogiques de l'Institut Périmètre ont été utilisées en classe par plus de 500 000 élèves au Canada à ce jour.*

---

En 2010-2011, l'Institut a produit deux nouveaux modules *Inspirations*, en combinant des composantes en ligne et en classe liées à *Alice et Bob au pays des merveilles*, populaire série de dessins animés d'une minute qui divertissent tout en présentant des idées profondes à propos de l'univers.

Les modules *Explorations*, destinés aux élèves de la 10<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> année, vont plus en profondeur dans les idées et le contenu technique, constituant une excellente préparation pour l'enseignement postsecondaire en mathématiques, en sciences et en génie. Trois modules *Explorations* ont été produits à ce jour : *The Mystery of Dark Matter* (Le mystère de la matière sombre), Le défi de la réalité quantique, ainsi que la populaire activité sur les DEL et la constante de Planck. Un nouveau module sur la physique des particules sera disponible au début 2012.

---

*Les réactions des enseignants montrent que les ressources de l'Institut Périmètre sont utilisées de nombreuses fois en classe. Des activités des modules sur le défi de la réalité quantique et la mesure de la constante de Planck font maintenant partie du manuel de physique de 12<sup>e</sup> année officiellement au programme en Ontario.*

---



## DEUX USAGES POUR UN MÊME TISSU

Lorsque Laura Pankratz, enseignante au secondaire, a participé à l'atelier *EinsteinPlus* en 2010, elle connaissait déjà l'un des outils pédagogiques de l'Institut – une pièce de tissu extensible servant à illustrer la courbure gravitationnelle de l'espace-temps décrite dans la théorie de la relativité restreinte.

Un autre participant a eu toutefois une idée nouvelle – au lieu de créer une dépression dans le tissu pour simuler l'attraction gravitationnelle, pourquoi ne pas y faire un pic pour illustrer une force de répulsion comme celle qui est due à une charge électrostatique? Cette idée simple mais originale ajoutait au potentiel pédagogique du tissu.

Laura Pankratz, qui évalue les programmes de sciences pour le gouvernement de l'Alberta, a retenu cette idée. Quelques mois plus tard, à une réunion de l'Association des enseignants de sciences de l'Alberta, elle a montré comment on pourrait se servir plus généralement d'une pièce de tissu pour donner aux élèves des notions sur les champs de forces et les modèles atomiques.

Le tissu – avec son utilisation plus étendue – a fait son entrée dans les salles de classe de l'Alberta. Cet exemple parmi d'autres montre comment l'Institut exerce une influence bien au-delà de ses activités immédiates.

## RESSOURCES EN LIGNE

Le site Web de diffusion des connaissances de l'Institut est un trésor pour les internautes. En montrant comment des questions étonnamment simples peuvent mener loin dans la science, les courts dessins animés de la série *Alice et Bob au pays des merveilles* mettent en évidence auprès des jeunes l'importance de la curiosité et de la pensée critique. Des modules interactifs comme ceux de la série *The Power of Ideas* (Le pouvoir des idées) explorent de manière amusante et fascinante certains des mystères les plus profonds de l'univers. En 2010-2011, en plus d'améliorer le contenu en ligne, l'équipe de diffusion des connaissances a davantage fait appel aux médias sociaux et a tenu plusieurs ateliers en ligne afin de susciter le plus possible la participation du plus grand nombre.

---

*Plus de 160 conférences publiques, 3 modules Inspirations et 3 modules Explorations, 37 séances virtuelles de l'ISSYP et 32 entrevues de rencontre avec un scientifique sont accessibles à [pitp.ca/outreach](http://pitp.ca/outreach).*

---

## LA SCIENCE POUR TOUS : COMMUNICATION AVEC LE GRAND PUBLIC

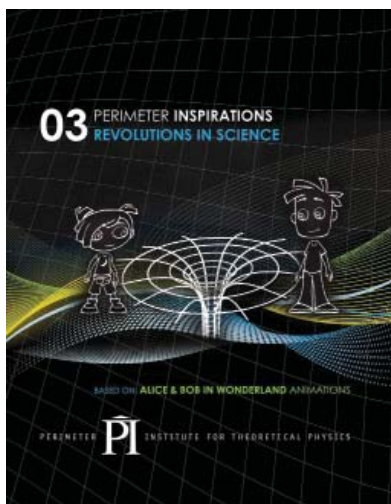
La recherche de la vie sur d'autres planètes, les dernières nouvelles du monde quantique, les conséquences des révolutions de l'espace, du nucléaire, de la génétique et de l'informatique : ce ne sont là que quelques-uns des thèmes abordés au cours des huit conférences, à la fois fascinantes et accessibles, présentées en 2010-2011 dans le cadre de la série de conférences publiques de l'Institut Péri-mètre avec le soutien de la Financière Sun Life. Mettant en vedette des sommités comme Sir Roger Penrose, Frank Wilczek et Freeman Dyson, ces conférences ont constamment fait salle comble en attirant chaque fois plus de 600 personnes.

Les conférences publiques et d'autres productions telles que le long métrage documentaire de l'Institut sur la physique quantique, intitulé *The Quantum Tamers: Revealing Our Weird & Wired Future* (Les dompteurs de l'invisible : regards sur notre avenir quantique et câblé), sont diffusées à la télévision publique dans le cadre d'un partenariat stratégique avec TVO. Des conférences peuvent également être téléchargées à partir des sites Web de l'Institut et de TVO, ou du site *iTunes University*. De fait, la baladoémission scientifique la plus téléchargée de TVO l'an dernier a été la conférence *Quantum Life* (La vie quantique) donnée par le chercheur Seth Lloyd du MIT sur les moyens fascinants adoptés par la nature pour exploiter les phénomènes quantiques au sein des êtres vivants.

## LE PARTENARIAT WGSJ

WGSJ (*Waterloo Global Science Initiative*) est un partenariat sans but lucratif, financé de manière indépendante, mis sur pied par l'Institut Péri-mètre et l'Université de Waterloo. Créé en 2009, il a pour mandat d'organiser une activité biannuelle mettant en évidence des solutions scientifiques et technologiques à des défis importants.

En juin 2011, l'Institut a accueilli *Equinox Summit: Energy 2030* (Sommet Equinox : Énergie 2030), qui a rassemblé des scientifiques, de futurs dirigeants, des experts des politiques ainsi que des entrepreneurs pour discuter de solutions possibles en matière de production, de stockage et de distribution d'électricité. À la fin du sommet, les participants ont présenté une courte liste de technologies ayant un pouvoir transformateur ainsi qu'une feuille de route en vue d'un avenir où le carbone serait moins présent, au profit de l'électricité. Ces documents seront étoffés pour devenir le Plan *Equinox*, qui sera présenté à des responsables scientifiques et technologiques internationaux des secteurs privé et public.



La Fondation Cowan a soutenu la production du nouveau module *Inspirations* intitulé *Revolutions in Science* (Révolutions scientifiques).



## UNE RESSOURCE INTERNATIONALE

En plus de rendre accessible gratuitement en ligne la plupart des ressources de l'Institut, l'équipe de diffusion des connaissances donne souvent des ateliers lors de rencontres internationales. L'an dernier, elle a notamment animé un « mini-*EinsteinPlus* » au CERN, en Suisse, auquel ont participé 40 enseignants de 30 pays européens. Elle a aussi présenté des exposés à la réunion nationale annuelle d'été des conseillers en enseignement de la physique (*Physics Teaching Resource Agents – PTR*A) à Omaha, dans le Nebraska.

Un journalisme de grande qualité est crucial pour accroître la culture scientifique. C'est pourquoi l'Institut offre à des médias canadiens et étrangers de l'information et des occasions de perfectionnement professionnel. Il est aussi l'un des parrains du programme de communication scientifique du Centre Banff et membre fondateur du Centre canadien science et médias. L'Institut entretient en outre des liens étroits avec l'Association canadienne des rédacteurs scientifiques et la Fédération mondiale des journalistes scientifiques.

## LA MUSIQUE DES SPHÈRES

*« Je n'ai jamais rencontré de physicien qui n'aimait pas la musique ou une autre forme d'art. La musique nourrit mon travail scientifique. Après tout, c'est aussi un domaine de créativité. »*  
[traduction]

– Raymond Laflamme, professeur associé à l'Institut Péricimètre et directeur de l'Institut d'informatique quantique, Université de Waterloo

Des manifestations culturelles complètent les activités de recherche et de diffusion des connaissances de l'Institut, tout en établissant des liens avec la collectivité en général. Généreusement soutenu par le Fonds Musagetes de la Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo, la programmation *Event Horizons* présente des œuvres innovatrices, stimulantes et séduisantes d'artistes renommés.



Le récital de la pianiste Yuja Wang a été l'un des grands moments de la série de l'Institut Péricimètre consacrée aux artistes classiques internationaux.



Freeman Dyson, physicien novateur, a donné une conférence publique en 2011

## LA SCIENCE POUR TOUS

Tous les ans, l'Institut Péricimètre invite une brochette de scientifiques et penseurs de renom à donner des conférences publiques gratuites dans un auditorium de 600 places. Ces conférences affichent toujours complet, généralement en quelques minutes. (Cette année, toutes les places se sont envolées en 90 secondes pour la conférence de Freeman Dyson.) Dans l'auditoire, des élèves de niveau secondaire côtoient des avocats et des titulaires de doctorat, des employés de l'Institut et des chercheurs, des ouvriers du bâtiment et des personnes âgées.

« La science suscite beaucoup d'intérêt. Toutes sortes de gens sont passionnés et curieux. Ils recherchent de nouvelles manières de s'instruire sur les progrès de la science », déclare Renée Ellis, productrice d'activités publiques de l'Institut.

Lorsqu'elle programme la série de conférences publiques, Renée Ellis recherche d'excellents communicateurs scientifiques, capables de transmettre des idées fascinantes. « Le public veut relever des défis, dit-elle aux conférenciers. Présentez-leur des idées nouvelles, laissez-les souffler, puis faites-les réfléchir encore davantage. La science est passionnante. Soyez passionnés. »

La série de conférences publiques de l'Institut Péricimètre bénéficie du soutien généreux de la Financière Sun Life.



Photo : Erin Conway-Smith

Esra Khaleel, diplômée de l'AIMS, termine actuellement un cycle d'études supérieures en physique nucléaire à l'Université de Stellenbosch, en Afrique du Sud.

## DIFFUSION MONDIALE DES CONNAISSANCES

La science a une influence évidente sur le développement de nouvelles technologies, mais elle façonne aussi le monde d'autres manières. Elle contribue puissamment à l'unification de l'humanité, au-delà des cultures, des langues et des religions, d'une manière que bien peu d'autres activités humaines peuvent égaler.

Le programme de diffusion mondiale des connaissances de l'Institut Péricimètre vise à promouvoir le talent scientifique et l'émergence de centres d'excellence scientifique dans les pays en développement. En partageant ses connaissances et ses compétences, et en entretenant des liens de collaboration, l'Institut œuvre à l'augmentation de la capacité de recherche dans le monde. Il contribue aussi au renforcement de la recherche au Canada en invitant des chercheurs talentueux.

L'Afrique est la première cible de ce programme. L'Institut Péricimètre est un fier partenaire de l'Institut africain de mathématiques (AIMS). Fondé en 2003 par Neil Turok, directeur de l'Institut Péricimètre, l'AIMS est un centre d'excellence de renommée mondiale. Cet établissement d'enseignement supérieur et de recherche situé au Cap, en Afrique du Sud, a pour mission d'accroître rapidement et à un coût raisonnable la capacité scientifique et technologique de

---

*« Pensez seulement à ce qui arrivera si l'Afrique accomplit en sciences ce qu'elle a fait pour la musique, la littérature et les arts. En plus de l'Afrique, c'est le monde entier qui pourrait s'en trouver transformé. » [traduction]*

*– Neil Turok, Directeur de l'Institut Péricimètre et fondateur de l'AIMS*

---

L'Afrique en offrant une formation de haut niveau à des diplômés exceptionnels. Des conférenciers remarquables du monde entier forment des étudiants à penser de manière indépendante et leur transmettent des compétences nécessaires dans de nombreux secteurs.

Depuis 2003, plus de 360 étudiants – dont plus d'un tiers de femmes – ont reçu un diplôme de l'AIMS et contribuent déjà de manière substantielle au développement de la science dans tout le continent. Avec des projets portant sur 15 centres dans toute l'Afrique d'ici 2021, l'Initiative *Next Einstein* de l'AIMS (le prochain Einstein – AIMS-NEI) prépare une nouvelle génération de scientifiques africains qui deviendront des chefs de file dans plusieurs secteurs importants, dont la médecine, l'énergie, les affaires et la technologie.

Au cours de l'année écoulée, l'Institut Périmètre a participé à la planification et au lancement du nouveau centre de l'AIMS au Sénégal et l'a aidé à obtenir un soutien financier important d'organismes privés et publics du Canada et d'autres pays. Les gouvernements du Sénégal et du Ghana ont fourni chacun plus d'un million de dollars, en plus de terrains pour la construction de centres dans ces deux pays. L'Institut a aussi aidé l'AIMS à obtenir un financement de deux millions de dollars de Google et plus d'un million de dollars d'universités canadiennes et du secteur privé pour des bourses d'études dans le cadre de la campagne *One for Many*.

---

*En 2010, l'initiative AIMS-NEI et Neil Turok, directeur de l'Institut, ont reçu le prix du Sommet mondial 2010 de l'innovation en éducation (WISE), remis pour des initiatives en éducation qui transforment les sociétés.*

---



*Le professeur Vincent Rivasseau, président de la Fondation AIMS-Sénégal, Allan Rock, recteur de l'Université d'Ottawa, et Neil Turok, directeur de l'Institut Périmètre, signent l'accord One for Many, qui permettra à des étudiants de l'AIMS d'obtenir des bourses.*



*Bruno Le Floch (debout), diplômé du programme PSI, enseignant à l'AIMS en Afrique du Sud*

## CONSTRUIRE L'AVENIR

L'AIMS a transformé la vie de centaines de chercheurs – non seulement les Africains diplômés de cet institut, mais aussi les scientifiques du monde entier qui y ont enseigné et dirigé des étudiants. En voici deux exemples de l'année écoulée :

Esra Khaleel, qui a grandi au Darfour, région du Soudan dominée par la guerre et la pauvreté, a passé un an à l'AIMS en Afrique du Sud et poursuit maintenant des études de doctorat en physique nucléaire.

Bruno Le Floch, diplômé du programme PSI de l'Institut, a décidé de passer un an en Afrique du Sud comme moniteur avant de commencer son doctorat. Un grand nombre des étudiants qu'il y a rencontrés ont connu un passé difficile mais ont un brillant avenir. Leur histoire fait maintenant partie de sa formation – quelque chose qu'il n'aurait pu obtenir nulle part ailleurs.



Photo : Shail Gil

## INSTALLATIONS

L'Institut Péricône est situé au cœur de Waterloo (Ontario), au Canada.   environ une heure de Toronto, Waterloo et sa région possèdent 2 universités et plus de 400 entreprises de technologie de pointe. L'Institut domine le lac Silver dans le parc de Waterloo. Il est à dix minutes de marche de son partenaire expérimental, l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, ainsi que de l'Université Wilfrid-Laurier.

Ses installations comprennent des espaces de recherche personnels et communs, une bibliothèque de 2 étages et un auditorium de 200 sièges. Les salles utilisées pour les exposés ont été récemment équipées de nouveaux outils multimédias, ce qui permet la diffusion en ligne de conférences scientifiques à la communauté internationale de recherche, à l'aide de PIRSA, le site d'archivage en ligne de l'Institut ([www.pirsa.org](http://www.pirsa.org)).

### QUELQUES STATISTIQUES

Le centre Stephen-Hawking a presque doublé la superficie de l'Institut. Voici quelques chiffres :

*Chercheurs que le centre peut accueillir :  
jusqu'à 150*

*Superficie ajoutée :  
5000 m<sup>2</sup>*

*Nouvelles salles de séminaire et de réunion :  
6*

*Tableaux noirs :  
Beaucoup*

*Angles droits :  
Très peu*



Photo : Scott Norsworthy

### LE CENTRE STEPHEN-HAWKING

Le Centre Stephen-Hawking, immeuble spectaculaire dont la construction vient d'être terminée, est le seul centre de recherche en physique au monde auquel le grand cosmologue a donné son nom. Conçu par le cabinet Teeple Architects, lauréat de prix du Gouverneur général, il possède de nombreuses caractéristiques qui optimisent la recherche et favorisent les échanges spontanés à tous les niveaux : lumière naturelle abondante, coins de discussion, fenêtres sur lesquelles on peut écrire, tableaux noirs traditionnels, de même qu'un invitant bistro au cœur du bâtiment. Mais il offre aussi des espaces de réflexion nécessaires à la concentration en solitaire.

Le centre Stephen-Hawking a presque doublé la superficie de l'Institut, de même que sa capacité de recherche et de formation, pour en faire le plus grand centre de recherche en physique théorique au monde.



Photo : Scott Norsworthy

---

« La beauté de cet immeuble et l'accueil qu'il offre au public sont source d'inspiration. »  
[traduction]

– Frank Wilczek, prix Nobel 2004

---

Le projet d'expansion a inclus d'importantes améliorations à la bibliothèque, aux ressources en ligne et à l'infrastructure technologique. L'Institut a lancé un programme majeur d'infrastructure technologique de la recherche, dirigé par Erik Schnetter, physicien et expert de la mise sur pied d'environnements informatiques scientifiques. Des outils informatiques personnalisés, l'accès à une capacité de calcul à haute performance, des moyens techniques de collaboration à distance, ainsi que la captation et l'archivage de toutes les activités scientifiques, sont autant de moyens grâce auxquels l'Institut se veut un chef de file dans l'utilisation des technologies de l'information pour soutenir la recherche.

Le ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario et le gouvernement du Canada, par l'intermédiaire de la Fondation canadienne pour l'innovation, ont versé pour cet agrandissement une contribution totale de 20,8 millions de dollars, auxquels se sont ajoutés des fonds privés recueillis par l'Institut.



## UN MOT DES ARCHITECTES

Ce fut pour nous le projet d'une vie : imaginer un espace et un immeuble capables de refléter, d'améliorer et d'inspirer tout à la fois l'un des projets les plus étonnants de recherche de pointe et de collaboration scientifique au monde.

Nous avons conçu le Centre Stephen-Hawking de l'Institut Périphère afin qu'il soit aussi innovateur et hardi que la recherche qu'il abrite. Nous aimons croire que nous avons réussi à créer un espace architectural feutré qui témoigne avec art et beauté de l'immense complexité de la recherche scientifique.

C'est une grande joie de voir le résultat. On a l'impression que la passion et la science des chercheurs s'expriment dans la forme, l'éclairage, l'espace et l'ouverture de la masse et de la structure de l'immeuble. Ce sera toujours pour notre cabinet une source de grande fierté, d'inspiration et de sentiment de réussite.

– Stephen Teeple et Bernard Jin,  
Teeple Architects



Photo : NASA, ESA, HEIC et The Hubble Heritage Team (SRScl/AURA)

## DÉVELOPPEMENT DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

L'objectif primordial de l'Institut Péricètre est de réaliser des percées scientifiques qui transformeront notre avenir.

Ce projet audacieux a vu le jour grâce à des dons majeurs de philanthropes visionnaires et au soutien généreux des autorités locales, régionales, provinciales et fédérales. Depuis lors, des dons de nombreuses personnes, entreprises et fondations – de même que le soutien sans faille de tous les ordres de gouvernement – ont aidé l'Institut à croître au point de devenir l'un des principaux centres mondiaux de physique théorique, ce qui est remarquable pour une institution qui n'existe que depuis une dizaine d'années.

L'Institut Péricètre a des objectifs encore plus ambitieux pour l'avenir. Pour les atteindre, l'Institut cherche à élargir la base du soutien qu'il obtient de sources privées, qu'il s'agisse de personnes, d'entreprises ou de fondations.

Grâce à ce soutien supplémentaire, l'Institut pourra :

- atteindre une masse critique de scientifiques de talent, capables de réaliser des progrès fondamentaux des connaissances de l'humanité;
- attirer et former les jeunes les plus doués au monde pour la recherche;
- élaborer des programmes innovateurs de diffusion des connaissances, informer et inspirer les élèves, les enseignants et le grand public à propos du pouvoir et de l'importance des idées scientifiques.

### CONSEIL D'ORIENTATION DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

Le conseil d'orientation de l'Institut Péricètre est un groupe de personnes influentes bénévoles qui offrent des conseils et agissent comme ambassadeurs de l'Institut auprès des milieux d'affaires et des organismes philanthropiques. Dirigé par Mike Lazaridis et Cosimo Fiorenza, respectivement président et vice-président du conseil d'administration de l'Institut, le conseil d'orientation a été mis sur pied au début 2010. En 2010-2011, il a réalisé quelques ouvertures intéressantes pour l'Institut.

Nous sommes honorés de pouvoir compter sur ce groupe exceptionnel de bénévoles et nous tenons à les remercier de leur soutien et de leur travail acharné.

*En 1999, Mike Lazaridis réfléchissait à la manière dont un investissement philanthropique pourrait changer le monde.*

*Dans son esprit, cet investissement devait clairement se faire en physique théorique. Le coût en capital est modeste, parce que l'esprit humain est à la fois le meilleur équipement scientifique et celui qui coûte le moins cher à faire fonctionner.*

*Et de plus, quel autre domaine que la physique a autant transformé le monde?*

*La vision de M. Lazaridis a attiré le soutien de pouvoirs publics et de philanthropes, et l'Institut Péricètre a connu une croissance rapide.*

## MEMBRES DU CONSEIL D'ORIENTATION

### **Mike Lazaridis, O.C., O.Ont.**

Coprésident

Fondateur et président du conseil d'administration, Institut Périmètre

Vice-président du conseil d'administration et président du comité d'innovation, Research in Motion Ltd.

### **Cosimo Fiorenza**

Coprésident

Vice-président du conseil d'administration, Institut Périmètre

Vice-président et avocat-conseil, Infinite Potential Group

### **Alexandra (Alex) Brown**

Présidente, Aprilage inc.

### **David Caputo**

Cofondateur, président-directeur général, Sandvine

### **Savvas Chamberlain, C.M.**

Directeur général et président du conseil, Exel Research inc.

### **Jim Cooper**

Président-directeur général, Maplesoft

### **Catherine A. (Kiki) Delaney, C.M.**

Présidente, C.A. Delaney Capital Management Ltd.

### **Arlene Dickinson**

Directrice générale, Venture Communications Ltd.

### **Ginny Dybenko**

Directrice générale, campus de Stratford, Université de Waterloo

### **H. Garfield Emerson, C.R.**

Directeur, Emerson Advisory

### **Edward S. Goldenberg**

Associé, Bennett Jones LLP

### **Tim Jackson**

Directeur général, Accelerator Centre

### **Tom Jenkins, O.C.**

Président et responsable de la stratégie, Open Text Corporation

### **Farsad Kiani**

Président-directeur général, Groupe Ensil

### **Carol A. Lee**

Cofondatrice et présidente-directrice générale, Linacare Cosmethery inc.

### **Michael Lee-Chin, O.J.**

Président-directeur général, Portland Investment Counsel inc.

### **Don Morrison**

Philanthrope

### **Gerry Remers**

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

### **Bruce M. Rothney, C.A.**

Président et directeur pour le Canada, Barclays Capital Canada inc.

### **Maureen J. Sabia, O.C.**

Présidente du conseil d'administration, Société Canadian Tire Itée

### **Kevin Shea**

Président, Société de développement de l'industrie des médias de l'Ontario



## SAVVAS CHAMBERLAIN, MEMBRE DU CONSEIL D'ORIENTATION

Savvas Chamberlain est un scientifique et un inventeur qui, fort de sa grande connaissance des capteurs d'image à DCC (dispositif à couplage de charges), qui équipent notamment les caméras numériques haut de gamme, a fondé l'entreprise DALSA. Aujourd'hui, DALSA fait partie du groupe Teledyne et est un chef de file mondial de l'imagerie et des semiconducteurs à haute performance. Les capteurs d'image de DALSA sont utilisés dans le monde entier, tant dans les centres de tri postal que dans les services de radiologie – on les trouve même dans les astromobiles de la NASA sur Mars.

Tout cela ne serait pas arrivé sans la physique : le DCC, un type de semiconducteur, a été inventé par les physiciens théoriciens Willard Boyle (un Canadien) et George Smith, des Laboratoires Bell, qui ont reçu le prix Nobel en 2009 pour leurs travaux. Le lien remonte à plus loin encore, puisque les DCC reposent sur l'effet photoélectrique, décrit par Albert Einstein en 1905.

« J'ai travaillé à la fine pointe de la technologie et je sais que, il n'y a pas si longtemps, la science à l'origine de cette technologie n'était que des mathématiques et des schémas sur un tableau, déclare M. Chamberlain. J'ai hâte de voir à quoi ressembleront les tableaux d'aujourd'hui lorsqu'ils deviendront des applications concrètes. »

Savvas Chamberlain et son épouse Christine font partie des donateurs de l'Institut Périmètre, et Savvas Chamberlain est l'un des nouveaux membres du conseil d'orientation de l'Institut.



Le mur d'affichage vidéo (formé de tuiles MicroTiles<sup>MD</sup> Christie<sup>MD</sup>) qui orne l'entrée du nouveau Centre Stephen-Hawking est une gracieuseté de Christie Digital Systems Canada inc.

Photo : Scott Norsworthy

## REMERCIEMENTS À CEUX QUI NOUS SOUTIENNENT

Le partenariat public-privé de l'Institut Périphère réunit des gouvernements, des individus, des entreprises et des fondations dans un projet commun visant à permettre des percées scientifiques, à cultiver le talent pour la recherche et à faire connaître les découvertes scientifiques à un public élargi.

Nous sommes vivement reconnaissants envers tous ceux qui nous soutiennent.

### DONATEURS FONDATEURS

Mike Lazaridis  
Jim Balsillie  
Doug Fregin

### PARTENAIRES DU SECTEUR PUBLIC

Gouvernement du Canada  
Le très honorable Stephen Harper, Premier ministre

Gouvernement de l'Ontario  
L'honorable Dalton McGuinty, Premier ministre

Région de Waterloo  
Ken Seiling, président de la région, et le conseil de la Région de Waterloo

Ville de Waterloo  
Madame Brenda Halloran, mairesse de Waterloo, et son conseil municipal

### ENTREPRISES DONATRICES

BMO Groupe financier  
Christie Digital Systems Canada inc.\*  
Financière Sun Life  
nienkämper\*  
Programme de partenariats communautaires du *Waterloo Region Record*\*  
Research in Motion Ltd.  
Société Canadian Tire Itée  
TVO\*  
Westbury National Show Systems inc.\*



## FONDATEURS DONATRICES

Fondation Cowan  
Fondation de la famille Debbie et Don Morrison\*\*  
Fondation Gerald-Schwartz-et-Heather-Reisman\*\*  
Fondation John-Templeton  
Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo  
— Fonds Musagetes  
— Fonds de la famille John A. Pollock  
Fondation de la famille Peter et Shelagh Godsoe\*\*  
Fondation RBC

\*\*Membre du Cercle des administrateurs

## DONATEURS INDIVIDUELS

### Cercle des administrateurs

Debbie et Ian Adare  
Alexandra Brown  
Don Campbell  
David Caputo  
Savvas et Christine Chamberlain  
Catherine A. Delaney  
Jon et Lyne Dellandrea  
Greg Dick  
Michael et Kathy Duschenes  
Ginny Dybenko  
H. Garfield Emerson  
Cosimo et Christina Fiorenza  
Doug Fregin  
Edward S. Goldenberg  
Richard et Donna Ivey  
Tim Jackson  
Farsad Kiani  
Robin Korhals  
Mike Lazaridis  
Carol A. Lee  
Kevin Lynch  
James Mossman  
Barbara Palk et John Warwick  
Famille Reid  
Bruce et Lisa Rothney  
Maureen J. Sabia  
Harald Stover et Maria Antonakos  
Neil Turok  
Douglas Wright

### Amis de l'Institut PÉRIMÈTRE

Dons anonymes (3)  
J. DesBrisay et M. Cannell  
Sue et Dave Scanlan

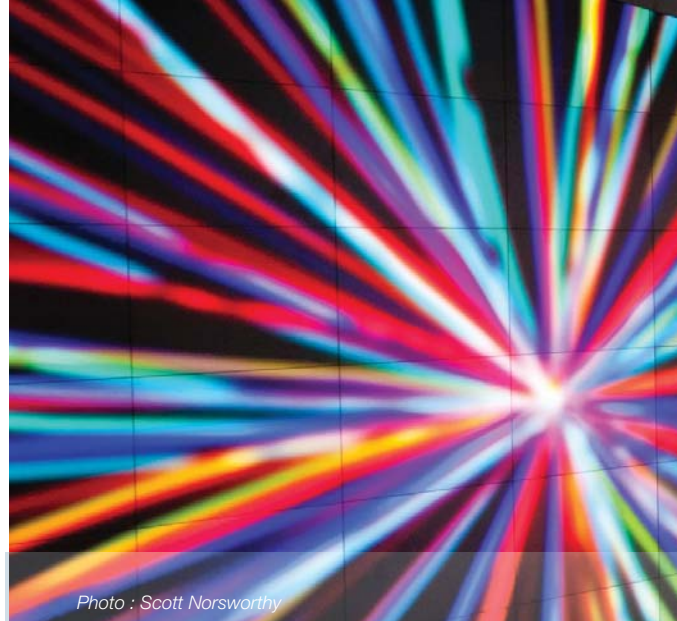


Photo : Scott Norsworthy

## LA CHAIRE GROUPE FINANCIER BMO ISAAC-NEWTON DE PHYSIQUE THÉORIQUE

Pour devenir le principal centre mondial dans son domaine, l'Institut PÉRIMÈTRE croît de manière stratégique. La clé de voûte de sa croissance scientifique – qui maintient celle-ci par le haut – consistera à mettre sur pied cinq chaires, nommées en l'honneur de scientifiques dont les idées ont défini la physique moderne : Isaac Newton, James Clerk Maxwell, Albert Einstein, Niels Bohr et Paul Dirac.

Chaque chaire sera occupée par un chercheur de premier plan dans le domaine voulu. Ces titulaires de chaire attireront d'autres scientifiques – professeurs titulaires et adjoints, postdoctorants et étudiants – et seront des points d'ancrage d'équipes de recherche exceptionnelles.

Cette année, l'Institut a mis sur pied et doté la première de ces cinq chaires : la chaire Groupe financier BMO Isaac-Newton de physique théorique de l'Institut PÉRIMÈTRE. Le montant de 4 millions de dollars consenti par BMO constitue le don le plus important fait en une seule fois par BMO pour soutenir la science et la technologie au Canada, et le don le plus important d'une entreprise dans l'histoire de l'Institut.

Xiao-Gang Wen, l'un des plus grands théoriciens au monde dans le domaine de la matière condensée, a été recruté à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) comme premier titulaire de cette chaire. Son arrivée à l'Institut est prévue au cours de l'année qui vient.



## GOUVERNANCE

Perimeter L'Institut Périmètre est une société sans but 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 de dernière instance pour toutes les questions liées à la structure générale et au développement de l'Institut.

La planification financière, la comptabilité et la stratégie d'investissement relèvent du comité de gestion des investissements ainsi que du comité des finances et de la vérification. 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 de l'Institut est un scientifique éminent chargé d'établir et de mettre en œuvre l'orientation stratégique globale de l'Institut. Le directeur de l'exploitation est responsable du fonctionnement quotidien de l'établissement et relève du directeur. Il est secondé dans sa tâche par une équipe de cadres administratifs.

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

Composé d'éminents scientifiques de divers pays, le comité consultatif scientifique est un organe de surveillance intégré, créé pour aider le conseil d'administration et le directeur de l'Institut à assurer un niveau élevé d'excellence scientifique.

### MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

**Mike Lazaridis**, O.C., O.Ont., (président), est fondateur, vice-président du conseil d'administration et président du comité d'innovation de Research In Motion Ltd. (RIM). Visionnaire, innovateur et ingénieur de grand talent, il a joué un rôle important dans la révolution des téléphones multifonctionnels avec le BlackBerryMD. Il a reçu de nombreux prix et distinctions dans le monde de la technologie et de l'entreprise, de même que l'Ordre du Canada.

**Donald W. Campbell** est le conseiller stratégique principal de Davis LLP. Avant d'entrer chez Davis, il était vice-président directeur chez CAE inc., dont il dirigeait les activités liées aux marchés publics dans le monde entier. M. Campbell est entré chez CAE après une brillante carrière au ministère canadien des Affaires étrangères et du Commerce international, au cours de laquelle il a notamment été ambassadeur du Canada au Japon.

**Cosimo Fiorenza** (vice-président) est vice-président et avocat-conseil d'Infinite Potential Group. Il est également actif au sein de plusieurs organisations sans but lucratif et caritatives publiques, dont le Barreau du Haut-Canada, l'Institut d'informatique quantique et plusieurs fondations familiales privées. M. Fiorenza a obtenu un diplôme en administration des affaires à l'Université Lakehead et un diplôme en droit à l'Université d'Ottawa.

**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 mars 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 sans but lucratif.

**Kevin Lynch**, P.C., O.C., est un ancien haut fonctionnaire qui a été pendant 33 ans au service du gouvernement du Canada. Jusqu'à récemment, il était greffier du Conseil privé, secrétaire du Cabinet et chef de la fonction publique du Canada. Auparavant, il avait été entre autres sous-ministre des Finances, sous-ministre de l'Industrie, ainsi que directeur du Fonds monétaire international pour le Canada, l'Irlande et les Antilles. Il est actuellement vice-président du Groupe financier BMO.

**Steve MacLean** est président de l'Agence spatiale canadienne (ASC) depuis 2008. Physicien de formation, il a été sélectionné en 1983 pour faire partie du groupe des six premiers astronautes canadiens. Il a participé à une mission de la navette spatiale Columbia (1992), puis à une mission de la navette Atlantis (2006) vers la Station spatiale internationale. En plus d'avoir acquis une vaste expérience à l'ASC, à la NASA et dans le cadre des activités de la Station spatiale internationale, il est un ardent promoteur de la culture scientifique et de l'enseignement aux enfants.

**Barbara Palk** a récemment pris sa retraite comme présidente de TD Gestion de placements inc., l'une des principales entreprises canadiennes de gestion de portefeuilles, et vice-présidente principale du Groupe Banque TD. Elle est membre de CSI, autrefois appelé l'Institut canadien des valeurs mobilières, membre de l'Institut CFA (analystes financiers agréés) et membre de la Société des analystes financiers de Toronto. À l'heure actuelle, Mme Palk est vice-présidente du conseil d'administration de l'Université Queen's et présidente de son comité d'investissement, de même que membre des conseils d'administration du Festival Shaw et de l'école secondaire Greenwood de Toronto. Elle a reçu une Distinction de l'Ontario en tant que bénévole et a été honorée en 2004 par le Réseau des femmes exécutives comme l'une des femmes canadiennes les plus influentes : *Top 100* dans la catégorie des pionnières.

**John Reid** est le chef de la vérification 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.



## MEMBRES DU COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE

**Michael Peskin**, président du comité, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC (membre depuis 2008) – Les domaines de recherche du professeur Peskin englobent tous les aspects de la physique théorique des particules élémentaires, mais plus particulièrement la nature des nouvelles particules et forces élémentaires qui seront découvertes avec la génération à venir de collisionneurs de protons et d'électrons. Il a été membre junior de la Harvard Society of Fellows de 1977 à 1980, et a été élu membre de l'Académie américaine des arts et des sciences en 2000. Il est co-auteur d'un manuel, largement utilisé, sur la théorie quantique des champs.

**Gerard Milburn**, ancien président du comité, Université du Queensland (membre de 2007 à 2010) – Les domaines de recherche du professeur Milburn sont notamment l'optique quantique, la mesure quantique et les processus stochastiques, l'information quantique et le calcul quantique. Il a publié dans des revues internationales plus de 200 articles qui ont fait l'objet de plus de 6000 citations. Il est également auteur ou co-auteur de plusieurs ouvrages, dont deux destinés à expliquer les phénomènes quantiques et leur potentiel au grand public.

**Abhay Ashtekar**, Université de l'État de Pennsylvanie (membre de 2008 à 2010) – M. Ashtekar a le titre de professeur Eberly de sciences physiques et dirige l'Institut de physique et géométrie gravitationnelles à l'Université de l'État de Pennsylvanie. En tant que créateur des variables d'Ashtekar, il est l'un des fondateurs de la théorie de la gravitation quantique à boucles, dont il a écrit plusieurs descriptions accessibles aux non-physiciens.

**Sir Michael Berry**, Université de Bristol (membre depuis 2009) – Sir Michael Berry est professeur émérite de l'Université de Bristol. Il est l'auteur de nombreuses contributions importantes à la physique semiclassique (physique asymptotique, chaos quantique) appliquée aux phénomènes ondulatoires en mécanique quantique et dans d'autres domaines tels que l'optique. Il est bien connu pour la découverte de la phase de Berry, phénomène qui a trouvé de nombreuses applications en physique atomique, nucléaire et corpusculaire, en optique ainsi que dans le domaine de la matière condensée. Il a été élu membre de la Société royale de Londres en 1982 et fait chevalier en 1996. Entre autres distinctions, il a reçu les médailles Dirac de l'Institut de physique (1990) et de l'ICTP (1996), le prix Lilienfeld (1990), le prix Wolf (1998) et le prix Polya de la Société mathématique de Londres (2005).

**Matthew Fisher**, Institut de technologie de la Californie (membre depuis 2009) – M. Fisher est un théoricien de la matière condensée. Il a travaillé sur les systèmes fortement corrélés, en particulier les systèmes à dimensionnalité réduite, les isolateurs de Mott, le magnétisme quantique et l'effet Hall quantique. Aux États-Unis, il a reçu le prix Alan-T. Waterman de la Fondation nationale des sciences en 1995, puis le prix des initiatives de recherche de l'Académie nationale des sciences en 1997. En 2003, il a été élu membre de l'Académie américaine des arts et des sciences. Matthew Fisher est l'auteur de plus de 150 publications.

**Brian Greene**, Université Columbia (membre depuis 2010) – M. Greene est professeur de mathématiques et physique à l'Université Columbia, où il est codirecteur de l'Institut des cordes, de cosmologie et de physique des astroparticules (ISCAP). Il a fait des découvertes majeures en théorie des supercordes, explorant les conséquences physiques et les propriétés mathématiques des dimensions supplémentaires postulées par la théorie. Ses recherches actuelles se concentrent sur la cosmologie des cordes, où il cherche à comprendre la physique des premiers moments de l'univers. Brian Greene est bien connu pour son travail de communication de la physique théorique au grand public. Parmi les livres qu'il a publiés, mentionnons : *The Elegant Universe* (L'univers élégant), vendu à plus d'un million d'exemplaires dans le monde; *The Fabric of the Cosmos* (Le tissu du cosmos), qui est demeuré pendant six mois dans la liste des best-sellers du *New York Times*; *Icarus at the Edge of Time, A Children's Tale* (Icare à la limite du temps – Conte pour enfants). Un spécial en trois parties de la série télévisée NOVA, réalisé à partir de *The Elegant Universe* (L'univers élégant), a remporté à la fois un prix Emmy et un prix Peabody.

**Gerard 't Hooft**, Université d'Utrecht (membre de 2008 à 2010) – Les recherches du professeur 't Hooft portent sur les théories de jauge en physique des particules élémentaires, la gravité quantique et les trous noirs, de même que sur les aspects fondamentaux de la physique quantique. Ses contributions scientifiques ont été largement récompensées, notamment par la médaille Benjamin Franklin, ainsi que le prix Nobel de physique 1999, pour « avoir élucidé la structure quantique des interactions électrofaibles en physique ».

**Igor R. Klebanov**, Université de Princeton (membre de 2007 à 2010) – Les recherches du professeur Klebanov ont porté sur de nombreux aspects de la physique théorique et se concentrent maintenant sur les relations entre la théorie des supercordes et la théorie quantique des champs. Il a actuellement le titre de professeur Thomas-D.-Jones de physique mathématique à l'Université de Princeton. Il a apporté de nombreuses contributions très appréciées sur la dualité entre théories de jauge et cordes.

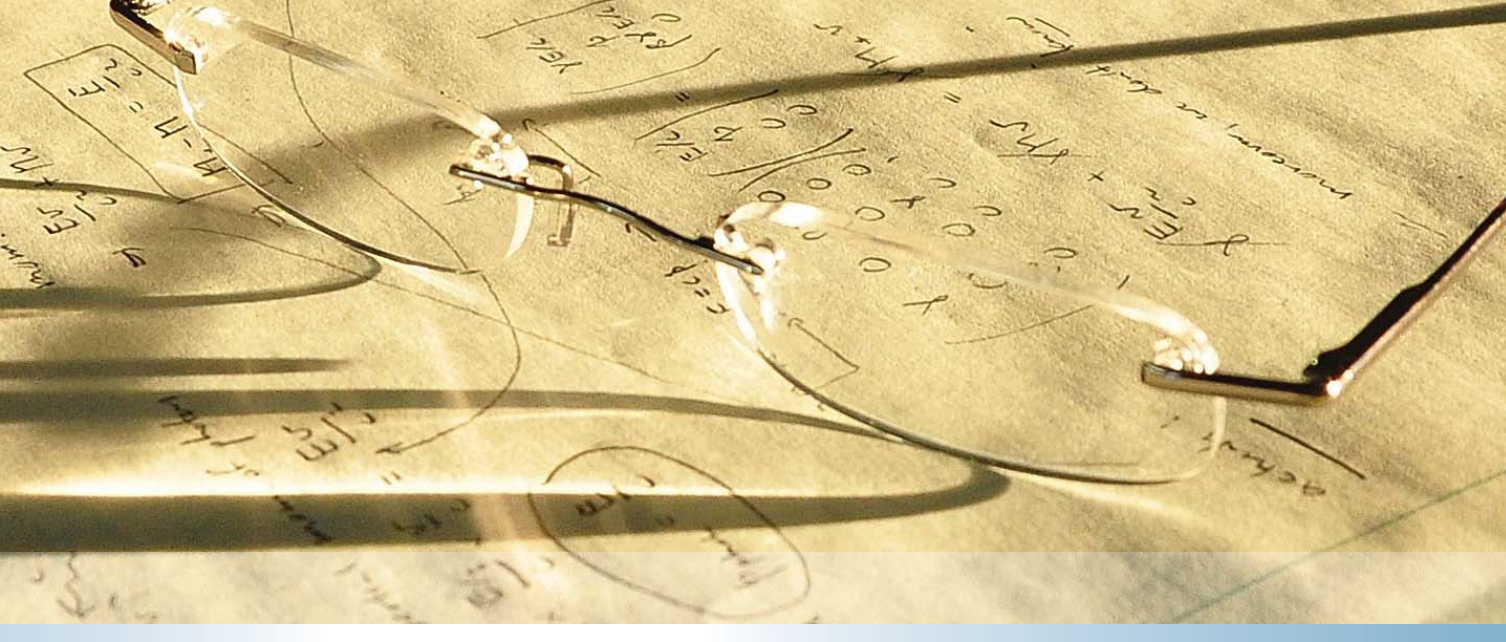
**Renate Loll**, Université d'Utrecht (membre depuis 2010) – Mme Loll est professeure de physique théorique et membre de l'Institut de physique théorique, au sein du Département de physique et d'astronomie de l'Université d'Utrecht. Ses recherches portent principalement sur la gravité quantique et sur la conception d'une théorie cohérente qui décrit 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 gravité quantique par l'approche des triangulations dynamiques causales. Renate Loll dirige l'un des plus grands groupes de recherche au monde sur la gravité quantique non perturbative. Elle a reçu la prestigieuse subvention individuelle VICI de l'Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique. Mme Loll est titulaire d'une chaire de chercheur distingué de l'Institut Périphère et membre du corps professoral du programme PSI de l'Institut.

**John Preskill**, Institut de technologie de la Californie (membre depuis 2009) – M. Preskill a le titre de professeur Richard-P.-Feynman de physique théorique et est directeur de l'Institut d'informatique quantique de Caltech. Parmi ses nombreuses contributions scientifiques jusqu'au milieu des années 1990, mentionnons : ses travaux sur les monopôles magnétiques superlourds au commencement de l'univers, qui ont conduit à la théorie de l'expansion de l'univers; la proposition selon laquelle les axions pourraient faire partie de la matière sombre froide; la théorie des symétries discrètes locales. Depuis le milieu des années 1990, John Preskill s'intéresse aux problèmes mathématiques liés au calcul quantique et à la théorie de l'information quantique. M. Preskill a été récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan, il a reçu à deux reprises le prix d'enseignement de l'Association des étudiants de Caltech et il a été élu membre de la Société américaine de physique. Il a également été le conférencier Morris-Loeb à l'Université Harvard en 2006.

**David Spergel**, Université de Princeton (membre depuis 2009) – M. Spergel a le titre de professeur Charles-Young d'astronomie à l'Université de Princeton, dont il dirige le département d'astrophysique. Il est connu pour ses travaux dans le cadre de la mission de la sonde d'étude de l'anisotropie du fond diffus cosmologique WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*). David Spergel est boursier de la Fondation MacArthur et membre de l'Académie nationale des sciences des États-Unis. Il préside actuellement le sous-comité d'astrophysique du conseil consultatif de la NASA. Il a reçu, conjointement avec Charles L. Bennett et Lyman A. Page Jr., le prix Shaw 2010 d'astronomie, pour sa contribution à la mission WMAP, qui a permis de déterminer avec précision les paramètres cosmologiques fondamentaux, dont la géométrie, l'âge et la composition de l'univers.

**Erik Peter Verlinde**, Université d'Amsterdam (membre depuis 2010) – M. Verlinde est professeur de physique théorique à l'Institut de physique théorique de l'Université d'Amsterdam. Il est mondialement connu pour ses nombreuses contributions, dont l'algèbre de Verlinde et la formule de Verlinde, qui jouent un rôle important en théorie conforme des champs et en théorie topologique des champs. Ses recherches portent sur la théorie des cordes, la gravité, les trous noirs et la cosmologie. Il a récemment proposé une théorie holographique de la gravité qui semble conduire naturellement aux valeurs observées de l'énergie sombre dans l'univers.

**Birgitta Whaley**, Université de la Californie à Berkeley (membre depuis 2010) – Mme Whaley est professeure au Département de chimie de l'Université de la Californie à Berkeley, où elle est directrice du Centre d'informatique quantique. Ses recherches portent sur la compréhension et la manipulation de la dynamique quantique des atomes, des molécules et des nanomatériaux dans des environnements complexes afin d'explorer les problèmes fondamentaux du comportement quantique. Elle est l'auteure de contributions majeures à l'analyse et au contrôle de la décohérence et de l'universalité en traitement de l'information quantique, ainsi qu'à l'analyse de la mise en œuvre physique du calcul quantique. Birgitta Whaley est également connue pour sa théorie de la solvation moléculaire dans des systèmes d'hélium superfluide à l'échelle nanométrique. Ses recherches actuelles portent sur les aspects théoriques de la science de l'information quantique, sur la simulation quantique de phases topologiques exotiques, ainsi que sur l'exploration des effets quantiques dans des systèmes biologiques.



## FINANCES

### COMMENTAIRES ET ANALYSE DE LA DIRECTION

#### RÉSULTATS DES ACTIVITÉS

Au cours de l'exercice 2010-2011, l'Institut Péricètre a continué de bien progresser dans tous les aspects de son plan quinquennal. Les sommes consacrées aux éléments de sa mission centrale, à savoir la recherche, la formation et la diffusion des connaissances, ont totalisé 76 % des charges totales de l'exercice.

Les charges de recherche scientifique (52 %) encourues en 2010-2011 ont soutenu la croissance du personnel de recherche et les activités connexes. Les charges de formation à la recherche (9 %) reflètent l'augmentation du nombre d'étudiants inscrits au programme PSI et au doctorat. Les activités de diffusion des connaissances (14 %) comprennent la prestation de programmes éducatifs et le développement d'outils pédagogiques. Conformément au plan quinquennal, certaines initiatives de diffusion des connaissances (comme la production d'un festival) sont biennuelles. Cela se reflète dans les charges, qui ont été inférieures en 2010-2011 par rapport à l'exercice précédent.

Les charges indirectes de recherche et de fonctionnement ont été à nouveau surveillées de près et maintenues à 24 % des charges totales d'exploitation de l'Institut. Elles comprennent les coûts des activités centrales de soutien, notamment l'administration, la technologie de l'information et les installations. Les coûts des activités de promotion de l'Institut (qui ont résulté en des dons et engagements de plus de 4,9 millions de dollars au cours de l'année écoulée) font également partie de cette catégorie. Conformément aux politiques comptables de l'Institut, seules les sommes effectivement reçues font partie des produits dans les états financiers.

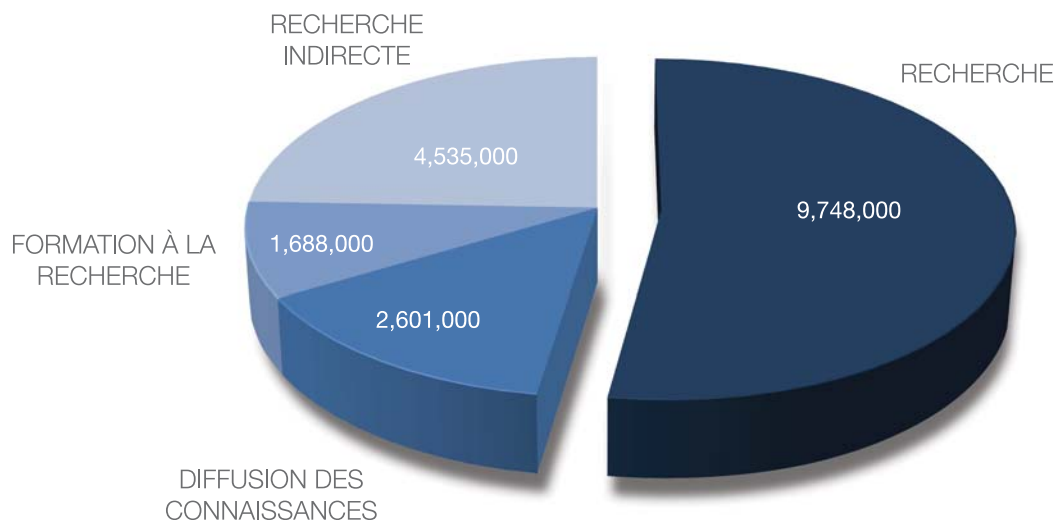
Le soutien continu des pouvoirs publics s'est traduit en 2010-2011 par le financement des activités d'exploitation, ainsi que des coûts de construction et d'infrastructure du Centre Stephen-Hawking, de la part des gouvernements du Canada et de l'Ontario.

L'Institut a obtenu en 2011 un renouvellement des engagements de financement des gouvernements fédéral et provincial pour plusieurs années, d'un montant total de 100 millions de dollars, ce qui renforce un partenariat public-privé solide soutenant les projets de l'Institut en matière de recherche scientifique, de formation ainsi que de diffusion des connaissances.

Grâce à sa stratégie d'investissement, à une surveillance étroite et à ses méthodes de gestion de portefeuille, l'Institut a vu son fonds de dotation poursuivre sa progression, avec une hausse de plus de 9 % ou 20,9 millions de dollars en 2010-2011.

## SOMMAIRE DES DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT

Pour l'exercice terminé le 31 juillet 2011



## BILAN

Le bilan fait état d'un fonds de roulement exceptionnellement solide, qui permet à l'Institut d'agir rapidement lorsque des occasions se présentent, ce qui lui procure un avantage concurrentiel considérable dans la poursuite de ses objectifs de recherche et de diffusion des connaissances.

Les progrès effectués au cours de l'exercice en vue des dernières étapes du projet d'expansion des installations sont nettement visibles, avec une augmentation de 17,3 millions de dollars par rapport à l'exercice précédent au chapitre des immobilisations.

La marge de crédit bancaire a été utilisée au cours du dernier trimestre de l'exercice, mais de manière stratégique à titre de mesure temporaire, dans le contexte d'une utilisation optimale du fonds de roulement.

Le fonds de dotation sert à accumuler des fonds privés afin de répondre aux besoins futurs de l'Institut. Ce fonds de 220 millions de dollars comprend des titres canadiens, des titres étrangers, des titres à revenu fixe et d'autres investissements spécifiques conformes aux objectifs de l'Institut en matière de risque et de rendement.



## RISQUES ET INCERTITUDES

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

De nouveaux engagements de financement de 50 millions de dollars du gouvernement du Canada jusqu'au 31 mars 2017, ainsi que de 50 millions de dollars du gouvernement de l'Ontario jusqu'au 31 juillet 2021, renforcent la collaboration étroite de l'Institut avec ses partenaires publics et l'intérêt que ces derniers voient à investir dans l'Institut.

Même si ces engagements récents pour plusieurs années et d'un montant total de 100 millions de dollars montrent que l'Institut est perçu par les gouvernements comme un excellent investissement, il n'y a aucune garantie de financement au-delà de ces engagements.

L'Institut cherche en outre à accroître ses sources de financement provenant du secteur privé, au moyen d'une ambitieuse campagne visant à obtenir des fonds annuels d'exploitation et à doubler son fonds de dotation au cours des années à venir.

Selon les désirs des donateurs, les sommes provenant du secteur privé servent à assumer des dépenses 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. Bien que ce fonds de dotation soit investi dans un portefeuille diversifié et géré par un comité de gestion diligent, la fluctuation du cours des titres sera toujours une réalité avec laquelle il faudra composer.



<b>ZEIFMANS</b> LLP CHARTERED ACCOUNTANTS	<p>201 Bridgeland Avenue Toronto, Ontario M6A 1Y7</p> <p>Tel: (416) 256-4000 Fax: (416) 256-4001 Email: info@zeifmans.ca www.zeifmans.ca</p>
---	--

## RAPPORT DES VÉRIFICATEURS INDÉPENDANTS SUR LES ÉTATS FINANCIERS RÉSUMÉS

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

Les états financiers résumés ci-joints, qui comprennent l'état résumé de la situation financière au 31 juillet 2011, 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 vérifiés de l'Institut Péricône (« l'Institut ») pour l'exercice terminé le 31 juillet 2011. Nous avons exprimé une opinion sans réserve sur ces états financiers dans notre rapport daté du 2 décembre 2011. 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 vérifiés.

Les états financiers résumés ne contiennent pas toutes les informations requises selon les principes comptables généralement reconnus au Canada. Par conséquent la lecture des états financiers résumés ne peut remplacer la lecture des états financiers vérifiés 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 vérifiés selon les principes comptables généralement reconnus au Canada.

### *Responsabilité des vérificateurs*

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 vérifiés de l'Institut pour l'exercice terminé le 31 juillet 2011 constituent un résumé fidèle de ces états financiers, établi selon les principes comptables généralement reconnus au Canada.

Toronto, Ontario  
Le 5 décembre 2011

*Zeifmans LLP*

Comptables agréés  
Experts-comptables autorisés



**INSTITUT PÉRIMÈTRE**  
 (Société sans capital-actions constituée en vertu des lois du Canada)  
 ÉTAT RÉSUMÉ DE LA SITUATION FINANCIÈRE AU 31 JUILLET 2011

	<u>2011</u>	<u>2010</u>
<b>ACTIF</b>		
Actif à court terme :		
Trésorerie et équivalents	\$ 1,082,000	\$ 5,063,000
Investissements	218,970,000	209,003,000
Subventions gouvernementales à recevoir	2,145,000	3,611,000
Autre actif à court terme	2,168,000	1,170,000
	224,365,000	218,847,000
Autre actif à recevoir	---	30,000
Immobilisations	55,489,000	38,197,000
<b>TOTAL DE L'ACTIF</b>	<b>\$ 279,854,000</b>	<b>\$ 257,074,000</b>
<b>PASSIF ET SOLDE DES FONDS</b>		
Passif à court terme :		
Découvert bancaire	\$ 577,000	\$ ---
Dette bancaire	1,330,000	---
Comptes créditeurs et autre passif à court terme	6,168,000	4,917,000
<b>TOTAL DU PASSIF</b>	<b>\$ 8,075,000</b>	<b>\$ 4,917,000</b>
Solde des fonds :		
Investis dans les immobilisations	53,536,000	38,114,000
Grevés d'affectations d'origine externe	100,128,000	136,180,000
Grevés d'affectations d'origine interne	78,840,000	77,410,000
Non grevés	39,275,000	453,000
<b>SOLDE TOTAL DES FONDS</b>	<b>271,779,000</b>	<b>252,157,000</b>
	<b>\$ 279,854,000</b>	<b>\$ 257,074,000</b>



INSTITUT PÉRIMÈTRE  
ÉTAT RÉSUMÉ DES RÉSULTATS ET DU SOLDE DES FONDS  
POUR L'EXERCICE TERMINÉ LE 31 JUILLET 2011

	<u>2011</u>	<u>2010</u>
Produits :		
Subventions gouvernementales	\$ 18,190,000	\$ 18,073,000
Autres produits	425,000	435,000
Dons	<u>212,000</u>	<u>626,000</u>
	<u>18,827,000</u>	<u>19,134,000</u>
Charges :		
Recherche	9,748,000	9,858,000
Formation à la recherche	1,688,000	1,450,000
Diffusion des connaissances et communications scientifiques	2,601,000	3,149,000
Charges indirectes de recherche et de fonctionnement	<u>4,535,000</u>	<u>4,415,000</u>
TOTAL DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT	<u>18,572,000</u>	<u>18,872,000</u>
Excédent des produits par rapport aux charges avant produits de placement et amortissement	255,000	262,000
Amortissement	(1,573,000)	(1,656,000)
Produits de placement	<u>20,940,000</u>	<u>11,374,000</u>
Excédent des produits par rapport aux charges	19,622,000	9,980,000
Solde des fonds au début de l'exercice	252,157,000	242,177,000
SOLDE DES FONDS À LA FIN DE L'EXERCICE	<u>\$ 271,779,000</u>	<u>\$ 252,157,000</u>



## PRIORITÉS ET OBJECTIFS POUR L'AVENIR

Au cours de la prochaine année, l'Institut continuera d'accomplir sa mission centrale fondée sur les objectifs stratégiques suivants :

**Réaliser des découvertes de classe mondiale**, en continuant de mettre l'accent sur les progrès de la recherche fondamentale dans les domaines couverts par l'Institut, en encourageant des approches complémentaires et pluridisciplinaires, et en insufflant une atmosphère de collaboration favorisant l'épanouissement des idées et augmentant la probabilité d'avancées majeures.

**Devenir la résidence de recherche d'une masse critique des plus grands physiciens théoriciens au monde**, en poursuivant le recrutement au plus haut niveau, en offrant des possibilités de collaboration et d'interaction inégalées, et en favorisant les liens de coopération dans l'ensemble de la communauté scientifique au Canada et dans le monde.

**Créer l'environnement et l'infrastructure les meilleurs au monde pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique.**

**Devenir un incubateur des talents les plus prometteurs**, en recrutant des postdoctorants de haut calibre, en facilitant la collaboration des chercheurs avec les centres d'observation et d'expérimentation, en attirant et en formant de brillants jeunes diplômés dans notre cycle de formation PSI et en recrutant les meilleurs comme doctorants, ainsi qu'en offrant des possibilités de formation à la recherche à des étudiants doués de premier cycle.

**Devenir la seconde résidence de recherche de plusieurs grands théoriciens du monde**, en continuant à attribuer des chaires de chercheur distingué à des scientifiques de premier plan, en attirant des chercheurs invités, de même que par des accords qui encouragent les activités conjointes entre les chercheurs de l'Institut et ceux d'autres grands établissements du monde.

**Devenir une plaque tournante d'un réseau mondial de centres de physique théorique**, en recherchant des occasions de partenariat et de collaboration qui peuvent contribuer à accélérer la mise sur pied de centres d'excellence en mathématiques et physique.

**Renforcer le rôle de l'Institut comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale au Canada**, en continuant de développer des liens nationaux et internationaux, en tirant le meilleur parti possible des technologies de participation à distance et en favorisant les interactions entre ses professeurs et ses membres affiliés dans tout le pays.

**Organiser des conférences, ateliers, cours et séminaires ciblés et opportuns**, en mettant l'accent sur les sujets à la fine pointe et en maintenant un programme de séminaires dynamiques.

**Mener une action de diffusion des connaissances à fort impact**, en communiquant au grand public l'importance de la recherche fondamentale et la puissance de la physique théorique, et en offrant des occasions uniques et des ressources de grande qualité aux enseignants et aux élèves.

**Continuer d'exploiter le modèle de financement public-privé qui a fait ses preuves à l'Institut.**





## ANNEXES

### PROFESSEURS



**Neil Turok** (Ph.D., Collège impérial de Londres, 1983) est devenu directeur de l'Institut en 2008. Après avoir été postdoctorant à Santa Barbara, puis scientifique associé au laboratoire Fermilab, il est devenu professeur de physique à l'Université de Princeton. En 1997, il a été nommé titulaire de la chaire de physique mathématique à l'Université de Cambridge. Il a reçu les bourses Sloan et Packard, ainsi que la médaille James-Clerk-Maxwell 1992. En 2008, il a été nommé membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). Les travaux 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 fonds produit par l'énergie sombre, ont été confirmées. Avec Stephen Hawking, Neil Turok a découvert les solutions instanton qui décrivent la naissance d'univers expansionnistes. Ses travaux sur l'inflation ouverte constituent le fondement du modèle maintenant populaire de « multivers » (ou multiunivers). Avec Paul Steinhardt, il a élaboré un modèle cosmologique cyclique selon lequel le Big Bang s'explique par une collision de deux « univers branaires » en théorie M (ou théorie des membranes). Né en Afrique du Sud, M. Turok a fondé l'Institut africain de mathématiques (AIMS) au Cap, dans son pays natal. En 2008, il s'est vu décerner le prix TED et le prix de la « personne la plus innovante » à l'occasion du Sommet mondial sur l'innovation et l'esprit d'entreprise (WSIE). Il a reçu de nombreuses marques de reconnaissance, dont la médaille de l'Ordre National du Lion, la plus haute distinction du Sénégal, pour son rôle dans la mise sur pied du Centre AIMS-Sénégal.



**Latham Boyle** (Ph.D., Université de Princeton, 2006) est devenu professeur adjoint à l'Institut en 2010. De 2006 à 2009, il a été postdoctorant à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT). Il est également boursier junior de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). 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 récemment 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.



**Freddy Cachazo** (Ph.D., Université Harvard, 2002) est professeur à l'Institut 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 en chromodynamique quantique (QCD) et en théorie de Yang et Mills supersymétriques en dimension 4. Il a reçu en 2007 une bourse de nouveau chercheur et, en 2009, la Médaille Gribov de la Société européenne de physique.

**Laurent Freidel** (Ph.D., École normale supérieure de Lyon, 1994) s'est joint à l'Institut en septembre 2006. C'est un physicien mathématicien qui a fait de nombreuses contributions dignes de mention dans le domaine de la gravité quantique. Il possède des connaissances très étendues dans bien des domaines, dont les systèmes intégrables, les théories des champs topologiques, les théories conformes bidimensionnelles et la chromodynamique quantique. M. Freidel a occupé des postes à l'Université de l'État de Pennsylvanie et à l'École normale supérieure de Lyon. Il est membre du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de France depuis 1995. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont deux bourses ACI-Blanche en France.



**Jaume Gomis** (Ph.D., Université Rutgers, 1999) s'est joint à l'Institut en 2004, renonçant du même coup à une bourse EURYI (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 (Caltech) 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 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 devenu professeur à l'Institut en 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 la recherche sur la théorie de l'information quantique, grâce à son travail sur la correction d'erreurs quantiques et la cryptographie quantique. Il a publié plus de 40 articles qui ont fait l'objet de plus de 3500 citations à ce jour. Daniel Gottesman est également membre du programme *Information quantique* de l'ICRA.



**Lucien Hardy** (Ph.D., Université de Durham, 1992) est devenu professeur à l'Institut 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 ». Son travail actuel vise à caractériser la physique quantique sous forme de postulats opérationnels et à appliquer les résultats obtenus au problème de la gravitation quantique.



**Fotini Markopoulou** (Ph.D., Collège impérial de Londres, 1998) a fait partie des premiers professeurs recrutés par l'Institut en 2001, après avoir été postdoctorante à l'Institut Albert-Einstein (2000-2001), au Collège impérial de Londres (1999-2000) et à l'Université de l'État de Pennsylvanie (1997-1999). En 2001, elle a remporté le premier prix du concours pour jeunes chercheurs « science et réalité ultime » organisé en l'honneur du professeur J. A. Wheeler. Mme Markopoulou est actuellement titulaire d'une bourse pour chercheurs expérimentés de la fondation Alexander-von-Humboldt à l'Institut Albert-Einstein, en Allemagne.



**Robert Myers** (Ph.D., Université de Princeton, 1986) est l'un des principaux physiciens théoriciens travaillant sur la théorie des cordes 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. En 1989, il est devenu professeur de physique à l'Université McGill, puis s'est joint à l'Institut Périclète en 2001. M. Myers a reçu de nombreuses distinctions, dont la médaille Herzberg en 1999 pour ses contributions majeures à la compréhension des d-branes et de la microphysique des trous noirs, et en 2005 le prix de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques. Il est en outre membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).





**Philip Schuster** (Ph.D., Université Harvard, 2007) est devenu professeur à l'Institut 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 a des liens étroits avec le milieu expérimental et a travaillé sur diverses théories qui pourraient être vérifiées par des expériences au grand collisionneur hadronique (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 du groupe APEX au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson en Virginie.



**Lee Smolin** (Ph.D., Université Harvard, 1979) est l'un des membres fondateurs du corps professoral de l'Institut Périclète. Avant de se joindre à l'Institut, il a été postdoctorant à l'Institut d'études avancées de Princeton, à l'Institut de physique théorique de Santa Barbara et à l'Institut Enrico-Fermi de l'Université de Chicago, puis professeur à l'Université Yale, à l'Université de Syracuse et à l'Université de l'État de Pennsylvanie. Les recherches de M. Smolin portent surtout sur le problème de la gravité quantique, notamment la gravitation quantique à boucles et la relativité restreinte déformée (ou relativité doublement restreinte), mais il est l'auteur de contributions dans beaucoup de domaines. Lee Smolin a reçu de nombreux prix et distinctions, dont le prix Majorana et le prix commémoratif Klopsteg. 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) s'est joint au corps professoral de l'Institut 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. Ses recherches portent sur la définition des innovations conceptuelles qui distinguent les théories quantiques des théories classiques et sur la mise en lumière de leur importance pour l'axiomatisation, l'interprétation et la mise en œuvre de différentes tâches en théorie de l'information. M. Spekkens a reçu le prix Birkhoff-von-Neumann de l'Association internationale pour les structures quantiques.



**Natalia Toro** (Ph.D., Université Harvard, 2007) est devenue en 2010 professeure à l'Institut après avoir été boursière postdoctorale à l'Institut de physique théorique de l'Université Stanford (SITP). 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 des recherches à venir dans le cadre de l'expérience de solénoïde compact pour muons (CMS) au grand collisionneur hadronique (LHC) 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 du groupe APEX, qui recherche de telles forces au Laboratoire national de l'accélérateur Thomas-Jefferson en Virginie.



**Guifre Vidal** (Ph.D., Université de Barcelone, 1999) s'est joint à l'Institut en 2011, en provenance de l'Université du Queensland, où il était membre de la Fédération australienne des conseils de recherche et professeur à l'École de mathématiques et physique. Il a été postdoctorant à l'Université d'Innsbruck, en Autriche, et à l'Institut d'informatique quantique de Caltech avant de devenir professeur à l'Université du Queensland. M. Vidal travaille à la jonction entre la théorie de l'information quantique et la physique de la matière condensée, utilisant des réseaux de tenseurs pour calculer l'état fondamental de systèmes quantiques à N corps sur un treillis, ainsi que pour produire une classification des phases possibles de la matière quantique ou des points fixes du flot de renormalisation. Guifre Vidal a reçu entre autres distinctions une bourse Marie-Curie de l'Union européenne et une bourse de la Fondation Sherman-Fairchild.



**Pedro Vieira** (Ph.D., École normale supérieure de Paris et Centre de physique de l'Université de Porto, 2008) a été chercheur associé à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) en 2008 et 2009 avant de devenir professeur à l'Institut Périclète en 2009. Ses recherches portent sur la mise au point de nouveaux outils mathématiques pour les théories de jauge et des cordes. Elles visent ultimement la résolution d'une théorie de jauge quadridimensionnelle réaliste. M. Vieira s'intéresse également à la correspondance entre espace-temps anti-de Sitter et théorie conforme des champs, en abrégé correspondance AdS/CFT, ainsi qu'au calcul théorique d'amplitudes de diffusion.



## PROFESSEURS ASSOCIÉS

**Niyesh Afshordi** (Ph.D., Université de Princeton, 2004 – nomination conjointe 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 titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'Institut Péri-mètre en 2008 et 2009. Il est professeur associé à l'Institut depuis 2010. M. Afshordi se spécialise dans les problèmes interdisciplinaires de la physique fondamentale, de l'astrophysique et de la cosmologie. En 2010, il a reçu un supplément d'accélération à la découverte (SAD) accordé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).



**Alex Buchel** (Ph.D., Université Cornell, 1999 – nomination conjointe avec l'Université Western Ontario) a été chercheur à l'Institut 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), avant de devenir professeur associé à l'Institut Péri-mètre en 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.



**Cliff Burgess** (Ph.D., Université du Texas à Austin, 1985) est devenu professeur associé de l'Institut Péri-mètre en 2004, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster devenue effective 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 les modèles d'expansion de l'univers qui constituent le cadre le plus prometteur pour la vérification expérimentale de la théorie des cordes. 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 de physique théorique et mathématique de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques.



**Richard Cleve** (Ph.D., Université de Toronto, 1989) s'est joint à l'Institut Péri-mètre en 2004, dans le cadre d'une nomination conjointe à l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, où il est titulaire de la chaire d'informatique quantique. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Institut international d'informatique de Berkeley, puis professeur au Département d'informatique de l'Université de Calgary. M. Cleve a apporté de nombreuses contributions importantes en algorithmique quantique et en théorie de l'information quantique. Il est membre fondateur du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), récipiendaire du prix de physique théorique et mathématique de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques, ainsi que membre élu de la Société royale du Canada.



**David Cory** (Ph.D., Université Case Western Reserve, 1987 – nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique et le département de chimie de l'Université de Waterloo) a été chercheur à l'Université de Nimègue, aux Pays-Bas, au Laboratoire de recherches navales du Conseil national de recherches des États-Unis, à Washington (District de Columbia) et à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT). Il a également dirigé les activités de recherche-développement en résonance magnétique nucléaire chez Bruker Instruments. 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. David Cory préside le comité consultatif du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).

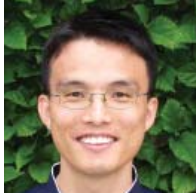


**Adrian Kent** (Ph.D., Université de Cambridge, 1996 – nomination conjointe avec l'Université de Cambridge) a été boursier postdoctoral Enrico-Fermi à l'Université de Chicago, membre de l'Institut des études avancées de Princeton et chercheur boursier de la Société royale de Londres à l'Université de Cambridge, avant de se joindre au corps professoral de l'Institut Péri-mètre. Ses recherches portent sur les fondements de la physique, la cryptographie quantique et la théorie de l'information quantique, plus particulièrement sur la physique de la décohérence, les tests novateurs de la physique quantique et d'autres théories possibles, ainsi que les nouvelles applications de l'information quantique.





**Raymond Laflamme** (Ph.D., Université de Cambridge, 1988 – nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique) est professeur à l'Institut Périètre depuis sa fondation et directeur fondateur de l'Institut d'informatique quantique. 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 mis au point des approches théoriques de la correction d'erreurs quantiques. Il est directeur de QuantumWorks, le réseau national canadien de recherche en science de l'information quantique, membre de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) depuis 2001 et directeur du programme *Information quantique* de l'ICRA depuis 2003. Raymond Laflamme est également titulaire de la chaire de recherche du Canada sur l'information quantique.



**Sung-Sik Lee** (Ph.D., Université Pohang de sciences et technologie, 2000 – nomination conjointe avec l'Université McMaster) a été postdoctorant à POSTECH, à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), ainsi qu'à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, avant de devenir professeur adjoint à l'Université McMaster en 2007. Les recherches de M. Lee portent principalement sur l'étude des systèmes quantiques à N corps et à interaction forte à l'aide de la théorie quantique des champs, de même que sur les points de rencontre entre la matière condensée et la physique des hautes énergies. Dans de récents travaux, il a utilisé la théorie de jauge comme lentille d'observation du phénomène de fractionnalisation, entreprenant d'appliquer de la théorie des cordes à la chromodynamique quantique et à la matière condensée la correspondance entre espace-temps anti-de Sitter et théorie conforme des champs, et élaborant une approche non perturbatrice de la compréhension des états métalliques non conventionnels de la matière.



**Luis Lehner** (Ph.D., Université de Pittsburgh, 1998) est professeur à l'Institut Périètre depuis 2009, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph. Il a été postdoctorant à l'Université du Texas à Austin et à l'Université de la Colombie-Britannique, puis professeur à l'Université de l'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 (ICAT), ainsi que récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan. Luis Lehner est actuellement membre élu de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), de l'Institut de physique du Royaume-Uni et de la Société américaine de physique. Il est également membre du comité de rédaction des revues *Classical and Quantum Gravity* et *Papers in Physics*.



**Michele Mosca** (D.Phil., Université d'Oxford, 1999 – nomination conjointe avec l'Université de Waterloo) est membre fondateur de l'Institut Périètre, ainsi que cofondateur et sous-directeur de l'Institut d'informatique quantique. Il est l'auteur de contributions majeures à la théorie et à la pratique du traitement de l'information quantique, notamment dans les domaines des algorithmes quantiques, des techniques d'étude des limites des ordinateurs quantiques, des autotests quantiques et des canaux quantiques privés. Michele Mosca a reçu de nombreux prix et distinctions, dont une bourse du Commonwealth et le prix du Premier ministre de l'Ontario pour l'excellence en recherche. Il a été désigné en 2010 parmi les 40 meilleurs leaders de moins de 40 ans au Canada. Il est titulaire d'une chaire de recherche du Canada en informatique quantique et a été élu membre de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) en 2010.



**Ashwin Nayak** (Ph.D., Université de la Californie à Berkeley, 1999 – nomination conjointe avec l'Université de Waterloo et l'Institut d'informatique quantique) a occupé des postes au Centre DIMACS de l'Université Rutgers, dans les laboratoires de recherche AT&T de l'Institut de technologie de la Californie (Caltech), de même qu'à l'Institut de recherches en sciences mathématiques de Berkeley. Il a reçu une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario en 2006, ainsi qu'un supplément d'accélération à la découverte (SAD) du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) en 2008.

**Maxim Pospelov** (Ph.D., Institut Budker de physique nucléaire, Russie, 1994 – nomination conjointe avec l'Université de Victoria) est devenu professeur associé à l'Institut en 2004. 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, au Royaume-Uni. M. Pospelov travaille dans le domaine de la physique des particules et a réalisé récemment des études détaillées sur la nucléosynthèse primordiale catalysée, idée novatrice qu'il a proposée afin d'atténuer la divergence persistante entre prédictions théoriques et observations expérimentales en ce qui concerne l'abondance du lithium dans l'univers.



**Thomas Thiemann** (Ph.D., Université RWTH d'Aix-la-Chapelle, 1993 – nomination conjointe avec l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, en Allemagne) effectue des recherches dans les domaines suivants : la théorie quantique des champs non perturbative, en particulier la théorie quantique des champs de jauge et la gravité quantique; les aspects non perturbatifs de la théorie quantique des cordes; la théorie quantique des champs constructive et algébrique; la théorie quantique des champs euclidienne et ses liens avec la mécanique statistique; la théorie quantique des champs semiclassique et les méthodes d'approximation non perturbatives.



**Itay Yavin** (Ph.D., Université Harvard, 2006 – nomination conjointe avec l'Université McMaster) est devenu professeur associé en physique des particules à l'Institut en 2011. De 2006 à 2009, il a été associé de recherche au Département de physique de l'Université de Princeton. Avant de se joindre à l'Institut, M. Yavin a été titulaire d'une bourse postdoctorale James-Arthur au Département de physique de l'Université de New York. Ses travaux en physique des particules mettent l'accent sur la recherche allant au-delà du modèle standard, en particulier l'origine de la brisure de symétrie électrofaible et la nature de la matière sombre. Tout récemment, il a travaillé sur l'interprétation de données déconcertantes produites par des expériences de recherche de matière sombre en laboratoire.



## CHERCHEURS PRINCIPAUX

Christopher Fuchs  
Rafael Sorkin

## CHERCHEUR PRINCIPAL AFFILIÉ

John Moffat

## POSTDOCTORANTS EN 2010-2011

Marcus Appleby	Adrienne Erickcek	Matthew Johnson	Robert Pfeifer
Brian Batell	Åsa Ericsson	Tim Koslowski	Josef Pradler
Joseph Ben Geloun	Cecilia Flori	Louis Leblond	Natalia Saulina
Hector Bombin	Travis Garrett	Jean-Luc Lehnars	Amit Sever
Valentin Bonzom	John Giblin Jr.	Pier Gian Luca Porta Mana	Sarah Shandera
Marc Casals	Simone Giombi	Nicolas Menicucci	Yanwen Shang
Giulio Chiribella	Razvan Gurau	Markus Mueller	David Skinner
Lukasz Cincio	Alioscia Hama	Akimasa Miyake	Misha Smolkin
Roger Colbeck	Chad Hanna	Leonardo Modesto	Michael Trott
Sarah Croke	Janet Hung	Alberto Montana	Tom Zlosnik
Eleonora Dell'Aquila	Zhengfeng Ji	Joao Penedones	

## SCIENTIFIQUES INVITÉS

\* Titulaire d'une chaire de chercheur distingué

\*\* Chercheur invité à long terme

Il est à noter que chaque scientifique invité n'est mentionné qu'une fois,

même s'il a fait plusieurs séjours à l'Institut.

Dmitry Abanin, Université de Princeton, NJ  
Emil Akhmedov\*\*, Institut de physique théorique et expérimentale, Moscou, Russie  
Andreas Albrecht\*\*, Université de Chicago, IL  
Emanuele Alesci, Institut de physique théorique III, Erlangen, Allemagne  
Yacine Ali-Haimoud, Institut de technologie de la Californie (Caltech)  
Rouzbeh Allahverdi, Université du Nouveau-Mexique  
Jan Ambjorn, Université d'Utrecht, Pays-Bas  
Giovanni Amelino-Camelia, Université La Sapienza de Rome, Italie  
Luigi Amico, Université de Catane, Italie  
Mustafa Amin, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)  
Mohamed Anber, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON  
Matthew Anderson, Université de l'État de Louisiane  
Dionysios Anninos, Université Harvard, Cambridge, MA  
Philip Argyres, Université de Cincinnati, OH  
Nima Arkani-Hamed\*, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ  
Jonathan Arons, Université de la Californie à Berkeley  
Michele Arzano, Institut de physique théorique, Université d'Utrecht, Pays-Bas  
Sujay Ashok, Institut de mathématiques de Chennai, Inde  
Amjad Ashoorioon, Université d'Uppsala, Suède  
Joonwoo Bae, Institut coréen d'études avancées (KIAS), Séoul  
Neta Bahcall\*, Université de Princeton, NJ  
Yang Bai, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC, Menlo Park, CA  
Dave Baker, Université du Michigan  
Cosimo Bambi, Institut de physique et de mathématiques de l'univers (IPMU), Tokyo, Japon  
Julian Barbour, chercheur indépendant  
Neil Barnaby, Université du Minnesota  
Howard Barnum, Laboratoire national de Los Alamos, NM  
Jonathan Barrett, Collège Royal Holloway, Université de Londres, Royaume-Uni  
Itzhak Bars\*\*, Université de la Californie du Sud

Ganapathy Baskaran\*, Institut de mathématiques de Chennai, Inde  
Benjamin Basso, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ  
Andreas Bauswein, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne  
Rob Beezer, Université du Puget Sound, Tacoma, WA  
Viacheslav Belavkin, Université de Nottingham, Royaume-Uni  
Ido Ben-Dayan, Université Ben-Gourion du Néguev, Israël  
Carl Bender, Université Washington à Saint-Louis, MO  
Dionigi Benincasa, Collège impérial de Londres, Royaume-Uni  
Francesco Benini, Université de Princeton, NJ  
Jacob Biamonte, Université d'Oxford, Royaume-Uni  
Eugenio Bianchi, Centre de physique théorique, Marseille, France  
Robin Blume-Kohout, Laboratoire national de Los Alamos, NM  
Nate Bode, Institut de technologie de la Californie (Caltech)  
Sergio Boixo, Université Harvard, Cambridge, MA  
Steve Boughn, Collège d'Haverford, PA  
Jacob Bourjaily, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ  
Patrick Brady, Université du Wisconsin à Milwaukee  
Robert Brandenberger, Université McGill, Montréal, QC  
Sergey Bravyi, Centre de recherche T.-J.-Watson d'IBM, New York, NY  
Anne Broadbent, Institut d'informatique quantique, Université de Waterloo, ON  
Avery Broderick, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON  
Adam Brown, Université de Princeton, NJ  
Brieli Brown, Université de la Virginie  
Johannes Brunnemann, Université de Hambourg, Allemagne  
Michel Buck, Collège royal de Londres, Royaume-Uni  
Timothy Budd, Université d'Utrecht, Pays-Bas  
Oliver Buerschaper, Institut Max-Planck d'optique quantique, Garching, Allemagne  
Mathew Bullimore, Université d'Oxford, Royaume-Uni  
Chris Byrnes, Université de Bielefeld, Allemagne  
Mariano Cadoni, Université de Cagliari et INFN, Italie  
Xian Camanho, Université de Saint-Jacques-de-Compostelle, Espagne

Lorenzo Campos Venuti, Institut d'échanges scientifiques, Turin, Italie  
Simon Caron Huot, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ  
Horacio Casini, Centre atomique, Bariloche, Argentine  
Pablo Cerda, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne  
Oscar Chacaltana, Université du Texas à Austin  
Zackaria Chacko, Université du Maryland  
Claudio Chamon, Université de Boston, MA  
Shih-Hung Chen, Université de l'État d'Arizona  
Xie Chen, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)  
Xingang Chen, Université de Cambridge, Royaume-Uni  
Fang Chen, Université McGill, Montréal, QC  
Paul Chesler, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)  
Hillary Child, Collège Kenyon, Gambier, OH  
Neil Christensen, Université du Wisconsin à Madison  
Yi-Zen Chu, Université de l'État d'Arizona  
Ignacio Cirac\*, Institut Max-Planck d'optique quantique, Garching, Allemagne  
James Cline\*\*, Université McGill, Montréal, QC  
Bob Coecke, Université d'Oxford, Royaume-Uni  
Patrick Coles, Université Carnegie-Mellon, Pittsburgh, PA  
Samuel Colin, Université Griffith, Queensland, Australie  
Fabio Costa, Université de Vienne, Autriche  
Sera Cremonini, DAMTP, Université de Cambridge, Royaume-Uni  
Giacomo D'Ariano, Université de Pavie, Italie  
Naresh Dadhich, Centre interuniversitaire d'astronomie et d'astrophysique, Ganeshkhind, Inde  
Alex Dahlen, Université de Princeton, NJ  
Kari Dalnoki-Veress, Université McMaster, Hamilton, ON  
Saurya Das, Université de Lethbridge, AB  
Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge, AB  
François David, Centre d'études atomiques, Saclay, France  
Anne Davis, Université de Cambridge, Royaume-Uni  
Henrique de Andrade Gomes, Université de Nottingham, Royaume-Uni  
André de Gouvêa, Université Northwestern, Evanston, IL  
Francesco De Martini, Université La Sapienza de Rome, Italie

Claudia de Rham, Université de Genève, Suisse

Nikolay Dedushenko, Institut Bogolyubov de physique théorique, Kiev, Ukraine

Lidia del Rio, École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich, Suisse

Jennings Deskins, Collège Kenyon, Gambier, OH

Jacobo Diaz-Polo, Université de l'État de Pennsylvanie

Keith Dienes, Fondation nationale des sciences des États-Unis, Arlington, VA

Bianca Dittrich, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, Potsdam, Allemagne

Fay Dowker, Collège impérial de Londres, Royaume-Uni

James Drummond, Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules, France

Guillaume Duclos-Cianci, Université de Sherbrooke, QC

Maite Dupuis, École Normale Supérieure de Lyon, France

Cora Dvorkin, Université de Chicago, IL

William Edwards, Université d'Oxford, Royaume-Uni

Astrid Eichhorn, Institut de physique théorique, Université de Jena, Allemagne

Glen Evenbly, Université du Queensland, Australie

Dmitri Feldman, Université Brown, Providence, RI

Laura Felling, Université de Cagliari, Italie

Yuan Feng, Université de Technologie, Sydney, Australie

Andrew Fitzpatrick, Université de Boston, MA

Anthony Fradette, Université de Victoria, BC

Eduardo Fradkin, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Sebastian Franco, Institut Kavli de physique théorique (KITP), Santa Barbara, CA

Marcel Franz, Université de la Colombie-Britannique

Liang Fu, Université Harvard, Cambridge, MA

Abhijit Gadde, Université de l'État de New York à Stony Brook

Davide Gaiotto, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ

Chad Galley, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Jose Tomas Galvez Gherzi, Université nationale d'ingénierie, Lima, Pérou

Inaki Garay, Institut de physique théorique III, Erlangen, Allemagne

Silvano Garnerone, Université de la Californie du Sud

Jerome Gauntlett, Collège impérial de Londres, Royaume-Uni

Jack Gegenberg, Université du Nouveau-Brunswick

Ghazal Geshnizjani, Université de l'État de New York à Buffalo

Christian Gogolin, Université de Potsdam, Allemagne

Gerald Goldin, Université Rutgers, Piscataway, NJ

Cesar Gomez, Institut de physique théorique, Madrid, Espagne

Joaquim Gomis, Université de Barcelone, Espagne

Gabriela Gonzalez, Université de l'État de Louisiane

Megan Gralla, Université de Chicago, IL

Sam Gralla, Université de Chicago, IL

Ruth Gregory, Université de Durham, Royaume-Uni

Benjamin Grinstein, Université de la Californie à San Diego

Nikolay Gromov, Collège royal de Londres, Royaume-Uni

Yuval Grossman, Université Cornell, Ithaca, NY

Zheng-Cheng Gu, Institut Kavli de physique théorique (KITP), Santa Barbara, CA

Amir Hajian, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Gabor Halasz, Université de Cambridge, Royaume-Uni

Andrew Hamilton, Université du Colorado

Masanori Hanada, Université de Washington à Seattle

Esther Hanggi, École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich, Suisse

Juho Hoppola, Université d'Aalto et Université d'Helsinki, Finlande

John Harnad, Université Concordia, Montréal, QC

James Hartle, Université de la Californie à Santa Barbara

Sean Hartnoll, Université Stanford, Palo Alto, CA

Patrick Hayden\*, Université McGill, Montréal, QC

Simeon Hellerman, Institut de physique et de mathématiques de l'univers (IPMU), Tokyo, Japon

Frank Hellman, Institut Albert-Einstein, Golm, Allemagne

Johannes Henn, Université Humboldt, Berlin, Allemagne

Christopher Herzog, Université de Princeton, NJ

Andrew Hodges, Université d'Oxford, Royaume-Uni

Jason Hofgartner, Université de Waterloo, ON

Gil Holder, Université McGill, Montréal, QC

Richard Holman, Université Carnegie-Mellon, Pittsburgh, PA

Shaun Hooper, Université de l'Australie occidentale

Sabine Hossenfelder, Institut nordique de physique théorique (NORDITA), Stockholm, Suède

Taylor Hughes, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick

Chantal Hutchison, Université de Waterloo, ON

Nabil Iqbal, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Mark Jackson, Université de Leiden, Pays-Bas

Karan Jani, Université de l'État de Pennsylvanie

Romuald Janik, Université Jagellonne, Cracovie, Pologne

Thomas Janka, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne

Peter Janotta, Université de Würzburg, Allemagne

Dileep Jatkar, Institut de recherche Harish-Chandra, Allahabad, Inde

Kristan Jensen, Université de Victoria, BC

Christopher Jillings, Laboratoire SNOLAB, Lively, ON

Juan Jottar, Université de l'Illinois

Leo Kadanoff\*, Institut James-Franck, Chicago, IL

Catherine Kallin, Université McMaster, Hamilton, ON

Jared Kaplan, Université Stanford, Palo Alto, CA

Andrey Katz, Université du Maryland

Louis Kauffman, Université de l'Illinois à Chicago

Patrick Kerner, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne

Justin Khoury, Université de la Pennsylvanie

Michael Kiermaier, Université de Princeton, NJ

Yong Baek Kim, Université de Toronto, ON

Gen Kimura, Centre de recherche sur la sécurité de l'information (AIST-RCIS), Ibaraki, Japon

William Kinney, Université de l'État de New York à Buffalo

John Klauder, Université de la Floride

Aleksandra Klimek, Université de Varsovie, Pologne

Frans Klinkhamer, Université de Karlsruhe, Allemagne

Robert Koenig, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Joachim Kopp, Fermilab, Batavia, IL

Ryszard Kostecki, Université de Varsovie, Pologne

Anna Kostouki, Collège royal de Londres, Royaume-Uni

Jurek Kowalski-Glikman, Université de Wrocław, Pologne

Martin Kruczenski, Université Purdue, West Lafayette, IN

David Kubiznak, Université de Cambridge, Royaume-Uni

Vincent Lam, Université du Queensland, Australie

Rafael Lang, Université Columbia, New York, NY

Guilhem Lavaux, Université de l'Illinois

Bruno Le Floch, École Normale Supérieure de Paris, France

Matthew Leifer\*\*, Collège universitaire de Londres, Royaume-Uni

Rob Leigh\*\*, Université du Texas à Austin

Stefano Liberati, École internationale d'études avancées (SISSA), Trieste, Italie

Steve Liebling, Université de Long Island, Brookville, NY

Zoltan Ligeti, Laboratoire national Lawrence-Berkeley, Berkeley, CA

Chunshan Lin, Université McGill, Montréal, QC

Fu-Sin Ling, Université Libre de Bruxelles, Belgique

Etera Livine, École Normale Supérieure de Lyon, France

Renate Loll\*, Université d'Utrecht, Pays-Bas

Andrea Lommen, Collège Franklin & Marshall, Lancaster, PA

Maxim Lyutikov, Université Purdue, West Lafayette, IN

Elena Magliaro, Université de l'État de Pennsylvanie

Frederic Magniez, Université Paris VII (Diderot), France

Kendall Mahn, Laboratoire TRIUMF, Vancouver, BC

Seth Major, Collège Hamilton, Clinton, NY

Juan Maldacena, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ

Dmitry Malyshev, Université de New York, NY

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

Owen Maroney, Université de Sydney, Australie

Joseph (Joe) Marsano, Université de Chicago, IL

Lionel Mason, Université d'Oxford, Royaume-Uni

Samir Mathur, Université de l'État d'Ohio

Luca Mazzucato, Université de l'État de New York à Stony Brook

John McGreevy, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

David McKeen, Université de Victoria, BC

Noppadol Mekareeya, Collège impérial de Londres, Royaume-Uni

Kristen Menou\*\*, Université Columbia, New York, NY

Jacob Miller, Collège d'ingénierie Franklin-W.-Olin, Needham, MA

Joseph Minahan, Université d'Uppsala, Suède

Djordje Minic, École polytechnique et Université de l'État de Virginie (Virginia Tech)

Mozhgan Mir, Université Ferdowsi, Mashad, Iran

Guy Moore, Université McGill, Montréal, QC

Bernhard Mueller, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne

Jonas Mureika, Université Loyola-Marymount, Los Angeles, CA

David Neilsen\*\*, Université Brigham-Young, Provo, UT

Kin-Wang Ng, Université Stanford, Palo Alto, CA

Piero Nicolini, Institut de physique théorique, Université Goethe, Francfort, Allemagne

Theo Nieuwenhuizen, Université d'Amsterdam, Pays-Bas

Scott Noble, Institut de technologie de Rochester, NY

Brien Nolan, Université de la Ville de Dublin, Irlande

Denjoe O'Connor\*\*, Institut d'études avancées de Dublin, Irlande

Sam Ocko, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Stephan 'Jay' Olson, Université du Queensland, Australie

Jonathan Oppenheim, Université de Cambridge, Royaume-Uni

Garnet Ord, Université Ryerson, Toronto, ON

Alessio Orlandi, Université de Bologne, Italie

Adrian Ottewill, Collège universitaire de Dublin, Irlande

Yaron Oz, Université de Tel Aviv, Israël

Carlos Palenzuela, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Ivan Panfilov, Université nationale Taras-Shevchenko de Kiev, Ukraine

Kyriakos Papadodimas, CERN, Genève, Suisse

Manu Paranjape, Université de Montréal, QC

Filippo Passerini, Université Humboldt, Berlin, Allemagne

Marcin Pawłowski, Institut de physique théorique et d'astrophysique, Université de Gdansk, Pologne

Roger Penrose, Université d'Oxford, Royaume-Uni

Tamar Pereg-Barnea, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Hagai Perets, Centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, Cambridge, MA

David Perez-Garcia, Université Complutense, Madrid, Espagne

Paolo Perinotti, Université de Pavie, Italie

Malcolm Perry\*, DAMTP, Université de Cambridge, Royaume-Uni

Michael Peskin, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC, Menlo Park, CA

Robert Pfeifer, Université du Queensland, Australie

Dan Phillips, Université de la Californie à Davis

Federico Piazza, APC France

Levon Pogosian, Université Simon-Fraser, Burnaby, BC

David Poland, Université Harvard, Cambridge, MA

Giuseppe Policastro, École Normale Supérieure de Paris, France

Sandu Popescu\*, Université de Bristol, Royaume-Uni

Erich Poppitz, Université de Toronto, ON

Daniele Pranzetti, Centre de physique théorique, Marseille, France

Chanda Prescod-Weinstein, Centre spatial Goddard de la NASA, Greenbelt, MD

Frans Pretorius\*, Université de Princeton, NJ

Lawrence Price, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Jonathan Pritchard, Centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, Cambridge, MA

Franz Proebst, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne

Eliot Quataert, Université de la Californie à Berkeley

Fernando Quevedo, Centre international Abdus-Salam de physique théorique, Trieste, Italie

Armin Rahmani, Université de Boston, MA

Arvind Rajaraman, Université de la Californie à Irvine

Suvrat Raju, Institut de recherche Harish-Chandra, Allahabad, Inde

Enrico Ramirez, Université de la Californie à Santa Cruz

Shlomo Razamat, Université de l'État de New York à Stony Brook

Matthew Reece, Université de Princeton, NJ

Daniel Reitzner, Institut de physique, Académie slovaque des sciences, Bratislava, Slovaquie

Joseph Renes, Université technique de Darmstadt, Allemagne

Renato Renner, École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich, Suisse

Igor Reshetnyak, Institut Bogolyubov de physique théorique, Kiev, Ukraine

Oscar Reula, Université nationale de Córdoba, Argentine

David Rideout, Université de la Californie à Santa Barbara

Arnau Riera, Université de Potsdam, Allemagne

Vincent Rivasseau, Laboratoire de Physique Théorique d'Orsay et Université Paris-Sud XI, France

Andreas Ross, Université Carnegie-Mellon, Pittsburgh, PA

Simon Ross, Université de Durham, Royaume-Uni

Oliver Rosten, Université du Sussex, Royaume-Uni

Josh Ruderman, Université de Princeton, NJ

Slava Rychkov, École Normale Supérieure de Paris, France

Shinsei Ryu, Université de la Californie à Berkeley

Subir Sachdev\*, Université Harvard, Cambridge, MA

Siddhartha Santra, Université de la Californie du Sud

Veronica Sanz, Université York, Toronto, ON

Olivier Sarbach, Université San Nicolas de Hidalgo du Michoacán, Morelia, Mexique

Maitagorri Schade, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Norbert Schuch, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Frederic Schuller, Institut Albert-Einstein, Golm, Allemagne

Ben Schumacher, Collège Kenyon, Gambier, OH

Sanjeev Seahra, Université du Nouveau-Brunswick

Neelima Sehgal, Université Stanford, Palo Alto, CA

Pranab Sen, Institut Tata de recherche fondamentale, Mumbai, Inde

Jonathan Sharman, Université de Victoria, BC

Yutaka Shikano, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Xavier Siemens, Université du Wisconsin à Milwaukee

Kris Sigurdson, Université de la Colombie-Britannique

Ralph Silva, Université de Bristol, Royaume-Uni

Eva Silverstein\*, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC, Menlo Park, CA

Dusan Simic, Université Stanford, Palo Alto, CA

Andrew Skinner, Collège Skidmore, Saratoga Springs, NY

Paul Skrzypczyk, Université de Bristol, Royaume-Uni

Mikael Smedback, Université d'Uppsala, Suède

Matteo Smerlak, Centre de physique théorique, Marseille, France

Aristotle Socrates, Institut d'études avancées (IAS) de Princeton, NJ

Pasquale Sodano\*\*, Université de Pérouse, Italie

Emery Sokatchev, Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique théorique (LAPTH), France

Amarjit Soni, Laboratoire national de Brookhaven, Upton, NY

Erik Sorensen, Université McMaster, Hamilton, ON

Michael Spannowsky, Université de l'Oregon

Glenn Starkman, Université Case Western Reserve, Cleveland, OH

Paul Steinhardt\*, Université de Princeton, NJ

Christoph Stephan, Université de Potsdam, Allemagne

Dan Stinebring, Collège d'Oberlin, OH

Matt Strassler, Université Rutgers, Piscataway, NJ

Louis Strigari, Université Stanford, Palo Alto, CA

Christopher Stubbs, Université Harvard, Cambridge, MA

Sumati Surya, Institut de recherche Raman, Bangalore, Inde

Leonard Susskind\*, Université Stanford, Palo Alto, CA

Brian Swingle, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Tadashi Takayanagi, Institut de physique et de mathématiques de l'univers (IPMU), Tokyo, Japon

Derek Teaney, Université de l'État de New York à Stony Brook

Kristan Temme, Université de Vienne, Autriche

Karim Thebault, Université de Sydney, Australie

Chris Thompson, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Senthil Todadri\*, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Andrew Tolley, Université Case Western Reserve, Cleveland, OH

Viktor Toth, Université d'Ottawa, ON

Sean Tulin, Laboratoire TRIUMF, Vancouver, BC

Andrew Ulvestad, Université de la Californie à Davis

Bret Underwood, Université McGill, Montréal, QC

William Unruh\*, Université de la Colombie-Britannique

Mithat Unsal, Université Stanford, Palo Alto, CA

Pascal Vaudrevange, DESY Theory, Hambourg, Allemagne

Thomas Vidick, Université de la Californie à Berkeley

Brian Vtcek, Université du Wisconsin à Milwaukee

Aron Wall, Université du Maryland

Joel Wallman, Université de Sydney, Australie

Zhaohui Wei, Centre de technologies quantiques (CQT), Singapour

Joel Weller, Université de Sheffield, Royaume-Uni

Xiao-Gang Wen\*, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Mike Westmoreland, Université Denison, Granville, OH

Willem Westra, Université d'Islande

John Whelan, Institut de technologie de Rochester, NY

Simon White, Institut Max-Planck d'astrophysique, Munich, Allemagne

Lawrence Widrow, Université Queen's, Kingston, ON

Elizabeth Winstanley, Université de Sheffield, Royaume-Uni

Mark Wise\*, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Daniel Wohns, Université Cornell, Ithaca, NY

James Wootton, Université de Leeds, Royaume-Uni

Xiaodi Wu, Université du Michigan

Lianao Wu, Université du Pays basque, Leioa, Espagne

Genke Xu, Université de la Californie à Santa Barbara

Ujrit Yajnik, Institut indien de technologie, Mumbai

I-Sheng Yang, Université Columbia, New York, NY

Itay Yavin, Université de New York, NY

Xi Yin, Université Harvard, Cambridge, MA

Paolo Zanardi, Université de la Californie du Sud

Konstantin Zarembo, École Normale Supérieure de Paris, France

Zheng Zheng, Université Yale, New Haven, CT

Huangjun Zhu, Université nationale de Singapour

Jure Zupan, Université de Cincinnati, OH

## MEMBRES AFFILIÉS EN 2010-2011

Ian Affleck, Université de la Colombie-Britannique

Arif Babul, Université de Victoria, BC

Leslie Ballentine, Université Simon-Fraser, Burnaby, BC

Richard Bond, Université de Toronto et Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Ivan Booth, Université Memorial, St. John's, NF

Vincent Bouchard, Université de l'Alberta

Robert Brandenberger, Université McGill, Montréal, QC

Gilles Brassard, Université de Montréal, QC

Anne Broadbent, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Anton Burkov, Université de Waterloo, ON

Bruce Campbell, Université Carleton, Ottawa, ON

Hilary Carteret, Université de Calgary, AB

Jeffrey Chen, Université de Waterloo, ON

Andrew Childs, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Matthew Choptuik, Université de la Colombie-Britannique

Dan Christensen, Université Western Ontario, London, ON

James Cline, Université McGill, Montréal, QC

Alan Coley, Université Dalhousie, Halifax, NS

Andrzej Czarnecki, Université de l'Alberta

Saurya Das, Université de Lethbridge, AB

Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge, AB

Keshav Dasgupta, Université McGill, Montréal, QC

Rainer Dick, Université de la Saskatchewan

Joseph Emerson, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

James Forrest, Université de Waterloo, ON

Marcel Franz, Université de la Colombie-Britannique

Doreen Fraser, Université de Waterloo, ON

Valeri Frolov, Université de l'Alberta

Andrei Frolov, Université Simon-Fraser, Burnaby, BC

Jack Gegenberg, Université du Nouveau-Brunswick

Stephen Godfrey, Université Carleton, Ottawa, ON

Thomas Gregoire, Université Carleton, Ottawa, ON

John Harnad, Université Concordia, Montréal, QC

Jeremy Heyl, Université de la Colombie-Britannique

Bob Holdom, Université de Toronto, ON

Mike Hudson, Université de Waterloo, ON

Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick

Thomas Jennewein, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Catherine Kallin, Université McMaster, Hamilton, ON

Joanna Karczmarek, Université de la Colombie-Britannique

Spiro Karigiannis, Université de Waterloo, ON

Gabriel Karl, Université de Guelph, ON

Achim Kempf, Université de Waterloo, ON

Yong Baek Kim, Université de Toronto, ON

David Kribs, Université de Guelph, ON

Gabor Kunstatter, Université de Winnipeg, MB

Kayll Lake, Université Queen's, Kingston, ON

Debbie Leung, Université de Waterloo, ON

Randy Lewis, Université York, Toronto, ON

Hoi-Kwong Lo, Université de Toronto, ON

Michael Luke, Université de Toronto, ON

Norbert Lutkenhaus, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Alexander Maloney, Université McGill, Montréal, QC

Robert Mann, Université de Waterloo, ON

Gerard McKeon, Université Western Ontario, London, ON

Brian McNamara, Université de Waterloo, ON

Roger Melko, Université de Waterloo, ON

Volodya Miransky, Université Western Ontario, London, ON

Guy Moore, Université McGill, Montréal, QC

Ruxandra Moraru, Université de Waterloo, ON

David Morrissey, Laboratoire TRIUMF, Vancouver, BC

Norman Murray, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Wayne Myrvold, Université Western Ontario, London, ON

Julio Navarro, Université de Victoria, BC

Elisabeth Nicolm, Université de Guelph, ON

Garnet Ord, Université Ryerson, Toronto, ON

Maya Paczuski, Université de Calgary, AB

Don Page, Université de l'Alberta

Prakash Panangaden, Université McGill, Montréal, QC

Manu Paranjape, Université de Montréal, QC

Amanda Peet, Université de Toronto, ON

Ue-Li Pen, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Harald Pfeiffer, Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), Toronto, ON

Marco Piani, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Levon Pogolian, Université Simon-Fraser, Burnaby, BC

Dmitri Pogosyan, Université de l'Alberta

Eric Poisson, Université de Guelph, ON

Erich Poppitz, Université de Toronto, ON

David Poulin, Université de Sherbrooke, QC

Robert Raussendorf, Université de la Colombie-Britannique

Ben Reichardt, Université de Waterloo, ON

Kevin Resch, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Adam Ritz, Université de Victoria, BC

Moshe Rozali, Université de la Colombie-Britannique

Barry Sanders, Université de Calgary, AB

Veronica Sanz, Université York, Toronto, ON

Kristin Schleich, Université de la Colombie-Britannique

Achim Schwenk, Laboratoire TRIUMF, Vancouver, BC

Douglas Scott, Université de la Colombie-Britannique

Sanjeev Seahra, Université du Nouveau-Brunswick

Gordon Semenov, Université de la Colombie-Britannique

John Sipe, Université de Toronto, ON

Philip Stamp, Université de la Colombie-Britannique

Aephraim Steinberg, Université de Toronto, ON

Alain Tapp, Université de Montréal, QC

James Taylor, Université de Waterloo, ON

Mark Van Raamsdonk, Université de la Colombie-Britannique

Johannes Walcher, Université McGill, Montréal, QC

Mark Walton, Université de Lethbridge, AB

John Watrous, Université de Waterloo, ON

Steve Weinstein, Université de Waterloo, ON

Lawrence Widrow, Université Queen's, Kingston, ON

Frank Wilhelm, Institut d'informatique quantique et Université de Waterloo, ON

Don Witt, Université de la Colombie-Britannique

Bei Zeng, Université de Guelph, ON



## CONFÉRENCES ET ATELIERS EN 2010-2011

### **Integrability in Scattering Amplitudes II**

(Intégrabilité et amplitudes de diffusion II)  
Les 15 et 16 septembre 2010

### **IR Issues and Loops in de Sitter Space**

(Problèmes dans l'infrarouge et boucles dans un espace de de Sitter)  
Du 27 au 30 octobre 2010

### **PI-ATLAS LHC Day**

(Journée IP-ATLAS-LHC)  
Le 7 décembre 2010

### **PI-CITA Day 2011**

(Journée IP-ICAT 2011)  
Le 15 février 2011

### **New Frontiers in Quantum Foundations, CUPI 2011**

(Nouvelles frontières des fondements quantiques, CUPI 2011)  
Du 9 au 11 mars 2011

### **Integrability in Scattering Amplitudes III**

(Intégrabilité et amplitudes de diffusion III)  
Les 11 et 12 mars 2011

### **Back to the Bootstrap**

(De retour au bootstrap en théorie conforme des champs)  
Du 12 au 14 avril 2011

### **4-Corner Southwest Ontario Condensed Matter Symposium**

(Symposium du Sud-Ouest ontarien sur la matière condensée)  
Le 26 avril 2011

### **Conceptual Foundations and Foils for Quantum Information Processing**

(Fondements conceptuels et feuilletage dans le traitement de l'information quantique)  
Du 9 au 13 mai 2011

### **PI-ATLAS LHC Day 2011**

(Journée IP-ATLAS-LHC 2011)  
Les 11 et 12 mai 2011

### **Cosmological Frontiers in Fundamental Physics 2011**

(Limites cosmologiques en physique fondamentale 2011)  
Du 14 au 17 juin 2011

### **Microphysics in Computational Relativistic Astrophysics**

(Microphysique en astrophysique relativiste informatique)  
Du 20 au 25 juin 2011

### **Holographic Cosmology v2.0**

(Cosmologie holographique 2.0)  
Du 21 au 24 juin 2011

### **Fundamental Issues in Cosmology**

(Problèmes fondamentaux en cosmologie)  
Du 20 juin au 16 juillet 2011

### **Challenges for Early Universe Cosmology**

Défis de la cosmologie du commencement de l'univers)  
Du 12 au 16 juillet 2011

### **Women in Physics Canada**

(Les femmes et la physique au Canada)  
Du 19 au 21 juillet 2011

## COURS EN 2010-2011

### **Space-time, Quantum Mechanics and Scattering Amplitudes**

Espace-temps, mécanique quantique et amplitudes de diffusion)  
Donné par Nima Arkani-Hamed, Institut d'études avancées de Princeton et titulaire d'une chaire de chercheur distingué, et Freddy Cachazo, Institut Périmètre  
Du 23 au 27 août 2010  
Visionnement : <http://www.pirsa.org/C10018>

### **Scattering Amplitudes from Single-Cuts**

(Amplitudes de diffusion à partir de coupes simples)  
Donné par Simon Caron-Huot, Institut d'études avancées de Princeton  
Les 13, 14 et 17 septembre 2010  
Visionnement : <http://www.pirsa.org/C10021>

### **An Invitation to Causal Sets**

(Invitation aux ensembles causaux)  
Donné par Rafael Sorkin, Institut Périmètre, et Fay Dowker, Collège impérial de Londres  
Du 18 au 22 octobre 2010  
Visionnement : <http://www.pirsa.org/C10020>

### **Introduction to the de Broglie-Bohm Theory**

(Introduction à la théorie de De Broglie-Bohm)  
Donné par Samuel Colin, Université Griffith, Australie  
Les 22, 24 et 28 février 2011  
Visionnement : <http://www.pirsa.org/C11001>

### **Higher Spin Theories and Holography**

(Théories de champs de spin élevé et holographie)  
Donné par Simone Giombi, Institut Périmètre  
Les 24, 25, 28 et 29 mars 2011  
Visionnement : <http://www.pirsa.org/C11003>

### **Topos Theory as a Mathematical Universe**

(La théorie des topoï en tant qu'univers mathématique)  
Donné par Cecilia Flori, Institut Périmètre  
Les 29 avril, 3 et 6 mai 2011

### **Introduction to Tensor Network Algorithms**

(Introduction aux algorithmes sur des réseaux de tenseurs)  
Donné par Robert Pfeifer, Institut Périmètre  
Les 1er, 10, 15 et 17 juin 2011  
Visionnement : <http://www.pirsa.org/C11007>

## DIRECTION DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

### **Directeur de l'exploitation**

Michael Duschenes

## CADRES ADMINISTRATIFS

### **Analyste principal, Opérations financières**

Stefan Pregelj, CGA

### **Conseiller en développement**

Jon Dellandrea, O.C.

### **Directeur de la diffusion des connaissances**

Greg Dick

### **Directeur de l'information**

Ben Davies

### **Directeur des programmes d'enseignement**

John Berlinsky

### **Directeur des relations extérieures et des affaires publiques**

John Matlock

### **Directrice des opérations**

Colleen Brickman

### **Directrice des publications**

Natasha Waxman

### **Directrice du développement**

Sue Scanlan, CGA

### **Gestionnaire des ressources humaines**

Sheri Keffer, CRHA



## COPARRAINAGES

L'Institut PÉRIMÈTRE s'est associé à différents partenaires au Canada et dans le monde pour soutenir les manifestations et activités scientifiques ci-dessous :

Association des enseignants en physique de l'Ontario – Congrès 2010 et 2011 de l'OAPT

WWSEF – Exposition de science et de génie 2011 de Waterloo-Wellington

Association pour la promotion scientifique de l'Afrique – conférence *Afrique : le choix de la science, l'exemple de l'initiative AIMS*

Expo sciences

Association canadienne des physiciens et physiciennes – Prix d'excellence en enseignement de la physique au secondaire

Université de l'Alberta – Institut d'hiver du lac Louise

Fondation sciences jeunesse Canada – Prix de l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes

Laboratoire TRIUMF – Atelier *Physics at the Dawn of the LHC Era* (La physique à l'aube de l'ère du LHC)

Université York – PI-ATLAS LHC Day (Journée IP-ATLAS-LHC)

Université de Lethbridge – Bourse de participation à la Conférence scientifique internationale de l'Afrique

Centre d'arts de Banff – Bourses de participation au programme de communication scientifique

Université de Waterloo – Conférence *Black Holes VIII* (Trous noirs VIII)

Université de Clemson – Conférence *New Frontiers in Quantum Foundations*, CUPPI 2011 (Nouvelles frontières des fondements quantiques, CUPPI 2011)

Institut Fields de recherche en sciences mathématiques – Conférence *Connections in Geometry and Physics 2011* (Connexions en géométrie et en physique 2011)

Université de Victoria – *From Black Holes to Hydrodynamics* (Des trous noirs à l'hydrodynamique), colloque soulignant le 80e anniversaire de naissance de Werner Israel

Université de Sherbrooke – 11e école d'été canadienne en informatique quantique

Université de Waterloo – 31<sup>st</sup> *International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering* (31<sup>e</sup> atelier international sur les méthodes d'inférence bayésienne et d'entropie maximale en sciences et en génie)

$$dU = \delta Q - \delta W$$

$$\Delta S \geq \int \frac{\delta Q}{T}$$

$$S = k_B \ln \Omega$$

$$Z = \sum_q e^{-\frac{E(q)}{k_B T}}$$

$$S(t + \Delta t) - S(t) = (E + \Delta E)(t + \Delta t) - Et = E\Delta t + t\Delta E + \Delta E\Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$l_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}}$$

$$m_P = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}}$$

$$t_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}}$$

$$E = mc^2$$
$$E^2 - p^2 c^2 = m^2 c^4$$

$$\mathcal{L}_H = \left| \left( \partial_\mu + \frac{i}{2} \left( g' Y_W B_\mu + g \vec{\tau} \vec{W}_\mu \right) \right) \varphi \right|^2 - \frac{\lambda^2}{4} (\varphi^\dagger \varphi - v^2)^2$$

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$
$$\lambda = \frac{\hbar}{p}$$

« On n'insistera jamais assez sur l'importance de lieux et de moments d'exception, où des progrès magiques peuvent être accomplis. [...] Il me semble que ces ingrédients sont réunis ici, à l'Institut Péricimètre. L'objectif scientifique choisi par l'Institut de faire le lien entre la physique quantique et la théorie de l'espace-temps est au centre de nouvelles idées, non seulement sur les trous noirs et le commencement de l'univers, mais aussi sur la physique nucléaire et corpusculaire, l'informatique quantique et la science des nouveaux matériaux. L'Institut Péricimètre constitue en lui-même une expérience majeure en physique théorique. J'espère et j'entrevois que de grandes réalisations verront le jour ici. » [traduction]

– Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'Institut Péricimètre et professeur émérite de l'Université de Cambridge

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + a(t)^2 d\Sigma^2$$
$$\frac{\dot{a}^2 + c^2 k}{a^2} = \frac{8\pi G \rho + c^2 \Lambda}{3}$$
$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3} \left( \rho + \frac{3p}{c^2} \right) + \frac{c^2 \Lambda}{3}$$

PERIMETER  INSTITUTE FOR THEORETICAL PHYSICS

31 rue Caroline Nord | Waterloo | Ontario  
Canada | N2L 2Y5 | 1 519 569 7600  
[perimeterinstitute.ca](http://perimeterinstitute.ca)  
Numéro d'enregistrement d'organisme  
de bienfaisance : 88981 4323 RR0001