

# Rapport annuel 2009



**PI**  
INSTITUT  
PERIMETER  
POUR LA PHYSIQUE THÉORIQUE

Énoncé de mission	01
Message du président du Conseil	02
Message du directeur général de l'Institut	03
Recherche	04
Recrutement	12
Formation à la recherche	14
Réunions de chercheurs	16
Collaborations de recherche	18
Prix	21
Diffusion des connaissances	22
Installations	27
Finances	28
Soutiens	33
Gouvernance	35
Priorités et objectifs pour l'avenir	38
Annexes	39
– Postdoctorants 2008-2009	39
– Chercheurs invités 2008-2009	40
– Doctorants 2008-2009	43
– Direction de l'Institut Perimeter	43
– Membres affiliés 2008-2009	44
– Conférences 2008-2009	45
– Coparrainages 2008-2009	45

Ce rapport présente les activités et finances de l'Institut Perimeter pour la physique théorique pour l'exercice allant du 1er août 2008 au 31 juillet 2009.



## Énoncé de mission

L'Institut Perimeter pour la physique théorique (*Perimeter Institute for Theoretical Physics*) est un institut indépendant de recherche en résidence qui se consacre aux problèmes fondamentaux de la physique théorique au plus haut niveau d'excellence internationale. Nous nous efforçons de créer une atmosphère de recherche vivante et dynamique permettant d'explorer simultanément un grand nombre d'approches des questions fondamentales, des plus orthodoxes aux plus originales, et de maintenir un équilibre entre formalisme et étude des phénomènes. Nous avons à cœur de collaborer de manière constructive avec le milieu universitaire environnant, notamment en offrant des possibilités de formation et de recherche exceptionnelles aux étudiants diplômés. Nous sommes également déterminés à créer un programme de diffusion des connaissances de classe mondiale qui communique l'émerveillement et le questionnement face à l'univers, ainsi que l'importance des percées scientifiques futures pour le grand public au Canada et ailleurs.



NOUS VIVONS UNE ÉPOQUE FORMIDABLE. Pour prendre la mesure des possibilités extraordinaires qui s'offrent à nous, il convient de rappeler à quel point, il n'y a guère plus d'une centaine d'années, après avoir avancé à pas de géant dans la compréhension de la lumière et de la matière, les scientifiques ont été plongés dans la perplexité par des phénomènes étranges qui ne cadraient plus dans leurs modèles. L'effet photoélectrique, par exemple, ne concordait pas avec la théorie ondulatoire de la lumière de Maxwell. Mais en 1905, Einstein a expliqué l'effet photoélectrique, établissant ainsi les fondements de la mécanique quantique et ouvrant la voie à la création des semi-conducteurs, des lasers, des caméras numériques, de l'Internet... bref de tous les moyens actuels de communication et de traitement de l'information. Rien de cela n'aurait été possible sans la profondeur de raisonnement de grands penseurs curieux de comprendre les mécanismes fondamentaux de notre univers.

Ce qui nous ramène au présent. Des décennies de progrès nous ont apporté une compréhension incroyablement approfondie de la matière, de l'énergie, du temps et de l'évolution de l'univers. Et pourtant, nous découvrons sans cesse de nouvelles données difficiles à concilier avec cette compréhension. Ces problèmes déroutants, et la volonté d'y apporter des réponses, sont porteurs d'un potentiel de transformation.

Cela fait presque 10 ans que l'Institut Perimeter a commencé à concentrer la réflexion d'esprits créatifs sur quelques-unes des questions clés de la physique fondamentale actuelle, dans le cadre d'approches interdisciplinaires et collaboratives. Pour poursuivre et

renforcer cet élan, le professeur Neil Turok a été nommé directeur de l'Institut en octobre 2008. Ce scientifique d'exception a occupé la chaire de physique mathématique à l'Université de Cambridge pendant plus d'une décennie, et sa vision de leader est à l'origine de la fondation de l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS). Le professeur Stephen Hawking, collaborateur de longue date du professeur Turok, a parfaitement exprimé la situation en disant : « Neil et l'Institut Perimeter forment une combinaison géniale et très prometteuse pour l'avenir ».

Au cours de l'exercice écoulé, l'Institut Perimeter s'est engagé, avec le plein aval du Conseil d'administration, dans un ambitieux plan quinquennal qui vise à le porter au prochain niveau d'excellence en matière de recherche et de diffusion des connaissances à l'échelle mondiale. Une étape intégrante de ce projet est l'expansion majeure des installations, destinées à héberger une masse critique de chercheurs confirmés ou en formation qui contribueront à constituer une nouvelle génération de physiciens théoriciens. Pour soutenir cet effort et assurer la pérennité financière de l'Institut tout au long de sa croissance, nous avons lancé une grande campagne de renforcement de son fonds de dotation.

L'histoire a maintes fois démontré la puissance des idées et l'impact de la physique théorique. Je suis convaincu que l'Institut Perimeter peut apporter des contributions capitales qui définiront notre futur d'une manière qu'on ne peut qu'imaginer. Le meilleur est encore à venir.

Mike Lazaridis



C'EST AVEC GRAND PLAISIR QUE NOUS VOUS PRÉSENTONS NOTRE RAPPORT ANNUEL. Depuis mon arrivée à l'Institut Perimeter, il y a tout juste 10 mois, j'ai eu le privilège et le grand plaisir de travailler avec sa formidable équipe à de nombreux aspects de son développement. Ce qui m'a attiré dans cette entreprise, c'est le sentiment que d'excellentes fondations avaient été posées, et que l'Institut ouvrait des possibilités extraordinaires non seulement pour le Canada, mais pour le monde entier. Tout comme des fondations solides et rationnelles sont essentielles aux théories que nous développons, c'est la volonté d'excellence au cœur de tout ce que fait l'Institut (recherche, formation, diffusion des connaissances, installations, rapports, manifestations culturelles, mentorat et gestion des ressources humaines) qui assurera sa croissance de succès en succès.

Et l'Institut est en pleine croissance, dans tous les sens du terme. Notre nouveau plan quinquennal établit une série d'objectifs ambitieux. Nous nous efforçons de créer l'environnement optimal pour la recherche et la découverte, un environnement qui pousse les chercheurs à poser et tenter de résoudre quelques-unes des questions les plus profondes de la science en leur apportant le soutien nécessaire.

Le renforcement du corps enseignant de l'Institut est un objectif primordial. Nous continuons à chercher et recruter des talents d'exception pour renforcer et compléter notre effort combiné en théorie quantique et théorie de l'espace-temps. Au cours de l'exercice écoulé, nous avons accueilli Luis Lehner et Robert Spekkens parmi nos enseignants, et Niayesh Afshordi, Latham Boyle et Pedro Vieira se joindront bientôt à nous.

Peu de temps après mon arrivée, nous avons lancé le cycle PSI (Perimeter Scholars International), destiné à

Le nouveau directeur de l'Institut Perimeter, le professeur Neil Turok, est un cosmologiste distingué qui occupait auparavant la chaire de physique mathématique de l'Université de Cambridge, où il était également directeur du Centre de cosmologie théorique. Il a apporté de nombreuses contributions en physique et cosmologie théoriques, portant notamment sur les tests observationnels de la physique fondamentale. Au début des années 90, son groupe a établi un modèle de la corrélation entre la polarisation et la température des anisotropies du rayonnement de fond cosmique, et les mesures de précision effectuées récemment ont confirmé en détail cette prédiction. Son équipe a également mis au point une expérience clé pour tester l'existence de la constante cosmologique, qui a aussi été récemment confirmée. Il a ensuite développé avec Stephen Hawking la théorie de l'instanton de Hawking-Turok, qui décrit la naissance des univers inflatoires. Plus récemment, il a mis au point avec Paul Steinhardt, de l'Université de Princeton, un modèle cosmologique cyclique dans lequel le Big Bang résulterait de la collision entre deux branes dans la théorie M. Les professeurs Steinhardt et Turok sont également co-auteurs de l'ouvrage grand public intitulé *Endless Universe: Beyond the Big Bang* (Un univers sans fin : au-delà du Big Bang).

amener à l'Institut les étudiants les plus talentueux du monde pour leur apporter une formation exceptionnelle en physique théorique dans le cadre d'un programme intensif de 10 mois. Nous avons également attribué des chaires de chercheur distingué à 11 des plus éminents physiciens du monde, pour faire de l'Institut Perimeter leur « seconde résidence de recherche ». Nous avons établi des relations avec d'autres instituts pour favoriser les échanges et collaborations scientifiques, et lancé une initiative mondiale de diffusion des connaissances pour promouvoir l'émergence de nouveaux centres de formation et de recherche dans le monde en développement. Enfin, notre équipe de diffusion des connaissances a continué à amplifier ses programmes novateurs pour éveiller plus de nos contemporains à l'émerveillement et à l'importance des sciences fondamentales.

Après une phase de planification détaillée, et avec le soutien de nos partenaires fédéraux, provinciaux et privés, nous venons juste de commencer la construction du Centre Stephen Hawking à l'Institut Perimeter, qui offrira un espace d'avant-garde pour nos activités étendues de recherche, de formation et de diffusion des connaissances.

L'Institut Perimeter est animé d'un remarquable esprit d'enthousiasme, de ferveur et de liberté intellectuelle sans bornes. Je suis très heureux de m'être joint à cette audacieuse entreprise, et je suis plein d'optimisme quant à sa trajectoire future.

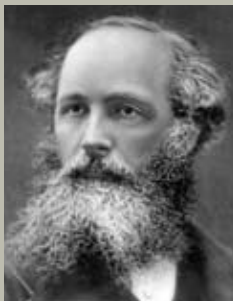
Neil Turok





## UNE SIMPLE DÉCOUVERTE PEUT CHANGER LE MONDE

Une seule découverte majeure en physique théorique peut bel et bien suffire à changer le monde, comme lorsque la théorie unifiée de l'électricité et du magnétisme proposée par Maxwell a été mise en application par Marconi pour réaliser les premières transmissions radio, ou lorsque les nouvelles idées d'Einstein sur la nature particulière de la lumière ont conduit à l'invention du laser, des appareils d'imagerie médicale, des lecteurs de CD et de bien d'autres merveilles technologiques. Aujourd'hui, la théorie quantique ouvre la voie vers les ordinateurs et systèmes de communication de demain, dont les capacités pourraient dépasser largement celles des technologies actuelles.



James Clerk Maxwell



La tomographie par émission de positons (TEP) n'est qu'une des innombrables applications de la physique fondamentale.

L'INSTITUT PERIMETER EST UN ORGANISME DE RECHERCHE INDÉPENDANT FONDÉ EN 1999 qui se concentre sur les principaux défis du 21e siècle en physique théorique fondamentale, c'est-à-dire sur les découvertes conduisant à une compréhension approfondie des lois de la physique quantique et de leur cadre espace-temps. Cette mission s'appuie sur les deux piliers de la physique du 20e siècle : la théorie quantique, qui décrit le comportement de la matière et de l'énergie à l'échelle atomique et subatomique, et la relativité générale, qui décrit la gravité, les étoiles, les galaxies et l'univers lui-même. Les deux théories prédisent un immense éventail d'observations avec une précision extraordinaire. Cependant, l'un des plus grands problèmes non résolus de la physique théorique moderne, et l'un des principaux objectifs de l'Institut Perimeter, est la découverte d'un modèle cohérent unifiant ces deux théories. Cette question est essentielle à la résolution des énigmes fondamentales de l'univers physique, depuis la compréhension de l'énergie sombre qui détermine l'évolution du cosmos jusqu'à l'établissement de la nature essentielle des forces et de la matière aux échelles subatomiques infinitésimales.

La physique fondamentale est un domaine en évolution rapide. Au cours des 10 dernières années, de nombreuses observations ont transformé notre compréhension de l'univers. La théorie de l'information quantique et le calcul quantique sont des idées nouvelles à fort potentiel technologique. Les concepts puissants comme le principe holographique, qui relie la théorie quantique à la gravité de façons tout à fait nouvelles, apportent de nouveaux éclairages remarquables dans de nombreux domaines de la physique.

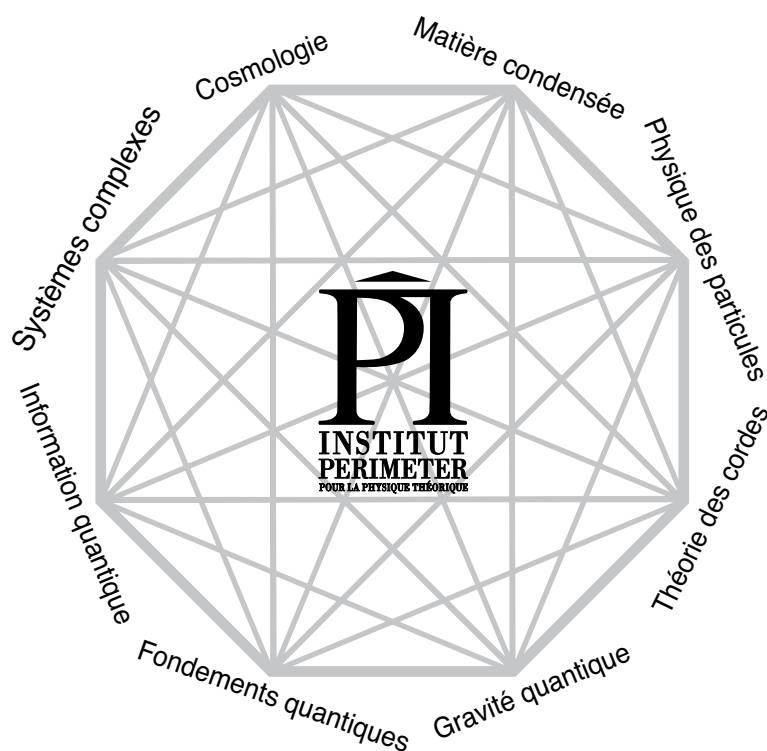
La physique théorique est une des disciplines scientifiques qui offrent l'impact le plus élevé au moindre coût, en apportant des concepts essentiels à de nombreux domaines allant de l'astronomie aux neurosciences, en passant par les mathématiques pures et l'informatique. C'est avant tout une discipline créative, qui ne cesse de se réinventer, de percer plus profondément les secrets de la nature tout en élargissant son champ d'application.

## L'APPROCHE DE L'INSTITUT PERIMETER

L'Institut Perimeter encourage un débat objectif entre les approches concurrentes des domaines fondamentaux de la physique théorique, dans un environnement de liberté de recherche et d'interaction maximales. Il compte par exemple des groupes de recherche étudiant à la fois la théorie des supercordes et la gravité quantique. Cela a favorisé l'éclosion d'une culture de recherche fortement interdisciplinaire, et la pollinisation croisée des idées est amplifiée chaque année par la visite de 300 chercheurs invités venus du monde entier.

## UNE EXPANSION TOUS AZIMUTS

L'unité fondamentale de la physique théorique est une immense source de vigueur pour la recherche. Tout en maintenant son effort combiné en théorie quantique et théorie de l'espace-temps, l'Institut Perimeter élargit son champ de recherche pour intégrer les éclairages de la physique à toutes les échelles : des particules subatomiques à la cosmologie en passant par les systèmes mésoscopiques de la matière condensée et les systèmes complexes, dans lesquels interviennent plusieurs échelles de temps et d'espace. Les champs ci-dessous ont été choisis de manière stratégique pour former un tout plus grand que la somme de ses parties, ce qui permet aux progrès réalisés dans un domaine de promouvoir ceux accomplis dans d'autres domaines. Cette combinaison stratégique de directions de recherche est unique au monde; son approche multidisciplinaire engendre un climat de collaboration qui maximise la fertilisation croisée des idées et augmente la probabilité de faire de grandes découvertes. On espère que cette vision étendue permettra à l'Institut de jouer un rôle de premier plan dans la recherche en physique fondamentale et générera des applications au fil du temps.



*Une communauté de recherche unique en son genre alliant les éclairages complémentaires de huit domaines clés.*

## L'INSTITUT EN CHIFFRES

En 2008-2009, l'Institut Perimeter comptait 94 chercheurs résidents, dont 11 professeurs, 10 professeurs associés, 45 postdoctorants et 28 doctorants.

## PROFESSEURS

**Freddy Cachazo**  
**Laurent Freidel**  
**Jaume Gomis**  
**Daniel Gottesman**  
**Lucien Hardy**  
**Justin Khoury** (en congé)  
**Fotini Markopoulou**  
**Robert Myers**  
**Lee Smolin**  
**Robert Spekkens**  
**Neil Turok**

## PROFESSEURS ASSOCIÉS

(postes conjoints avec d'autres établissements)

**Alex Buchel**  
(Université Western Ontario)

**Cliff Burgess**  
(Université McMaster)

**Richard Cleve**  
(Université de Waterloo)

**Adrian Kent**  
(Université de Cambridge)

**Raymond Laflamme**  
(Université de Waterloo)

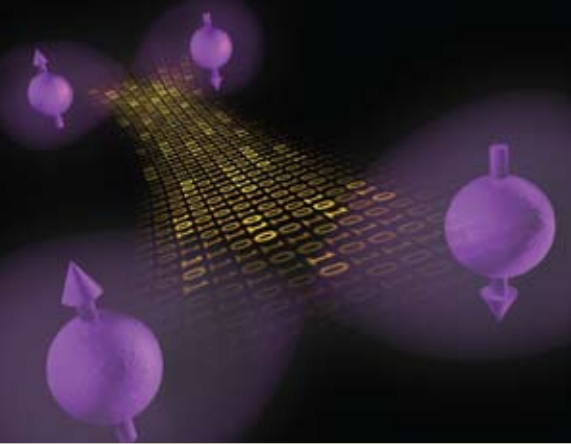
**Luis Lehner**  
(Université de Guelph)

**Michele Mosca**  
(Université de Waterloo)

**Ashwin Nayak**  
(Université de Waterloo)

**Maxim Pospelov**  
(Université de Victoria)

**Thomas Thiemann**  
(Institut Max Planck de physique gravitationnelle)



## QUELLES SONT LES LIMITES ET POTENTIALITÉS DES ORDINATEURS QUANTIQUES?



Daniel Gottesman

Le professeur Daniel Gottesman travaille au développement d'une base théorique solide pour l'informatique quantique, qui porte la promesse d'ordinateurs infiniment plus puissants que ceux d'aujourd'hui. Il a apporté d'importantes contributions à la théorie de la correction d'erreur quantique, ainsi qu'à celle de la tolérance aux pannes des systèmes quantiques, destinées toutes deux à mettre au point des ordinateurs quantiques assez robustes pour servir à des applications utiles. En 2008, il a démontré que s'il était possible d'obtenir un taux d'erreur de moins d'une porte logique sur mille dans les composants physiques d'un ordinateur quantique, des calculs quantiques de longueur arbitraire pourraient s'effectuer de manière fiable; ce résultat essentiel montre qu'il n'y a en principe pas d'obstacle à la création de grands ordinateurs quantiques.

Plus récemment, il a étudié l'application des idées de l'informatique à la physique des matériaux sans structure ordonnée. Le verre est un exemple d'un tel matériau : il est constitué du même type d'atomes qu'un cristal de quartz, mais ses atomes présentent une disposition complexe et quelque peu arbitraire, plutôt que la structure simple et régulière d'un cristal. Le verre doit cependant sa solidité au fait que les atomes ne peuvent pas se réorganiser facilement : pour trouver une autre disposition satisfaisante, il faudrait les déplacer tous ensemble d'une manière bien coordonnée. Des problèmes de calcul extrêmement complexes, probablement trop difficiles à résoudre même avec un ordinateur quantique, surviennent naturellement dans les systèmes physiques présentant un comportement vitreux similaire, et les phases vitreuses quantiques présentent des problèmes encore plus complexes. Le professeur Gottesman cherche à déterminer le système physique le plus simple qui soit encore un verre quantique. Les résultats pourraient aider à comprendre les limites du calcul quantique et apporter un éclairage nouveau sur la physique des systèmes vitreux.

## INFORMATION QUANTIQUE

Le monde quantique est celui de l'infiniment petit, des atomes et des particules élémentaires, et il est extrêmement étrange. Il est par exemple possible à une seule particule de se comporter comme si elle se trouvait en plusieurs endroits à la fois. L'univers quantique désagrège aussi notre notion de ce qui est distinct et de ce qui ne l'est pas : des particules éloignées de plusieurs kilomètres peuvent encore se comporter à certains égards comme une seule et même entité. Bien que la théorie quantique pose de profondes énigmes conceptuelles, l'exploitation des propriétés du monde quantique a donné naissance au transistor, au laser, aux appareils d'IRM et à bien d'autres technologies importantes du 20<sup>e</sup> siècle. Nombreux sont ceux qui pensent que nous sommes à l'aube d'une nouvelle révolution quantique susceptible de redéfinir le 21<sup>e</sup> siècle de façon tout aussi spectaculaire.

Au cours des 15 dernières années, nous avons découvert que les lois de la mécanique quantique offraient beaucoup plus de puissance que celles de la physique classique pour manipuler l'information. On estime qu'un ordinateur quantique possédant une mémoire de 50 bits quantiques, ou qubits, serait plus puissant que les plus puissants des superordinateurs actuels.

Les chercheurs de l'Institut Perimeter qui étudient l'information quantique tentent de comprendre ses propriétés et de déterminer les tâches de traitement de données qui sont exécutables ou non avec un ordinateur quantique. Leurs recherches portent également sur la cryptographie quantique (l'emploi de systèmes quantiques pour sécuriser des informations), ainsi que sur la correction d'erreur quantique (les techniques destinées à contrebalancer les erreurs survenant inévitablement dans les systèmes de calcul quantique).



Détail d'un prototype d'ordinateur quantique.

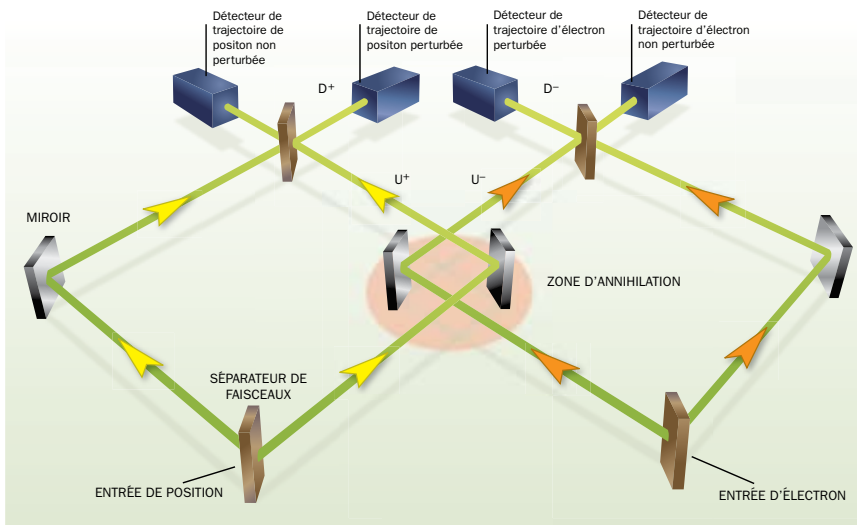


## PEUT-ON SAVOIR CE QUI S'EST PASSÉ SANS L'AVOIR VU?

En 1992, Lucien Hardy a proposé une expérience de pensée, aujourd'hui appelée « paradoxe de Hardy », qui donnait une preuve simple et élégante de la non-localité de la physique quantique. Bien que le schéma classique du comportement des particules prédise que matière et antimatière s'annihilent mutuellement en libérant de l'énergie, le paradoxe de Hardy (voir le schéma ci-dessous) a montré qu'il était possible que, dans certains cas, une particule et une antiparticule interagissent sans s'annihiler lorsque leur interaction n'est pas observée.



Lucien Hardy



*Le positon et l'électron parcourent les deux branches de leurs interféromètres respectifs. En cas de rencontre dans les branches qui se croisent, ils devraient s'annihiler mutuellement. Pourtant, aussi étrange que cela paraisse, les détecteurs D enregistrent toujours leur arrivée.*

Comment pouvait-on vérifier expérimentalement ce paradoxe apparent alors que l'acte même d'observer des systèmes à l'échelle quantique (atomes et particules isolés) modifie leur comportement?

Début 2009, deux équipes d'expérimentateurs indépendantes, à l'Université d'Osaka et à l'Université de Toronto, ont apporté la première confirmation expérimentale du paradoxe de Hardy en utilisant une technique de mesure à interactions faibles. Ces expérimentations, basées sur l'expérience de pensée de Hardy, ont suivi les trajectoires de deux photons intriqués et utilisé des techniques de mesure à interaction faible pour obtenir l'effet d'observation sans perturber le système. Les deux équipes ont mesuré plus de photons à certains détecteurs et moins à d'autres que ne l'aurait prédit la physique classique, ce qui indique la persistance de particules qui auraient dû s'annihiler et confirme donc le paradoxe de Hardy. Ces résultats ont été qualifiés « d'étape clé de la mécanique quantique » et diffusés dans le monde entier.

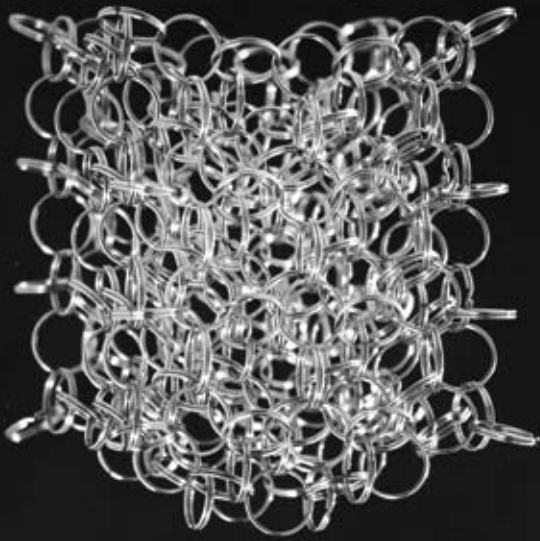
## FONDEMENTS QUANTIQUES

La théorie quantique est de loin la description scientifique de la nature la plus précise jamais obtenue. Cependant, c'est aussi la plus étrange, car elle repose sur des concepts contre-intuitifs comme ceux de « superposition » et « d'intrication ». Le milieu scientifique tente depuis presque un siècle d'appréhender ce que la théorie quantique nous dit vraiment à propos de l'univers physique. Cette exploration approfondie des fondements de la théorie quantique s'est avérée très fructueuse et a débouché sur une meilleure compréhension conceptuelle portant des implications importantes pour les technologies du futur.

Le groupe de recherche sur les fondements quantiques de l'Institut Perimeter est le plus grand et le plus diversifié au monde, et la recherche dans ce domaine s'interface avec l'information quantique sur son versant le plus appliqué, et avec la gravité quantique sur son versant plus fondamental. Les chercheurs de ce groupe étudient la structure conceptuelle et mathématique de la théorie quantique suivant trois axes principaux :

- L'étude des effets quantiques nouvellement observés
- Le développement d'une meilleure compréhension des problèmes conceptuels soulevés par la théorie quantique elle-même, ainsi que par ses principales interprétations
- Les tentatives de fonder la théorie sur des principes ou axiomes plus élémentaires





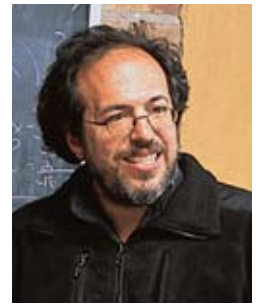
## GRAVITÉ QUANTIQUE

Les deux piliers de la physique théorique moderne sont la théorie quantique, qui décrit les phénomènes physiques à l'échelle de l'infiniment petit, et la relativité générale, qui décrit la gravité régissant l'univers aux échelles astronomiques en termes géométriques einsteiniens. L'étude de la gravité quantique vise à résoudre l'un des plus grands problèmes intellectuels de tous les temps : comment concilier ces deux théories très différentes qui nous obligent toutes deux à envisager l'univers de manières tout à fait nouvelles? L'histoire nous apprend que l'unification de théories apparemment incompatibles constitue souvent la clé de grandes avancées dans notre compréhension. Une telle unification (une théorie quantique de la gravitation) est souvent considérée comme le « Saint Graal » de la physique moderne, car elle promet les éclairages les plus profonds jamais obtenus par les physiciens sur le fonctionnement réel de l'univers.

La recherche en gravité quantique de l'Institut Perimeter est unique au monde par la diversité des approches complémentaires suivies activement, comme la gravitation quantique à boucles, les modèles de mousse de spin, les graphes quantiques, la théorie des ensembles causaux et la théorie des supercordes. Cette diversité fait de l'Institut une destination attrayante pour les jeunes chercheurs motivés par le défi suprême que constitue la gravité quantique.

## POUVONS-NOUS TESTER LES THÉORIES QUANTIQUES DE LA GRAVITATION?

Les chercheurs de l'Institut Perimeter travaillent sur plusieurs approches qui pourraient nous permettre d'utiliser les expérimentations actuelles pour tester les caractéristiques d'une théorie de la gravitation quantique. Le professeur Lee Smolin est un pionnier de la relativité doublement restreinte, qui modifie la relativité de manière à tenir compte des effets gravitationnels quantiques. Avec le professeur Giovanni Amelino-Camelia, chercheur invité de l'Institut, le professeur Smolin a récemment exploré la possibilité d'utiliser les résultats du télescope spatial à rayons gamma Fermi pour vérifier la prédiction selon laquelle la vitesse de la lumière dépendrait très légèrement de l'énergie.



Lee Smolin

## LES MODÈLES DISCRETS DE LA GRAVITÉ QUANTIQUE FONT-ILS ÉMERGER UN ESPACE-TEMPS ÉLASTIQUE?

Les théories quantiques de la gravitation présentent une nouvelle image de la géométrie de l'espace à l'échelle de l'infiniment petit: il serait quantique et discret, c'est-à-dire en quelque sorte granuleux. Une grande question à laquelle doivent répondre ces théories est celle de savoir si elles prédisent que l'espace continu que nous percevons est lui-même environné. Les théoriciens de l'Institut explorent différents modèles de la façon dont l'espace et le temps continus de la physique classique découleraient d'une théorie quantique de la gravitation. L'an dernier, le professeur Laurent Freidel et le postdoctorant Florian Conrady ont publié une série d'articles présentant d'importants résultats qui montrent comment cela se produit dans une classe de théories appelées « modèles de mousse de spin ». Ils ont présenté le mécanisme d'émergence d'une classe de géométries discrètes répondant à une forme des équations de la relativité générale d'Einstein. Pendant ce temps, la professeure Fotini Markopoulou et ses collaborateurs, notamment le postdoctorant Alioscia Hama et l'étudiant diplômé Isabeau Prémont-Schwarz, ont obtenu deux résultats importants qui font avancer notre compréhension de la façon dont la théorie relativiste de la géométrie de l'espace-temps pourrait découler d'une théorie quantique de la gravitation. Ils ont élaboré des modèles d'espace-temps quantique dans lesquels il est possible de montrer qu'à basses températures, la géométrie quantique « se fige » pour laisser émerger une géométrie classique. Ils ont réalisé cela en modifiant un modèle étudié en physique de la matière condensée, appelé modèle quantique de Bose-Hubbard, de façon à rendre dynamique la géométrie discrète sur laquelle il est fondé. Ils ont ensuite montré comment l'existence d'une vitesse maximale de la lumière découle de la nature des modèles étudiés dans leurs deux articles.



Laurent Freidel



Fotini Markopoulou

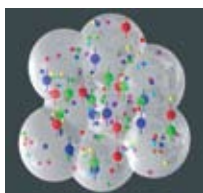


## LA THÉORIE DES SUPERCORDES PEUT-ELLE DÉCOUVRIR DE NOUVELLES PHASES DE LA MATIÈRE?

L'un des objectifs des physiciens théoriciens consiste à recenser les différents états de la matière qui auraient été possibles lors du Big Bang, ainsi que les nouveaux états qui pourraient être créés dans les laboratoires et accélérateurs de particules. Le professeur Jaume Gomis s'est vu récemment attribuer une bourse de nouveau chercheur par le ministère de la Recherche et de l'Innovation (MRI) de l'Ontario pour appuyer ses recherches en cours sur le développement de nouvelles techniques de description des phénomènes quantiques en physique des particules. Son travail apporte de nouveaux outils théoriques permettant aux physiciens d'étudier les observables dans les théories de jauge. Ces outils pourraient permettre, à terme, de décrire avec précision le confinement des quarks au sein des protons et des neutrons, ainsi que de prédire des états de la matière entièrement nouveaux susceptibles d'être étudiés expérimentalement.

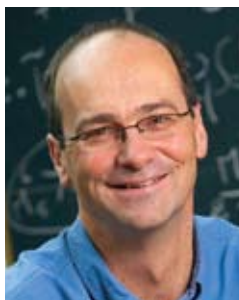


Jaume Gomis



## LES THÉORICIENS DES SUPERCORDES PEUVENT-ILS REMUER UNE SOUPE DE QUARK?

L'interaction forte est l'une des quatre forces fondamentales de la nature (avec la gravité, la force électromagnétique et l'interaction faible). Elle assemble les quarks pour constituer les protons et neutrons formant les noyaux atomiques. Cet assemblage est si solide que personne n'est capable de scinder des protons ou des neutrons pour observer un quark isolé en laboratoire. Pourtant, aux énergies extrêmement élevées, comme celles présentes dans l'univers primordial ou produites dans les accélérateurs de particules, cette interaction s'affaiblit. De récentes expériences de collision entre noyaux atomiques à des vitesses proches de celle de la lumière ont fait apparaître une surprenante nouvelle phase de la matière appelée « plasma quark-gluon à interaction forte » (sQGP), dans laquelle les quarks ne sont ni confinés, ni libres, mais forment plutôt un fluide à interaction forte. Ce plasma est d'autant plus remarquable que sa viscosité semble être inférieure de plusieurs ordres de grandeur à celles des fluides ordinaires (la viscosité d'un fluide est sa résistance aux contraintes de déformation, qui détermine des caractéristiques essentielles comme celles de déplacement et d'étalement; par exemple, la mélasse est plus visqueuse que l'eau). À partir des nouvelles techniques théoriques découlant de la théorie des supercordes, les professeurs Robert Myers et Alex Buchel travaillent à améliorer la compréhension théorique de ce nouveau fluide. Ils s'efforcent notamment de répondre à la question suivante: quelle est la viscosité la plus faible pouvant être atteinte par un fluide physique?

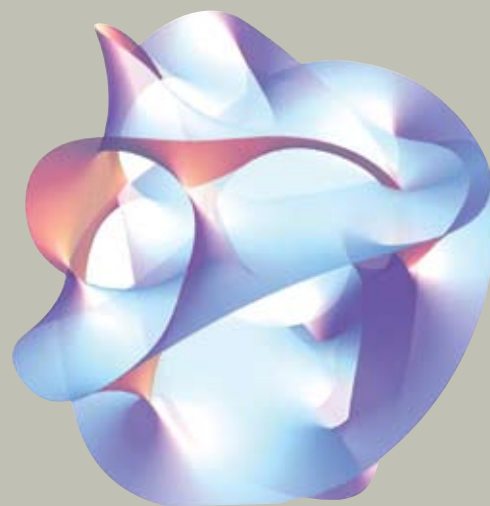


Robert Myers

## THÉORIE DES SUPERCORDES

La théorie des supercordes est une des principales concurrentes dans la course à l'établissement d'une théorie quantique de la gravitation et à l'unification de la gravité avec les autres forces de la nature. Son point de départ consiste à remplacer la notion de particule ponctuelle fondamentale par celle d'objet étendu appelé « corde ». Ce simple changement de perspective produit un cadre mathématique remarquablement riche dans lequel les théoriciens espèrent décrire notre univers physique. La théorie des supercordes est un domaine diversifié entretenant des liens étroits avec la physique des particules, la cosmologie et les mathématiques, ainsi qu'avec la gravité quantique. Il a apporté de surprenants nouveaux éclairages en gravité quantique, comme celui du principe holographique, qui a entraîné à son tour de remarquables nouveaux liens avec l'étude des nouvelles phases de la matière par les théoriciens nucléaires et les physiciens de la matière condensée.

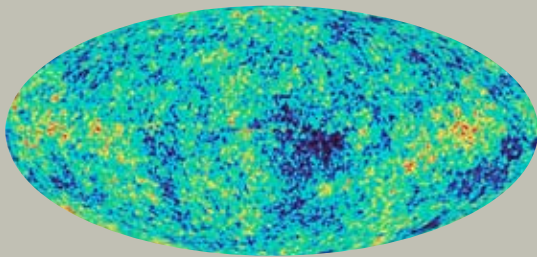
Les chercheurs de l'Institut Perimeter continuent comme toujours d'apporter des contributions dans un large éventail de domaines, notamment ceux de la cosmologie des cordes, du paysage de la théorie des cordes, de la dualité jauge-gravité et des cordes aux singularités.



## COSMOLOGIE

Les cosmologistes ont découvert beaucoup de choses sur les 14 milliards d'années d'évolution de l'univers et ont retracé ses origines depuis une maigre fraction de seconde après « l'instant zéro », où il était rempli d'une soupe primordiale mêlant matière d'une chaleur et d'une densité extrêmes et rayonnement. Malgré ces énormes progrès, de profondes énigmes demeurent, et avant tout celle de savoir comment l'univers a effectivement pris naissance au cours de cette fraction de seconde appelée « phase du Big Bang ». La cosmologie est devenue tout récemment l'un des domaines les plus passionnants de la science, grâce aux observations extraordinairement précises et détaillées rendues possibles par les nouvelles technologies. Et la théorie a joué un rôle moteur en définissant les grandes observations à réaliser pour tester les différents modèles de l'univers.

Les cosmologistes de l'Institut Perimeter combinent les avancées récentes accomplies à l'interface de l'astrophysique et de la physique fondamentale pour faire la lumière sur quelques-unes des grandes énigmes du domaine: Quelle est la cause de l'accélération cosmique observée? Quelle est la nature de la matière noire? Que nous apprend l'observation du fond diffus cosmologique et des grandes structures de l'univers sur les théories de la physique fondamentale? L'inflation est-elle le paradigme adéquat pour la cosmologie de l'univers primordial?

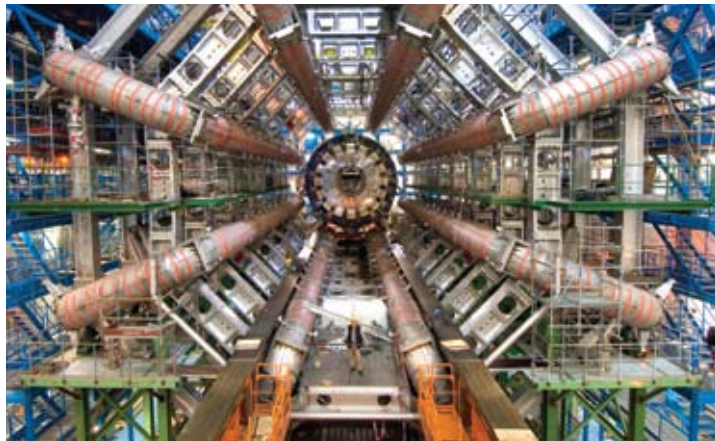


## COMMENT EXPLIQUER L'ASYMÉTRIE MATIÈRE-ANTIMATIÈRE?



Neil Turok

En 2009, le professeur Neil Turok, directeur général et enseignant de l'Institut Perimeter, le professeur Chris Pope, de l'Université Texas A&M, et les professeurs Gary Gibbons et Steffen Gielen, de l'Université de Cambridge, ont utilisé des arguments de symétrie mathématique pour estimer pour la première fois la taille d'un déséquilibre fondamental omniprésent à l'échelle subatomique. Ce déséquilibre, appelé « violation de symétrie CP », distingue la matière de l'antimatière et joue un rôle essentiel dans les efforts entrepris pour comprendre pourquoi la première prédomine sur la seconde dans l'univers. Le professeur Turok et ses collaborateurs ont découvert qu'une distribution uniforme, utilisant une mesure naturelle dans l'espace des matrices CKM (qui caractérisent la fusion entre différents secteurs du modèle standard de la physique des particules), conduit à un niveau de violation de symétrie CP comparable à celui observé dans l'univers. Cette nouvelle méthode pourrait constituer à l'avenir un moyen de déterminer, parmi les nombreuses modifications proposées pour le modèle standard de la physique, celles qui sont plus plausibles que les autres et peuvent aider à orienter les expérimentations futures comme celles du Grand collisionneur de hadrons (LHC) au CERN.



Le détecteur ATLAS du Grand collisionneur de hadrons (LHC) au CERN.

## QUE SE PASSE-T-IL VRAIMENT LORS D'UNE COLLISION DE PARTICULES?

Les prochaines expérimentations du Grand collisionneur de hadrons (LHC) devraient permettre de détecter de nouvelles particules et interactions qui nous rapprocheront de la réponse à des questions fondamentales comme celle de l'acquisition de masse par les particules élémentaires.

Les accélérateurs provoquent des collisions entre particules subatomiques à des vitesses proches de celle de la lumière, ce qui entraîne des interactions pouvant produire des types entièrement nouveaux de particules dans un processus appelé diffusion. Les amplitudes de diffusion sont les calculs donnant les prédictions théoriques d'obtention de diverses particules résultantes lorsque différentes particules entrent en collision à différentes énergies.



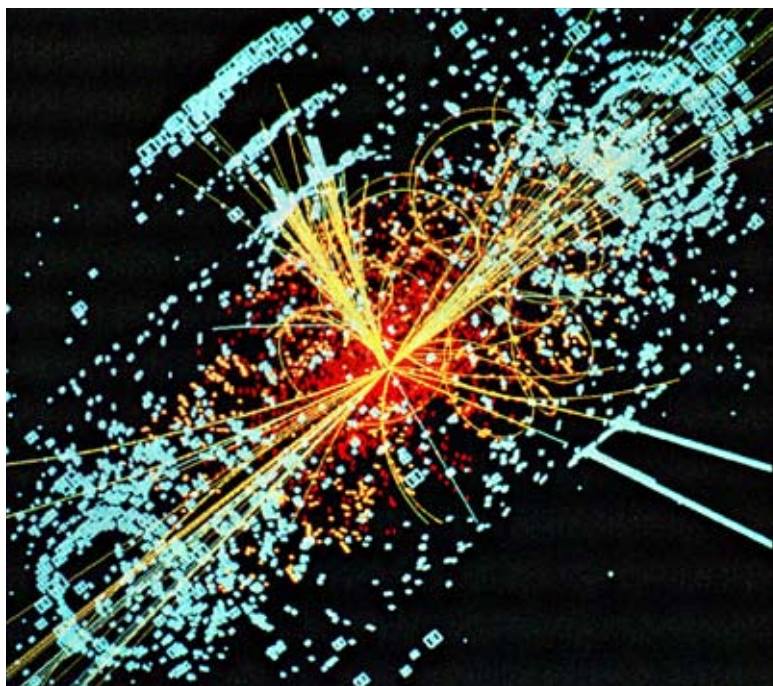


Freddy Cachazo

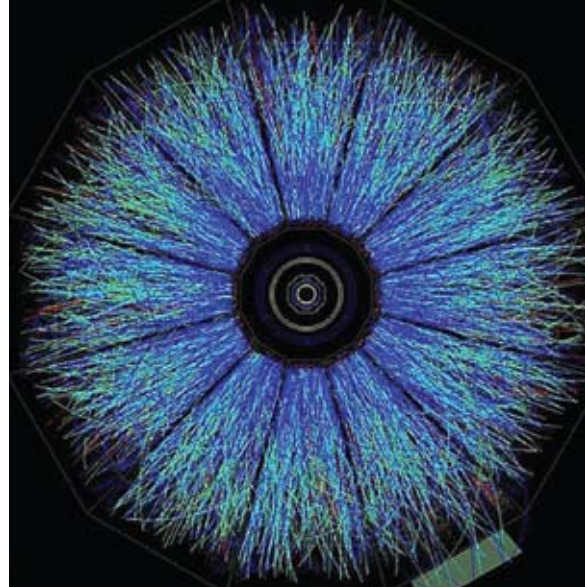
Les méthodes traditionnelles de calcul analytique des amplitudes de diffusion sont très compliquées. Le professeur Freddy Cachazo et ses collaborateurs ont rassemblé des idées issues de la théorie des supercordes, de la théorie des twisteurs, de la théorie quantique des champs et de l'analyse complexe pour mettre au point des techniques qui simplifient grandement ces calculs d'une extrême complexité. Ces techniques prennent une place de plus en plus importante en physique des

hautes énergies et ont été mises en œuvre dans le cadre du logiciel Black-Hat, qui calcule automatiquement les prédictions théoriques de certaines interactions, et ces prédictions correspondent très précisément aux données expérimentales des collisionneurs. En 2009, le professeur Cachazo s'est vu décerner la Médaille Gribov de la Société européenne de physique pour cet important travail.

Ses recherches ont soulevé des questions propres à éveiller la curiosité. La simplicité de l'expression analytique a un prix: l'apparition d'interactions non physiques qui finissent par s'annuler miraculeusement. La présence de ces termes factices, qui découleraient naturellement d'une théorie dans laquelle l'espace-temps ne serait pas fondamental, laisse entendre qu'il pourrait y avoir une nouvelle formulation « double » de la même physique. Avec entre autres le professeur Nima Arkani-Hamed de l'Institute for Advanced Study, qui occupe une chaire de chercheur distingué à l'Institut Perimeter, le professeur Cachazo poursuit l'étude de ce mystère qui les conduit à essayer de trouver dans la physique une place pour les espaces mathématiques complexes appelés « variétés grassmanniennes ».



Traces de particules simulées dans une modélisation du détecteur CMS du Grand collisionneur de hadrons du CERN. L'expérience produit un boson de Higgs qui se désintègre en deux jets de hadrons et deux électrons. Les lignes représentent les trajectoires possibles des particules produites par la collision proton-proton dans le détecteur, tandis que l'énergie libérée par ces particules est représentée en bleu.



## PHYSIQUE DES PARTICULES

La physique des particules vise à comprendre les constituants fondamentaux de la nature et leurs interactions. Le domaine d'expérimentation actuel s'étend jusqu'à des distances de l'ordre de  $10^{-18}$  mètres (l'échelle électrofaible), et les théoriciens ont produit une théorie remarquablement adéquate de tous les phénomènes physiques ainsi révélés, appelée « modèle standard », qui décrit les interactions fortes, faibles et électromagnétiques entre 18 particules élémentaires. Le Grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN est sur le point d'ouvrir un nouvel horizon au-delà de l'échelle électrofaible et génère ainsi beaucoup de prévisions enthousiastes quant aux découvertes possibles : boson de Higgs, supersymétrie, particules de matière noire, voire mini-trous noirs? Les efforts de recherche en physique des particules de l'Institut Perimeter n'ont commencé que récemment et se sont concentrés jusqu'ici sur la physique des astroparticules, qui utilise la cosmologie comme champ d'expérience de haute énergie par excellence. Cependant, les grands théoriciens des particules faisant désormais de longs séjours à l'Institut Perimeter, son expansion à venir devrait l'amener à devenir un centre de premier plan dans l'étude des phénomènes variés et captivants que dévoileront les prochaines expériences du LHC au CERN.



Neta Bahcall, chercheuse distinguée de l'Institut Perimeter, avec Niayesh Afshordi, professeur nouvellement recruté.

## L'INSTITUT EN CHIFFRES

EN 2008-2009...

- Robert Spekkens et Luis Lehner sont devenus professeurs à l'Institut Perimeter
- Pedro Vieira, Latham Boyle et Niayesh Afshordi ont été recrutés comme professeurs (pour prendre fonction à l'exercice à venir)
- 11 chaires de chercheur distingué ont été attribuées
- 18 nouveaux postdoctorants ont été recrutés

**« L'Institut Perimeter offre une bonne combinaison de liberté totale de recherche et de contact avec des scientifiques chevronnés... c'est probablement le meilleur centre de recherche que j'aie connu jusqu'à présent, aussi bien en termes de financement et de services de soutien que de programmes d'invités et de séminaires. »**

– Daniel Terno, ancien postdoctorant de l'Institut Perimeter, aujourd'hui maître de conférences à l'Université Macquarie de Sydney

## NOMINATION DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

EN OCTOBRE 2008, LE PROFESSEUR NEIL TUROK est entré en fonction comme deuxième directeur de l'Institut Perimeter, avec l'appui unanime du comité de recrutement, du comité consultatif scientifique et du Conseil d'administration. Le professeur Neil Turok occupait auparavant la chaire de physique mathématique de l'Université de Cambridge, où il était également directeur du Centre de cosmologie théorique. Il a apporté de nombreuses contributions en physique et cosmologie théoriques, portant notamment sur les tests observationnels de la physique fondamentale. Il a mis au point avec Paul Steinhardt, de l'Université de Princeton, un modèle cosmologique cyclique dans lequel le Big Bang résulterait de la collision entre deux branes dans la théorie M. En 2006, les professeurs Steinhardt et Turok ont montré comment ce modèle permettait naturellement à la constante cosmologique de se réduire jusqu'à de très faibles valeurs, conformément aux observations actuelles. Ils sont également co-auteurs de l'ouvrage grand public intitulé *Endless Universe: Beyond the Big Bang* [Un univers sans fin : au-delà du Big Bang]. Né en Afrique du Sud, le professeur Turok a fondé l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS), un centre d'enseignement de second cycle universitaire situé au Cap qui soutient le développement des mathématiques et des sciences sur l'ensemble du continent africain; cette initiative lui a valu le prix TED 2008.

## RECRUTEMENT D'ENSEIGNANTS

Début 2009, Luis Lehner est devenu professeur associé à l'Institut Perimeter dans le cadre d'un corecruitment avec l'Université de Guelph. C'est un pionnier des efforts modernes visant à extraire des équations d'Einstein des prévisions exactes sur le comportement des trous noirs et autres systèmes à forte gravité. Avec les observations que l'astronomie des ondes gravitationnelles devrait rendre possibles dans un proche avenir, le recrutement de Luis Lehner met l'Institut Perimeter en position de devenir un centre de premier plan dans ce domaine captivant.



En novembre 2008, Robert W. Spekkens est devenu enseignant à l'Institut Perimeter. Ce leader émergent dans le domaine des fondements quantiques a également apporté d'importantes contributions à la théorie de l'information quantique, et il renforcera les efforts de l'Institut dans ces deux domaines étroitement liés. Il a obtenu son doctorat auprès de l'Université de Toronto en 2001, où il a également occupé son premier poste postdoctoral. Il est ensuite venu à l'Institut Perimeter pour un postdoctorat de trois ans (de 2003 à 2006), avant d'obtenir une bourse de recherche postdoctorale de la Royal Society à l'Université de Cambridge.

L'Institut Perimeter a récemment recruté trois autres professeurs qui prendront leurs fonctions dans l'exercice à venir. Le premier est un théoricien des supercordes, Pedro Vieira, venant de l'Institut Max Planck de physique gravitationnelle à Potsdam (Allemagne), où il était chercheur associé depuis 2008. Les deux autres sont des cosmologistes : Latham Boyle, actuellement postdoctorant à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), et Niayesh Afshordi, actuellement chercheur postdoctoral distingué à l'Institut Perimeter et corecrué avec l'Université de Waterloo.

## POSTDOCTORANTS

Les postdoctorants suivent des programmes de recherche indépendants et sont encouragés à devenir des partenaires à part entière de la communauté de recherche, en organisant des conférences et ateliers, en accueillant les visiteurs et en présentant des exposés. Il s'agit de postdoctorats de trois et cinq ans, et l'Institut Perimeter regroupe actuellement la plus grande communauté au monde de postdoctorants en physique théorique indépendants. En 2008-2009, l'Institut a sélectionné 18 nouveaux postdoctorants parmi plus de 400 candidats. Ils viennent entre autres d'Oxford, de Cambridge, de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ), de l'Institut Kavli de physique théorique (Université de Californie à Santa Barbara) et de Caltech. Les postdoctorants de l'Institut Perimeter ont d'excellentes chances d'obtenir des postes permanents à l'issue de leur formation. Pendant l'exercice écoulé, par exemple, dans le groupe « gravité quantique » à lui seul, six postdoctorants se sont vu offrir des postes dans des établissements prestigieux, dont plusieurs avec des ressources pour démarrer leurs propres groupes de recherche.

## PROGRAMME DE CHAIRES DE CHERCHEUR DISTINGUÉ

L'expérience passée montre que les avancées majeures sont rendues possibles par le regroupement des éclairages complémentaires et l'établissement d'une masse critique. C'est pourquoi l'Institut Perimeter a, en 2008, créé son programme de chaires de chercheur distingué, destiné à faire venir des scientifiques de premier plan mondial pour de longs séjours de recherche annuels. L'Institut prévoit d'arriver à un effectif stable de 30 chaires de chercheur distingué attribuées pour trois ans. La présence des titulaires de ces chaires devrait susciter de nouvelles collaborations scientifiques, apporter un concours et des conseils inestimables aux chercheurs résidents de l'Institut, et constituer une source d'inspiration pour ses jeunes chercheurs.

## TITULAIRES DE CHAIRES DE CHERCHEUR DISTINGUÉ



**Yakir Aharonov**, Université Chapman et Université de Tel-Aviv



**Nima Arkani-Hamed**, Institute for Advanced Study



**Neta Bahcall**, Université de Princeton



**Juan Ignacio Cirac**, Institut Max Planck



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



**Stephen Hawking**, Université de Cambridge



**Leo Kadanoff**, Université de Chicago



**Subir Sachdev**, Université Harvard



**Ashoke Sen**, Institut de recherche Haris-Chandra



**Leonard Susskind**, Université Stanford



**Xiao-Gang Wen**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

## FORMATION À LA RECHERCHE

### ENSEIGNANTS DU CYCLE PSI 2009-2010

**John Berlinsky**, directeur

**Niayesh Afshordi**, Institut Perimeter et  
Université de Waterloo

**Ben Allanach**, Université de Cambridge

**Philip Anderson**, Université de Princeton

**Nima Arkani-Hamed**, Institute for  
Advanced Study

**Katrin Becker**, Université Texas A&M

**Melanie Becker**, Université Texas A&M

**Carl Bender**, Université de Washington

**Freddy Cachazo**, Institut Perimeter

**Matt Choptuik**, Université de Colombie-  
Britannique

**Susan Coppersmith**, Université du  
Wisconsin à Madison

**David Cory**, Massachusetts Institute of  
Technology (MIT)

**Kari Dalnoki-Veress**, Université McMaster

**François David**, Institut de physique  
théorique du centre CEA de Saclay

**Jaume Gomis**, Institut Perimeter

**Daniel Gottesman**, Institut Perimeter

**Ruth Gregory**, Université de Durham

**Leo Kadanoff**, Université de Chicago

**Luis Lehner**, Institut Perimeter et  
Université de Guelph

**Renate Loll**, Université d'Utrecht

**Robert Myers**, Institut Perimeter

**Hiranya Peiris**, Université de Cambridge

**Malcolm Perry**, Université de Cambridge

**Michael Peskin**, Centre de l'accélérateur  
linéaire de Stanford

**Frans Pretorius**, Université de Princeton

**Sid Redner**, Université de Boston

**Anders Sandvik**, Université de Boston

**Erik Sorensen**, Université McMaster

**Robert Spekkens**, Institut Perimeter

**Andrew Tolley**, Institut Perimeter

**David Tong**, Université de Cambridge

**Neil Turok**, Institut Perimeter

**Xiao-Gang Wen**, Massachusetts Institute of  
Technology (MIT)



### CYCLE DE FORMATION PSI (PERIMETER SCHOLARS INTERNATIONAL)

LES JEUNES CHERCHEURS BRILLANTS CONSTITUENT LES FORCES VIVES DE LA PHYSIQUE THÉORIQUE. En décembre 2008, l'Institut a lancé le programme PSI (Perimeter Scholars International), un nouveau cycle de formation intensive de niveau maîtrise sur 10 mois conçu pour transformer des étudiants diplômés talentueux et fortement motivés en jeunes chercheurs. Le programme PSI est conduit en collaboration avec les universités canadiennes partenaires : les étudiants en fin de cycle reçoivent un diplôme de maîtrise de l'Université de Waterloo et un certificat PSI de l'Institut Perimeter.

Les cours sont enseignées par des professeurs invités, ainsi que par des assistants qualifiés et enthousiastes, suivant un programme destiné à donner aux étudiants une vaste perspective de la physique théorique. La priorité est donnée au développement des capacités de résolution de problèmes par des travaux individuels et en groupe, avec la possibilité d'explorer plus profondément les domaines de recherche qui passionnent le plus les étudiants. Le professeur John Berlinsky, de l'Université McMaster, a été nommé au poste de directeur pédagogique du programme, tandis que six conseillers éminents en assurent la supervision et émettent des avis sur sa qualité et son contenu. Le programme a suscité un grand intérêt : l'Institut a reçu 220 dossiers de candidature et a sélectionné une première promotion de 28 étudiants venus de 17 pays, qui a commencé les cours en août 2009.



perimeter scholars  
INTERNATIONAL™





## COURS

Les chercheurs de l'Institut enrichissent le programme de plusieurs universités environnantes en enseignant des cours à unités dans leurs domaines d'expertise au niveau du premier cycle et au-delà, auxquels s'ajoutent des cours thématiques présentés par d'éminents scientifiques invités. L'an dernier, ces cours ont été suivis en présentiel ou en virtuel par des étudiants appartenant à huit universités de la région. Tous les cours sont enregistrés et disponibles en vidéo sur le site d'archivage en ligne de l'Institut (PIRSA) : <http://pirsa.org>.

## DOCTORANTS

Au cours de l'exercice écoulé, l'Institut comptait 28 doctorants en résidence étudiant à plein temps sous la direction de ses professeurs. Ces étudiants reçoivent leur diplôme auprès de l'université partenaire à laquelle leur directeur de thèse est affilié. Le programme de doctorat de l'Institut Perimeter offre aux étudiants d'excellentes possibilités d'interaction avec les physiciens résidents et invités venus du monde entier. Huit nouveaux doctorants sont arrivés en 2008-2009, et il est prévu d'augmenter considérablement cet effectif dans les années à venir, au même rythme que celui du personnel enseignant. Les doctorants de l'Institut ont réussi à obtenir des postdoctorats dans la foulée de leur diplôme auprès d'établissements étrangers comme l'Institut Kavli de physique théorique (Université de Californie à Santa Barbara), l'Institut Max Planck (Allemagne), l'Université de Kinki (Japon) et l'Institut de physique théorique de l'Université d'Utrecht (Pays-Bas), ainsi que d'établissements Canadiens tels que l'Université de Colombie-Britannique, l'Université McGill ou l'Université de Toronto.

## PROJETS DE RECHERCHE DE PREMIER CYCLE

Les postdoctorants de l'Institut Perimeter font l'expérience du mentorat tout en obtenant de l'aide dans leurs travaux de recherche par la création et la mise en œuvre de projets de deux à quatre mois nécessitant l'assistance d'un étudiant de premier cycle. Pendant les mois d'été, des étudiants de premier cycle recrutés dans le monde entier se joignent à la communauté de recherche de l'Institut Perimeter, au sein de laquelle ils acquièrent des compétences et une connaissance approfondie de domaines de recherche particuliers tout en se faisant une idée concrète du métier de physicien théoricien.

***Mon travail de recherche portait sur le problème de la constante cosmologique... j'ai procédé par petites étapes, partie par partie, en intégrant graduellement chacune dans le tableau d'ensemble. Le plus intéressant était de pouvoir vraiment faire de la physique comme on le fait « dans le monde réel ». Je me suis rendu compte que la physique était une tradition vivante, et j'ai été heureux d'avoir eu cette occasion d'y contribuer.***

—Adam Bognat, étudiant de premier cycle à l'Université de Waterloo et stagiaire d'été à l'Institut Perimeter



## COURS DONNÉS À L'INSTITUT PERIMETER EN 2008-09

### **L'astrophysique et la cosmologie par les problèmes,**

(septembre-décembre 2008)

Enseignants : Niayesh Afshordi et Mark Wyman (Institut Perimeter)

### **Théorie quantique des champs I,**

(septembre-décembre 2008)

Enseignant : Volodya Miransky (Université Western Ontario)

### **Thèmes choisis en physique théorique,**

(janvier-avril 2009)

Enseignant : Freddy Cachazo (Institut Perimeter)

### **Initiation à la théorie des cordes bosoniques,**

(janvier-avril 2009)

Enseignant : Alex Buchel (Institut Perimeter et Université Western Ontario)

### **Intégrabilité et équivalence planaire AdS/CFT,**

(février-mars 2009)

Enseignant : Pedro Vieira (Institut Max Planck de physique gravitationnelle)

## RÉUNIONS DE CHERCHEURS



### L'INSTITUT EN CHIFFRES

En 2008-2009, l'Institut Perimeter a accueilli plus de 900 chercheurs dans le cadre de :

- 18 conférences
- 172 séminaires
- 27 colloques

Plus de 1 290 conférences, séminaires et colloques ont eu lieu à l'Institut Perimeter à ce jour. Ils sont disponibles sur le site d'archivage en ligne de l'Institut (PIRSA) : <http://pirsa.org>

### CONFÉRENCES, ATELIERS ET ÉCOLES D'ÉTÉ

Tandis que les chercheurs résidents et invités se consacrent à leurs réflexions et à leurs calculs dans une ambiance favorable, mais souvent solitaire, l'Institut sait bien qu'un programme vivant de conférences et ateliers de haut niveau est essentiel pour maintenir le dynamisme d'un centre de recherche. Les thèmes des ateliers et conférences sont choisis de manière stratégique, en déterminant les nouveaux domaines particulièrement prometteurs dans lesquels une réunion est susceptible de déboucher sur un résultat important. L'Institut Perimeter a acquis une grande renommée pour ses ateliers et conférences dans les domaines de pointe. (Pour une liste complète des conférences tenues en 2008-2009, voir les annexes.)





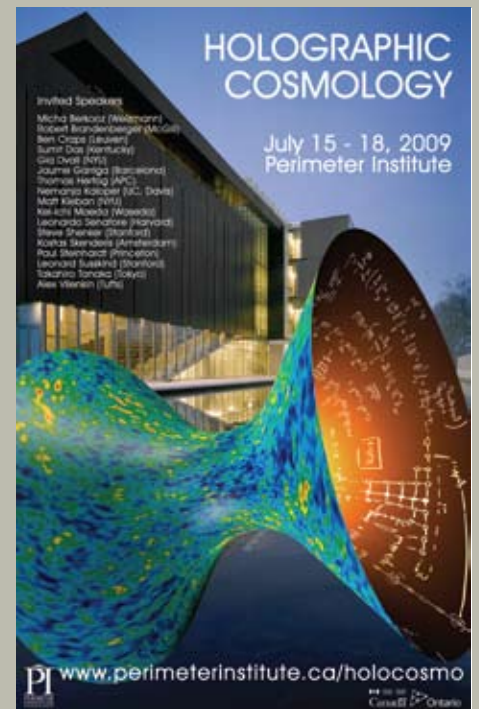


## COLLOQUES ET SÉMINAIRES

L'Institut Perimeter organise huit séries de séminaires hebdomadaires dynamiques qui favorisent la collaboration et le partage des connaissances entre chercheurs de haut niveau du monde entier. Près de 1 300 conférences, séminaires et colloques scientifiques ont eu lieu à ce jour, et depuis 2002, la plupart sont enregistrés et diffusés gratuitement sur le site d'archivage en ligne de l'Institut (PIRSA). Les intervenants des quelque 200 séminaires et colloques de l'exercice écoulé comprenaient parmi bien d'autres Sir Michael Berry (Université de Bristol), Xiao-Gang Wen (MIT), Raphael Bousso (Université de Californie), Ramesh Narayan (Université Harvard), Leo Kadanoff (Université de Chicago) et Abhay Ashtekar (Université d'État de Pennsylvanie). L'Institut Perimeter participe également à l'ILQGS (International Loop Quantum Gravity Seminar), un séminaire virtuel international réunissant chaque semaine les membres de 15 groupes de recherche sur la gravitation quantique à boucles basés en Europe et aux Amériques.



*Une exploration aux limites du cosmos – L'Institut Perimeter a accueilli la 7e École d'été canadienne en physique théorique, coorganisée avec l'APCTP (Asia Pacific Center for Theoretical Physics) et le CQUeST (Centre for Quantum SpaceTime) de Corée du Sud. Plus de 50 étudiants diplômés du monde entier y ont suivi des cours sur la cosmologie de l'univers primordial, la matière noire et l'astronomie des ondes gravitationnelles.*



## RASSEMBLER LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE

Le principe holographique est l'une des plus récentes des conjectures passionnantes de la physique théorique. Il pose que le contenu d'un volume d'espace peut être décrit par un encodage situé sur les bords de cette région, un peu comme si tout le contenu d'un ballon était encodé sur sa surface. Cela implique que l'univers dans son ensemble pourrait être envisagé comme une structure de données « peinte » en deux dimensions sur l'horizon cosmologique. Cet atelier de quatre semaines a été le premier organisé sur ce sujet dans le monde entier. Il a réuni des chercheurs de premier plan en cosmologie, théorie des supercordes et gravitation quantique qui cherchent à comprendre et développer les implications du principe holographique pour la cosmologie de l'univers primordial.



*Neil Turok, directeur général de l'Institut, et David Johnston, président de l'Université de Waterloo.*

En 2008-2009, l'Institut Perimeter a accueilli 310 invités à court terme et 19 à long terme.

### PROGRAMME DE CHERCHEURS INVITÉS

Un dynamique programme de chercheurs invités permet aux scientifiques de l'Institut Perimeter de se tenir au courant des nouvelles avancées et de susciter des interactions inédites. Au cours de l'exercice écoulé, l'Institut Perimeter a accueilli 329 chercheurs invités, et 19 d'entre eux ont choisi d'y passer des congés de recherche de longue durée accordés par leurs universités d'origine. Parmi le grand nombre d'éminents chercheurs invités à l'Institut pendant l'exercice écoulé, on notera le pionnier de l'informatique quantique David Cory (MIT), le cosmologiste Robert Brout (Université libre de Bruxelles), le physicien des particules Victor Novikov (Institut de physique théorique et expérimentale de Moscou) et le théoricien des supercordes Herman Verlinde (Université de Princeton).



*Kristina Giesel, chercheuse invitée, de l'Institut nordique de physique atomique théorique (NORDITA)*





## MEMBRES AFFILIÉS

Les membres affiliés sont des enseignants choisis au sein des universités canadiennes et invités à rendre des visites informelles régulières à l'Institut Perimeter pour collaborer avec ses scientifiques et participer à ses activités de recherche. Le programme des membres affiliés vise à promouvoir la collaboration entre l'Institut et les universités canadiennes, à élargir la base de ses recherches par des interactions avec des chercheurs travaillant dans des domaines de recherche liés aux siens et à renforcer la communauté canadienne des chercheurs en physique. En 2008-2009, l'Institut a recruté 25 nouveaux membres affiliés et en compte aujourd'hui 91, qui appartiennent à plusieurs universités des diverses régions du Canada.



## LIENS NATIONAUX

L'Institut Perimeter a pour but de servir de centre de convergence de la physique théorique au Canada. Il a signé des protocoles d'entente avec près de 30 universités et instituts canadiens, et il coopère avec ses partenaires par le biais de nominations conjointes d'enseignants, de postes d'auxiliaire dans les établissements de la région et de programmes conjoints de maîtrise, doctorat et postdoctorat, ainsi qu'en coorganisant de nombreuses réunions de chercheurs, comme les journées Institut Perimeter-ICAT (Institut canadien d'astrophysique théorique).

En plus de sa relation synergique de longue date avec l'Institut d'informatique quantique (IQC) de l'Université de Waterloo, l'Institut Perimeter a forgé des liens étroits avec l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), le centre canadien de classe mondiale en astrophysique théorique.

L'Institut Perimeter entretient également des relations productives avec l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), le Fields Institute for Research in Mathematical Sciences, l'Institut de physique des particules (IPP), le Centre de recherches mathématiques (CRM) et le Pacific Institute for Mathematical Sciences (PIMS), ainsi qu'avec les réseaux de recherche MITACS (Mathematics of Information Technology and Complex Systems) et SHARCNET (Shared Hierarchical Computing Network).

*Le chercheur invité Amihay Hanany (Imperial College) avec Laurent Freidel, professeur à l'Institut Perimeter.*



## VERS L'UNIFICATION INTÉGRALE DES FONDEMENTS QUANTIQUES

Le Canada et l'Australie sont devenus des pôles de recherche majeurs en physique quantique fondamentale et dans les domaines étroitement liés de l'information et du calcul quantiques. En 2008, les chercheurs de l'Institut Perimeter ont formé avec plusieurs universités australiennes le partenariat PIAF (Perimeter Institute – Australia Foundations Collaboration), afin de promouvoir ensemble les progrès en physique quantique fondamentale. Ce partenariat financera quatre nouveaux postes de formation postdoctorale (dont les titulaires partageront leur temps entre l'Australie et l'Institut Perimeter), un programme d'échanges scientifiques et des conférences destinées à accélérer la recherche. En septembre 2008, le partenariat PIAF a tenu sa première grande conférence intitulée *The Clock and the Quantum: Time and Quantum Foundations* (L'horloge et le quantum : temps et fondements quantiques), avec la participation de Sir Roger Penrose, Bill Unruh et Gerard Milburn. Puis, en juin 2009, il a organisé un atelier conjoint intitulé « Catégories, quanta et concepts ».



## FAITS ET CHIFFRES

- Près de 1 300 conférences, exposés et colloques de l'Institut sont archivés sur le site PIRSA.



- Les chercheurs et étudiants du monde entier peuvent suivre les réunions scientifiques de l'Institut Perimeter directement sur ce site. À travers sa nouvelle interface utilisateur mise en service en 2008, ce site offre un archivage permanent, gratuit, interrogeable et citable contenant les enregistrements vidéo des séminaires, conférences, ateliers et cours tenus à l'Institut depuis 2002. Chaque exposé est disponible aux formats vidéo Windows Media et Flash, ainsi qu'au format audio MP3, avec un fichier PDF contenant les diapositives et autres documents d'accompagnement. Le site PIRSA est devenu un centre de convergence numérique de la communauté scientifique internationale : pendant l'exercice écoulé, plus de 33 000 visiteurs uniques situés dans 136 pays y ont accédé plus de 63 000 fois. Voir <http://pirsa.org>

## LIENS INTERNATIONAUX

Début 2009, l'Institut Perimeter et le Centre for Theoretical Cosmology (CTC) de l'Université de Cambridge ont passé une convention qui encourage la recherche collaborative et prévoit des échanges réguliers d'enseignants et de postdoctorants dans le cadre de séjours scientifiques pouvant durer jusqu'à plusieurs mois. D'autres conventions sont à l'étude avec le Princeton Center for Theoretical Science, l'Institut de physique et de mathématiques de l'univers (IPMU) de l'Université de Tokyo, le Center for Theoretical Physics de l'Université Stanford et la division théorie du CERN.

Pour multiplier les contacts entre théorie et expérience, l'Institut Perimeter est en train d'étendre sa collaboration avec des centres d'observation et d'expérimentation tels que le Grand collisionneur de hadrons, SNOLAB, l'observatoire spatial orbital Planck, des observatoires géants comme le télescope VISTA, le VLT (Very Large Telescope) et le radiotélescope SKA, et des observatoires d'ondes gravitationnelles comme LIGO et LISA. En encourageant ses postdoctorants et autres chercheurs à se rendre dans ces centres et à collaborer avec leurs observateurs et expérimentateurs, l'Institut peut contribuer à stimuler les nouvelles observations et expérimentations visant à tester les théories fondamentales.







Le professeur Freddy Cachazo reçoit la Médaille Gribov 2009 de la Société européenne de physique.

LES CHERCHEURS DE L'INSTITUT ONT REÇU DE NOMBREUX PRIX et distinctions au cours de l'exercice écoulé. Voici quelques-uns des lauréats :



- Le professeur Freddy Cachazo a reçu la Médaille Gribov de la Société européenne de physique « pour ses recherches en collaboration qui ont conduit à d'importantes simplifications du calcul des amplitudes de diffusion dans les théories de jauge et les théories de la gravitation ».
- Les professeurs associés Raymond Laflamme et Cliff Burgess ont été élus membres de la Société royale du Canada (SRC), la plus haute distinction scientifique décernée au Canada.
- Le professeur Jaume Gomis a reçu une bourse de nouveau chercheur 2009 du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.
- Le professeur Lee Smolin s'est vu décerner le prix Klopsteg 2009 par l'American Association of Physics Teachers (AAPT) pour ses « réalisations extraordinaires dans la communication des joies de la physique contemporaine au grand public ».
- Un travail de Robert Spekkens et de ses collaborateurs a été sélectionné pour figurer dans le numéro des « meilleurs articles 2008 » du *New Journal of Physics*.
- La professeure Fotini Markopoulou a remporté un prix du Foundational Questions Institute (FQXi) pour son essai intitulé *Space does not exist, so time can* (L'espace n'existe pas pour que le temps puisse exister).
- Chris Fuchs a été élu président du groupe information quantique de l'American Physical Society (pour prendre ses fonctions en 2011).
- La postdoctorante Sarah Croke a remporté le prix de thèse 2008 du groupe électronique et photonique quantiques de l'Institute of Physics (Royaume-Uni).

## DIFFUSION DES CONNAISSANCES

LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES est une composante essentielle de la mission de l'Institut Perimeter depuis sa création. La diffusion des connaissances scientifiques peut contribuer pour beaucoup à établir et faire croître une culture d'innovation, en communiquant les principes scientifiques en termes compréhensibles, en aidant à développer les capacités de raisonnement et de résolution de problèmes et en mettant en évidence les liens entre recherche fondamentale et innovation. Les programmes primés de l'Institut ne se contentent pas d'avoir un impact dans tout le Canada, ils sont aussi devenus un modèle international pour ce qui est de faire partager la passion de la recherche fondamentale et de permettre d'apprécier son importance, de même que la puissance de la physique théorique.

L'approche de l'Institut Perimeter consiste à créer et diffuser des contenus puissants permettant de toucher de plus en plus de gens au fil du temps. Les activités sont adaptées selon le cas à différentes catégories d'élèves et d'enseignants ou au grand public, et presque tous les contenus sont disponibles en ligne gratuitement pour faire partager au plus grand nombre les joies de la recherche et de la découverte.

### FAITS ET CHIFFRES

Depuis l'an 2000, l'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut Perimeter a :

- tenu 60 sessions d'atelier itinérant pour plus de 2 000 enseignants dans tout le Canada et au-delà;
- organisé 10 ateliers de formation EinsteinPlus pour plus de 400 enseignants venus du Canada et de 18 autres pays;
- distribué plus de 4 200 ressources présentielles de la série *Perimeter Explorations* (ensembles matériels et téléchargements), qui comprennent des séquences vidéo et un guide de l'enseignant.



### INSPIRER LES JEUNES

Les initiatives de diffusion des connaissances de l'Institut mettent en œuvre des contenus destinés à inspirer les élèves du premier cycle du secondaire pour éveiller chez eux une véritable passion pour la physique, ainsi que des contenus plus approfondis sur la physique moderne destinés aux élèves du second cycle.

Avec la série *Physica Phantastica*, l'équipe de diffusion des connaissances présente un contenu accessible par des moyens divertissants dans les salles de classe et expo-sciences de tout le Canada. Les présentations comme celle intitulée *The Physics of Innovation*, qui utilisent des images et animations pour donner vie aux idées abstraites, ont aidé des milliers d'élèves à saisir les liens entre connaissances fondamentales et innovations technologiques.



Les élèves plus âgés bénéficient de présentations intégrant un contenu multimédia beaucoup plus riche (voir la série *Perimeter Explorations* ci-dessous) et présentant divers aspects de la physique moderne, du quantum au cosmos. Ceux qui envisagent sérieusement une carrière de chercheur peuvent passer à la vitesse supérieure en participant à l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP). Cette école d'été annuelle réunit de jeunes élèves doués venus de tout le Canada et du monde entier pour leur dispenser des cours avancés sur la physique moderne, des séances de mentorat avec des chercheurs et une initiation à la physique expérimentale dans le cadre de visites de laboratoire à l'Institut d'informatique quantique et à SNOLAB.

Hors présentiel, l'Institut Perimeter offre un éventail de contenus en ligne, depuis la série d'animations d'une minute *Alice and Bob in Wonderland* (Alice et Bob au pays des merveilles), conçue pour captiver l'imagination, jusqu'à la série d'entrevues *Meet a Scientist* (Rencontre avec un scientifique), dans laquelle d'éminents chercheurs font partager leur passion pour la science. Les ressources en ligne interactives comprennent également la section intitulée *The Power of Ideas* (La puissance des idées), qui montre comment les découvertes et unifications théoriques de la physique ont fait progresser la technologie. À un niveau plus avancé, L'ISSYP virtuelle offre une sélection des meilleurs contenus des sessions précédentes de l'école d'été et étend spectaculairement la portée du programme au Canada et dans le monde.



Les élèves de l'ISSYP ont eu un avant-goût de la physique expérimentale de pointe à SNOLAB.

## PARTENARIAT AVEC LES ENSEIGNANTS

La mise en œuvre de programmes pour enseignants nécessite la création de ressources présentielles, ainsi qu'une formation directe qui fait naître avec le temps un réseau d'enseignants formateurs dans tout le Canada et au-delà.

La série *Perimeter Explorations* offre des modules présentiels complets portant sur des questions de physique moderne et composés de vidéos de 30 minutes, de guides de l'enseignant et de feuilles d'exercice. Distribués gratuitement aux enseignants, ces modules transmettent des idées complexes de manière très visuelle et pratique. En mettant ces ensembles pédagogiques entre les mains des enseignants, l'équipe de diffusion des connaissances touche un beaucoup plus grand nombre d'élèves qu'elle ne pourrait le faire à elle seule. Les efforts de distribution et les enquêtes de pénétration indiquent que les ensembles intitulés *The Mystery of Dark*

**« L'ISSYP a été l'expérience éducative la plus intense, la plus utile et la plus agréable que j'aie jamais vécue. J'y ai acquis une meilleure compréhension de ce qu'est la physique et, alors que je commence mes études à l'Université d'Oxford dans cette discipline, je me sens très motivé pour explorer plus en profondeur ces questions fascinantes. Et avec la possibilité de faire la connaissance de gens formidables venus du monde entier et d'horizons différents, mais unis par une même passion pour la physique, j'ai vraiment passé deux semaines inoubliables. »**

– David Lloyd, école St. Clement Danes à Chorleywood (Royaume-Uni)

## FAITS ET CHIFFRES

L'ISSYP compte plus de 400 anciens élèves dans tout le Canada et dans 25 pays à travers le monde. Pour de plus amples informations, voir le site [www.issyp.ca](http://www.issyp.ca)

**« C'est ma deuxième année à EinsteinPlus : je ne m'en lasse pas! À mon arrivée, je n'avais aucune idée de ce qui se passait en physique de pointe. Ce programme comble l'écart entre la physique classique, qui constitue l'essentiel de nos programmes d'enseignement, et la fine pointe de la physique contemporaine. Après ça, j'ai fait partie d'un réseau d'enseignants et j'ai animé deux ateliers en février dernier... C'est formidable de pouvoir faire partager ses connaissances à d'autres enseignants. »**

– Karen Kennedy-Allin, enseignante à l'école polyvalente de Weyburn (Saskatchewan) et participante de l'atelier EinsteinPlus



Des enseignants participant à l'atelier EinsteinPlus en train de préparer un montage.

*Matter* et *The Challenge of Quantum Reality* (en cours de production) sont sur la voie de toucher plus de 100 000 élèves par an, et cet impact devrait se poursuivre d'année en année avec la réutilisation des modules.

L'Institut offre également aux enseignants une formation présentielle dans le cadre d'ateliers itinérants offerts chaque année à l'occasion de congrès pédagogiques à travers le Canada. Par ailleurs, l'Institut Perimeter organise chaque été l'atelier EinsteinPlus, dans lequel des enseignants très motivés apprennent à transmettre plus efficacement les concepts essentiels de la physique moderne. Le réseau d'enseignants de l'Institut Perimeter se compose d'anciens stagiaires du programme EinsteinPlus qui organisent ensuite des ateliers locaux à l'intention de leurs collègues. Cette approche par formation de formateurs permet d'étendre l'impact du programme EinsteinPlus à des centaines d'enseignants chaque année. Pendant l'exercice écoulé, l'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut Perimeter a touché des enseignants à Vancouver, Calgary, Edmonton, Winnipeg, Ottawa, Toronto, Kingston, Montréal et Halifax, ainsi que dans la région de Waterloo. Ces présentations ont permis non seulement d'inspirer et d'armer un plus grand nombre de professeurs de sciences du secondaire avec les outils et techniques de l'Institut Perimeter, mais aussi d'obtenir un précieux retour d'information sur les nouvelles ressources en développement.



David Fish, enseignant du secondaire et présentateur EinsteinPlus.





Une centaine d'Einstein rassemblés pour l'ouverture du festival EinsteinFest.

## PROGRAMME GRAND PUBLIC

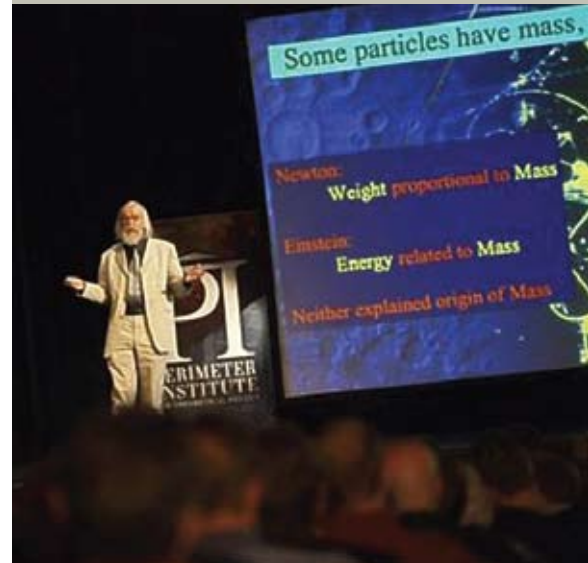
La plus connue des activités de diffusion des connaissances de l'Institut Perimeter est probablement sa série de conférences publiques, qui attirent chacune plus de 600 personnes. Elles sont suivies par un public plus large sur le site Web de l'Institut (à la demande) et grâce à de nombreux accords de retransmission télévisuelle et radiophonique qui ont porté, au fil du temps, sur des partenariats avec TVOntario, Télévision Rogers, Discovery Channel et CBC Radio. Un DVD regroupant les meilleures de ces conférences publiques est en préparation à l'intention des établissements d'enseignement et bibliothèques du monde entier.

Des manifestations spéciales sont organisées de temps à autre, comme le festival EinsteinFest de 2005, qui a attiré plus de 28 000 personnes à l'Institut Perimeter sur une période d'à peine trois semaines. L'Institut prépare actuellement la célébration de son dixième anniversaire, un festival intitulé *Quantum to Cosmos : Ideas for the Future* (Du quantum au cosmos : des idées pour l'avenir). Cet événement public offrira un large éventail d'activités scientifiques pour tous les âges et vise à toucher des centaines de milliers de personnes sur place, en ligne et par retransmission télévisée. Cette manifestation sera également l'occasion de la première canadienne du documentaire *Les dompteurs de l'invisible* (The Quantum Tamers), dont la production est presque terminée. Ce documentaire télévisuel de grande qualité fera partager les mystères de la physique quantique et le potentiel de l'information quantique à révolutionner notre réflexion et nos technologies.

L'Institut Perimeter partage également toutes les joies de l'exploration créatrice avec les collectivités voisines grâce à son « Horizon des événements » (*Event Horizons*), un programme de concerts, présentations artistiques et spectacles culturels de haute qualité se tenant dans l'ambiance inimitable de ses installations.



Yo-Yo Ma et le Silk Road Ensemble en représentation à l'Institut Perimeter.



## UNE TRADITION D'EXPOSÉS SCIENTIFIQUES CAPTIVANTS

- L'Institut Perimeter a tenu à guichets fermés plus de 125 conférences publiques mensuelles et présentations spéciales qui ont été retransmises à la télévision et sont disponibles en téléchargement sur son site Web.
- Les conférences publiques de la saison 2008-2009 ont été données par Brian Schmidt (Université nationale australienne), Leonard Mlodinow (California Institute of Technology), Brian Greene (Université Columbia), Frank Wilczek (MIT), Ben Schumacher (Kenyon College), Rob Cook (studios Pixar), Roger Penrose (Université d'Oxford) et Patrick Hayden (Université McGill).



## UNE RESSOURCE INTERNATIONALE

Bien que les efforts de diffusion des connaissances de l'Institut Perimeter soient largement dirigés vers les jeunes, les enseignants et le grand public de tout le Canada, la plupart des outils, techniques et présentations sont partagés avec le reste du monde sur le site Web de l'établissement. Beaucoup de gens suivent la série de conférences publiques de l'Institut Perimeter sur son site Web, qui offre également les modules présentiels de la série *Perimeter Explorations* en téléchargement. La croissance d'Internet a ouvert des voies de diffusion étendues et avantageuses permettant de toucher les personnes et organisations du monde entier, et l'Institut Perimeter continue à les explorer. L'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut Perimeter coordonne également des activités dans une sélection de rencontres internationales en partenariat avec de grandes organisations du monde de l'éducation. Cette année, elle a organisé un mini-atelier EinsteinPlus pour des professeurs de sciences européens qui s'est tenu en Suisse, en collaboration avec le CERN, ainsi que des présentations au réseau d'enseignants de l'Institute of Physics (Royaume-Uni) et au congrès de l'American Association of Physics Teachers.

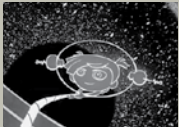
L'Institut Perimeter répond également aux demandes de collaboration des médias. En juin-juillet 2009, l'équipe de diffusion des connaissances de l'Institut a offert trois séances de formation professionnelle continue aux participants au congrès de la Fédération mondiale des journalistes scientifiques (FMJS), le plus grand rassemblement international de médias scientifiques, qui se tenait à Londres. Ces séances portaient sur l'information quantique, la cosmologie et la place de la philanthropie dans la science.



Deux enseignantes participant à l'atelier itinérant de l'Institut Perimeter dans le cadre du programme de formation des professeurs du secondaire du CERN.

## TOUT EST EN LIGNE

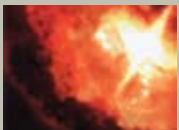
La plupart des programmes de diffusion des connaissances de l'Institut Perimeter sont disponibles gratuitement sur son site Web, qui permet de télécharger les conférences de l'ISSYP, les séries *Perimeter Explorations*, *Meet a Scientist* et *The Power of Ideas*, et bien d'autres contenus. Pour en savoir plus, visiter le site [www.perimeterinstitute.ca](http://www.perimeterinstitute.ca)



### ***Alice and Bob in Wonderland* (Alice et Bob au pays des merveilles)**

Êtes-vous prêts à

questionner le réel? Plongez-vous dans les aventures renversantes d'Alice et Bob, au fil de leurs interrogations sur notre incroyable univers.



### ***Black Hole Science Cafés* (« Cafés science du trou noir »)**

Entrez dans l'univers

passionnant de la recherche par ces débats informels avec des chercheurs et des membres de l'équipe de diffusion des connaissances.



### ***Meet a Scientist* (Rencontre avec un scientifique)**

Qu'est-ce qui motive

un scientifique? Découvrez la réponse en regardant cette nouvelle série d'entretiens avec des chercheurs du monde entier.



## INSTALLATIONS



L'INSTALLATION PRINCIPALE DE L'INSTITUT PERIMETER SE SITUE SUR LA RIVE SUD DU SILVER LAKE, au cœur de Waterloo (Ontario). Les chercheurs peuvent sortir pour une promenade propice à la réflexion dans le parc de Waterloo ou se rendre à pied aux restaurants, boutiques et cafés du centre-ville. L'Université de Waterloo et l'Université Wilfrid Laurier sont toutes deux à 10 minutes de marche.

L'immeuble actuel, d'une surface habitable de plus de 6 000 mètres carrés, a été conçu par le cabinet d'architectes montréalais Saucier + Perrotte, avec une contribution importante des chercheurs de manière à créer une installation unique en son genre destinée à favoriser des recherches productives. On y trouve partout trois types d'espace : des bureaux calmes baignés de lumière naturelle pour encourager les réflexions profondes, des espaces d'échanges d'idées où les chercheurs peuvent se rassembler spontanément, et des zones destinées aux activités plus officielles et plus traditionnelles, notamment une bibliothèque à deux étages et des salles de conférences et amphithéâtres câblés permettant d'enregistrer les activités et de les diffuser sur le site d'archivage en ligne de l'Institut (PIRSA).

## CENTRE STEPHEN HAWKING À L'INSTITUT PERIMETER

Pour répondre à la croissance de son effectif de chercheurs et héberger son nouveau cycle de formation à la recherche (PSI), l'Institut Perimeter a entrepris la construction du Centre Stephen Hawking, une adjonction de 5 510 mètres carrés.

Le cabinet Teeple Architects, lauréat de plusieurs prix du Gouverneur général, a conçu cette adjonction de manière à presque doubler l'espace de recherche actuel de l'Institut tout en conservant les installations et l'environnement favorables à la recherche productive qui caractérisent la structure d'origine. L'adjonction comprendra plus de 80 espaces de recherche et une série d'espaces destinés aux échanges informels, aux travaux en commun, aux séminaires et aux ateliers. Une fois terminé, l'immeuble accueillera jusqu'à 250 chercheurs et étudiants, et sera équipé d'une infrastructure informatique d'avant-garde permettant de visualiser et analyser des calculs complexes et de collaborer à distance avec les collègues du monde entier, de façon à réduire les déplacements générateurs d'émissions de gaz carbonique. Les travaux ont commencé en juillet 2009 et devraient s'achever en 2011.



## COMMENTAIRES ET ANALYSE DE LA DIRECTION

### RÉSULTATS DES ACTIVITÉS

En dépit de la conjoncture économique difficile de l'exercice écoulé, l'Institut Perimeter a poursuivi sa croissance comme prévu avec une augmentation de 17 % des charges de recherche et de diffusion des connaissances par rapport à l'exercice précédent. Les principaux facteurs d'augmentation des charges ont été les nouveaux programmes et initiatives comme les chaires de chercheur distingué et le cycle de formation PSI (Perimeter Scholars International), ainsi que la poursuite du recrutement des chercheurs.

Près de 80 % du total des charges de fonctionnement ont servi à soutenir les activités scientifiques de l'Institut Perimeter, avec 9,3 millions de dollars pour le financement des divers programmes et initiatives scientifiques, auxquels s'ajoutent 3,1 millions de dollars investis dans la diffusion des connaissances et l'éducation par le biais d'un large éventail de programmes et produits.

Les charges de recherche sont très variées, la principale étant la rémunération des chercheurs, qui compte pour 76 % de ce poste de dépense. Le restant des charges de recherche a été consacré aux activités destinées à établir et renforcer les interactions et collaborations scientifiques, notamment les programmes d'invités, de conférences et d'ateliers.

La formation à la recherche compte pour 333 000 dollars, qui ont servi principalement au développement du cycle de maîtrise PSI (Perimeter Scholars International). Les 22 % des charges de fonctionnement restants correspondent aux dépenses indirectes de recherche et de fonctionnement de l'Institut (installations, admin-

istration, développement, moyens informatiques, etc.). Sur les 3,7 millions de dollars de charges indirectes de recherche et de fonctionnement, 1,2 million de dollars correspondent aux coûts d'administration de l'Institut.

Les fonds utilisés pour couvrir ces charges de fonctionnement proviennent principalement de subventions publiques et de dons privés. Le soutien de nos généreux donateurs s'est confirmé pour l'exercice 2008-2009, avec 40 millions de dollars de contributions privées. Parallèlement, les engagements pluriannuels des gouvernements fédéral et provincial ont été maintenus, ce qui a largement contribué au financement des activités de recherche et de diffusion des connaissances.

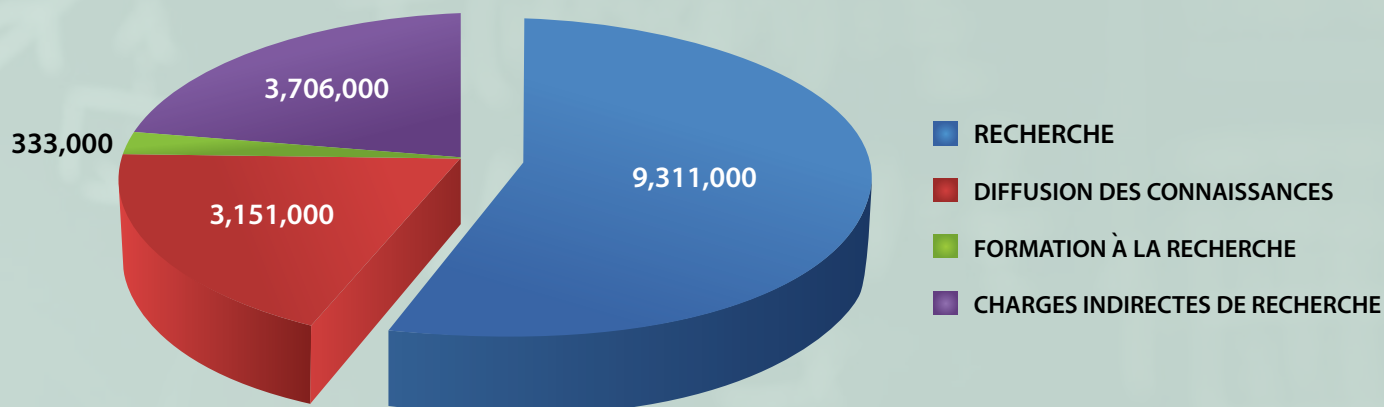
Les financements publics figurent dans les états financiers comme subventions et, conformément à notre politique de constatation des produits, ils sont enregistrés dans l'exercice au cours duquel les fonds sont reçus ou à recevoir. En conséquence, deux paiements annuels reçus pendant l'exercice 2007-2008 ont été enregistrés comme produits de celui-ci. Ce rappel de la politique de constatation des produits vise à prévenir les erreurs d'interprétation lorsque l'on compare les subventions de 2008-2009 à celles de l'exercice précédent.

### BILAN

Comme beaucoup d'autres organismes, l'Institut Perimeter n'a pas été épargné par la crise financière mondiale, qui a fait baisser de 21,9 % la valeur de son portefeuille de titres. Cette baisse correspond à celle des indices boursiers nord-américains pour la même période, l'indice Dow Jones et l'indice composé S&P/TSX, qui ont baissé de 19,4 % et 20,6 % respectivement. Plusieurs grands organismes publics canadiens sans but lucratif ont subi de bien pires pertes pendant cette période, avec une



## RÉPARTITION DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT POUR L'EXERCICE CLOS LE 31 JUILLET 2009



baisse atteignant 31 % dans certains cas. Malgré cela, l'Institut Perimeter a plutôt bien supporté l'impact du ralentissement économique mondial et a maintenu un bilan exceptionnellement robuste.

Ce bilan reflète un fonds de roulement solide et permet à l'Institut Perimeter de continuer à étendre et améliorer ses activités. Bien qu'une dette bancaire ait été contractée au dernier trimestre de l'exercice, ce crédit constituait une mesure stratégique temporaire dans le cadre d'un effort conscient d'optimisation du fonds de roulement.

### RISQUES ET INCERTITUDES

L'Institut Perimeter doit son existence à un partenariat public-privé coopératif très fructueux qui pourvoit aux activités courantes tout en préservant les possibilités futures. L'Institut Perimeter reste un exemple innovant de partenariat public-privé unissant gouvernement et philanthropes dans le but commun d'ancrer fermement le potentiel transformateur de la recherche scientifique au Canada.

Après la création de l'Institut en 2000, les 120 millions de dollars engagés personnellement par M. Mike Lazaridis (100 millions) et par deux autres dirigeants de RIM (10 millions chacun) ont été complétés par plus de 57 millions en fonds publics provenant de tous les niveaux de gouvernement. Confirmant la détermination des organismes de financement publics à assurer le succès de l'Institut Perimeter, les gouvernements de l'Ontario et du Canada ont renouvelé et renforcé leur soutien en 2006 et 2007 par des subventions à hauteur de 50 millions de dollars chacune destinées à étendre ses activités de recherche et de diffusion des connaissances au cours des cinq prochaines années.

Ces financements ont été complétés par de nouveaux dons de M. Lazaridis à hauteur de 50 millions de dollars en 2008 et de 20 millions en 2009, qui portent sa contribution totale à 170 millions.

En 2008-2009, le gouvernement du Canada et la province de l'Ontario ont engagé 20 millions de dollars au titre de l'expansion des installations primées de l'Institut. Un complément de 20 millions en dons privés a été obtenu.

Les engagements pluriannuels des gouvernements fédéral et provincial ont été maintenus pendant l'exercice 2009, et ce financement se poursuivra jusqu'à mars 2012. Tandis que cet apport de fonds publics élimine l'incertitude en pourvoyant aux besoins à court terme, l'Institut Perimeter s'emploie activement à favoriser la poursuite de ce partenariat public-privé réussi pour soutenir sa vision à long terme.

Les partenaires publics financent des activités essentielles de recherche et de diffusion des connaissances et, conformément aux règles d'attribution des différentes subventions, reçoivent régulièrement des rapports sur la productivité de la recherche et l'impact de la diffusion des connaissances, ainsi que des états financiers vérifiés annuels. Les contributions privées sont placées dans un fonds de dotation conçu pour maximiser la croissance et réduire les risques à un minimum, de façon à renforcer au maximum la santé financière à long terme de l'Institut. Bien que le 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 à prendre en compte.



## À l'attention du Conseil d'administration de l'Institut Perimeter

L'état condensé de la situation financière et l'état condensé des résultats et de l'évolution des soldes de fonds joints aux présentes sont extraits des états financiers complets de l'Institut Perimeter au 31 juillet 2009 et pour l'exercice clos à cette date, sur lesquels nous avons exprimé une opinion sans réserve dans notre rapport daté du 30 septembre 2009. La présentation d'un résumé fidèle des états financiers complets relève de la responsabilité de la direction. Notre rôle, conformément aux normes de certification de l'Institut canadien des comptables agréés, consiste à faire rapport sur les états financiers condensés.

À notre avis, les états financiers ci-joints donnent, à tous les égards importants, un résumé fidèle des états financiers complets correspondants selon les critères décrits dans la note d'orientation susmentionnée.

Ces états financiers condensés ne contiennent pas toutes les informations requises selon les principes comptables généralement reconnus au Canada. Le lecteur doit garder à l'esprit que ces états risquent de ne pas convenir à ses fins. Pour obtenir de plus amples informations sur la situation financière, les résultats des activités et les flux de trésorerie de l'entité, il convient de se reporter aux états financiers complets correspondants.

*Zeifmans LLP*

Toronto (Ontario)  
Le 30 septembre 2009

Comptables agréés  
Comptables publics agréés



# Institut Perimeter

(Constitué sans capital-actions en vertu des lois du Canada)

ÉTAT CONDENSÉ DE LA SITUATION FINANCIÈRE AU 31 JUILLET 2009

## Actif

	<b>2009</b>	<b>2008</b>
	<b>TOTAL EN DOLLARS</b>	<b>TOTAL EN DOLLARS</b>
<b>ACTIF À COURT TERME :</b>		
Trésorerie et équivalents	4,885,927	24,641,307
Investissements	207,877,993	214,638,903
Subventions gouvernementales à recevoir	5,072,000	—
Autre actif à court terme	1,476,919	310,988
	<b>219,312,839</b>	<b>239,591,198</b>
Autre actif à recevoir	57,024	78,422
Immobilisations corporelles	28,656,950	28,132,045
<b>TOTAL DE L'ACTIF</b>	<b>\$248,026,813</b>	<b>\$267,801,665</b>
<b>PASSIF ET SOLDE DES FONDS</b>		
<b>PASSIF À COURT TERME :</b>		
Découvert bancaire	615,232	—
Dette bancaire	3,275,000	—
Comptes créditeurs et autre passif à court terme	1,959,209	3,718,005
	<b>5,849,441</b>	<b>3,718,005</b>
Obligation découlant d'un contrat de location-acquisition	—	9,482
<b>TOTAL DU PASSIF</b>	<b>5,849,441</b>	<b>3,727,487</b>
<b>SOLDE DES FONDS :</b>		
Investis dans les immobilisations	28,069,304	27,660,028
Grevés d'affectations d'origine externe	131,019,937	107,051,771
Grevés d'affectations d'origine interne	82,903,934	121,660,474
Non grevés	184,197	7,701,905
	<b>242,177,372</b>	<b>264,074,178</b>
<b>SOLDE TOTAL DES FONDS</b>	<b>\$248,026,813</b>	<b>\$267,801,665</b>

# Institut Perimeter

ÉTAT CONDENSÉ DES RÉSULTATS ET DE L'ÉVOLUTION DU SOLDE DE FONDS  
POUR L'EXERCICE CLOS LE 31 JUILLET 2009

	<b>2009</b>	<b>2008</b>
	<b>TOTAL EN DOLLARS</b>	<b>TOTAL EN DOLLARS</b>
<b>PRODUITS</b>		
Dons	<b>40,087,038</b>	50,005,164
Subventions	<b>5,713,200</b>	21,290,448
	<b>45,800,238</b>	71,295,612
<b>CHARGES</b>		
Recherche	<b>9,643,807</b>	8,778,288
Diffusion des connaissances	<b>3,151,042</b>	2,001,465
Charges indirectes de recherche et de fonctionnement	<b>3,706,447</b>	3,354,712
<b>TOTAL DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT</b>	<b>\$16,501,296</b>	\$14,134,465
Excédent (perte) avant investissement et amortissement	<b>29,298,942</b>	57,161,147
Amortissement	<b>(1,763,308)</b>	(1,728,000)
Perte sur investissements	<b>(49,432,440)</b>	(2,036,427)
Excédent (perte)	<b>(21,896,806)</b>	53,396,720
Solde des fonds en début d'exercice	<b>264,074,178</b>	210,677,458
<b>SOLDE DES FONDS EN FIN D'EXERCICE</b>	<b>\$242,177,372</b>	\$264,074,178



## SOUTIENS

*Détail du Tableau L (B180) de Gershon Iskovitz (1983).*

L'INSTITUT PERIMETER TIENT À REMERCIER les représentants des administrations fédérale, provinciale et municipale ci-dessous d'avoir reconnu la nécessité d'investir dans la recherche scientifique fondamentale et la diffusion des connaissances.

### **Gouvernement du Canada**

Le très honorable Stephen Harper, Premier ministre

L'honorable Tony Clement, ministre de l'Industrie

L'honorable Gary Goodyear, ministre d'État aux Sciences et à la Technologie

### **Gouvernement de l'Ontario**

L'honorable Dalton McGuinty, Premier ministre

L'honorable John Milloy, ministre de la Recherche et de l'Innovation et ministre de la Formation et des Collèges et Universités

L'honorable John Wilkinson, ministre du Revenu (ancien ministre de la Recherche et de l'Innovation)

### **Ville de Waterloo**

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

L'INSTITUT PERIMETER SOUHAITE REMERCIER les personnes et entités ci-dessous de leur généreux soutien au cours de l'exercice écoulé.

Mike Lazaridis : 20 millions de dollars

Doug Fregin : 20 millions de dollars

Industrie Canada : 13,5 millions de dollars

Fondation canadienne pour l'innovation : 10,4 millions de dollars (engagés pour l'expansion des installations)

Ministère de la Recherche et de l'Innovation : 10,4 millions de dollars (engagés pour l'expansion des installations)

L'Institut Perimeter remercie également les personnes et entités ci-dessous de leur soutien lors des exercices précédents:

#### **Gouvernement du Canada**

Industrie Canada : 50 millions de dollars (engagés pour 2007-2012)  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie : 25 millions de dollars (2002 à 2006)  
Fondation canadienne pour l'innovation : 7,3 millions de dollars (2002 et 2004)  
PromoScience : 59 990 \$ (2005) et 50 700 \$ (2006)

#### **Gouvernement de l'Ontario**

Ministère de la Recherche et de l'Innovation : 50 millions de dollars (2006) et 50 000 \$ (2008)  
Ministère du Développement économique et du Commerce : 15 millions de dollars (2002) et 150 000 \$ (2005)  
Fonds ontarien d'encouragement à la recherche-développement : subvention de 5,95 millions de dollars partagée en parts égales avec l'Institut d'informatique quantique (2002)  
Fonds ontarien pour l'innovation : 5,6 millions de dollars (2002)  
Fonds pour la recherche en Ontario : 120 000 \$ (2005)

#### **Ville de Waterloo**

Ville de Waterloo : don du terrain et aménagement du site (en cours)

#### **Donateurs privés**

##### **Plus de 1 000 000 \$**

Mike Lazaridis : don fondateur de 100 millions de dollars (2000), puis 50 millions de dollars (2008)  
Jim Balsillie : 10 millions de dollars (2000)  
Doug Fregin : 10 millions de dollars (2000)

##### **Jusqu'à 500 000 \$**

E. Kendall Cork (2006)  
Don McMurtry (2004)  
Fondation de la communauté de Kitchener-Waterloo (2005)

##### **JUSQU'À 50 000 DOLLARS**

Harry et Angela Brodie (2006)  
Dennis Kavelman (2003)

##### **Jusqu'à 5 000 \$**

Robin Korthals (2004 - 08)  
Bruce North (2001)  
Dare Foods (2006)  
Fédération canadienne des femmes diplômées des universités, Kitchener-Waterloo (2005)  
Dr. Alex Maznytsya (2005)

##### **Dons à la mémoire de George Leibbrandt (depuis 2001)**

###### **Particuliers**

O. Brian Allen  
Elmer et Mary Jo Alyea  
Ursula et Hans Baurose  
Wenfeng Chen  
Wm. H. Clarke  
Bill Clausen  
Mary Anne et Silvano Dallan  
Gerarda Darlington  
Bruno Di Stefano et Anna Lawniczak  
Fred Gault  
Hans Heinig  
John Holbrook  
Katherine Ingram  
Breck Jones  
Andreas Kaminski  
David et Michelle Kaminski  
Ingrid et Werner Kaminski  
Susan M. McCormick  
Joseph et Lillian Mokanski  
Florence E. Newman  
Su-Long Nyeo  
Reid et Bonny Parkinson  
Ron Pope  
Louisa Rosa  
Luk St. Onge  
Donna J. Smith  
Mark Staley

Robert Tang et Beverly Cayton-Tang  
J. Neville Thompson  
Lynn A. K. Watt  
George R. Weiss  
William et Elizabeth Winegard

##### **Organisations**

Diabetogen Biosciences Inc.  
DiverseyLever Canada  
Université de Guelph  
Département de physique de l'Université de Guelph  
Association des professeurs de l'Université de Guelph  
Club de mathématiques et statistiques de l'Université de Guelph  
Personnel du bureau du doyen du Collège de médecine vétérinaire de l'Ontario (Université de Guelph)  
Viron Therapeutics Inc.

##### **Financement du programme de diffusion des connaissances EinsteinFest (2005)**

Programme d'aide philanthropique  
American Express  
Mike Lazaridis  
Fonds ontarien pour les manifestations culturelles  
Fondation Trillium de l'Ontario  
Fondation de la communauté de Kitchener-Waterloo (2005)  
Fonds pour les arts de la région de Waterloo  
Cowan Wright Beauchamp  
Fibretech  
Zeifman and Company, LLP  
Goodman and Carr  
Sleeman  
Cober Printing  
Neil Bresolin  
Christopher Duda  
Jennifer Scully-Lerner  
Goldman Sachs

*Tous les montants sont en dollars canadiens.*





L'INSTITUT PERIMETER 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.

Le Conseil d'administration est soutenu par deux comités dans l'exécution de ses obligations fiduciaires relatives à la gestion financière. Le Comité de gestion des investissements est chargé de superviser l'investissement et la gestion des fonds reçus conformément à une politique d'investissement approuvée par le Conseil d'administration, qui définit les règles, normes et procédures prudentes à appliquer en la matière. Le Comité des finances et de la vérification est chargé de superviser les politiques, processus et activités de l'Institut Perimeter en matière de comptabilité, de contrôles internes, de gestion du risque, de vérification et d'information financière. Le Conseil d'administration forme également d'autres comités, selon les besoins, pour l'aider à exercer ses fonctions.

Relevant du Conseil d'administration, le directeur général de l'Institut est un scientifique éminent chargé d'établir et de mettre en œuvre l'orientation stratégique globale de l'Institut. Le directeur des activités est chargé du fonctionnement au jour le jour et relève du directeur général. Il est soutenu dans sa tâche par une équipe de cadres administratifs.

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

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

**MIKE LAZARIDIS**, O.C. (président), est le fondateur, président et codirecteur général de la société Research In Motion (RIM). Visionnaire, innovateur et ingénieur de grand talent, il a reçu de nombreux prix et distinctions dans le monde de la technologie et de l'entreprise, et il a été promu officier de l'Ordre du Canada. Chez RIM, M. Lazaridis dirige la recherche et le développement, la stratégie applicable aux produits et la fabrication du fameux BlackBerry<sup>MD</sup>.

**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.

**KEN CORK** est président de Sentinel Associates Limited. Il a été vice-président de Noranda Inc. et membre du conseil d'administration de nombreuses organisations, notamment Empire Vie, la Banque de Nouvelle-Écosse, University of Toronto Press et la Compagnie d'assurance générale Dominion du Canada. Il est actuellement membre du Conseil d'administration de Scotia Investments, membre du Conseil d'administration opérationnel du Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, membre honoraire du Conseil d'administration de la Banque de la Nouvelle-Écosse et membre émérite de celui de Research in Motion.

**COSIMO FIORENZA**, (vice-président) est vice-président directeur des affaires juridiques de l'Infinite Potential Group. Il siège également au conseil d'administration de plusieurs organisations sans but lucratif et caritatives publiques et privées auxquelles il participe très activement. M. Fiorenza est membre du Barreau du Haut-Canada, de l'Association du Barreau canadien et de l'Association canadienne d'études fiscales.

**PETER GODSOE** est membre du Conseil d'administration de Rogers Communications Inc. depuis octobre 2003 et administrateur principal de cette société depuis mars 2006. Il a été président du Conseil d'administration (1995), directeur général (1993), président-directeur général (1992) et vice-président du Conseil d'administration (1982) de La Banque de Nouvelle-Écosse. M. Godsoe est titulaire d'un baccalauréat en sciences (mathématiques et sciences physiques) de l'Université de Toronto et d'un MBA de la Harvard Business School.

**JOHN REID** est associé principal chargé de la région de l'Ontario chez KPMG. Il se concentre principalement sur les fusions et acquisitions dans les secteurs des hautes technologies et des soins de santé. M. Reid est président du Conseil d'administration de l'hôpital Grand River et membre du Conseil des gouverneurs du Collège Conestoga d'arts appliqués et de technologie.

**LYNN WATT** est professeure émérite en génie électrique à l'Université de Waterloo. Entre autres distinctions, elle a été secrétaire et coordinatrice du groupe G10 des grandes universités de recherche canadiennes, présidente de l'Association canadienne pour les études supérieures, présidente du Conseil des études supérieures de l'Ontario, et doyenne des études supérieures à l'Université de Waterloo.

**DOUGLAS T. WRIGHT**, O.C., est président émérite et professeur adjoint en sciences et techniques de l'ingénieur à l'Université de Waterloo. Entre autres distinctions, il est officier de l'Ordre du Canada, chevalier de l'Ordre national du Mérite français et titulaire de la Médaille d'or du Conseil canadien des ingénieurs.

## COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE

Le Comité consultatif scientifique, composé d'éminents scientifiques de renommée mondiale, apporte un contrôle et des conseils indépendants pour aider à assurer que les activités de l'Institut répondent à des critères élevés d'excellence scientifique. Ses membres sont nommés pour trois ans et participent à une réunion annuelle se tenant à l'Institut pour examiner attentivement ses programmes de recherche scientifique et de diffusion des connaissances, après quoi son président rédige un rapport adressé au Conseil d'administration et au directeur général.

**GERARD MILBURN**, Université du Queensland (président du comité, membre depuis 2009). Les centres d'intérêt 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 plus de 200 articles dans des revues internationales et ceux-ci ont fait l'objet de plus de 6 000 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 d'État de Pennsylvanie (membre depuis 2008). Le professeur Ashtekar occupe la chaire Eberly de sciences physiques et dirige l'Institut de physique et géométrie gravitationnelles à l'Université d'État de Pennsylvanie. En tant que créateur des variables d'Ashtekar, c'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). Le professeur Berry est un physicien mathématicien de l'Université de Bristol. Il est connu pour la découverte de la phase de Berry, un phénomène observé en mécanique et optique quantiques. C'est un spécialiste en physique semi-classique (physique asymptotique et chaos quantique) appliquée aux phénomènes ondulatoires en mécanique quantique et à d'autres domaines comme l'optique. Il a été élu fellow de la Royal Society de Londres en 1982 et fait chevalier en 1996. Il a remporté de nombreux prix, notamment le prix Wolf en 1998 et le prix Polya de la London Mathematical Society en 2005.

**GERARD 'T HOOFT**, Université d'Utrecht (membre depuis 2008).

Les recherches du professeur 't Hooft se concentrent sur les théories de jauge en physique des particules élémentaires, la gravité quantique et les trous noirs, et sur les aspects fondamentaux de la physique quantique. Ses contributions scientifiques ont été largement récompensées, notamment par la médaille Benjamin Franklin et le prix Nobel de physique 1999, pour « avoir élucidé la structure quantique des interactions électrofaibles en physique ».

**IGOR R. KLEBANOV**, Université de Princeton (membre depuis 2007). Les recherches du professeur Klebanov ont touché de nombreux aspects de la physique théorique et se concentrent actuellement sur les relations entre la théorie des supercordes et la théorie quantique des champs. Il occupe actuellement la chaire 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.

**MICHAEL PESKIN**, Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford (membre depuis 2008). Les centres d'intérêt 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 prochaine génération de collisionneurs de protons et d'électrons. Il a été junior fellow 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 coauteur d'un ouvrage largement diffusé sur la théorie quantique des champs.

**JOHN PRESKILL**, California Institute of Technology (membre depuis 2009). Le professeur Preskill occupe la chaire John MacArthur de physique théorique au California Institute of Technology (Caltech) et dirige l'Institute for Quantum Information de ce même établissement. Ses travaux se concentrent sur des problèmes mathématiques liés au calcul quantique et à la théorie quantique de l'information. Parmi ses nombreuses distinctions, il a été élu Fellow de l'American Physical Society en 1991 et s'est vu attribuer la chaire Morris Loeb de l'Université Harvard en 2006.

**DAVID SPERGEL**, Université de Princeton (membre depuis 2009). Le professeur Spergel occupe la chaire Charles Young d'astronomie à l'Université de Princeton, dont il dirige le département d'astrophysique. Il est connu pour ses travaux sur la sonde d'étude de l'anisotropie du fond diffus cosmologique WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe). Le professeur Spergel est lauréat du prix MacArthur et membre de l'Académie nationale américaine des sciences. Il préside actuellement le sous-comité astrophysique du conseil consultatif de la NASA.

## LE DIRECTEUR GÉNÉRAL FONDATEUR

**Howard Burton** [1999-2007]

L'Institut Perimeter rend hommage à la contribution exceptionnelle de son directeur général fondateur, M. Howard Burton, qui a joué un rôle essentiel en établissant et guidant l'établissement pendant ses huit premières années d'existence.

## COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE ÉMÉRITE

**Ian Affleck** [2001-2004]

Université de Colombie-Britannique

**Artur Ekert** [2001-2008]

Université de Cambridge

**James Hartle** [2001-2003]

Université de Californie à Santa Barbara

**Chris Isham** [2001-2005]

Imperial College

**Cecilia Jarlskog** [2001-2006]

CERN, École polytechnique de Lund (LTH)

**Sir Anthony Leggett** [2004-2008]

Université de l'Illinois (lauréat du prix Nobel 2003)

**Sir Roger Penrose** [2001-2007]

University d'Oxford

**Joseph Polchinski** [2001-2004]

Université de Californie à Santa Barbara

**Jorge Pullin** [2003-2007]

Université d'État de Louisiane

**Paul Steinhardt** [2003-2007]

Université de Princeton

**Scott Tremaine** [2001-2006]

Université de Princeton

**Neil Turok** [2008]

Université de Cambridge

**Frank Wilczek** [2003-2007]

Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Lauréat du prix Nobel 2004)



## PRIORITÉS ET OBJECTIFS POUR L'AVENIR

EN 2008-2009, L'INSTITUT A ENTREPRIS UNE PLANIFICATION à long terme de manière à articuler un ensemble d'objectifs stratégiques et opérationnels pour l'avenir. Les objectifs ainsi définis sont destinés à conceptualiser, puis à réaliser de manière bien planifiée et intégrée, le meilleur environnement au monde pour la recherche en physique théorique fondamentale. Les objectifs articulés dans le nouveau plan quinquennal de l'Institut Perimeter sont les suivants.

- **Réaliser des percées scientifiques majeures** en continuant à se concentrer sur les progrès de la recherche fondamentale dans tous ses domaines de recherche, en encourageant les approches complémentaires et multidisciplinaires, et en engendrant un climat de collaboration qui maximise la fertilisation croisée des idées et augmente la probabilité de réaliser de grandes découvertes.
- **Devenir la résidence de recherche d'une masse critique de physiciens théoriciens de premier rang mondial** en poursuivant les initiatives de recrutement de 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.
- **Devenir un incubateur des talents les plus prometteurs** en poursuivant notre engagement à recruter les postdoctorants les plus prometteurs, en facilitant la collaboration des chercheurs avec les centres d'observation et d'expérimentation, en attirant et formant de brillants jeunes diplômés dans notre cycle PSI et en recrutant les meilleurs comme doctorants, ainsi qu'en offrant des possibilités de formation à la recherche à des étudiants de premier cycle pleins de promesses.
- **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, et par des accords qui encouragent les activités conjointes entre les chercheurs de l'Institut et ceux d'autres grands établissements du monde.
- **Soutenir la croissance d'un réseau de centres de physique théorique à travers le monde** par le biais de partenariats et collaborations pouvant contribuer à accélérer la création de centres d'excellence en mathématiques et en physique.
- **Renforcer le rôle de l'Institut comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale du Canada** en continuant à développer les liens nationaux et internationaux, en tirant un parti maximum des technologies permettant la 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 se concentrant sur des ateliers sans équivalent aucun où des scientifiques de premier plan discutent des sujets les plus brûlants et partagent leurs résultats de recherche, ainsi que sur un programme de séminaires dynamiques et des cours de cycles supérieurs soigneusement sélectionnés pour lesquels les étudiants reçoivent des unités de valeur dans les universités environnantes.
- **Mener une action de diffusion des connaissances à fort impact** en communiquant l'importance de la recherche fondamentale et la puissance de la physique théorique au grand public, en préparant au domaine de jeunes Canadiens et Canadiennes brillants et talentueux (en collaboration avec un réseau national d'enseignants qu'il soutient par ses ateliers de formation continue et ses ressources pédagogiques), et en guidant les plus doués des élèves à l'esprit scientifique vers une carrière en physique théorique. L'Institut Perimeter servira également de source internationale d'expertise en matière de diffusion des connaissances pour les centres d'excellence émergents dans le monde en développement, et offrira un éventail de ressources aussi bien en ligne qu'à travers une sélection de présentations lors des grandes rencontres internationales du monde de l'éducation.
- **Créer l'environnement et l'infrastructure idéaux pour soutenir l'excellence de la recherche en physique théorique** en poursuivant la construction du Centre Stephen Hawking à l'Institut Perimeter, une expansion des installations qui apportera les espaces et technologies de recherche productifs nécessaires pour maximiser les possibilités de percées scientifiques.

## POSTDOCTORANTS 2008-2009

**Niayesh Afshordi**, doctorat de l'Université de Princeton (2004)

**Michele Arzano**, doctorat de l'Université de Caroline du Nord à Chapel Hill (2006)

**Brian Batell**, doctorat de l'Université du Minnesota (2008)

**Dario Benedetti**, doctorat de l'Université d'Utrecht (2007)

**Sundance Bilson-Thompson**, doctorat de l'Université d'Adélaïde (2002)

**Robin Blume-Kohout**, doctorat de l'Université de Californie à Berkeley (2005)

**Evgeny Buchbinder**, doctorat de l'Université de Pennsylvanie (2003)

**Samuel Colin**, doctorat de la Vrije Universiteit Brussel (2005)

**Florian Conrady**, doctorat de l'Université Humboldt de Berlin (2005)

**Sarah Croke**, doctorat de l'Université de Strathclyde à Glasgow (2007)

**Claudia de Rham**, doctorat de l'Université de Cambridge (2005)

**Eleonora Dell'Aquila (en congé)**, doctorat de l'Université de Cambridge (2005)

**Steve Flammia**, doctorat de l'Université du Nouveau-Mexique (2007)

**Ghazal Geshnizjani**, doctorat de l'Université Brown (2005)

**John Giblin**, doctorat de l'Université Yale (2008)

**Philip Goyal**, doctorat de l'Université de Cambridge (2005)

**Razvan Gurau**, doctorat de l'Université de Paris (2007)

**Alioscia Hamma**, doctorat de l'Université de Naples Frédéric II (2005)

**Joe Henson**, doctorat du Queen Mary College de l'Université de Londres (2003)

**Sabine Hossenfelder**, doctorat de l'Université Goethe (2003)

**Zhengfeng Ji**, doctorat de l'Université Tsinghua (2007)

**Tim Koslowski**, doctorat de l'Université bavaroise Julius Maximilian de Wurzburg (2007)

**Xiao Liu**, doctorat de l'Université Stanford (2006)

**Nicolas Menicucci**, doctorat de l'Université de Princeton (2008)

**Akimasa Miyake**, doctorat de l'Université de Tokyo (2004)

**Leonardo Modesto**, doctorat de l'Université de Turin (2004)

**Takuya Okuda**, doctorat du California Institute of Technology (2005)

**Yutaka Ookouchi**, doctorat de l'Institut de technologie de Tokyo (2005)

**Federico Piazza**, doctorat de l'Université de Milan (2002)

**Piero G. Luca Porta Mana**, doctorat de l'Institut royal de technologie (KTH) à Stockholm (2007)

**David Rideout**, doctorat de l'Université de Syracuse (2001)

**James Ryan**, doctorat de l'Université de Cambridge (2007)

**Amit Sever**, doctorat de l'Université hébraïque de Jérusalem (2005)

**Parampreet Singh**, doctorat de l'Université de Pune (2004)

**Aninda Sinha**, doctorat de l'Université de Cambridge (2004)

**Constantinos Skordis**, doctorat de l'Université de Californie (2002)

**Rolando Somma (en congé)**, doctorat de l'Institut Balseiro et du Los Alamos National Laboratory (2005)

**Simone Speziale**, doctorat de l'Université de Rome (2005)

**Ward Struyve**, doctorat de l'Université de Gand (2004)

**Andrew Tolley**, doctorat de l'Université de Cambridge (2003)

**Michael Trott**, doctorat de l'Université de Toronto (2005)

**Samuel Vazquez**, doctorat de l'Université de Californie à Santa Barbara (2007)

**Jonathan Walgate**, doctorat de l'Université d'Oxford (2005)

**Mark Wyman**, doctorat de l'Université Cornell (2006)

**Tom Zlosnik**, doctorat de l'Université d'Oxford (2008)

## CHERCHEURS INVITÉS 2008-2009

**Remarque : les chercheurs ayant fait plusieurs visites ne sont mentionnés qu'une seule fois.**

**Bobby Acharya**, Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) de Trieste

**Allan Adams**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Miguel Aguado**, Institut Max Planck

**Iván Agulló**, Université de Valence

**Maqbool Ahmed**, National University of Sciences and Technology (Pakistan)

**Andreas Albrecht**, Université de Californie

**Emanuele Alesci**, Centre de physique théorique de Marseille

**Allahverdi Rouzbeh**, Université du Nouveau-Mexique

**Alex Amblard**, Université de Californie à Irvine

**Giovanni Amelino-Camella**, Université de Rome La Sapienza

**Marcus Appleby**, Queen Mary College de l'Université de Londres

**Nima Arkani-Hamed**, Institute for Advanced Study

**Sujay Ashok**, Institute of Mathematical Sciences (IMSc) de Chennai

**Abhay Ashtekar**, Université d'État de Pennsylvanie

**Alán Aspuru-Guzik**, Université Harvard

**Benjamin Bahr**, Institut Max Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert Einstein)

**Guillermo Ballesteros**, Université autonome de Madrid

**Somshubhro Bandyopadhyay**, Université de Montréal

**Aristide Baratin**, Institut Max Planck

**Julian Barbour**, chercheur indépendant

**Neil Barnaby**, Institut canadien d'astrophysique théorique (Université de Toronto)

**Glenn Barnich**, Université libre de Bruxelles

**Howard Barnum**, Los Alamos National Laboratory

**Jonathan Barrett**, Université de Bristol

**Bruce Bassett**, Université du Cap

**Thorsten Battefeld**, Université de Princeton

**Juliane Behrend**, Université d'Ulm

**David Berman**, Queen Mary College de l'Université de Londres

**Aaron Berndsén**, Université Simon Fraser

**Edmund Bertschinger**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Mirko Boezio**, Institut national de physique nucléaire (INFN) d'Italie

**Hector Bombin**, Université Complutense de Madrid

**Raphael Bousso**, Université de Californie à Berkeley

**Dirk Bouwmeester**, Université de Californie

**Latham Boyle**, Institut canadien d'astrophysique théorique (Université de Toronto)

**Robert Brandenberger**, Université McGill

**Sergey Bravyi**, Centre de recherche T.J. Watson d'IBM

**Ruth Britto**, Fermilab

**Robert Brout**, Université libre de Bruxelles

**Adam Brown**, Université Columbia

**Iain Brown**, Université de Heidelberg

**Johannes Brunemann**, Université de Hambourg

**Dagmar Bruss**, Université de Düsseldorf

**Alejandro Cabo**, Institut de cybernétique, mathématiques et physique (ICIMAF) de Cuba

**Sergio Cacciatori**, Université de l'Insubrie à Côme

**Earl Campbell**, University College de Londres

**Francesco Caravelli**, Université de Pise

**Steve Carlip**, Université de Californie à Davis

**Gabriel Catren**, Centre de recherche en épistémologie appliquée (École Polytechnique/CNRS)

**Xie Chen**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Clifford Cheung**, Université de Princeton

**Dan Christensen**, Université Western Ontario

**Bob Coecke**, Université d'Oxford

**Piers Coleman**, Université Rutgers

**Alan Coley**, Université Dalhousie

**Victor Colussi**, Grinnell College

**Rob Cook**, Studios d'animation Pixar

**Diego Correa**, Université de Cambridge

**David Cory**, Massachusetts Institute of Technologie (MIT)

**David Craig**, Le Moyne College

**Sera Cremonini**, Université du Michigan

**James Cresser**, Université Macquarie

**Rich Cyburt**, Université d'État du Michigan

**Rebecca Danos**, Université McGill

**Saurya Das**, Université de Lethbridge

**Francesco de Martini**, Université de Rome La Sapienza

**Simon DeDeo**, Université de Chicago

**Sara Diamond**, Ontario College of Art & Design (OCAD)

**Keith Dienes**, Université d'Arizona

**Jacques Distler**, Université du Texas à Austin

**Bianca Dittrich**, Institut Max Planck

**Matt Dobbs**, Université McGill

**Scott Dodelson**, Fermilab

**Andreas Doering**, Imperial College de Londres

**Andrew Doherty**, Université du Queensland

**Brian Dolan**, Université nationale d'Irlande à Maynooth (NUIM)

**Fay Dowker**, Imperial College de Londres

**Nadav Drukker**, Université Humboldt de Berlin

**Raissa D'Souza**, Université de Californie à Davis

**Ross Duncan**, Université d'Oxford

**Maité Dupuis**, École normale supérieure de Lyon

**Thomas Durt**, Vrije Universiteit Brussel

**Jonathan Engle**, Centre de physique théorique de Marseille

**Adrienne Erickcek**, California Institute of Technology (Caltech)

**Simone Farinelli**, UBS (Zurich)

**Thomas Faulkner**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)



**Hassan Firouzjahi**, Institut de recherche en physique théorique et mathématiques (IPM) de Téhéran

**Cecilia Flori**, Institut Max Planck

**Darren Forde**, Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford

**Brendan Foster**, Université d'Utrecht

**Giovanni Franzoni**, Université du Minnesota

**Dan Freedman**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Benjamin Freivogel**, Université de Californie à Berkeley

**Andrew Frey**, Université McGill

**Herbert Fried**, Université Brown

**Chris Fuchs**, chercheur indépendant

**Peng Gao**, Université de Toronto

**Jerome Gauntlett**, Imperial College de Londres

**Tom Giblin**, Bates College

**Steffen Gielen**, Université de Cambridge

**Kristina Giesel**, Institut nordique de physique atomique théorique (NORDITA)

**Charlotte Gils**, École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ)

**Florian Girelli**, École internationale d'études avancées (SISSA) de Trieste

**Stephen Godfrey**, Université Carleton

**Walter Goldberger**, Université Yale

**Hilary Greaves**, Université d'Oxford

**Ruth Gregory**, Université de Durham

**Aurelio Grillo**, Laboratoire national du Gran Sasso (LNGS)

**Nikolay Gromov**, Groupe théorie du DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron)

**David Gross**, Imperial College de Londres

**Zheng-Cheng Gu**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Hamber Herbert**, University de Californie à Irvine

**Muxin Han**, Institut Max Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert Einstein)

**Kentaro Hanaki**, Université du Michigan

**Amihay Hanany**, Imperial College de Londres

**Aram Harrow**, Université de Bristol

**Sean Hartnoll**, Université Harvard

**Henry Haselgrove**, Defence Science and Technology Organisation (DSTO) d'Australie

**Song He**, Université de Pékin

**Richard Healey**, Université d'Arizona

**Michal Heller**, Université Jagellon de Cracovie

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

**Jim Herriot**, Particle Economics Research Institute (PartEcon)

**Kurt Hinterbichler**, Université Columbia

**Andrew Hodges**, Université d'Oxford

**Jiri Hoogland**, Morgan Stanley

**Stephen Hsu**, Université de l'Orégon

**Taylor Hughes**, Université Stanford

**Janet Hung**, Université de Cambridge

**Viqar Husain**, Université du Nouveau-Brunswick

**Emiliano Imeroni**, Université libre de Bruxelles

**Lawrence Ioannou**, Université de Cambridge

**Akihiro Ishibashi**, Institut d'étude des particules de haute énergie (KEK) de Tsukuba

**Eyo Eyo Ita**, Académie navale d'Annapolis (USNA) et département de mathématiques appliquées et de physique théorique (DAMTP) de l'Université de Cambridge

**Daniel James**, Université de Toronto

**Steven Johnston**, Imperial College de Londres

**Stephen Jordan**, California Institute of Technology (Caltech)

**Leo Kadanoff**, Université de Chicago

**David Kaiser**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

**Catherine Kallin**, Université McMaster

**Jared Kaplan**, Université de Princeton

**Anton Kapustin**, California Institute of Technology (Caltech)

**Joanna Karczmarek**, Université de Colombie-Britannique

**Stuart Kauffman**, Université de Calgary

**Teruhiko Kawano**, Université de Tokyo

**Alastair Kay**, Université de Cambridge

**Igor Klebanov**, Université de Princeton

**Prince Koree**, Université du Ghana

**Jason Kumar**, Université d'Hawaï

**Gabor Kunstatter**, Université de Winnipeg

**Wan-Jung Kuo**, Université de Californie du Sud

**Neil Lambert**, King's College de Londres

**Albion Lawrence**, Université Brandeis

**Sung-Sik Lee**, Université McMaster

**Luis Lehner**, Université d'État de Louisiane

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

**Daniel Lidar**, Université de Californie du Sud

**Richard Lieu**, Université de l'Alabama

**Garrett Lisi**, Université d'Hawaï

**Etera Livine**, Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

**Pedro Machado**, Institut de physique théorique de l'Université d'Utrecht

**Penelope Maddy**, Université de Californie à Irvine

**Elena Magliaro**, Centre de physique théorique de Marseille

**Frédéric Magniez**, Université Paris-Sud 11

**Philip Mannheim**, Université du Connecticut

**Elisa Manrique**, Institut de physique de l'Université de Mayence

**Owen Maroney**, Université de Sydney

**Joseph Marsano**, California Institute of Technology (Caltech)

**Jérôme Martin**, Institut d'astrophysique de Paris (CNRS)

**Keye Martin**, U.S. Naval Research Laboratory

**Kazunobu Maruyoshi**, Université d'Osaka

**Lionel Mason**, Université d'Oxford

**Liam McAllister**, Université Cornell

**Kristian McDonald**, Laboratoire national de physique nucléaire et des particules (TRIUMF)

**Pat McDonald**, Institut canadien d'astrophysique théorique (Université de Toronto)

**Bob McElrath**, CERN

**Suzanne McEndoo**, University College de Cork

**Jeff McMahan**, Université de Chicago

**Guillermo Mena Marugán**, Institut de la structure de la matière du CSIC (Espagne)

**David Menzies**, Université de St Andrews

**René Meyer**, Institut Max Planck

**Ashley Montanaro**, Université de Bristol

**John Mugabe**, Université de Pretoria

**Ramesh Narayan**, Université Harvard

**Priya Natarajan**, Radcliffe Institute for Advanced Study de l'Université Harvard

**Julio Navarro**, Université de Victoria

**Holger Bech Nielsen**, Institut Neils Bohr

**Rajaram Nityananda**, Institut Tata de recherche fondamentale

**Johan Noldus**, Université de Gand

**Victor Novikov**, Institut de physique théorique et expérimentale de Moscou

**Robert Oeckl**, Université nationale autonome du Mexique

**Gonzalo Olmo**, Institut de la structure de la matière du CSIC (Espagne)

**Yasser Omar**, Université technique de Lisbonne

**Garnet Ord**, Université Ryerson

**Daniele Oriti**, Université d'Utrecht

**Roman Orus**, Université du Queensland

**Tim Palmer**, Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme

**Antonios Papazoglou**, Institut de cosmologie et d'étude de la gravitation de l'Université de Portsmouth

**Susha Parameswaran**, Groupe théorie du DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron)

**Miguel Paulos**, Université de Cambridge

**Tomasz Pawłowski**, Institut de la structure de la matière du CSIC (Espagne)

**Kent Peacock**, Université de Lethbridge

**Hiranya Peiris**, Université de Cambridge

**João Penedones**, Institut Kavli de physique théorique (KITP) de l'Université de Californie à Santa Barbara

**Claudio Perini**, Centre de physique théorique de Marseille

**Valeria Pettorino**, Université de Heidelberg

**Piergiorgio Picozza**, Institut national de physique nucléaire (INFN) d'Italie

**Arkady Plotnitsky**, Université Purdue

**Levon Pogosian**, Université Simon Fraser

**Rafael Porto**, Université de Californie à Santa Barbara

**Larry Price**, Université du Wisconsin à Milwaukee

**Clem Pryke**, Université de Chicago

**Stuart Raby**, Université d'État de l'Ohio

**Jean-Michel Raimond**, École normale supérieure

**Michael Ramsey-Musolf**, Université du Wisconsin à Madison

**Andy Randono**, Université du Texas à Austin

**Jochen Rau**, Université de Francfort

**Robert Raussendorf**, Université de Colombie-Britannique

**Michael Reisenberger**, Université de la République (Uruguay)

**Joseph Renes**, Université technique de Darmstadt

**C. Jess Riedel**, Université de Californie à Santa Barbara

**Vincent Rivasseau**, Laboratoire de physique théorique d'Orsay et Université Paris-Sud 11

**Georg Robbers**, Université de Heidelberg

**Antonio Romano Enea**, Institut Yukawa de physique théorique de l'Université de Kyoto

**Oliver Rosten**, Institut d'études avancées de Dublin

**Ira Rothstein**, Université Carnegie Mellon

**Pierre Rudolfsson**, Université d'Uppsala

**Pierre Salati**, Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules (LAPP)

**Alejandro Satz**, Université de Nottingham

**Frank Saueressig**, Institut de physique théorique du centre CEA de Saclay (CNRS)

**Bruce Sawhill**, Particle Economics Research Institute (PartEcon)

**Ruediger Schack**, Royal Holloway de l'Université de Londres

**Kristin Schleich**, Université de Colombie-Britannique

**Bert Schroer**, Centre brésilien de recherche en physique (CBPF) et Université libre de Berlin

**Bernd Schroers**, Université Heriot-Watt

**Norbert Schuch**, Institut Max Planck

**Andrew Scott**, Université Griffith

**Neelima Sehgal**, Université Stanford

**Leonardo Senatore**, Université Harvard

**Yanwen Shang**, Université de Toronto

**Jonathan Sharman**, Université de Victoria

**Laurie Shaw**, Université McGill

**Xavier Siemens**, Université du Wisconsin à Milwaukee

**Ajay Singh**, Université de Waterloo

**Kostas Skenderis**, Université d'Amsterdam

**John Skilling**, Maximum Entropy Data Consultants Ltd (Royaume-Uni)

**David Skinner**, Université d'Oxford

**David Sloan**, Université d'État de Pennsylvanie

**Matteo Smerlak**, Centre de physique théorique de Marseille

**Rafael Sorkin**, Université de Syracuse

**Dmitri Sorokin**, Université de Padoue

**Kristine Spekkens**, Collège militaire royal du Canada

**Robert Spekkens**, Université de Waterloo

**Simone Speziale**, Centre de physique théorique de Marseille

**Allen Stairs**, Université du Maryland  
**Andrei Starinets**, Université de Southampton  
**Glenn Starkman**, Université Case Western Reserve  
**Christoph Stephan**, Université de Potsdam  
**Brian Swingle**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)  
**Daniel Terno**, Université Macquarie  
**Richard Teuscher**, Université de Toronto et CERN  
**Tamer Tlass**, Université de Cambridge  
**Manuel Toharia**, Université du Maryland  
**Diego Trancanelli**, Université de Californie à Santa Barbara  
**Jennie Traschen**, University du Massachusetts à Amherst  
**Dimitris Tsomokos**, Faculté de physique, d'astronomie et de mathématiques de l'Université du Hertfordshire  
**Tathagat Avatar Tulsi**, Institut indien des sciences  
**Jos Uffink**, Université d'Utrecht  
**Falk Unger**, Université de Californie à Berkeley  
**Greg van Anders**, Université du Michigan  
**Peter Van Loock**, Université Friedrich-Alexander d'Erlangen-Nuremberg  
**Herman Verlinde**, Université de Princeton  
**Pedro Vieira**, Institut Max Planck  
**Lorenza Viola**, Dartmouth College  
**Ashvin Vishwanath**, Université de Californie à Berkeley  
**Hans von Baeyer**, College of William and Mary  
**Benedict von Harling**, Université de Melbourne  
**Benjamin Wandelt**, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign  
**Jingbo Wang**, Université d'Australie occidentale  
**Stephanie Wehner**, California Institute of Technology (Caltech)  
**Silke Weinfurter**, Université de Colombie-Britannique  
**Xiao-Gang Wen**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)  
**Daniel Wesley**, Université de Cambridge  
**Hans Westman**, Université de Sydney  
**Kenneth Wharton**, Université d'État de San José  
**Alexander Wilce**, Université de la Susquehanna  
**Don Witt**, Université de Colombie-Britannique  
**David Wolpert**, Centre de recherche Ames de la NASA  
**Masahito Yamazaki**, Université de Tokyo  
**Jon Yard**, Los Alamos National Laboratory  
**Itay Yavin**, Université de Princeton  
**Charles Young**, Université de Durham  
**Ivonne Zavala**, Université de Durham  
**Aleksandr Zheltukhin**, Institut de physique et de technologie de Kharkov (KIPT)  
**Jonathan Ziprick**, Université de Winnipeg  
**Saba Zuberi**, Université de Toronto  
**Joe Zuntz**, Université d'Oxford  
**Jure Zupan**, CERN  
**Barton Zwiebach**, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

## DOCTORANTS 2008-2009

**Remarque : l'université d'appartenance des doctorants est indiquée entre parenthèses.**

**Francesco Caravelli** (Université de Waterloo)  
**Oscar Dahlsten** (Université de Waterloo)  
**Jorge Escobedo** (Université de Waterloo)  
**Cohl Furey** (Université de Waterloo)  
**Sean Gryb** (Université de Waterloo)  
**Jonathan Hackett** (Université de Waterloo)  
**Bruno Hartmann** (Institut Max Planck)  
**Michael Horbatsch** (Université McMaster)  
**Chandrashekar Madaiah** (Institut d'informatique quantique, Université de Waterloo)  
**Sonia Markes** (Université McMaster)  
**Iman Marvian** (Institut d'informatique quantique, Université de Waterloo)  
**Isabeau Premont-Schwarz** (Université de Waterloo)  
**Chanda Prescod-Weinstein** (Université de Californie)  
**Sayeh Rajabi** (Université de Waterloo)  
**Ajay Singh** (Université de Waterloo)  
**Cozmin Ududec** (Université de Waterloo)  
**Matthias Wapler** (Université de Waterloo)  
**Matthew Williams** (Université McMaster)  
**Mohammad Ansari** (Université de Waterloo)  
**Paolo Benincasa** (Université Western Ontario)  
**Joel Brownstein** (Université de Waterloo)  
**Doug Hoover** (Université McGill)  
**Shunji Matsuura** (Université de Tokyo)  
**Filippo Passerini** (Université catholique de Louvain)  
**Alexander Patrushev** (Université de Waterloo)  
**Amir Jaffari Salim** (Université de Waterloo)  
**Yidun Wan** (Université de Waterloo)  
**Hongbao Zhang** (Université normale de Pékin)

## DIRECTION DE L'INSTITUT PERIMETER

**Directeur des activités** Michael Duschenes

### CADRES ADMINISTRATIFS

**Directeur des programmes d'enseignement** John Berlinsky

**Directrice financière** Sue Scanlan, CGA

**Directrice des installations** Colleen Brickman

**Directeur informatique** John McCormick

**Directeur des relations extérieures et de la diffusion des connaissances** John Matlock

**Conseiller en développement** Jon Dellandrea, OC



## MEMBRES AFFILIÉS 2008-09

**Ian Affleck**, Université de Colombie-Britannique  
**Leslie Ballentine**, Université Simon Fraser  
**Richard Bond**, ICAT, Université de Toronto  
**Robert Brandenberger**, Université McGill  
**Gilles Brassard**, Université de Montréal  
**Anton Burkov**, Université de Waterloo  
**Bruce Campbell**, Université Carleton  
**Hilary Carteret**, Université de Calgary  
**Jeffrey Chen**, Université de Waterloo  
**Andrew Childs**, Université de Waterloo  
**Dan Christensen**, Université Western Ontario  
**James Cline**, Université McGill  
**Alan Coley**, Université Dalhousie  
**Andrzej Czarnecki**, Université de l'Alberta  
**Saurya Das**, Université de Lethbridge  
**Arundhati Dasgupta**, Université de Lethbridge  
**Keshab Dasgupta**, Université McGill  
**Rainer Dick**, Université de la Saskatchewan  
**Joseph Emerson**, Université de Waterloo  
**James Forrest**, Université de Waterloo  
**Fraser Doreen**, Université de Waterloo  
**Andrei Frolov**, Université Simon Fraser  
**Valeri Frolov**, Université de l'Alberta  
**Jack Gegenberg**, Université du Nouveau-Brunswick  
**Stephen Godfrey**, Université Carleton  
**Patrick Hayden**, Université McGill  
**Jeremy Heyl**, Université de Colombie-Britannique  
**Bob Holdom**, Université de Toronto  
**Michael Hudson**, Université de Waterloo  
**Viqar Husain**, Université du Nouveau-Brunswick  
**Catherine Kallin**, Université McMaster  
**Joanna Karczmarek**, Université de Colombie-Britannique  
**Gabriel Karl**, Université de Guelph  
**Achim Kempf**, Université de Waterloo  
**Lev Kofman**, ICAT, Université de Toronto  
**Pavel Kovtun**, Université de Victoria  
**David Kribs**, Université de Guelph  
**Gabor Kunstatter**, Université de Winnipeg  
**Sung-Sik Lee**, Université McMaster  
**Debbie Leung**, Université de Waterloo  
**Randy Lewis**, Université d'York  
**Hoi-Kwong Lo**, Université de Toronto  
**Michael Luke**, Université de Toronto  
**Norbert Lutkenhaus**, IQC, Université de Waterloo  
**Alexander Maloney**, Université McGill  
**Robert Mann**, Université de Waterloo  
**Gerard McKeon**, Université Western Ontario  
**Brian McNamara**, Université de Waterloo  
**Roger Melko**, Université de Waterloo  
**Volodya Miransky**, Université Western Ontario  
**Guy Moore**, Université McGill  
**David Morrissey**, TRIUMF



**Wayne Myrvold**, Université Western Ontario  
**Elisabeth Nicol**, Université de Guelph  
**Garnet Ord**, Université Ryerson  
**Maya Paczusi**, Université de Calgary  
**Don Page**, Université de l'Alberta  
**Manu Paranjape**, Université de Montréal  
**Amanda Peet**, Université de Toronto  
**Ue-Li Pen**, ICAT, Université de Toronto  
**Harald Pfeiffer**, ICAT, Université de Toronto  
**Levon Pogosian**, Université Simon Fraser  
**Eric Poisson**, Université de Guelph  
**Erich Poppitz**, Université de Toronto  
**David Poulin**, Université de Sherbrooke  
**Robert Raussendorf**, Université de Colombie-Britannique  
**Ben Reichardt**, Université de Waterloo  
**Kevin Resch**, Université de Waterloo  
**Adam Ritz**, Université de Victoria  
**Moshe Rozali**, Université de Colombie-Britannique  
**Barry Sanders**, Université de Calgary  
**Veronica Gonzalez-Sanz**, Université d'York  
**Kristin Schleich**, Université de Colombie-Britannique  
**Achim Schwenk**, TRIUMF  
**Douglas Scott**, Université de Colombie-Britannique  
**Gordon Semenoff**, Université de Colombie-Britannique  
**Kris Sigurdson**, Université de Colombie-Britannique  
**John Sipe**, Université de Toronto  
**Philip Stamp**, Université de Colombie-Britannique  
**Aephraim Steinberg**, Université de Toronto  
**Alain Tapp**, Université de Montréal  
**James Taylor**, Université de Waterloo  
**Bill Unruh**, Université de Colombie-Britannique  
**Mark van Raamsdonk**, Université de Colombie-Britannique  
**Mark Walton**, Université de Lethbridge  
**John Watrous**, Université de Waterloo  
**Steven Weinstein**, Université de Waterloo  
**Frank Wilhelm**, IQC, Université de Waterloo  
**Donald Witt**, Université de Colombie-Britannique

## CONFÉRENCES 2008-2009

**Atelier d'été sur les particules**, champs et cordes, du 22 juillet au 1er août 2008

**Young Loops and Foams 08**, du 28 juillet au 1er août 2008

**Estimation quantique : théorie et pratique**, du 25 août au 30 septembre 2008

**Débat en cosmologie : le multivers**, du 2 au 4 septembre 2008

**La science au 21<sup>e</sup> siècle**, du 8 au 12 septembre 2008

**L'horloge et le quantum : temps et fondements quantiques**, du 28 septembre au 2 octobre 2008

**Journée Institut Perimeter-ICAT**, du 23 octobre 2008

**À la recherche des ensembles d'états symétriques à information complète : un atelier intensif sur les cadres et modèles quantiques**, du 26 au 30 octobre 2008

**Conférence des jeunes chercheurs**, du 8 au 12 décembre 2008

**Trous noirs et physique quantique**, du 23 au 25 janvier 2009

**Symposium sur la matière condensée « des quatre coins du sud-ouest de l'Ontario »**, le 23 avril 2009

**Effet Sunyaev-Zeldovich et avenir de la cosmologie des amas**, du 27 avril au 1er mai 2009

**La crise économique et ses implications pour la science économique**, du 1er au 4 mai 2009

**Les rapports entre géométrie et physique**, du 8 au 10 mai 2009

**Journée Institut Perimeter-ICAT**, du 19 mai 2009

**Théories effectives des champs et inflation**, du 20 au 23 mai 2009

**Nouvelles perspectives pour la résolution du problème de la constante cosmologique**, du 25 au 27 mai 2009

**Catégories, quanta et concepts (CQC)**, du 1er au 5 juin 2009

**Nouveaux éclairages sur la matière noire**, du 11 au 13 juin 2009

**Atelier d'été : une exploration aux limites du cosmos**, du 24 juin au 1er juillet 2009

**Cosmologie holographique**, du 22 juin au 24 juillet 2009



## COPARRAINAGES 2008-2009

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

- Prix de la Société Max Planck
- 13e Conférence annuelle canadienne sur la relativité générale et l'astrophysique relativiste (Université de Lethbridge)
- Theory CANADA 5 (Association canadienne des physiciens et physiciennes)
- Conférence des étudiants diplômés en physique Canada-Amérique-Mexique 2009 (Mexique)
- Bourses de participation au programme de communication scientifique du Centre d'arts de Banff (Alberta)
- Limites cosmologiques en physique fondamentale (Institut Solvay)
- *Black Holes VII* (Université de l'Alberta)
- Conférence publique commémorative Herzberg (Association canadienne des physiciens et physiciennes)
- Olympiades canadiennes de chimie et de physique (Université de Toronto)
- Prix du meilleur article théorique d'étudiant décerné par l'Institut Perimeter et le groupe information quantique de l'American Physics Association
- *Lake Louise Winter Institute* sur la physique des particules (Université de l'Alberta)
- Prix de l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (Fondation sciences jeunesse Canada)
- Centre canadien sciences et médias
- Prix commémoratif Luke Santi
- Congrès 2008 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes

« Faire naître de nouvelles questions et de nouvelles possibilités,  
envisager les vieux problèmes sous un angle nouveau, cela demande  
de l'imagination créatrice et marque un réel progrès dans la science. »

— Albert Einstein et Leopold Infeld, *L'évolution des idées en physique* (1938),  
traduit de l'anglais par Maurice Solovine



31, rue Caroline Nord  
Waterloo, Ontario, Canada  
N2L 2Y5

1-519-569-7600  
[www.perimeterinstitute.ca](http://www.perimeterinstitute.ca)