



RAPPORT ANNUEL 2010

PI
INSTITUT
PERIMETER
POUR LA PHYSIQUE THÉORIQUE



Vision

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

SOMMAIRE

Message du président du conseil	2
Message du directeur général de l'Institut.	4
Recherche	6
Prix, distinctions et subventions majeures	18
Recrutement	20
Formation à la recherche	24
Réunions de chercheurs	26
Collaborations de recherche.	28
Diffusion des connaissances	30
Diffusion mondiale des connaissances	38
Installations	40
Programme d'expansion	42
Remerciements à ceux qui nous soutiennent	44
Priorités et objectifs pour l'avenir.	46
Finances	48
Gouvernance	54
Annexes	58
<i>Professeurs</i>	58
<i>Postdoctorants en 2009-2010</i>	63
<i>Membres affiliés en 2009-2010</i>	68
<i>Direction de l'Institut Perimeter</i>	69
<i>Conférences en 2009-2010</i>	70
<i>Cours</i>	71
<i>Coparrainages</i>	72

Ce rapport présente les activités et les finances de l'Institut Perimeter pour la physique théorique, pour l'exercice allant du 1^{er} août 2009 au 31 juillet 2010.



MESSAGE DU PRÉSIDENT DU CONSEIL

Les idées ont un immense pouvoir.

En tout juste dix ans, l'Institut Perimeter (IP) est passé d'une idée à un acteur de calibre mondial en physique théorique. Il est devenu un point de rencontre pour un grand nombre des penseurs les plus profonds et les plus créatifs, ainsi qu'un phénoménal milieu de formation pour de jeunes chercheurs. Parallèlement à cela, il a innové dans les moyens de diffusion afin de faire connaître aux gens de tous âges l'importance de la recherche fondamentale.

« La physique théorique d'aujourd'hui est la technologie de demain. » [traduction]

Pourquoi la physique théorique, me demandet-on parfois? La réponse est simple : la physique théorique d'aujourd'hui est la technologie de demain. Maintes et maintes fois, ses découvertes ont approfondi notre compréhension de l'univers et ont ultimement donné lieu à des progrès techniques qui ont transformé notre manière de communiquer, de voyager, de chauffer nos habitations et de traiter la maladie. À titre d'exemple, il y a un siècle, exploitant une idée radicalement nouvelle selon laquelle la lumière voyage par paquets appelés quanta, Einstein a compris un phénomène déroutant connu sous le nom d'effet photoélectrique. Cela a constitué le fondement de la mécanique quantique, à l'origine des semi-conducteurs, des ordinateurs, des lasers, des caméras numériques, d'Internet – autant dire de l'ensemble des communications modernes et de l'informatique.

Il n'y a rien de plus concret ni de plus porteur d'avenir pour notre société que d'investir dans notre capacité à innover, et l'IP a été conçu comme un creuset d'idées nouvelles. Il met certains des cerveaux les plus brillants de la planète au défi de répondre à des questions parmi les plus fondamentales de la science : Comment concilier le comportement quantique de l'univers à l'échelle microscopique et la représentation classique de l'espace et du temps à l'échelle macroscopique? Qu'est-ce que l'énergie sombre? Comment les particules acquièrent-elles une

masse? Y a-t-il des états de la matière que nous ne connaissons pas encore? Des percées dans notre compréhension de ces phénomènes transformeront notre avenir d'une manière que nous ne pouvons pas imaginer.

Depuis une décennie, il est incroyablement gratifiant de voir comment des dirigeants de tous les paliers de gouvernement, des partenaires du secteur privé et le public canadien en général ont reconnu la très grande valeur à long terme de l'IP pour notre société. Leur appui indéfectible demeure essentiel au succès de l'IP.

L'année écoulée a été particulièrement faste sur tous les fronts. Des scientifiques exceptionnels ont joint les rangs du personnel, le nouveau programme de maîtrise a produit sa première cohorte de diplômés, et l'IP a organisé le plus grand et le plus fascinant festival scientifique jamais tenu au Canada. La campagne de financement du fonds de dotation de l'IP progresse, de même que la construction du nouveau *Centre Stephen Hawking de l'Institut Perimeter*. Pour couronner le tout, le premier titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'IP, Stephen Hawking lui-même, est venu pour un séjour de six semaines, pendant lequel il a dit croire que des découvertes révolutionnaires se feront ici. Je suis tout à fait convaincu qu'il a raison.

À titre de président, je tiens à exprimer ma vive reconnaissance à deux membres sortants du conseil, Ken Cork et Douglas Wright, qui ont tous deux servi l'IP avec beaucoup d'énergie et de dévouement depuis sa fondation, et à souhaiter la bienvenue à deux nouveaux membres. L'honorable Kevin Lynch est un ancien haut fonctionnaire qui a notamment été greffier du Conseil privé, secrétaire du Cabinet et chef de la fonction publique du Canada. Steven Maclean, Ph.D. et physicien de formation, est président de l'Agence spatiale canadienne et l'un des premiers astronautes canadiens. Ce sont deux apports exceptionnels au conseil de l'IP.

Je voudrais enfin rendre hommage à Lynn Watt, membre du conseil d'administration de l'IP, décédé le 7 juillet 2010. Il a joué un rôle majeur dans le développement de l'IP depuis sa fondation. Alors qu'il était étudiant diplômé à l'Université de Chicago, il a suivi les cours de physique théorique d'Enrico Fermi. Quelques décennies plus tard, j'ai eu la chance de suivre le cours de M. Watt sur la relativité et la mécanique quantique à l'Université de Waterloo. En plus de ses cours, il avait l'habitude d'animer le soir des séances facultatives sur les découvertes les plus récentes. La salle toujours pleine était le théâtre de discussions animées à propos de ces étonnantes idées nouvelles. Ces séances ont marqué le début de ma propre fascination pour la physique théorique. La rencontre de Lynn Watt et de Stephen Hawking l'été dernier a été un moment mémorable.

Les dix années qui s'achèvent ont été palpitantes, mais elles ne sont qu'un début. L'IP ouvre de nouvelles portes sur l'avenir, et je suis impatient de voir ce que la prochaine décennie nous réserve.

– Mike Lazaridis



MESSAGE DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'INSTITUT

Il y a tout juste deux ans, j'ai été attiré à l'Institut Perimeter (IP) par ce qui était d'après moi une occasion sans précédent de développement de la physique fondamentale. L'IP me semblait réunir, d'une part, l'énergie et l'esprit d'une entreprise en démarrage et, d'autre part, la culture d'excellence des institutions scientifiques les mieux établies. Ses ambitions scientifiques étaient doublées d'une grande volonté de diffusion des connaissances. À mon point de vue, son défi suivant consistait à réaliser son plein potentiel et à devenir un chef de file mondial capable d'étincelantes percées scientifiques.

L'IP avait déjà à son actif de remarquables réalisations. Très étonnamment, en partant de rien, il était parvenu en moins d'une décennie à une reconnaissance mondiale malgré la concurrence de centres traditionnels comme Cambridge, Harvard et Princeton. L'IP avait pu accomplir cela parce que ses fondateurs avaient vu clairement ce qui avait échappé à d'autres : la physique théorique est l'un des domaines scientifiques les moins coûteux par rapport à l'importance de ses résultats, pour la simple et bonne raison que, pour découvrir les lois qui régissent l'univers, le cerveau humain est l'instrument à la fois le plus puissant et le moins cher à faire fonctionner. Les découvertes de Newton, de Maxwell et d'Einstein n'ont presque rien coûté mais ont engendré pratiquement toute la technologie qui sous-tend la société moderne.

L'IP a été visionnaire en mettant l'accent sur la physique quantique et la théorie de l'espace-temps. Le premier domaine a conduit à la mise sur pied d'un centre partenaire expérimental, l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo. Le second a attiré un ensemble sans pareil de théoriciens explorant des approches concurrentes de la gravité quantique, qui constitue le problème le plus difficile de la physique fondamentale. En 10 ans, l'IP est devenu l'une des destinations les plus attrayantes pour de jeunes chercheurs, avec plus de 600 candidatures pour les 12 à 15 bourses postdoctorales octroyées chaque année.

Le progrès de la physique théorique demeure avant tout tributaire de l'occasion offerte à des jeunes gens brillants d'approfondir leurs idées. Peu après mon arrivée, nous avons lancé le cycle de formation PSI (Perimeter Scholars International), programme innovateur de maîtrise conçu pour attirer les étudiants les plus brillants du monde entier et les amener à la fine pointe de la recherche. Provenant de 16 pays, les 28 étudiants de la première cohorte ont récemment obtenu leur diplôme. Ils forment un groupe remarquable et nous savons qu'ils accompliront de grandes choses. Nous espérons que le cycle PSI sera considéré comme un modèle valable de formation scientifique au plus haut niveau ainsi qu'un élément de stimulation de la physique théorique à l'échelle planétaire.

À l'autre extrémité du spectre, la sagesse et le bagage de théoriciens d'expérience sont précieux pour orienter et inspirer une recherche qui soit excellente. C'est pourquoi nous avons créé des chaires de chercheur distingué pour inviter les plus grands théoriciens du monde à nous rendre visite. Nous avons été enchantés de la réponse des chercheurs et de la fréquence de leurs visites. L'IP a acquis une réputation enviable en tant que lieu de recherche pour des chercheurs invités. L'été dernier, nous avons été particulièrement heureux d'accueillir Stephen Hawking, premier titulaire d'une chaire de chercheur distingué. Vingt titulaires ont été nommés jusqu'à ce jour, et dix autres s'ajouteront l'an prochain.

La constitution d'un corps professoral permanent constitue également un objectif central. Au cours de la dernière année, cinq scientifiques d'exception se sont joints à nous : Niayesh Afshordi, Latham Boyle, David Cory, Luis Lehner et Pedro Vieira. Ils renforcent nos capacités en cosmologie, en théorie de l'information quantique, en théorie quantique des champs, ainsi que dans l'étude des trous noirs et des ondes gravitationnelles – la prochaine frontière majeure en astronomie et en cosmologie. Nous prévoyons faire de même en physique de la matière condensée, en particulier dans le domaine des systèmes fortement corrélés, qui touche de près nos points forts actuels ainsi que les nouvelles frontières technologiques.

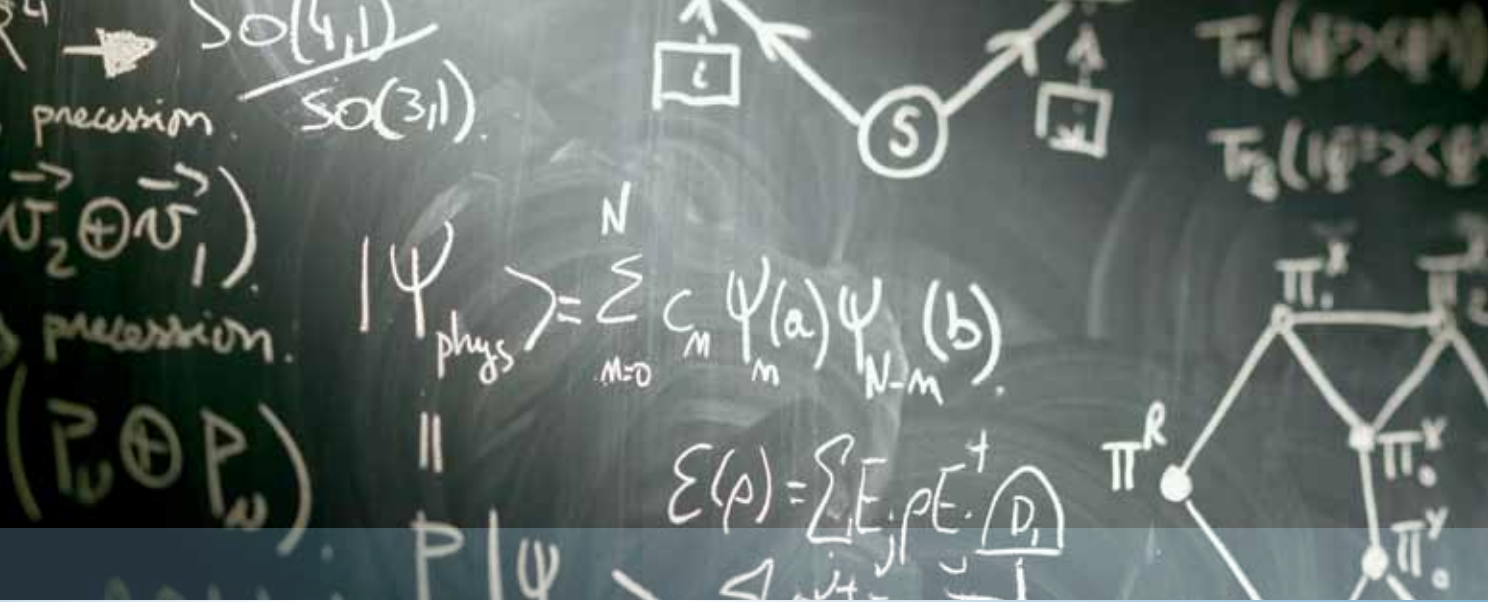
Nous avons stratégiquement étendu la portée des recherches de l'IP à huit domaines qui offrent des points de vue complémentaires sur la physique quantique et la théorie de l'espace-temps. Cette combinaison est sans pareille dans le monde. Nous encourageons activement les interactions et même les collisions entre disciplines, car elles constituent souvent la clé de nouvelles découvertes. Et nous résistons à la fragmentation de notre équipe de chercheurs en groupes étroitement spécialisés, phénomène trop répandu dans le milieu universitaire. De la même manière, puisqu'une interaction continue entre théorie et expérimentation est une composante essentielle de la science, nous établissons des liens avec d'importants centres d'expérimentation et d'observation au Canada et à l'étranger.

D'autre part, nous enrichissons notre programme de diffusion des connaissances en soutenant la création de centres d'excellence scientifique dans les pays en développement, où dorment de grands talents inexploités. Nos premiers efforts en ce sens ont porté sur l'Institut africain de mathématiques (AIMS), au Cap, en Afrique du Sud. En juillet dernier, nous avons eu le plaisir d'accueillir le Premier ministre Stephen Harper, qui a annoncé l'octroi d'une subvention de 20 millions de dollars du gouvernement canadien pour soutenir la création d'un réseau de 5 centres de l'AIMS, en partenariat avec l'IP et le Centre international de physique théorique (ICTP), en Italie. Il s'agit là d'un investissement d'avant-garde qui permettra à l'Afrique de faire des pas de géant en vue de réaliser son potentiel intérieur en matière de science et d'innovation, ce qui est selon moi la clé de son développement.

S'il y a une chose qui distingue déjà l'IP de toute autre institution scientifique majeure au monde, c'est notre programme d'animation publique, motivé par notre engagement et notre passion pour la diffusion des idées scientifiques. L'automne dernier, le festival *Quantum to Cosmos: Ideas for the Future* (Du quantum au cosmos : des idées pour l'avenir) fut une entreprise énorme et audacieuse : des douzaines de conférences diffusées par Internet, une tente géante au beau milieu de Waterloo, avec des expositions interactives et un film en 3D dont le narrateur était Stephen Hawking, la première mondiale du documentaire *Les dompteurs de l'invisible* (The Quantum Tamers) produit par l'IP, des projections de film, ainsi que des émissions de télévision en direct à partir du foyer de l'IP. Le succès de ce festival a dépassé nos espoirs les plus fous, avec 40 000 visiteurs sur place et plus d'un million de téléspectateurs et de visiteurs en ligne.

Je considère que *Quantum to Cosmos* (Du quantum au cosmos) représente bien ce que l'IP essaie de faire : réfléchir avec audace, planifier avec soin et viser très haut. Parfois, la magie peut opérer.

– Neil Turok



RECHERCHE

La physique théorique est l'un des domaines de la recherche fondamentale qui a le plus de répercussions tout en étant l'un des moins coûteux. Ses idées puissantes ont engendré des innovations dans tous les secteurs de la science et de la technologie, du génie mécanique aux communications sans fil, en passant par l'électronique et la production d'électricité. À titre d'exemple, la mécanique quantique a été mise au point pour expliquer la nature du rayonnement et la structure de l'atome. Pourtant, au cours du XX^e siècle, elle a conduit au développement des lasers, des disques compacts, des DVD, des semi-conducteurs, des DEL, et ainsi de suite. Au XXI^e siècle, elle laisse entrevoir une révolution de la technologie de l'information, avec en tête l'informatique quantique et la cryptographie quantique qui vise la sécurité des communications.

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

– Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'Institut Perimeter et ancien titulaire de la chaire de professeur lucasien à l'Université de Cambridge

Fondé en 1999 dans la foulée d'une reconnaissance du rôle fondamental de la physique théorique dans la science et l'innovation, l'Institut Perimeter (IP) constitue un investissement stratégique visant à accélérer le rythme des découvertes et à ouvrir de nouvelles avenues. Son objectif scientifique était celui de visionnaires : développer la physique quantique, qui décrit le comportement des noyaux, des atomes et de la matière, et la concilier avec la relativité générale, qui décrit l'espace, le temps et la gravité régissant le comportement des étoiles, des galaxies et de l'univers. Une compréhension plus approfondie des lois et du domaine de la physique sera le moteur des grandes expériences scientifiques et des technologies de demain. Elle nous aidera aussi à répondre aux questions fondamentales à propos du cosmos, notamment de son origine et de sa destinée.

Cultiver les points de rencontre les plus prometteurs

La physique fondamentale progresse rapidement. Depuis une décennie, les observations astronomiques réalisées à l'aide d'instruments puissants ont transformé notre connaissance de l'univers, en révélant par exemple la présence de l'énergie sombre qui alimente l'expansion de l'univers. Parallèlement à cela, le grand collisionneur hadronique (LHC pour *Large Hadron Collider*) permet de sonder la structure de la matière aux échelles les plus infinitésimales. Fonctionnant à des niveaux d'énergie sans précédent, le LHC est à la veille de nous révéler si le modèle standard de la physique des particules, sans doute le modèle théorique le plus fructueux de toute la science, est effectivement exact ou s'il faut le remplacer. D'autre part, l'informatique quantique se développe rapidement; cette nouvelle science est riche d'idées sur la manière de mettre en œuvre des ordinateurs quantiques et des moyens absolument sûrs de transmission de l'information. De nouveaux concepts prometteurs tels que l'holographie, qui établissent des liens inattendus entre la physique quantique et la relativité générale, ouvrent des perspectives nouvelles et spectaculaires sur divers domaines de la physique.

« Je m'intéresse vivement aux travaux de votre institut et je sais que vos activités sans cesse plus nombreuses de recherche, de formation et de diffusion culmineront dans les grandes découvertes de demain. » [traduction]

– Stephen Harper, premier ministre du Canada

L'IP se distingue par la promotion active d'interactions et de nouvelles connexions entre différentes disciplines. Les découvertes résultent souvent de collisions entre diverses approches, où des idées se marient pour engendrer des points de vue entièrement nouveaux. L'IP a stratégiquement étendu ses recherches à huit domaines qui donnent des points de vue complémentaires sur les lois fondamentales de l'univers. Les domaines de recherche choisis constituent un ensemble unique au monde, formant un tout bien plus grand que la somme de ses parties et faisant en sorte que les avancées réalisées dans un domaine favorisent des progrès dans d'autres. L'IP accueille déjà le groupe de postdoctorants indépendants en physique théorique le plus important au monde, ainsi que plus de mille chercheurs venant chaque année du monde entier, ajoutant à la vitalité des échanges d'idées.

La recherche fondamentale est de par sa nature même imprévisible : impossible de savoir à l'avance quelles avenues seront fructueuses et lesquelles aboutiront à une impasse; impossible non plus de savoir dans combien de temps surviendra une découverte capitale. Cependant, l'histoire a montré à maintes reprises que la poursuite de recherches ambitieuses menées sans contrainte dans un contexte favorable donne des résultats. En offrant aux chercheurs le soutien et les occasions d'interaction dont ils ont besoin pour mener leurs travaux, l'IP poursuit son objectif primordial de permettre l'émergence de percées scientifiques majeures.

Voici un portrait de quelques nouvelles orientations passionnantes de la recherche à l'IP au cours de la dernière année.



James Clerk Maxwell



Heinrich Hertz

La physique théorique : de la magie qui fonctionne

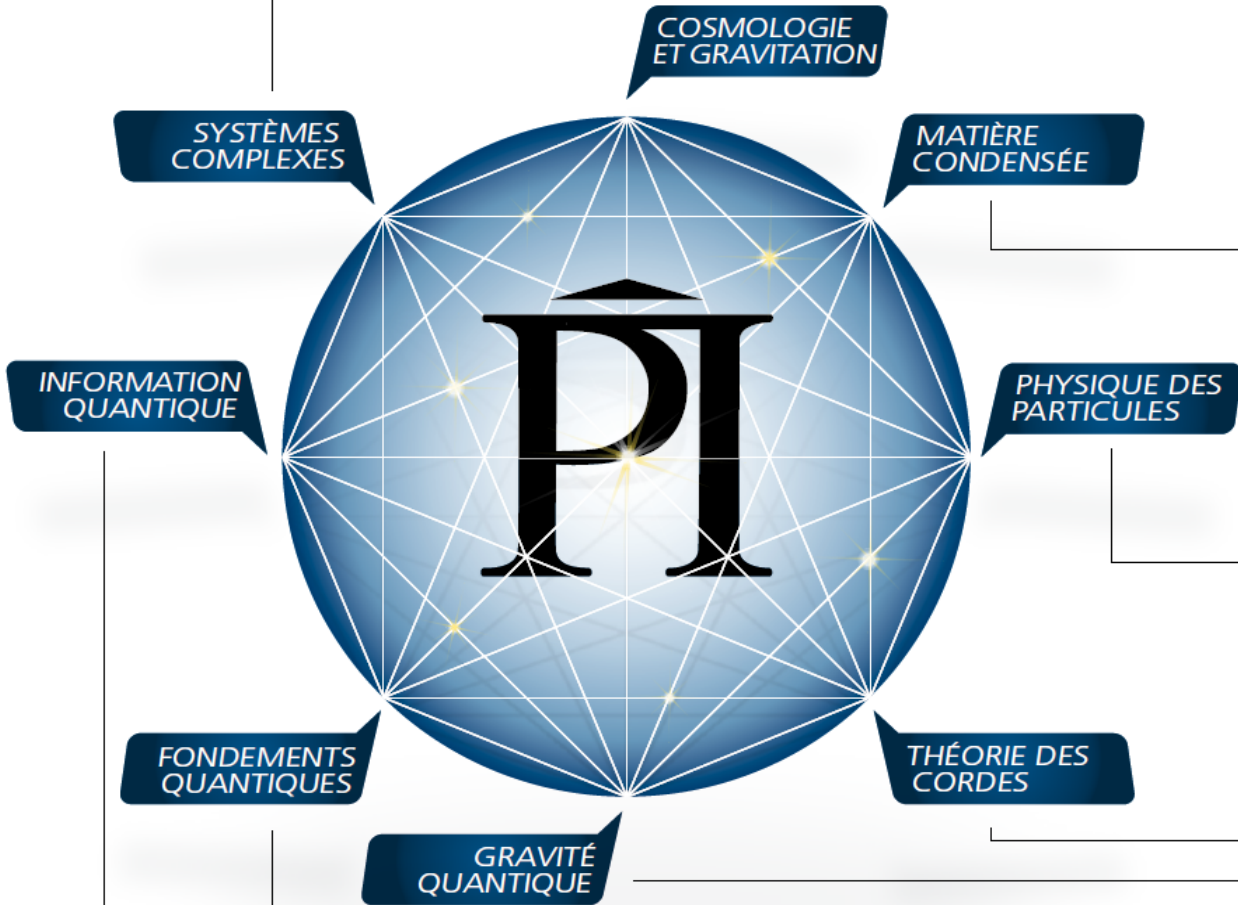
Inspiré par les équations de Maxwell qui décrivent le rayonnement électromagnétique, Heinrich Hertz construisit en 1887 une machine capable de faire sauter une étincelle entre deux pointes métalliques distantes de la largeur d'un doigt. À l'autre bout de la pièce, il suspendit une boucle simple d'un fil métallique et la coupa, créant un petit espace entre les deux morceaux de fil. Il mit ensuite en marche son générateur d'étincelles, pour produire en cadence une série de petites étincelles entre les deux pointes métalliques. Retournant à l'autre bout de la pièce, il se pencha pour examiner le petit espace entre les deux morceaux de fil. Et voilà qu'il y avait une petite étincelle sautant entre les deux bords du fil coupé. L'énergie voyageait dans l'air, d'un bout à l'autre de la pièce, de sa machine jusqu'à la boucle réceptrice, exactement comme l'avaient prédit les équations de Maxwell.

La révolution du sans-fil venait de commencer et allait bientôt changer le monde.



Chercher de nouvelles réponses à de grandes questions

Systèmes complexes : description de phénomènes complexes à toutes les échelles de longueur, grâce à la physique statistique, à la dynamique non linéaire et à de nouveaux outils mathématiques.



Fondements quantiques et information quantique : compréhension de la réalité quantique. Parmi les théories que nous possédons, la théorie quantique est celle qui a été testée avec le plus de précision, mais sa signification demeure mystérieuse. Peut-on mieux la comprendre? Peut-on en maîtriser la puissance pour construire des ordinateurs quantiques?

Cosmologie et gravitation : regard d'ensemble sur l'univers. Comment s'est-il formé? Comment les étoiles, les galaxies et les trous noirs que nous observons ont-ils été créés? Qu'est-ce que la matière sombre? Qu'est-ce que l'énergie sombre? Que s'est-il réellement passé à la singularité du Big Bang?

Matière condensée : étude de la physique à des échelles intermédiaires, où des atomes s'assemblent pour former des solides et des liquides. Pourquoi certains matériaux ont-ils des propriétés étranges comme le magnétisme ou la supraconductivité? Y a-t-il des états de la matière que nous n'avons pas encore observés?

Physique des particules : recherche des lois qui régissent la matière et les forces aux échelles subatomiques les plus minuscules. Avec quelles pièces de base la nature est-elle construite, et comment sont-elles maintenues ensemble?

Théorie des cordes et gravité quantique : théories qui cherchent à unifier, d'une part, la physique quantique et les lois de la physique des particules et, d'autre part, la relativité générale, théorie d'Einstein sur la gravité qui décrit l'espace et le temps. Cette unification est cruciale pour résoudre des questions fondamentales, dont les suivantes : Qu'est-ce qui a fixé la configuration actuelle des particules et des forces? Comment l'univers a-t-il évolué à ses tout débuts? Quelle est la nature de l'énergie sombre qui façonne l'évolution de notre univers?.

Quelques statistiques

En 2009-2010, l'Institut Perimeter comptait 12 professeurs, 12 professeurs associés, 47 boursiers postdoctoraux et 25 doctorants.

Professeurs

Latham Boyle
Freddy Cachazo
Laurent Freidel
Jaume Gomis
Daniel Gottesman
Lucien Hardy
Fotini Markopoulou
Robert Myers
Lee Smolin
Robert Spekkens
Neil Turok
Pedro Vieira

Professeurs associés

(appartenant également à d'autres institutions)

Niyesh Afshordi
(Université de Waterloo)

Alex Buchel
(Université Western Ontario)

Cliff Burgess
(Université McMaster, Hamilton)

Richard Cleve
(Université de Waterloo)

David Cory
(Université de Waterloo)

Adrian Kent
(Université de Cambridge)

Raymond Laflamme
(Université de Waterloo)

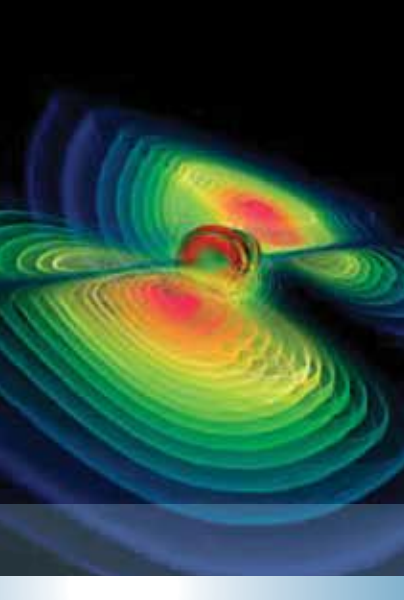
Luis Lehner
(Université de Guelph)

Michele Mosca
(Université de Waterloo)

Ashwin Nayak
(Université de Waterloo)

Maxim Pospelov
(Université de Victoria)

Thomas Thiemann
(Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, Allemagne)



GRAVITÉ FORTE

Il y a quatre cents ans, la conception classique d'un cosmos centré sur la Terre a été renversée par des mesures précises combinées à une théorie mathématique culminant dans les lois de Newton sur la gravité et le mouvement. Au XX^e siècle, des observations et des fondements théoriques encore plus poussés ont à nouveau entraîné un flot de découvertes, dont l'expansion de l'univers, les pulsars, les trous noirs supermassifs et, plus spectaculaire encore, le rayonnement fossile ou fonds diffus cosmologique, qui donne une image directe de notre univers peu après sa naissance.

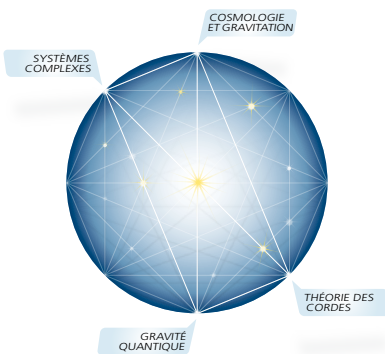
Au cours de la décennie à venir, on s'attend à ce que des détecteurs d'ondes gravitationnelles comme l'observatoire LIGO (*Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory*) nous donnent un regard tout à fait nouveau sur l'univers, révélant la structure des phénomènes gravitationnels les plus violents, dont des collisions de trous noirs et, au bout du compte, la singularité du Big Bang lui-même.

Prévues par la théorie de la relativité générale d'Einstein, les ondes gravitationnelles sont de faibles ondulations du tissu de l'espace-temps produites par l'interaction d'énormes masses, par exemple lorsque deux trous noirs tournent l'un autour de l'autre et fusionnent.

À la différence du rayonnement électromagnétique (par exemple la lumière visible ou les ondes radio), les ondes gravitationnelles sont très peu affectées par les gaz et la matière qu'elles rencontrent dans l'espace, de sorte qu'elles nous procurent une information intacte sur les systèmes physiques qui les ont engendrées. La détection d'ondes gravitationnelles nous permettra de mettre à l'épreuve les étranges et belles prédictions de la théorie de la relativité générale d'Einstein à propos d'objets exotiques comme les trous noirs supermassifs, tout en nous donnant de précieux indices sur le comportement de l'univers à ses tout débuts, pour lequel on sait que la théorie d'Einstein est défailante.

Qu'est-ce que les télescopes à ondes gravitationnelles et les porcs-épics ont en commun?

Une antenne à ondes gravitationnelles isolée est un instrument astronomique médiocre. Mais on peut concevoir des réseaux d'antennes fonctionnant collectivement comme d'efficaces télescopes à ondes gravitationnelles, capables de déterminer la direction et la polarisation de tout signal ondulatoire gravitationnel qu'ils détectent. Lorsque l'on pense à de tels réseaux, il est important de se rendre compte que les ondes gravitationnelles qu'ils observent ont de très grandes longueurs d'onde – bien plus grandes que les distances entre antennes – de sorte que les antennes seront réparties tout le tour de la Terre afin de détecter des ondes dont la longueur unitaire dépasse de beaucoup le diamètre de la planète.



« Les trous noirs sont les manifestations ultimes de la gravité, des régions où tout se brise. Je veux comprendre ce qui s'y passe. » [traduction]

– Luis Lehner, professeur associé à l'IP

Latham Boyle, professeur à l'IP, a récemment formulé la théorie de tels réseaux, qu'il appelle des « porcs-épics » parce que les antennes semblent émaner d'un point central comme les épines d'un porc-épic effrayé. Il a présenté le concept de base de ces réseaux et en a déduit la manière optimale d'en utiliser les « extrants » pour reconstituer les « intrants » (c'est-à-dire le signal ondulatoire gravitationnel mesuré).

Le professeur Boyle a également trouvé un certain nombre de configurations particulières de tels réseaux (des « porcs-épics parfaits ») dont la sensibilité aux ondes gravitationnelles est optimale, étant notamment indépendante de la direction ou de la polarisation du signal.

Peut-être que dans l'avenir nous verrons l'univers d'un regard neuf, à travers les yeux d'un porc-épic.

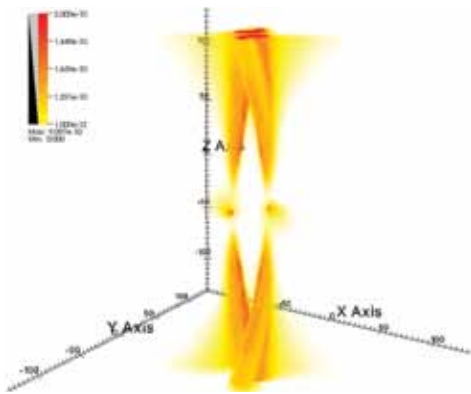
Références : BOYLE, Latham. Perfect porcupines: ideal networks for low frequency gravitational wave astronomy, *arXiv:1003.4946*.

BOYLE, Latham. The general theory of porcupines, perfect and imperfect, *arXiv:1008.4997*.

Peut-on mettre au point un système d'alerte précoce à la fusion de trous noirs?

Même si les trous noirs constituent le phénomène le plus extrême de l'univers, les observations indiquent qu'ils sont étonnamment répandus – il y en a même un au centre de notre galaxie, la Voie lactée. Leur gravité est si forte qu'aucune lumière ne peut s'en échapper, ce qui les rend difficiles à voir directement. Mais cette même propriété – une attraction gravitationnelle énorme – leur permet de provoquer les phénomènes les plus violents, les plus énergétiques et les plus faciles à observer en astronomie, dont les quasars, les bouffées de rayons gamma et les jets d'ondes radio. Elle leur permet aussi de jouer un rôle central dans la régulation de la formation des galaxies.

On croit que la plupart des galaxies contiennent en leur centre des trous noirs « supermassifs », qui atteignent leur taille par des fusions avec d'autres trous noirs. Les astronomes espèrent observer des signes directs de ces fusions en détectant les ondes gravitationnelles qu'elles émettent. Cependant, dans l'immensité de l'univers, comment sauront-ils exactement quelle fusion produit le signal? Malheureusement, les détecteurs d'ondes gravitationnelles ont une résolution directionnelle médiocre, de sorte qu'il sera difficile de déterminer avec précision d'où émanent les ondes détectées.



Représentation de jets électromagnétiques émis avant la fusion de trous noirs (image gracieuseté de L. Lehner, C. Palenzuela et S. Leibling).

Une recherche publiée récemment dans la revue *Science* par Luis Lehner, professeur associé à l'IP, et ses collaborateurs pourrait donner un indice essentiel. Ces chercheurs ont produit la première simulation informatique intégrant les effets de la dynamique extrême créée par la fusion de trous noirs sur le plasma chargé qui les entoure. Le mouvement orbital des trous noirs qui fusionnent agite le plasma, entraînant l'émission de puissants jets de rayonnement.

Étant émis de quelques jours à quelques semaines avant la fusion elle-même, ces jets joueraient le rôle de signaux d'alarme et sont théoriquement détectables à une distance de deux à six milliards d'années-lumière. Mieux encore, comme les ondes émises sont électromagnétiques, leur source peut être localisée avec précision. En combinant les signaux électromagnétiques captés par de puissants radiotélescopes et les signaux d'ondes gravitationnelles détectés par les futurs télescopes à ondes gravitationnelles, les scientifiques devraient parvenir un jour à sonder les systèmes de trous noirs. Ce qu'ils apprendront alors modifiera probablement en profondeur notre compréhension de la gravité, de l'espace et du temps.

Référence : PALENZUELA, C., L. LEHNER et S. LEIBLING, « Dual Jets From Binary Black Holes » *Science*, vol. 329, n° 5994, 20 août 2010, p. 927-930, DOI : 10.1126/science.1191766.



Profil : Latham Boyle

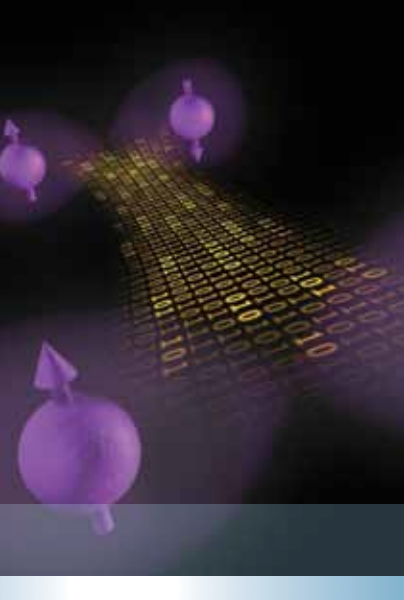
Quand j'étais enfant, ce que j'aimais le plus au monde était de grimper sur des rochers ou explorer des grottes. Mes parents ont dû se dire que je deviendrais spéléologue et non physicien. Je ne sais trop pourquoi, j'avais dans ma jeunesse une attitude plutôt négative face à la science, et ce n'est que plus tard (à l'université) que j'ai découvert un intérêt pour la science.

En cosmologie, il y a plein de problèmes fondamentaux et de questions sans réponse, du genre « Pourquoi l'univers est-il rempli de matière plutôt que d'antimatière? » ou « Qu'est-ce qui a produit les minuscules fluctuations de température que nous observons dans le rayonnement fossile? ». On peut considérer ces questions comme des indices, et j'espère proposer une explication des débuts de l'univers qui parvienne à résoudre d'un coup le plus grand nombre possible de ces problèmes. Je suis fasciné par un récent article d'Edward Witten intitulé A New Look at the Path Integral of Quantum Mechanics et par la possibilité que certaines des idées qui y sont avancées soient applicables à la cosmologie.

L'Institut Perimeter constitue un milieu très distinctif. Je me sens entouré de beaucoup de gens qui progressent dans des projets fort ambitieux. La gamme de compétences de l'Institut en physique théorique est à la fois très vaste et sans égale. Il est impossible de suivre tous les chercheurs invités et d'assister à tous les ateliers. Le rêve de tout théoricien!

– Latham Boyle

Latham Boyle a obtenu son doctorat à l'Université de Princeton en 2006. Il a été postdoctorant à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), à Toronto, de 2006 à 2009. En 2008, il a été boursier junior de l'ICRA. Il est devenu professeur adjoint à l'IP en 2010.

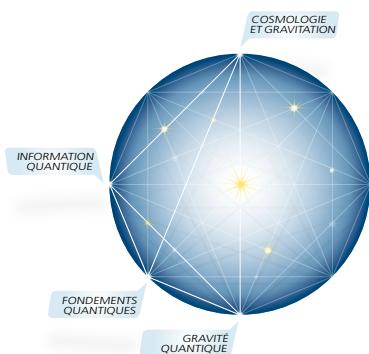


LES FRONTIÈRES QUANTIQUES

La mécanique quantique fournit une description extraordinairement précise du monde subatomique, mais elle est tout à l’opposé de nombreux concepts du sens commun. Par exemple, selon la mécanique quantique, une même particule se comporte comme si elle était à plusieurs endroits à la fois. Notre notion de phénomènes liés entre eux ou indépendants les uns des autres vole également en éclats : des particules peuvent être à des kilomètres de distance et, sous certains aspects, constituer quand même une seule entité complexe. Même si la mécanique quantique continue de poser de sérieux défis conceptuels, toutes ses prédictions que nous avons pu tester jusqu’à ce jour ont été totalement confirmées.

Bien des gens pensent que nous sommes à la veille d’une nouvelle révolution quantique dans la technologie, fondée sur ces mêmes caractéristiques déroutantes, qui pourrait transformer le XXI^e siècle d’une manière spectaculaire. Depuis une quinzaine d’années, il apparaît clairement que la mécanique quantique est beaucoup plus puissante pour le traitement de l’information que la physique classique exploitée dans les ordinateurs actuels. Un ordinateur quantique ne comportant que de 50 à 60 bits quantiques, appelés en abrégé qubits ou qbits, aurait une puissance supérieure à celle des plus grands superordinateurs actuels. De la même manière, la cryptographie quantique offre le potentiel de communications ultrasûres, imperméables à l’espionnage.

Comment les interactions quantiques produisent-elles la réalité que nous percevons? Quelles sont les propriétés de l’information quantique, et quelles tâches de traitement de l’information un ordinateur quantique permettra-t-il d’accomplir? Les chercheurs de l’IP travaillent tout le long de la frontière quantique, cherchant de nouvelles perspectives sur les fondements conceptuels et mathématiques de la théorie, et élaborant de nouvelles approches de la description de grands systèmes quantiques, ainsi que de nouveaux tests expérimentaux et de nouvelles applications.



Quelles sont les limites et les possibilités des ordinateurs quantiques?

L’une des principales motivations de la construction d’un ordinateur quantique est la résolution de problèmes qui dépassent la capacité des ordinateurs classiques actuels. Il est important de déterminer clairement et avec exactitude les problèmes qui seront ou non plus faciles à résoudre à l’aide d’un ordinateur quantique.

Le domaine de la complexité algorithmique vise à répartir les problèmes en différentes classes selon le degré de difficulté de leur résolution, en fonction par exemple du temps qu’il faut pour trouver la solution et de la quantité de ressources informatiques nécessaires.

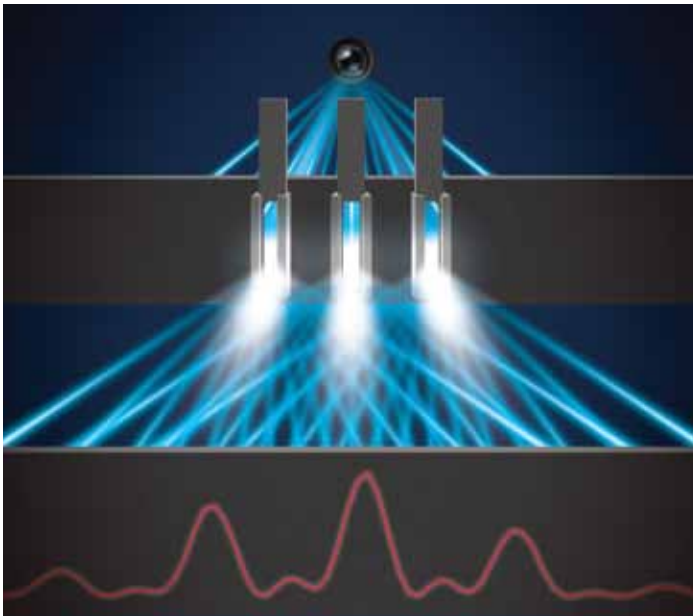
Récemment, Zhengfeng Ji, postdoctorant à l’IP, et ses collaborateurs John Watrous et Sarvagya Upadhyay (tous deux de l’Institut d’informatique quantique) ainsi que Rahul Jain (de l’Université Southern California) ont étudié un ensemble de problèmes algorithmiques du domaine de la cryptographie, qui concerne la sécurité du stockage, du transfert et du traitement de l’information. Ils ont comparé deux types de problèmes algorithmiques, l’un fondé sur les interactions cryptographiques entre des ordinateurs classiques, et l’autre fondé sur des interactions analogues entre ordinateurs quantiques. Ils ont démontré que ces deux types de problèmes sont équivalents, et que par conséquent la puissance d’un ordinateur quantique ne constitue pas un avantage significatif pour la résolution de ces problèmes. Ce résultat est considéré comme une percée importante, parce qu’il aide à clarifier les liens entre les classes de complexité en algorithmique quantique et en algorithmique classique. Cela aide les chercheurs à mieux comprendre les possibilités et les limites de l’informatique quantique.

Référence : JAIN, Rahul (Université Southern California), Zhengfeng Ji (Institut Perimeter), Sarvagya UPADHYAY (Institut d’informatique quantique) et John WATROUS (Institut d’informatique quantique). « QIP = PSPACE », Proceedings of the 42nd ACM Symposium on Theory of Computing (STOC), 2010, arXiv:0907.4737.

Une particule peut-elle être à trois endroits à la fois?

Raymond Laflamme, professeur associé à l'IP, et ses collaborateurs de l'Institut d'informatique quantique et de l'Université d'Innsbruck, ont effectué le test expérimental le plus rigoureux à ce jour de la règle de Born, l'un des postulats centraux de la mécanique quantique, qui définit la probabilité qu'une mesure d'un système quantique donne un certain résultat. Ces travaux ont donné lieu à un article publié dans la revue *Science*.

Les chercheurs ont mis au point une variante de la célèbre expérience des fentes d'Young, dans laquelle un faisceau de particules subatomiques telles que des photons ou des électrons traverse deux fentes rapprochées percées dans un écran. Lorsqu'un grand nombre de particules sont émises, un motif caractéristique se forme. Étrangement, c'est précisément le motif que l'on attendrait si l'on avait envoyé un faisceau d'ondes sur les fentes, même si les particules traversent le dispositif une à la fois. En quelque sorte, chaque particule voyage comme une onde, passant simultanément à travers les deux fentes, même si on n'observe finalement qu'une seule particule. C'est là un exemple de la dualité « onde-corpuscule » prédite par la mécanique quantique.



Représentation artistique de l'expérience des trois fentes

Une relation précise, appelée règle de Born, énonce que la probabilité d'observer une particule est proportionnelle à l'intensité de l'onde. La manière la plus simple de visualiser l'interférence ondulatoire est d'utiliser deux fentes, mais dans leur nouvelle expérience, les chercheurs ont envoyé un à un des photons à travers trois fentes pour les observer sur un écran. Les résultats ont confirmé à moins d'un pour cent près les prédictions de la mécanique quantique standard, renforçant nos connaissances actuelles tout en ouvrant de nouvelles avenues pour mettre à l'épreuve la mécanique quantique à des niveaux de précision encore plus élevés.

Référence : SINHA, Urbasi, Christophe COUTEAU, Thomas JENNEWWEIN, Raymond LAFHAMME et Gregor WEIHS. « Ruling Out Multi-Order Interference in Quantum Mechanics », *Science*, vol. 329, n° 5990, 23 juillet 2010, p. 418-421. DOI : 10.1126/science.1190545.



Profil : Freddy Cachazo

Au cours de ma première année d'école secondaire, sous un pont de Caracas, la ville du Venezuela où j'ai grandi, j'ai trouvé chez un bouquiniste un livre sur l'espace des vitesses en tant que plan de Lobatchevsky. C'est la combinaison d'une géométrie exotique et de la physique qui a captivé mon attention pendant plusieurs années. De fait, j'ai relu ce livre tous les ans jusqu'à ce que j'aie fini par comprendre (ou peut-être simplement à être habitué à ces concepts).

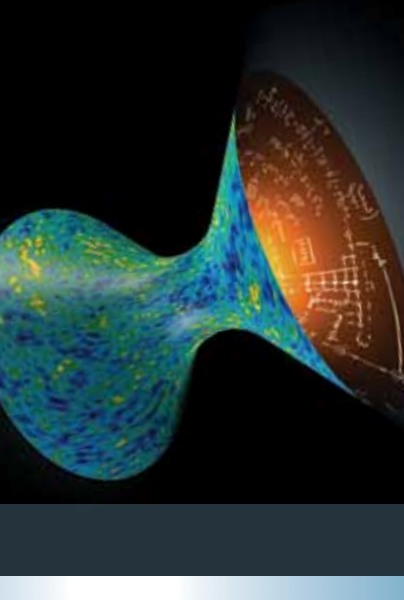
Je veux comprendre la structure de l'espace-temps et la manière dont la physique que nous expérimentons peut se traduire en termes mathématiques. Dans mes recherches actuelles, je trouve des structures cachées nouvelles et fascinantes dans des théories, appelées théories de jauge, que nous pensions bien comprendre. Ces théories décrivent les interactions des photons avec les électrons, ainsi que les cousins des photons et des électrons, appelés gluons et gluinos.

Je collabore à ces travaux avec Nima Arkani-Hamed, professeur à l'Institut d'études avancées de Princeton et titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'IP. Ce travail est très intense. Si nous travaillons si fort, c'est parce que nous avons cette chance d'avoir un emploi qui est en même temps notre passe-temps préféré.

Ce qui distingue l'IP, c'est le flux de scientifiques invités et le contact avec les nombreuses idées différentes qu'ils nous apportent. Je considère que l'IP constitue une expérience très intéressante. En tant que théoricien de la physique, je ne vivrai probablement jamais une autre expérience d'aussi près! L'IP a un tel potentiel qu'il est réellement difficile d'imaginer où il en sera dans dix ans.

– Freddy Cachazo

Freddy Cachazo est professeur à l'IP. Il a obtenu son doctorat à l'Université Harvard en 2002 et s'est joint au corps professoral de l'IP en 2005.

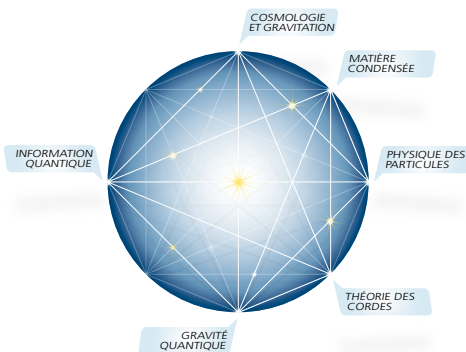


L'HOLOGRAPHIE ET DE NOUVELLES APPROCHES DE LA THÉORIE QUANTIQUE DE CHAMPS

Vous ne pouvez pas regarder de l'autre côté d'une photographie ordinaire, mais quand vous inclinez une carte de crédit, vous pouvez voir l'hologramme de l'oiseau sous différents angles : l'hologramme code sur une surface à deux dimensions une information visuelle tridimensionnelle. De la même manière, selon le principe holographique, une théorie qui décrit un système dans un certain nombre de dimensions de l'espace peut être traduite en une autre théorie faisant appel à une dimension de moins.

L'holographie offre une manière entièrement nouvelle d'aborder la théorie quantique des champs (TQC), cadre mathématique employé pour décrire les interactions entre particules élémentaires dans le domaine subatomique. La TQC est utilisée pour décrire aussi bien la physique des particules élémentaires à haute énergie que la physique de la matière condensée à faible énergie, qui a de nombreuses applications technologiques dans la vie de tous les jours. Alors qu'elle décrit avec beaucoup de précision et de puissance de nombreux processus du domaine subatomique, la TQC devient excessivement complexe dans beaucoup de problèmes importants où dominent les effets quantiques, par exemple lorsqu'il s'agit de décrire comment les constituants du noyau atomique – les protons et les neutrons – sont formés à partir des quarks puis agglutinés pour former le noyau. La compréhension de ce lieu d'« interaction forte » est fondamentale pour saisir les propriétés de la matière nucléaire.

Y a-t-il une manière plus simple et plus productive d'aborder ces problèmes? Un certain nombre de chercheurs de l'IP explorent ce nouveau territoire. Ils élaborent de nouvelles approches holographiques de la théorie quantique des champs et combinent les perspectives de la gravité quantique, de la physique des particules, de la cosmologie et de la matière condensée. Leurs découvertes surprenantes pourraient révéler des liens profonds, que l'on recherche depuis longtemps, entre la nature de l'espace et du temps, d'une part, et la physique quantique, d'autre part.



La physique des particules nous permet de décrire avec une précision et une puissance étonnantes les constituants fondamentaux de l'univers. Le cadre mathématique dont nous nous servons pour décrire les particules élémentaires s'appelle la théorie quantique des champs. Cette théorie résulte de la synthèse de la mécanique quantique et de la théorie des champs électromagnétiques et de la lumière de Maxwell. Elle décrit l'ensemble de la physique nucléaire et corpusculaire, la matière condensée et la cosmologie du début de l'univers. Des progrès fondamentaux dans ce domaine sont donc susceptibles d'avoir des répercussions majeures dans toute la physique.

Peut-on se servir d'« aimants quantiques » pour comprendre l'interaction forte?

L'« interaction forte » est l'une des quatre forces fondamentales présentes dans la nature (avec la gravité, la force électromagnétique et l'interaction faible). Elle stabilise les protons et les neutrons – et empêche l'éclatement du noyau atomique.

Jaume Gomis, professeur à l'IP, en collaboration avec Takuya Okuda, postdoctorant à l'IP, et d'autres collaborateurs travaillant à l'étranger, a mis au point de nouveaux outils d'étude de l'interaction forte. À partir des travaux de Gerard 't Hooft, lauréat du prix Nobel de physique, ces chercheurs ont calculé avec précision de nouvelles grandeurs physiques observables dans des modèles bien adaptés à l'étude du confinement des quarks.

Ces résultats donnent l'une des très rares grandeurs physiques observables calculées avec exactitude de la théorie quantique des champs à interaction forte, et pourraient ultimement produire des signaux détectables dans des expériences. D'autre part, ils établissent un lien étroit entre les théories formulées en quatre dimensions et les théories conformes bidimensionnelles, analogues à celles qui décrivent des phénomènes cruciaux tels que la transition de phase liquide-vapeur de l'eau à des températures élevées. À partir de ces résultats, Gomis et ses collaborateurs ont maintenant entrepris d'étudier directement la dynamique exacte de théories quadridimensionnelles.

Référence : GOMIS, Jaume (Institut Perimeter), TAKUYA OKUDA (Institut Perimeter), NADAV DRUKKER (Université Humboldt de Berlin), JOERG TESCHNER (DESY) « Gauge Theory Loop Operators and Liouville Theory », Journal of High Energy Physics (JHEP), vol. 1002, 2010, p. 057, arXiv:0909.1105.

Que nous apprennent les bulles de savon à propos de la diffusion quantique de particules?

Dans le but de révéler les constituants fondamentaux de la matière, les accélérateurs de particules comme le grand collisionneur hadronique (LHC pour *Large Hadron Collider*) du CERN projettent des particules subatomiques les unes contre les autres à des vitesses voisines de celle de la lumière. Les particules entrent en collision, rebondissent et émettent ou absorbent des particules supplémentaires

dans un processus appelé diffusion. Les « amplitudes de diffusion » sont des prédictions théoriques précises sur la probabilité d'obtenir en sortie diverses particules lorsqu'un ensemble donné de particules entrent en collision. Dans le cas de collisions comme celles du LHC, les processus qui font intervenir l'interaction forte dominant : ces processus ne dépendent que d'un seul paramètre libre, appelé couplage d'interaction.

Des générations de physiciens ont passé une grande partie de leur vie à calculer ces processus à l'aide de « diagrammes de Feynman », outil astucieux inventé par le célèbre physicien américain Richard Feynman. Cependant, depuis quelques années, des techniques plus succinctes et puissantes ont été mises de l'avant par des physiciens, dont Freddy Cachazo, de l'IP. Avec Nima Arkani-Hamed, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, et d'autres collaborateurs de l'Institut d'études avancées de Princeton (IAS), le professeur Cachazo a découvert de fortes relations entre amplitudes de diffusion, qui permettent de calculer celles-ci d'une manière beaucoup plus efficace qu'avec les méthodes de Feynman, lorsque le couplage d'interaction a une valeur faible.

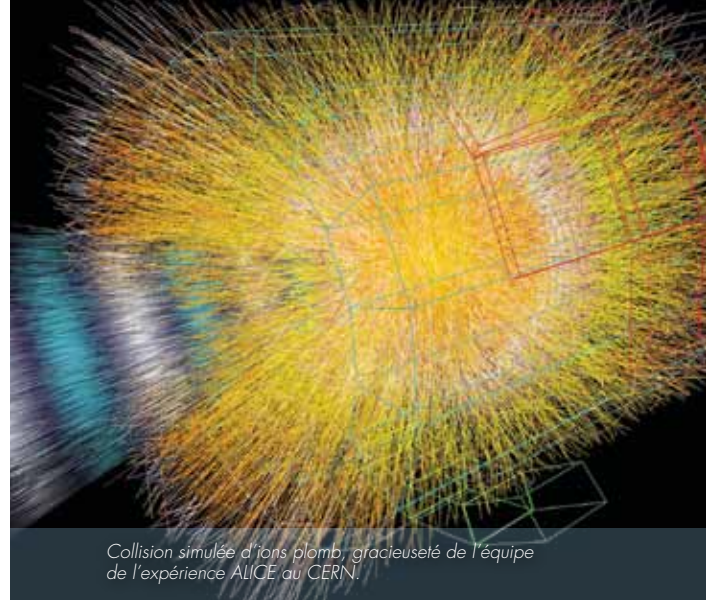
Les collisionneurs de particules tels que le LHC peuvent sonder l'interaction forte en détail, mais il faut de nouveaux outils théoriques pour faire des prédictions qu'ils permettent de tester.

Parallèlement à cela, les travaux de Pedro Vieira, professeur à l'IP, et du postdoctorant Amit Sever, avec d'autres collaborateurs de l'IAS dont Davide Gaiotto et Juan Maldacena, ont permis de calculer les amplitudes de diffusion lorsque le couplage d'interaction a une valeur élevée. Dans un tel régime, les effets quantiques dominant et la méthode de Feynman ne fonctionne pas. Le professeur Vieira et ses collaborateurs ont combiné l'holographie et un ensemble de méthodes mathématiques dites d'intégrabilité quantique, afin d'élaborer une nouvelle méthode de calcul des amplitudes de diffusion, qui s'avèrent correspondre à l'aire de certaines surfaces bidimensionnelles de « film de savon » dans un espace-temps courbe appelé « espace-temps anti-de Sitter ». En calculant ces aires, Vieira *et al.* ont pour la première fois déterminé l'amplitude de diffusion générale lorsque les effets quantiques sont très importants. De plus, leurs résultats suggèrent une autre description qui pourrait être valable pour toute valeur du couplage d'interaction.

La découverte de nouvelles structures mathématiques qui régissent la théorie quantique des champs aura probablement d'énormes répercussions, en permettant aux chercheurs non seulement de calculer des processus complexes qui interviennent dans des expériences réelles, mais aussi de répondre à des questions fondamentales comme celle de la structure quantique de l'espace et du temps.

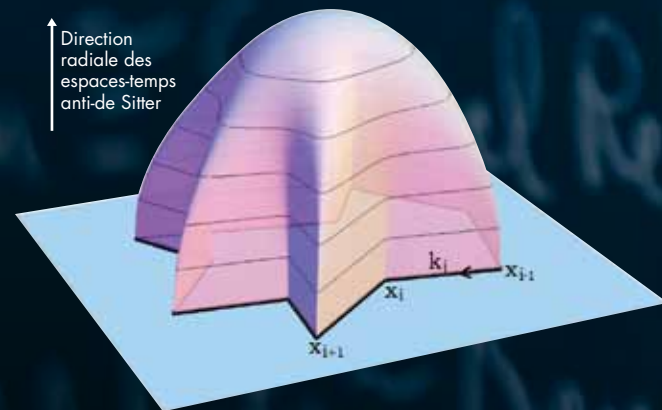
Références : ALDAY, Luis Fernando (Institut d'études avancées de Princeton – IAS), JUAN MALDACENA (IAS), AMIT SEVER (Institut Perimeter), PEDRO VIEIRA (Institut Perimeter). « Y-system for Scattering Amplitudes », *Journal of Physics*, vol. A43, 2010, 485401.

ALDAY, Luis Fernando (IAS), DAVIDE GAIOTTO (IAS), JUAN MALDACENA (IAS), AMIT SEVER (Institut Perimeter), PEDRO VIEIRA (Institut Perimeter). An Operator Product Expansion for Polygonal null Wilson Loops, [arXiv:1006.2788].

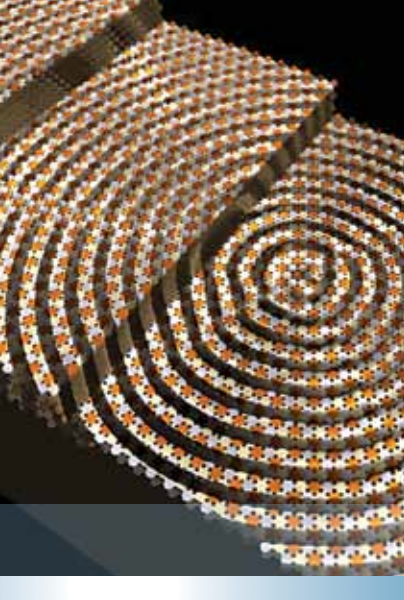


Collision simulée d'ions plomb, gracieuseté de l'équipe de l'expérience ALICE au CERN.

Dans la nature, les quarks qui composent tous les protons et neutrons de chaque noyau atomique sont « confinés », assemblés d'une manière si solide par l'« interaction forte » que l'on ne peut jamais observer un quark isolé. Même si la théorie de l'interaction forte (appelée chromodynamique quantique) a été très bien testée dans certains régimes, ses équations sont très difficiles à résoudre, et il a fallu jusqu'à maintenant recourir à des superordinateurs pour pouvoir progresser. La recherche de formules mathématiques précises décrivant le confinement des quarks demeure un problème majeur non résolu. On ne sait pas non plus comment des particules soumises à l'interaction forte telles que les protons, les neutrons et les pions acquièrent leur masse. Le confinement des quarks et l'acquisition d'une masse par toutes les particules construites à partir de quarks soumis à l'interaction forte constituent l'une des questions du prix du millénaire, d'une valeur d'un million de dollars US, offert par l'Institut de mathématiques Clay.



Dans les théories holographiques, le régime le plus quantique des amplitudes de diffusion s'avère décrit par des surfaces de film de savon dans un espace-temps anti-de Sitter.



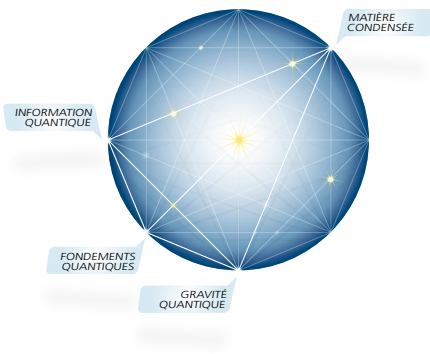
ÉMERGENCE ET INTRICATION

Une molécule d'eau seule ne coule pas et ne permet pas de flotter, mais un ensemble d'un grand nombre de telles molécules coule librement et fait flotter des bateaux. Les propriétés dites *émergentes* sont celles qui apparaissent dans des systèmes de nombreuses particules sans être présentes dans les particules individuelles qui composent ces systèmes. D'autre part, le comportement d'un grand système est souvent insensible aux détails des petits éléments qui le composent. Par exemple, des interactions moléculaires précises déterminent des détails comme la température exacte de fusion d'un solide, mais des propriétés plus générales, telles que la capacité d'un liquide de s'écouler, sont communes à une grande variété de substances.

Dans des matériaux normaux, la mécanique quantique joue un rôle essentiel quant aux interactions détaillées entre atomes, mais elle n'affecte nullement les propriétés émergentes du système. Par contre, il existe certains matériaux exotiques où le comportement quantique est si fort qu'il persiste même dans de très grands systèmes, ce qui confère à ces matériaux des propriétés émergentes *quantiques* extraordinaires et potentiellement très utiles.

Les liquides de spin et les isolants topologiques, récemment prédits par les théoriciens puis observés en laboratoire, sont des exemples de tels matériaux. Ces matériaux ont un potentiel technologique immense et pourraient permettre de construire des ordinateurs quantiques. On trouve également des systèmes aux propriétés émergentes quantiques à plusieurs autres frontières de la physique : les plasmas de quarks et de gluons produits dans certains accélérateurs de particules, les quasi-particules (appelées anyons) présentes dans certains matériaux ultrafroids, et même le tissu de l'espace-temps dans certaines théories de la gravité quantique.

La recherche de meilleures techniques d'étude de l'émergence et de l'intrication pourrait donc conduire à des avancées dans de nombreux domaines différents de la physique. Les chercheurs de l'IP se penchent sur ces nouvelles phases de la matière, afin de mieux comprendre comment leurs propriétés quantiques pourraient émerger dans de très grands systèmes.



Quel matériau faut-il employer pour construire un ordinateur quantique?

Un obstacle majeur à la construction d'ordinateurs quantiques est leur très grande vulnérabilité probable aux erreurs et aux interactions indésirables avec le monde extérieur. Une proposition pour aborder ce problème consiste à utiliser un système topologiquement ordonné. L'ordre topologique est une nouvelle phase de la matière qui résiste complètement à tout processus qui n'affecte qu'une petite région de la substance. Par conséquent un système topologiquement ordonné pourrait stocker de l'information quantique pendant une très longue période, puisque des erreurs ne surviendraient qu'après le temps qu'il leur faut pour se répandre dans tout le système. Par contre, du même coup, les systèmes topologiquement ordonnés les plus simples sont difficiles à utiliser comme ordinateurs quantiques, puisqu'il n'est pas facile de modifier volontairement l'information quantique enregistrée. Des systèmes plus complexes peuvent être utilisés comme ordinateurs quantiques, mais ils sont difficiles à fabriquer ou à trouver.

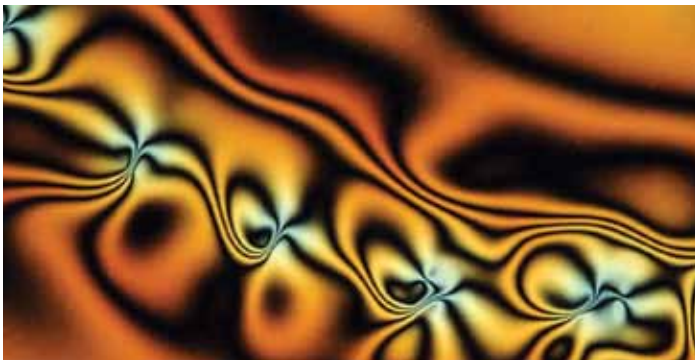
Hector Bombin, chercheur à l'IP, a récemment démontré comment, en ajoutant des « torsions » qui modifient la structure de treillis des atomes composant certains systèmes topologiquement ordonnés simples, on peut augmenter substantiellement le nombre de types de calculs que ces systèmes permettent d'effectuer. Même avec ces torsions, les systèmes ne sont pas encore théoriquement capables d'effectuer toute la gamme des calculs quantiques, mais des recherches en cours visent à améliorer d'une manière semblable d'autres systèmes topologiquement ordonnés simples.

Référence : arXiv:1004.1838, Phys. Rev. Letters, vol. 105, 2010, 030403.

Peut-on entendre la forme d'un tambour quantique?

Les systèmes topologiquement ordonnés sont importants non seulement parce qu'ils pourraient constituer de bons ordinateurs quantiques, mais aussi parce que ce sont des phases tellement exotiques de la matière qu'il est impossible de les décrire à l'aide du cadre conceptuel habituel des matériaux, fondé sur la symétrie. La connaissance des ordres topologiques est donc d'une importance capitale pour la théorie de la matière condensée et peut ouvrir la voie à de nombreux nouveaux matériaux.

Il y a plus de 40 ans, le mathématicien Mark Kac se demandait si l'on pourrait distinguer deux tambours de forme différente par le son qu'ils produisent. La réponse est non – il est possible que deux tambours de forme différente produisent exactement le même son. Par conséquent, lorsque l'on a découvert qu'à tout ordre topologique correspond une structure particulière d'intrication quantique, la question s'est posée de savoir si deux ordres topologiques différents (tambours quantiques) peuvent être distingués par les structures d'intrication (son) qu'ils possèdent.



Défauts topologiques formés lorsque l'on place une particule dans un cristal liquide (photo par Oleg Lavrentovich, Israel Lazo et Oleg Pishnyak)

Alioscia Hamma et Steven Flammia, postdoctorants à l'IP, Xiao-Gang Wen (MIT et titulaire d'une chaire de chercheur distingué) et Taylor Hughes (Université Stanford) ont démontré que des ordres topologiques différents peuvent avoir une même structure d'intrication quantique. Donc pour le moment, la réponse est non : on ne peut pas entendre la forme d'un tambour quantique. Autrement dit, nous avons encore beaucoup à découvrir sur les ordres topologiques et les phases quantiques de la matière. Les chercheurs poursuivent leurs travaux, qui visent à comprendre et à classifier de manière complète les divers types d'ordres topologiques.

Référence : FLAMMIA, Steven T., Alioscia HAMMA, Taylor L. HUGHES, Xiao-Gang WEN. « Topological Entanglement Renyi Entropy and Reduced Density Matrix Structure », Phys. Rev. Letters, vol. 103, 2009, 261601, arxiv:0909.3305.



Profil : Leonard Susskind

J'ai toujours voulu savoir comment les choses fonctionnent et comment elles sont devenues ce qu'elles sont. Je pense que c'est l'ouvrage de George Gamow intitulé One, Two, Three, Infinity qui a suscité cette curiosité chez moi quand j'avais environ 15 ans. Mais c'est seulement à l'université que j'ai découvert que je pourrais vraiment faire de la physique.

La grande question qui motive ma recherche est la suivante : « Par quels principes l'univers est-il régi? » C'est bien sûr une question trop vaste, que je restreins donc. L'univers est-il un multivers et comment prouve-t-on qu'il est l'un ou l'autre? S'il y a un multivers, est-il régi par les règles habituelles de la mécanique quantique et de la relativité, ou faut-il imaginer quelque chose de totalement nouveau? À l'heure actuelle, je me concentre sur la formulation d'une description mathématique précise d'un univers quantique fondé sur l'idée d'expansion éternelle.


J'ai fait de nombreuses visites à l'IP au cours des années. Sa trajectoire est spectaculaire. Ces dernières années, l'IP a constitué un corps professoral remarquable. Cela et son programme de chercheurs invités en ont fait l'un des plus grands centres de physique théorique au monde. L'IP se distingue par l'ouverture aux idées nouvelles, la capacité de ses chercheurs internes, les possibilités d'interaction avec des invités, ainsi que par une ambiance agréable.

L'été dernier, j'ai participé à l'atelier sur les limites cosmologiques en physique fondamentale. C'était tout à fait passionnant. C'est en grande partie dans de petits ateliers ciblés que j'ai appris des choses nouvelles. De tels ateliers sont le lieu par excellence pour savoir ce que sont et seront les nouvelles orientations de la recherche.

Je crois que l'avenir nous réserve des surprises imprévisibles. L'IP sera un lieu fécond, propice à l'éclosion de ces surprises. Il jouera en outre un rôle de premier plan dans la diffusion d'idées et de concepts nouveaux, non seulement dans le milieu de la recherche, mais aussi par le truchement des programmes éducatifs d'avant-garde qu'il a mis sur pied.

– Leonard Susskind

Leonard Susskind est le professeur Felix Bloch de physique théorique à l'Université Stanford. Il est également titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'IP. Considéré comme l'un des pères de la théorie des cordes, le professeur Susskind a également apporté des contributions majeures dans les domaines de la physique des particules, de la théorie des trous noirs et de la cosmologie.



Détail de *Untitled (One Year)*, par Elizabeth Macintosh, 2005-2006, collection de l'Institut Perimeter

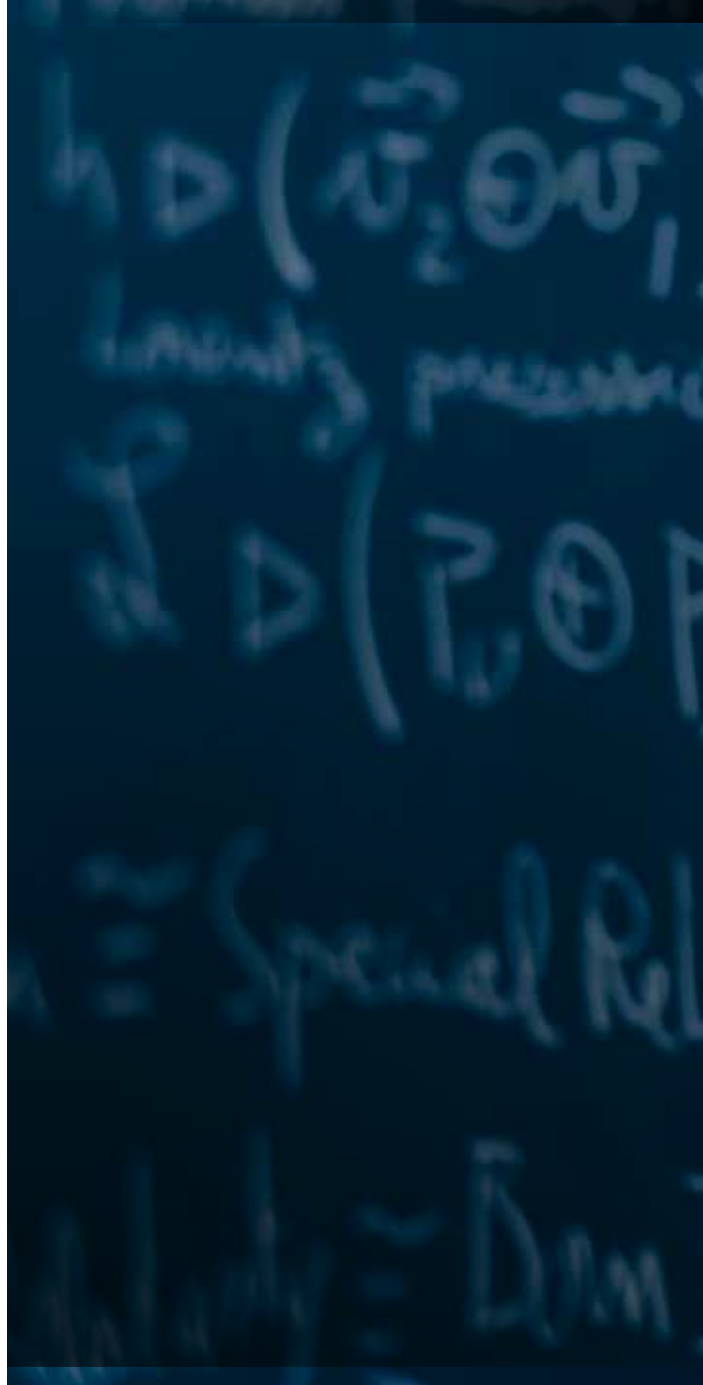
PRIX, DISTINCTIONS ET SUBVENTIONS MAJEURES

De nombreux chercheurs de l'IP ont reçu des marques de reconnaissance nationales et internationales pour leur travail en 2009-2010. On notera en particulier les suivantes.

- Le professeur associé Cliff Burgess s'est vu attribuer le prix de physique théorique et mathématique 2010 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques, la plus haute distinction attribuée dans ce domaine au Canada, pour sa « contribution importante et approfondie à la physique théorique ».
- Le chercheur Christopher Fuchs a remporté le prix du congrès international QCMC (*Quantum Communication, Measurement and Computation*) « pour ses contributions remarquables à la théorie de la communication quantique ».
- Le postdoctorant Zhengfeng Ji et ses collaborateurs ont remporté le prix de la meilleure communication au *Symposium on Theory of Computing* (STOC 2010) pour avoir résolu un important problème ouvert en complexité algorithmique quantique.
- Le postdoctorant Giulio Chiribella s'est vu décerner le prix Hermann Weyl 2010 du colloque international sur les méthodes de la théorie des groupes en physique.
- Le professeur associé Michele Mosca a été nommé membre du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) et figure au palmarès des 40 meilleurs leaders de moins de 40 ans de la région de Waterloo.
- Le professeur Neil Turok, directeur général de l'IP, a été nommé membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).
- Le ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario a attribué une bourse de nouveau chercheur au professeur Jaume Gomis.
- Le professeur associé Niayesh Afshordi a reçu l'un des huit « suppléments d'accélération à la découverte » (SAD) accordés pour la physique en 2010 par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).
- Le professeur Fotini Markopoulou a reçu une bourse de la fondation Alexander von Humboldt pour effectuer des recherches à l'Institut Albert-Einstein.



- Le CRSNG a attribué au professeur associé Michele Mosca et à ses partenaires de Waterloo, Calgary et Montréal une subvention de recherche-développement coopérative (RDC) de 750 000 dollars sur trois ans pour soutenir la recherche fondamentale et appliquée sur les réseaux de distribution quantique de clés.
- L'Army Research Office (ARO) des États-Unis a attribué une subvention de 600 000 dollars US sur trois ans au professeur associé Richard Cleve et à ses partenaires, dont les professeurs associés Michele Mosca et Ashwin Nayak, pour « le développement d'algorithmes de calcul quantique ».
- Parampreet Singh a reçu le prix S. Chandrasekhar 2010 de la Société internationale de la relativité générale et de la gravitation universelle.
- L'article du professeur Neil Turok (directeur général de l'IP) et de ses collaborateurs intitulé *The Return of the Phoenix Univers* (Le retour de l'univers phoenix) a reçu une mention honorable au concours 2009 de la Fondation de la recherche sur la gravité.
- L'article du postdoctorant Federico Piazza intitulé *The IR-completion of gravité: what happens at Hubble scales?* (La complétude infrarouge de la gravité : que se passe-t-il à l'échelle de Hubble?) a été sélectionné parmi les « meilleurs de 2009 » du *New Journal of Physics*.
- Le comité de rédaction de la revue *Classical and Quantum Gravity* (CQG) a inscrit à son palmarès 2008-2009 les articles *Quark Soup al dente: Applied Superstring Theory* (Soupe de quarks al dente : théorie appliquée des supercordes), des professeurs Robert C. Myers et Samuel E. Vázquez, et *Are loop quantum cosmos never singular?* (Les cosmos quantiques à boucles ne sont-ils jamais singuliers?), du postdoctorant Parampreet Singh.





Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, et Cliff Burgess, professeur associé

En 2009-2010...

- *Latham Boyle et Pedro Vieira sont devenus professeurs à temps plein à l'IP;*
- *David Cory et Niyesh Afshordi sont devenus professeurs associés à l'IP, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo;*
- *Luis Lehner s'est joint à l'IP à titre de professeur associé, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph;*
- *neuf nouveaux titulaires d'une chaire de chercheur distingué ont été nommés;*
- *quatorze nouveaux postdoctorants ont été recrutés.*

RECRUTEMENT

CORPS PROFESSORAL

L'Institut Perimeter (IP) a accueilli cinq nouveaux professeurs en 2009-2010 :

Niyesh Afshordi est devenu professeur associé à l'IP, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo. M. Afshordi se spécialise dans l'étude des problèmes pluridisciplinaires en physique fondamentale, en astrophysique et en cosmologie. Il s'intéresse particulièrement aux observations qui peuvent aider à aborder des problèmes de la physique fondamentale. En 2010, il a reçu l'un des huit « suppléments d'accélération à la découverte » (SAD) accordés pour la physique dans tout le pays par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

Pedro Vieira s'est joint à l'IP après avoir été chercheur associé à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle. Ses recherches portent sur la mise au point de nouveaux outils mathématiques pour les théories de jauge et des cordes. Il a récemment fait d'importantes avancées qui pourraient ouvrir de nouvelles perspectives sur les théories de jauge et la gravité quantique, et permettre de calculer des amplitudes de diffusion en physique des particules.

« C'est mon goût pour les problèmes sortant de ma zone de confort qui m'a amené à l'Institut Perimeter » [traduction]

– Luis Lehner, professeur associé

Deux chercheurs exceptionnels dans le domaine de la gravitation se sont joints au corps professoral de l'IP depuis un an. **Luis Lehner**, venu dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph, est un pionnier des recherches récentes visant à déduire, à partir des équations d'Einstein, des prédictions précises du comportement des trous noirs et d'autres systèmes à forte gravité. **Latham Boyle**, professeur adjoint à plein temps à l'IP, s'intéresse à ce que les mesures d'ondes gravitationnelles peuvent nous apprendre sur le commencement de l'univers. Avec les tests d'observation en astronomie des ondes gravitationnelles que l'on attend dans un proche avenir, ces nouveaux professeurs feront de l'IP un chef de file dans le domaine émergent de l'astronomie des ondes gravitationnelles, qui devrait ouvrir des perspectives entièrement nouvelles sur l'univers.

En juin 2010, **David Cory**, pionnier renommé de l'informatique quantique et ancien professeur de génie nucléaire à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), s'est joint à l'IP dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, où il est titulaire de la Chaire d'excellence en recherche du Canada sur le traitement de l'information quantique. M. Cory s'attaque aux défis expérimentaux et conceptuels de la construction de petits processeurs quantiques fondés sur les spins nucléaires, les spins électroniques, les neutrons, les dispositifs supraconducteurs à courant persistant et l'optique.

L'IP a récemment recruté plusieurs jeunes chercheurs exceptionnellement prometteurs, qui se joindront à son équipe au cours de l'année qui vient. **Philip Shuster** et **Natalia Toro** sont des théoriciens de la physique corpusculaire qui ont créé des liens étroits avec des expérimentateurs de plusieurs centres de pointe. Leurs vastes compétences permettront à l'IP de jouer un rôle de chef de file dans des expériences majeures menées avec le grand collisionneur hadronique au CERN et d'autres accélérateurs de particules. Enfin, **Davide Gaiotto**, qui se joindra à l'IP en 2011 en provenance de l'Institut d'études avancées de Princeton, est un jeune théoricien exceptionnellement doué dont le recrutement renforcera considérablement la recherche dans le domaine de plus en plus important des systèmes fortement corrélés.

« Les Ontariens sont honorés, pour ne pas dire enthousiasmés, d'accueillir Stephen Hawking, et nous sommes très fiers de sa venue à l'Institut Perimeter, où des chercheurs du monde entier et de plusieurs disciplines peuvent travailler ensemble à repousser encore davantage les frontières de nos connaissances communes. C'est le genre de collaboration que les Ontariens sont heureux de soutenir. » [traduction]

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



Première visite de Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'Institut Perimeter

Parmi les nombreux scientifiques éminents qui sont venus à l'IP en 2009-2010, Stephen Hawking, premier titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'IP, a fait son premier séjour à l'IP en juin et juillet 2010. Cette visite a été un moment fort de l'été. Le professeur Hawking a été accueilli à l'IP et au Canada par les Premiers ministres du Canada et de l'Ontario. Tout en mettant l'accent sur la recherche pendant son séjour de six semaines, le professeur Hawking a participé à tous les aspects de la vie de l'IP. Il a assisté à l'atelier sur les limites cosmologiques en physique fondamentale et y a présenté de nouveaux travaux avec Thomas Hertog, il a fêté la remise des diplômes à la première cohorte du cycle de formation PSI (dont il est l'un des parrains) et a contribué au programme de diffusion des connaissances de l'IP, avec un exposé diffusé partout au pays sur sa vie et ses recherches, qu'il a conclu en disant : « J'espère et j'entrevois que de grandes réalisations verront le jour ici. » [traduction]



LES CHAIRES DE CHERCHEUR DISTINGUÉ DE L'IP

La réunion de points de vue complémentaires permet de réaliser des avancées majeures. C'est dans cette optique que l'IP a créé en 2008 son programme de chaires de chercheur distingué, afin d'amener chaque année à l'IP un plus grand nombre des principaux théoriciens de la planète pour des séjours de recherche prolongés, tout en leur permettant de conserver leur poste permanent chez eux. Cette année, l'IP a nommé 9 nouveaux titulaires de chaire de chercheur distingué, portant à 20 leur nombre total actuel. Chacun est nommé pour une période de trois ans.

Ces chaires ajoutent, dans pratiquement tous les domaines de la physique, énormément de profondeur et d'étendue aux compétences de nos chercheurs à plein temps. Parmi les titulaires de ces chaires, on compte des chefs de file mondiaux tels que Stephen Hawking, ainsi que de jeunes étoiles comme Patrick Hayden (Université McGill) et Dorit Aharonov (Université Hébraïque de Jérusalem).



Dorit Aharonov

Christopher Isham

Guifre Vidal

Patrick Hayden

Malcolm Perry

Renate Loll

William Unruh

Sandu Popescu

Mark Wise

Le flot continu de scientifiques de haut niveau sert de bougie d'allumage pour de nouvelles recherches scientifiques et collaborations. Cela fait partie de l'enthousiasme que suscite le travail à l'IP. Même si le programme de chaires de chercheur distingué vise avant tout à offrir le temps et l'espace nécessaires pour mener des recherches intensives, les titulaires de chaire participent à tous les aspects de la vie de l'IP. Plusieurs enseignent au programme de maîtrise PSI, d'autres organisent des conférences et des ateliers de pointe ou partagent leur savoir par des exposés publics dans le cadre du programme de diffusion des connaissances de l'IP.

POSTDOCTORANTS

En 2009-2010, l'IP comptait 47 postdoctorants travaillant sur place. Ces postdoctorants mènent leurs propres recherches et sont encouragés à agir comme partenaires au sein de la communauté de chercheurs – en organisant des conférences et des ateliers, en recevant des invités et en faisant des exposés. Ils sont nommés pour des termes de trois ou cinq ans. L'IP compte actuellement le groupe le plus important de postdoctorants indépendants en physique théorique au monde. En 2009-2010, 14 nouveaux postdoctorants ont été sélectionnés parmi plus de 500 candidats, venant entre autres de Princeton, de l'Institut de technologie de la Californie (Caltech), de l'Institut Albert-Einstein (Potsdam), de l'ETH (Zurich) et de l'Institut Kavli de physique théorique (Santa Barbara).



Les postdoctorants de l'IP ont beaucoup de succès dans l'obtention de postes après leur formation à l'IP. Par exemple, au cours de la dernière année, plusieurs postdoctorants ont obtenu au terme de leur séjour à l'IP des postes de professeur dans des institutions prestigieuses, dont l'Université de Genève, l'Institut nordique de physique théorique (NORDITA) à Stockholm, l'Université d'Albany-SUNY, l'Université Loyola et l'Institut indien des sciences à Bangalore.

Titulaires de chaire de chercheur distingué de l'IP

* Titulaires de chaire nommés en 2009-2010

*Dorit Aharonov**, Université Hébraïque, Jérusalem

Yakir Aharonov, Université Chapman, Californie, et Université de Tel Aviv

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

Neta Bahcall, Université de Princeton

Juan Ignacio Cirac, Institut Max-Planck, Allemagne

Gia Dvali, Université de New York et CERN, Genève

Stephen Hawking, Université de Cambridge

*Patrick Hayden**, Université McGill

*Christopher Isham**, Collège impérial de Londres

Leo Kadanoff, Université de Chicago

*Renate Loll**, Université d'Utrecht

*Malcolm Perry**, Université de Cambridge

*Sandu Popescu**, Université de Bristol

Subir Sachdev, Université Harvard

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

Leonard Susskind, Université Stanford, Palo Alto, CA

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

*Guifre Vidal**, Université du Queensland

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

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



FORMATION À LA RECHERCHE

LE CYCLE PERIMETER SCHOLARS INTERNATIONAL



perimeter scholars
INTERNATIONAL

L'an dernier, l'Institut Perimeter a lancé le cycle de formation Perimeter Scholars International (PSI) en partenariat avec l'Université de Waterloo. Ce programme de maîtrise innovateur est conçu pour attirer des diplômés universitaires brillants du monde entier et les amener à la fine pointe de la physique théorique par une formation intensive d'une durée de dix mois.

Les cours sont donnés par des professeurs invités et s'accompagnent de séances personnalisées quotidiennes animées par quatre tuteurs à temps plein de niveau postdoctoral. Le programme de formation porte sur le spectre complet de la physique théorique et enseigne aux jeunes chercheurs ce dont ils ont le plus besoin : comment élaborer des modèles par ordinateur, comment penser de manière indépendante et comment collaborer afin de résoudre des problèmes nouveaux. Dans cette dernière partie du programme, les étudiants doivent produire et soutenir une thèse portant sur des recherches originales. L'an dernier, plusieurs de ces thèses ont été acceptées pour publication par voie de concours dans des conférences internationales.

« Ce que le programme PSI m'a apporté de mieux, c'est l'occasion de côtoyer certains des plus grands dans le domaine. Grâce à de nombreuses conversations avec ces personnes tout au long de l'année, je me suis formé une image mentale de la vie de chercheur et de ce que j'aimerais faire moi-même. » [traduction]

– Prasanna Bhogale, diplômé du cycle de formation PSI en 2010

La première année de ce programme a connu un grand succès, avec une excellente première cohorte de 28 étudiants provenant de 16 pays. La plupart des diplômés de ce programme ont entrepris de poursuivre des études de doctorat dans des institutions canadiennes et étrangères reconnues, comme l'Université Harvard, l'Université Stanford, le Collège impérial de Londres, l'Institut Perimeter, l'Université de Waterloo et l'Université McMaster. D'autres ont obtenu des postes dans des entreprises, dont Google et Amazon. Pour l'année 2010-2011, 31 étudiants de haut niveau dont 14 femmes, provenant de 15 pays, ont été sélectionnés, et le programme devrait croître dans l'avenir.

COURS

En plus des cours dispensés dans le cadre du cycle de formation PSI, l'IP profite de l'expérience de ses chercheurs internes et invités pour offrir des cours sur des thèmes particuliers à l'intention des chercheurs et pour enrichir l'offre de cours des universités environnantes. En 2009-2010, l'IP a continué d'étendre les cours offerts à ses chercheurs et étudiants. Il y a des cours brefs et ciblés et des cours plus longs, donnant droit à des crédits, dispensés en collaboration avec des universités de la région. Mentionnons entre autres les cours *Beyond the Standard Model Physics and the LHC* (Au-delà des modèles standard de la physique avec le LHC), donné par James Wells du CERN, *Foundations and Interpretation of Quantum Theory* (Fondements et interprétation de la mécanique quantique), donné par Raymond Laflamme et Joseph Emerson de l'IP et de l'Institut d'informatique quantique, ainsi que *New Developments in N=2 Supersymmetric Gauge Theories* (Nouveaux développements dans les théories de jauge possédant deux supersymétries), donné par Davide Gaiotto de l'Institut d'études avancées de Princeton.

Comme pour toutes les réunions de chercheurs organisées par l'IP, ces cours sont accessibles à la communauté scientifique élargie par le truchement de PIRSA, le site d'archivage en ligne de l'IP.

DOCTORANTS

Au cours de la dernière année, 25 doctorants ont poursuivi à plein temps leurs études supérieures sous la supervision de professeurs de l'IP. Les doctorants reçoivent leur diplôme d'une université partenaire à laquelle appartient leur directeur de thèse à l'IP. Le programme d'études supérieures de l'IP offre aux étudiants d'excellentes occasions d'échanger avec des physiciens de l'IP ou invités venant du monde entier. Huit nouveaux doctorants se sont joints à l'IP en 2009-2010, et l'IP projette d'augmenter considérablement ce nombre, parallèlement à la croissance du corps professoral. Les doctorants de l'IP ont réussi à obtenir des bourses postdoctorales dans des institutions telles que l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara (États-Unis), le Centre spatial Goddard de la NASA (États-Unis), l'Institut Max-Planck (Allemagne), l'Université Kinki (Japon), de même que dans des établissements canadiens, dont l'Université de la Colombie-Britannique, l'Université McGill et l'Université de Toronto.

CHERCHEURS DE PREMIER CYCLE

Les postdoctorants de l'IP ont la possibilité d'acquérir une expérience de mentorat tout en poursuivant leurs programmes de recherche, en élaborant des projets de recherche de deux à quatre mois qui requièrent l'assistance d'un étudiant de premier cycle. Au cours des mois d'été, des étudiants de premier cycle recrutés partout dans le monde se joignent à l'équipe de chercheurs de l'IP, ce qui leur permet d'acquérir des compétences en recherche, ainsi que des connaissances sur des domaines de recherche précis et de manière plus générale sur le travail des gens qui œuvrent en physique théorique.



Corps professoral du cycle PSI en 2009-2010

John Berlinsky, directeur

Niyesh Afshordi, Institut Perimeter et Université de Waterloo

Ben Allanach, Université de Cambridge

Philip Anderson, Université de Princeton

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

Katrin Becker, Université A&M du Texas

Melanie Becker, Université A&M du Texas

Carl Bender, Université Washington, Saint-Louis

Freddy Cachazo, Institut Perimeter

Matt Choptuik, Université de la Colombie-Britannique

Susan Coppersmith, Université du Wisconsin à Madison

David Cory, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Kari Dalnoki-Veress, Université McMaster, Hamilton

*François David, Institut de physique théorique,
CEA-Saclay, France*

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, Laboratoire national de l'accélérateur
SLAC, Stanford, CA*

Frans Pretorius, Université de Princeton

Sid Redner, Université de Boston

Anders Sandvik, Université de Boston

Erik Sorensen, Université McMaster, Hamilton

Robert Spekkens, Institut Perimeter

Andrew Tolley, Institut Perimeter

David Tong, Université de Cambridge

Neil Turok, Institut Perimeter

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



Participants à la conférence Connections in Geometry and Physics 2010
(Connexions en géométrie et en physique 2010)

Quelques statistiques

En 2009-2010, l'IP...

- a accueilli 387 scientifiques invités, dont 350 pour de courtes périodes et 17 chercheurs invités à long terme;
- a organisé 15 conférences, ateliers et écoles d'été, auxquels ont participé 691 chercheurs du monde entier, ainsi que 242 exposés scientifiques.



Le bâton de hockey de l'Institut Perimeter

Qui a dit qu'au Canada on a besoin de pointeurs au laser? Le bâton de hockey utilisé comme pointeur est une tradition de l'IP et a été brandi par des centaines de chercheurs présentant leurs travaux à la communauté scientifique.

RÉUNIONS DE CHERCHEURS

CONFÉRENCES, ATELIERS ET ÉCOLES D'ÉTÉ

Le grand physicien Robert Oppenheimer a dit un jour : « Ce que nous ne comprenons pas, nous nous l'expliquons les uns aux autres. » [traduction] Le fait de se concentrer sur un sujet et les interactions humaines inattendues qui surviennent dans les rencontres scientifiques font partie du processus vivant qui favorise les nouvelles perspectives scientifiques.

L'IP est reconnu pour organiser des conférences et ateliers scientifiques tels que l'on n'en voit nulle part ailleurs – des rencontres de gens brillants qui discutent des sujets du jour dans des domaines de pointe. Grâce à sa souplesse, l'IP peut repérer et exploiter de nouveaux domaines exceptionnellement prometteurs, et plusieurs conférences qui se sont tenues à l'IP au cours de l'année ont été les premières au monde sur de nouvelles découvertes et de nouveaux sujets.

En choisissant de manière stratégique les domaines dans lesquels une conférence ou un atelier est susceptible de donner des résultats significatifs, l'IP vise à accélérer le progrès scientifique et à agir comme une importante plaque tournante de la recherche de pointe en physique théorique.

COLLOQUES ET SÉMINAIRES

L'IP organise huit séries de séminaires hebdomadaires, ce qui favorise la collaboration et l'échange de connaissances avec des chefs de file de la recherche dans toutes les régions du globe. Presque toutes les réunions de chercheurs organisées à l'IP sont enregistrées et gratuitement accessibles par le truchement de PIRSA, le site d'archivage en ligne de l'IP. PIRSA contient maintenant plus de 4000 séminaires, exposés, cours et colloques.

Parmi les nombreux conférenciers aux 242 séminaires et colloques de la dernière année, mentionnons Yakir Aharonov (Université Chapman), Juan Maldacena (Institut d'études avancées de Princeton), Mark Wise (Caltech), Ashoke Sen (SUNY, Stony Brook), Leon Balents (KITP, Santa Barbara), Erik Verlinde (Université d'Amsterdam), Sir Anthony Leggett (Université de l'Illinois). L'IP participe en outre au Séminaire international sur la gravitation quantique à boucles, rencontre virtuelle hebdomadaire des chercheurs de 15 groupes qui travaillent sur la gravité quantique en Europe, en Amérique du Nord et en Amérique du Sud.



Plus de 4000 séminaires, exposés, cours et colloques de l'IP sont accessibles à la communauté scientifique mondiale par le truchement de PIRSA, site d'archivage en ligne de l'IP. PIRSA est un ensemble d'archives permanent, gratuit, consultable et dont les documents peuvent être cités. Il contient les enregistrements de séminaires, conférences, ateliers et activités de diffusion des connaissances. Tous les cours du cycle de formation PSI sont également accessibles dans PIRSA et sont consultés par des étudiants de partout dans le monde.

Des séminaires sur demande comportant des enregistrements vidéo et des documents de présentation (p. ex. des diapositives) sont accessibles dans les formats Windows et Flash. Des fichiers audio MP3 et des fichiers PDF des documents d'accompagnement sont également disponibles. Des exposés scientifiques présentés sur un écran partagé permettent à ceux qui les regardent de les suivre comme s'ils étaient dans l'auditoire, en profitant en plus de fonctions de zoom et de pause, ainsi que de la possibilité d'examiner plus attentivement certaines diapositives, équations ou figures.

PIRSA (<http://pirsa.org/>) est devenu une ressource importante pour la communauté scientifique internationale. Au cours de l'année 2009-2010, 45 004 visiteurs distincts de 151 pays ont accédé à PIRSA.

Deux ateliers dignes de mention

**Gravity at a Lifshitz Point
(La gravité en un point de Lifshitz),
du 8 au 10 novembre 2009**

Ce fut la première rencontre au monde sur les implications de la récente proposition de Petr Horava concernant une théorie modifiée de la gravitation, qui a suscité énormément d'intérêt dans le monde. Cet atelier a été organisé conjointement par Dario Benedetti, postdoctorant à l'IP, et par le professeur Horava lui-même. Il a permis à des chercheurs importants de cerner clairement l'état de cette théorie et a suscité de nouvelles idées et collaborations à l'intérieur et à l'extérieur de l'IP. Tous les exposés sont accessibles en ligne à l'adresse <http://pirsa.org/C09026>.

**Emergence and Entanglement
(Émergence et intrication),
du 25 au 29 mai 2010**

Beaucoup considèrent que cet atelier a fait œuvre de pionnier dans un domaine passionnant, en rassemblant pour la première fois des chercheurs dans les domaines de l'information quantique, de la matière condensée et de la théorie des cordes, afin d'exposer et d'analyser des recherches récentes sur de nouvelles phases fortement quantiques de la matière. Ces matériaux exotiques, qui comprennent les isolants topologiques et les liquides de spin, ont des propriétés originales qui auront probablement de grandes répercussions technologiques. La recherche révèle des liens surprenants entre la physique des hautes énergies et celle des basses énergies. Le programme de cet atelier comprenait des exposés de 30 chercheurs de premier plan, dont le lauréat du prix Nobel Sir Anthony Leggett (Université de l'Illinois), Xiao-Gang Wen (MIT), Subir Sachdev (Université Harvard) et Guifre Vidal (Université du Queensland). Tous les exposés sont accessibles en ligne à l'adresse <http://pirsa.org/C10012/3>.



Participants à la journée IP-LHC-ICAT

COLLABORATIONS DE RECHERCHE

PROGRAMME DE CHERCHEURS INVITÉS

Un programme dynamique de chercheurs invités permet aux scientifiques de l'IP de se tenir au courant des nouvelles avancées, d'échanger des idées et de susciter des collaborations inédites avec des collègues. En venant à l'IP, les chercheurs invités ont le temps et l'espace nécessaires pour travailler quotidiennement et de manière intense avec des collaborateurs, condition souvent essentielle pour résoudre des problèmes difficiles. Au cours de la dernière année, l'IP a accueilli 387 chercheurs invités, dont 350 pour de courts séjours. Dix-sept autres ont choisi d'y passer des congés de recherche de longue durée accordés par leur université d'origine.

« L'atelier sur les amplitudes de diffusion a constitué une réunion très stimulante et productive des meilleurs chercheurs dans ce domaine. Certains des résultats les plus intéressants ont été obtenus par des chercheurs de l'Institut Perimeter comme Freddy Cachazo, Pedro Vieira et leurs postdoctorants. L'Institut Perimeter a remarquablement réussi à attirer un groupe exceptionnel de jeunes chercheurs, qui font de cet établissement un centre de classe mondiale. L'Institut d'études avancées de Princeton et l'Institut Perimeter ont eu récemment des contacts très intéressants. Nous avons organisé des ateliers conjoints, mais nous avons surtout instauré une collaboration très productive sur le plan scientifique. » [traduction]

— Juan Maldacena, Institut d'études avancées de Princeton

MEMBRES AFFILIÉS

Les membres affiliés sont des professeurs choisis au sein des universités canadiennes et invités à faire régulièrement des visites informelles à l'IP pour collaborer avec ses scientifiques et participer à ses activités de recherche.

Le programme des membres affiliés vise à promouvoir la collaboration aux échelles régionale et nationale entre l'IP et les universités canadiennes, et à renforcer la communauté canadienne des chercheurs en physique, tout en élargissant la base de ses propres recherches. En 2009-2010, l'IP a recruté 29 nouveaux membres affiliés et en compte aujourd'hui 95, qui appartiennent à des universités de toutes les régions du pays.

LIENS NATIONAUX

L'IP vise à servir de centre de convergence de la physique théorique au Canada. En plus de sa relation synergique de longue date avec l'Institut d'informatique quantique (IQC) de l'Université de Waterloo, l'IP collabore avec tous les acteurs pertinents du milieu de la physique au Canada, notamment par des doubles affectations, des postes de professeur associé, des bourses postdoctorales et des programmes d'études supérieures.

L'IP a tissé des liens étroits avec l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT), l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), l'Institut Fields, l'Institut de physique des particules (IPP), le Centre de Recherches Mathématiques (CRM), l'Institut de mathématiques du Pacifique (PIMS), ainsi qu'avec les réseaux de recherche MITACS (*Mathematics of Information Technology and Complex Systems*) et SHARCNET (*Shared Hierarchical Computing Network*).

L'IP continue d'offrir des ressources exceptionnelles à la communauté scientifique canadienne : cours, conférences, ateliers et nombreuses réunions de chercheurs, notamment les populaires journées IP ICAT (Institut canadien d'astrophysique théorique). L'IP entretient aussi des liens importants avec des centres expérimentaux canadiens comme TRIUMF, le Laboratoire national canadien pour la recherche en physique nucléaire et en physique des particules, et SNOLAB à l'Observatoire de neutrinos de Sudbury. Les journées IP-ATLAS-LHC créées en 2009-2010 visent à tisser des liens entre les chercheurs de l'IP et les travaux menés sur l'expérience ATLAS à l'Université de Toronto de même qu'au grand collisionneur hadronique (LHC) du CERN.

LIENS INTERNATIONAUX

L'IP a continué de renforcer des liens internationaux existants – notamment avec le Laboratoire APC (Astroparticule et cosmologie) à Paris et l'Institut Solvay à Bruxelles – et d'en créer de nouveaux. En 2009-2010, l'IP a mis sur pied une nouvelle collaboration avec le Centre de sciences théoriques (CTS) de Princeton, afin d'organiser une série d'ateliers biannuels sur les problèmes de cosmologie inflatoire. La collaboration en cours entre des chercheurs de l'IP et l'Institut d'études avancées de Princeton (IAS) s'est traduite par une nouvelle série d'ateliers, organisés en alternance à l'IP et à l'IAS, sur les théories de jauge possédant quatre supersymétries.

L'informatique joue un rôle de plus en plus important dans la recherche en physique théorique, tant dans le domaine analytique que numérique. En 2009, l'IP a conclu un partenariat d'une durée de cinq ans avec le Centre de physique de Porto (CFP), au Portugal, afin d'organiser une école d'été innovatrice, destinée à des physiciens théoriciens de tous les niveaux, sur l'apprentissage de *Mathematica*, un important logiciel scientifique, tout en se penchant sur divers problèmes de recherche. La première édition de cette école d'été, où l'on a mis l'accent sur l'intégrabilité et sur la dualité entre théories de jauge et des cordes, un sujet chaud ayant des liens avec la matière condensée et la physique mathématique, a connu un grand succès.

L'IP accroît sa collaboration avec des centres majeurs d'observation et d'expérimentation dans le monde, tels que le grand collisionneur de hadrons (LHC) au CERN, l'observatoire spatial orbital Planck, des observatoires tels que le télescope VISTA, le VLT (Very Large Telescope) et le radiotélescope SKA, et de futurs détecteurs d'ondes gravitationnelles comme LIGO et LISA. En encourageant ses postdoctorants et ses professeurs à se rendre dans ces centres et à collaborer avec leurs observateurs et expérimentateurs, l'IP cherche à stimuler les nouvelles observations et expérimentations visant à tester les théories fondamentales.



Numéro spécial de La Physique au Canada

En 2009, l'IP a été invité à rédiger un numéro thématique spécial de *La Physique au Canada*, revue spécialisée de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP). Ce numéro, intitulé *À l'intérieur de l'Institut Perimeter*, comprend 18 articles (dont un en français) et a reçu un accueil enthousiaste. Le numéro complet peut être téléchargé à partir du site Web de l'ACP, à l'adresse <http://www.cap.ca/fr/publications/physics-canada-pic/issue/66/2>.



Depuis 2000, l'équipe de diffusion des connaissances de l'IP a :

- tenu 110 sessions d'atelier itinérant pour plus de 3000 enseignants dans tout le Canada et au-delà, sur l'enseignement des concepts de la physique moderne;
- organisé 11 ateliers de formation EinsteinPlus pour plus de 440 enseignants du Canada et de 20 autres pays, et mis sur pied un réseau d'enseignants qui offre de la formation par des pairs;
- distribué plus de 4500 ensembles de ressources de la série Perimeter Explorations (trousses et matériel à télécharger), qui comprennent des séquences vidéo, des fiches de travail et un guide de l'enseignant.

Quelques statistiques

Plus de 470 étudiants de partout au Canada et de 25 autres pays ont participé à l'ISSYP. Pour en savoir plus ou pour voir une séance virtuelle de l'ISSYP, allez à la page www.issyp.ca.

DIFFUSION DES CONNAISSANCES

Faire connaître le mystère, le plaisir et l'importance de la recherche scientifique fait partie intégrante de la mission de l'IP, et ce depuis ses tout débuts. Comme le monde dépend de plus en plus de la technologie et de la science sous-jacente, le besoin de programmes de diffusion des connaissances scientifiques se fait de plus en plus sentir.

La stratégie de diffusion des connaissances de l'IP comporte trois volets : faire connaître au grand public l'importance et le pouvoir de la recherche théorique; préparer de jeunes Canadiens à œuvrer dans le domaine; constituer un réservoir de compétences pour la diffusion des connaissances à l'échelle internationale, grâce à une variété de programmes et de ressources. L'équipe de diffusion des connaissances de l'IP, qui comprend deux titulaires de doctorat, élabore toutes les ressources en collaboration avec des scientifiques et des éducateurs de renom, pour faire en sorte que leur contenu soit exact, à jour et accessible aux publics visés.

INSPIRER LES JEUNES

On estime que 80 % des emplois futurs seront issus de la science, de la technologie, du génie et des mathématiques. Il est donc crucial d'intéresser les jeunes à la science. La science suscite des compétences essentielles : réfléchir par soi-même, poser des questions difficiles, concevoir des solutions, les mettre à l'épreuve avec rigueur et ouverture. Mais par-dessus tout, la science est source de plaisir.

Par son programme de diffusion des connaissances, l'IP s'efforce de jouer un rôle important partout en Ontario et au Canada, afin de susciter une culture scientifique faite non seulement de connaissances, mais aussi de créativité. Dans cet esprit, l'équipe de diffusion des connaissances de l'IP élabore des contenus destinés à inspirer les élèves de la 7^e à la 9^e année, afin d'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.

Mise au point par Richard Epp, Ph.D., de l'équipe de diffusion des connaissances, la série *Physica Phantastica* présente dans les salles de classe et les expositions scientifiques partout au Canada une introduction divertissante et accessible à la physique moderne, grâce à des images et à des animations qui donnent vie aux idées abstraites. Ces présentations ont aidé des milliers d'élèves à saisir les liens entre connaissances fondamentales et innovations technologiques. L'an dernier plus de 6000 élèves de partout au Canada ont participé à *Physica Phantastica*.

L'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes (ISSYP) permet chaque année à quelque 40 élèves prometteurs du Canada et de l'étranger, âgés de 16 à 18 ans, de passer deux semaines à l'IP. Alors qu'ils examinent leurs choix de carrière, ils ont un contact direct avec la recherche de pointe, avec des cours sur la physique moderne, des séances de mentorat avec des scientifiques de haut niveau et des visites de laboratoires. L'an dernier, les participants ont eu des sensations fortes en visitant SNOLAB, laboratoire situé dans les profondeurs d'une mine du Nord de l'Ontario.

« L'ISSYP a été l'une des meilleures expériences que j'ai vécues. J'ai beaucoup appris et j'ai acquis la certitude que je veux faire de la physique pour le reste de ma vie. C'était extraordinaire de rencontrer tant de personnes ayant les mêmes intérêts, et je m'y suis fait des amis pour la vie. » [traduction]

– Steffanie Freeman, participante à l'ISSYP en 2007, maintenant étudiante en physique à l'Université de Waterloo

La science transcende les frontières nationales et culturelles, et l'ISSYP reflète cette réalité. Selon les participants, l'un des aspects les plus précieux de ce programme est le fait de rassembler des jeunes du monde entier qui ont en commun la passion de la science. Ils forgent des amitiés durables et construisent des ponts entre les cultures. Dans le but de diffuser plus largement l'expérience de l'ISSYP, le programme *Go Physics!* (Vive la physique!) offre des camps intensifs d'une journée, semblable à des mini-ISSYP, à des élèves enthousiastes de 11^e et de 12^e années. L'an dernier, six camps organisés dans diverses régions du Canada ont accueilli quelque 30 élèves chacun.



Participants à l'ISSYP en visite à SNOLAB

I ♥ SCIENCE

YOUTH VIDEO CONTEST

YOUR CHANCE TO SEE **HAWKING AT THE PERIMETER**

Concours vidéo J'aime la science pour les jeunes

Le concours vidéo J'aime la science mettait au défi les jeunes d'exploiter leur génie créatif afin d'expliquer – en 30 secondes ou moins – d'une manière originale et divertissante pourquoi ils aiment la science. Plus de 60 candidatures ont été envoyées par des jeunes de partout au Canada, et deux gagnants d'un grand prix se sont vu offrir un voyage toutes dépenses payées à l'IP, où ils ont participé à l'émission télévisée *Hawking at the Perimeter* destinée au grand public.





PARTENARIAT AVEC LES ENSEIGNANTS

Chaque été, quelque 40 enseignants de toutes les régions du pays et d'ailleurs dans le monde viennent à l'IP pour participer à l'**atelier national pour enseignants EinsteinPlus** sur la physique moderne. Cette retraite fermée intensive d'une semaine, destinée aux enseignants du secondaire, met l'accent sur la manière de mieux transmettre les concepts importants de la physique moderne. L'année dernière, l'équipe de diffusion des connaissances a aussi donné, à l'occasion de diverses conférences, des ateliers itinérants à des enseignants au Canada et à l'étranger. Ce fut notamment le cas au congrès de l'Association des professeurs de sciences de l'Ontario (APSO), à la conférence *Science Teaching Catalyst* de Colombie-Britannique, à la réunion nationale annuelle d'été des Physics Teaching Resource Agents (conseillers en enseignement de la physique) à Portland (Oregon), ainsi que lors d'un « mini-EinsteinPlus » au CERN, en Suisse, auquel ont participé 40 enseignants en physique de 30 pays européens.

« Je suis toujours impressionné par le travail de diffusion des connaissances accompli par l'Institut Perimeter. Ses trousseaux d'exploration sont très bien conçues et sont remplies d'activités et d'explications qui les rendent accessibles aux enseignants et aux élèves... Les sujets abordés sont très avancés, mais grâce aux activités et aux explications fournies, les élèves du secondaire les comprennent facilement. » [traduction]

– Patrick A. Kossmann, école secondaire Greenall, Balgonie (Saskatchewan)

Selon une enquête CFI/Ipsos Reid menée en juin 2010, il y a une période cruciale, entre 12 et 18 ans, pour donner le goût de la science aux jeunes.



« *L'Institut Perimeter a exercé une influence considérable sur le programme d'enseignement de la physique en Ontario.* »
[traduction]

– Roberta Tevlin, enseignante et lauréate 2010 du prix d'excellence en enseignement de la physique au secondaire de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes

Le réseau des enseignants de l'IP augmente la portée de nos programmes de diffusion des connaissances. Des enseignants choisis parmi les participants aux ateliers *EinsteinPlus* animent dans leur région des ateliers d'éducateurs sur l'utilisation des ressources de l'IP en classe. Cette approche de « formation de formateurs » accroît rapidement la pénétration de nos ressources pédagogiques dans tout le Canada – l'an dernier, le réseau des enseignants de l'IP a animé 51 ateliers dans huit provinces et territoires canadiens, touchant 1011 enseignants et au moins 45 000 élèves de plus que ce qui aurait été possible avec le seul personnel de l'IP. L'équipe de diffusion des connaissances évalue actuellement la technologie des séminaires Web comme moyen économique de former des enseignants en région éloignée et à l'étranger.

« *Non seulement c'est l'une des meilleures explications que j'aie vue de l'une des grandes énigmes de la science moderne, mais c'était aussi extrêmement divertissant.* »
[traduction]

– Leonard Susskind, pionnier de la théorie des cordes, à propos du module d'exploration *The Challenge of Quantum Reality (Le défi de la réalité quantique)*

INSPIRATIONS ET EXPLORATIONS

Einstein est présent dans tout ordinateur, appareil GPS et téléphone cellulaire. C'est dans cette optique que le programme *Inspirations* vise à stimuler l'intérêt et l'imagination des élèves de la 7^e à la 9^e année en établissant des liens entre leur vie quotidienne et la physique fondamentale, afin de les motiver à poursuivre les cours de mathématiques et de sciences en 11^e et 12^e années. Le premier module de cette série, intitulé *Everyday Einstein: GPS and Relativity (Einstein au quotidien : GPS et relativité)*, est paru en juillet 2010.

Pour les élèves de la 10^e à la 12^e année, les modules *Explorations*, qui vont plus en profondeur dans les idées et le contenu technique, constituent une excellente préparation pour l'enseignement de niveau postsecondaire en mathématiques, en sciences et en génie. Paru l'an dernier, le module *The Challenge of Quantum Reality (Le défi de la réalité quantique)* comprend une vidéo de 30 minutes et un guide de l'enseignant qui propose des activités pratiques. Il a été distribué à plus de 1000 enseignants.



Des effets croissants

Plus de 4500 trousseaux *Explorations*, dont *The Mystery of Dark Matter (Le mystère de la matière noire)*, *The Challenge of Quantum Reality (Le défi de la réalité quantique)* et *Measuring Planck's Constant (Mesurer la constante de Planck)*, ont été distribuées au Canada et à l'étranger. Elles atteignent quelque 200 000 élèves, et ce année après année.

Selon des sondages menés auprès des enseignants qui participent aux ateliers de l'IP, 90 % des participants utilisent ces ressources avec leurs élèves.



Élaboré par Damian Pope, Ph.D., scientifique de l'équipe de diffusion des connaissances, le module *Everyday Einstein: GPS and Relativity (Einstein au quotidien : GPS et relativité)* est paru en 2010.



RESSOURCES EN LIGNE

Au-delà des écoles, l'équipe de diffusion des connaissances de l'IP offre en ligne une variété de contenus de grande qualité qui lui permettent d'atteindre un plus grand nombre de personnes au Canada et dans le monde. **Virtual ISSYP** (École d'été virtuelle) permet de voir les meilleurs moments de l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes. **The Power of Ideas** (Le pouvoir des idées) est une expérience numérique interactive qui montre comment les découvertes et les théories unificatrices de la physique sont à la source de puissants moyens techniques. Pour les élèves qui s'interrogent sur la vie des scientifiques, des chercheurs racontent leur histoire et donnent leurs points de vue dans plus de 30 entrevues vidéo de la série **Meet a Scientist** (Rencontre avec un scientifique).

« En s'attaquant à des questions loufoques, la série Alice et Bob au pays des merveilles s'inscrit bien dans l'esprit de l'Institut Perimeter. Peut-être ces dessins animés vont-ils stimuler une pensée créatrice chez les enfants. J'aime beaucoup! Bravo à l'Institut Perimeter. » [traduction]

– scappucino, dans PhysicsBuzz

ALICE & Bob in WONDERLAND



Êtes-vous prêts à remettre en question la réalité? Interrogez-vous sur l'univers avec Alice et Bob, à perimeterinstitute.ca/outreach.

Parue l'an dernier, la série **Alice et Bob au pays des merveilles** est constituée d'animations d'une minute conçues pour attirer l'attention d'élèves de la 7^e à la 10^e année. Chaque épisode commence par une question étonnamment simple – par exemple, « Pourquoi le ciel est-il bleu? ». À une époque où l'on peut trouver les réponses dans Internet en quelques clics, ces animations sont conçues pour éveiller la curiosité chez les enfants et les encourager à utiliser leurs propres capacités de raisonnement pour tenter de répondre aux questions à propos du monde qui les entoure. Cette populaire série attire plus de 3000 visionnements par mois. La phase suivante du projet consistera à élaborer au cours des trois prochaines années des ressources prêtes à exploiter en classe, à partir d'animations choisies.

COMMUNIQUER AU GRAND PUBLIC L'IMPORTANCE DE LA SCIENCE ET LA FASCINATION QU'ELLE EXERCE

On a dit de lui que c'était le « Woodstock des festivals scientifiques », le festival scientifique destiné au grand public le plus important et le plus complet jamais tenu au Canada. Du 15 au 25 octobre 2009, pour souligner son dixième anniversaire, l'IP a organisé *Quantum to Cosmos: Ideas for the Future* (Du quantum au cosmos : des idées pour l'avenir), en abrégé Q2C, grande célébration du pouvoir et du plaisir des idées scientifiques.

Q2C a amené les visiteurs dans la grande tente de la science, espace d'exposition d'environ 500 mètres carrés rempli de démonstrations, d'activités, d'expériences, ainsi que d'une visite en 3D de l'univers guidée par Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué à l'IP. Le programme du festival comprenait des exposés, des tables rondes, des entretiens à bâtons rompus, des activités culturelles, la première d'un documentaire et un festival de films scientifiques. Presque toutes les activités étaient diffusées en direct et en haute définition par Internet.



Dans le centre d'exposition du festival Quantum to Cosmos (Du quantum au cosmos), on pouvait admirer un modèle à l'échelle du prochain véhicule d'exploration de Mars, gracieuseté de la NASA.

Avec 40 000 visiteurs sur place et plus d'un million de téléspectateurs à la télévision et par Internet, Q2C a amené un vaste public de tous âges et de tous horizons à découvrir la fascination de la science et la puissance de la physique théorique.

« Je pense que j'aimerais étudier la physique quand je serai plus grand » [traduction]

– Aaron E., 10 ans, après sa visite au festival scientifique Quantum to Cosmos (Du quantum au cosmos)



Q2C en chiffres :

1 première du documentaire *Les dompteurs de l'invisible : regards sur notre avenir quantique et câblé*

2 activités satellitaires à Ottawa et à Toronto

4 activités culturelles (3 concerts et 1 conférence sur l'art)

5 soirées de *The Agenda with Steve Paikin*, en direct du foyer de l'IP

6 nuits de la science au pub

14 films d'inspiration scientifique

30 exposés et tables rondes

79 exposants

120 bénévoles infatigables

500 mètres carrés d'exposition

40 000 visiteurs sur place

Plus de 1 000 000 de téléspectateurs et de visiteurs en ligne

Visitez le site www.q2cfestival.com.





LE DOCUMENTAIRE TÉLÉVISUEL *LES DOMPTEURS DE L'INVISIBLE : REGARDS SUR NOTRE AVENIR QUANTIQUE ET CÂBLÉ*

Qui a dit que la mécanique quantique n'est pas pour les heures de grande écoute? L'an dernier, l'IP a lancé *Les dompteurs de l'invisible : regards sur notre avenir quantique et câblé*, qui amène le téléspectateur depuis les égouts de Vienne jusqu'aux laboratoires d'informatique quantique de pointe, afin de présenter des concepts clés de la mécanique quantique et de l'informatique quantique. Ce divertissant documentaire télévisuel met en vedette une douzaine de scientifiques de renom, dont Stephen Hawking. *Les dompteurs de l'invisible* peut être visionné dans 60 pays, grâce à une distribution mondiale à des réseaux de télévision et à des groupes éducatifs. Il a remporté des prix dans quatre festivals internationaux du film.

Les dompteurs de l'invisible a remporté des prix dans quatre festivals internationaux du film :

- Meilleur documentaire télévisuel aux Accolades Awards à La Jolla, en Californie
- Grand prix du jury pour le meilleur documentaire au festival du film indépendant à Washington, DC
- Prix Audace au festival international du film scientifique Pariscience
- Palme d'or au festival international du film de Mexico



« *Les dompteurs de l'invisible réinvente le documentaire scientifique.* »

– Jozée Sarrazin, Ph.D., membre du grand jury du festival international du film scientifique Pariscience

CONFÉRENCES PUBLIQUES SUR LA SCIENCE

Qu'il soit question de galaxies ou de quarks, les conférences publiques de l'IP font salle comble. Plus de 600 personnes assistent chaque fois à ces conférences qui font connaître les mystères et la fascination de la science, sans compter ceux qui en profitent grâce à la télédiffusion par satellite et par câble, et sur demande dans le site Web de l'IP. Des partenariats avec des diffuseurs tels que TVO et la radio anglaise de Radio-Canada rendent ces conférences accessibles à tous les Canadiens. L'an dernier, l'IP a produit un épisode de l'émission *Quirks & Quarks* de la radio anglaise de Radio-Canada sur les principales questions sans réponse de la physique. Plus d'un million d'auditeurs ont entendu cette émission, qui a été rediffusée et rendue disponible en baladodiffusion.

Au cours de son séjour de six semaines à l'IP en juin et juillet 2010, Stephen Hawking, titulaire d'une chaire de chercheur distingué, a participé au programme de diffusion des connaissances de l'IP en donnant une conférence sur sa vie et ses recherches. Cette conférence a été diffusée (en anglais et en français) par TVO et CPAC, ainsi que par satellite dans tout le Canada.



UNE RESSOURCE INTERNATIONALE

La plupart des ressources de diffusion des connaissances de l'IP sont mises en ligne et accessibles gratuitement dans le monde entier. En plus de mettre à la disposition des jeunes par Internet la série *Explorations*, l'ISSYP et d'autres contenus, les membres de l'équipe de diffusion des connaissances donnent des ateliers itinérants à des rencontres importantes d'éducateurs comme celles des Physics Teaching Resource Agents (conseillers en enseignement de la physique), le groupe le plus important d'enseignants en physique d'Amérique du Nord. L'an dernier, pour la troisième année consécutive, l'équipe a organisé un « mini-EinsteinPlus » au CERN, auquel ont participé 40 enseignants en physique de 30 pays européens.

D'autre part, l'IP offre sur demande des activités de perfectionnement professionnel et de l'information à l'intention des journalistes du monde entier. L'IP maintient des liens étroits avec l'Association canadienne des rédacteurs scientifiques (CSWA) et la Fédération mondiale des journalistes scientifiques (WFSJ). L'an dernier, l'IP est devenu membre fondateur du nouveau Centre canadien science et médias (CCSM).



Participants au « mini-EinsteinPlus » organisé au CERN, en Suisse



Une tradition de conférences scientifiques

- L'IP a organisé plus de 160 exposés scientifiques dans le cadre de sa série de conférences publiques et à des festivals tels que *Quantum to Cosmos (Du quantum au cosmos)* et *EinsteinFest*.
- Voici quelques sujets abordés au cours de l'année 2009-2010 :
 - La recherche des origines quantiques de l'espace et du temps, par Renate Loll, Université d'Utrecht
 - La science du fouillis galactique, ou ce que les astronomes peuvent nous apprendre à propos de l'univers, par Chris Lintott, Université d'Oxford
 - Le monde quantique : de l'improbable aux applications, par Joseph Emerson, Institut d'informatique quantique, Université de Waterloo
 - Le roboticien : collecte de données expérimentales pour connaître les lois de la science, de la robotique cognitive à la biologie informatique, par Hod Lipson, Université Cornell
 - Les quarks : la vérité qui nous échappe, par Michael Peskin, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC
 - La fameuse courbe en forme de cloche : ce qu'elle dit et ne dit pas, par John Mighton, Institut Fields, Université de Toronto
- Pour visionner des conférences publiques antérieures, voir la page www.perimeterinstitute.ca/Outreach.



Daphney Singo, diplômée de l'AIMS, prenant la parole à la conférence TED2010 à Long Beach, en Californie.

DIFFUSION MONDIALE DES CONNAISSANCES



L'Institut Perimeter (IP) cherche à être une plaque tournante de la physique théorique à l'échelle internationale. C'est dans cet esprit que l'IP a lancé en 2009 un programme de diffusion mondiale des connaissances. Ce programme vise à partager des connaissances et des compétences en recherche, en formation et en diffusion des connaissances avec des centres innovateurs de recherche et d'enseignement en mathématiques et physique situés dans les pays en développement. En établissant d'étroites relations avec ces nouveaux centres, l'IP souhaite créer un flux de jeunes chercheurs exceptionnels venant au Canada pour être formés et faire de la recherche, avant de retourner dans leur pays d'origine avec des compétences largement utilisables.



Neil Turok, directeur de l'IP, en compagnie de Dessalegn Melesse (à gauche) et d'Éric-Martial Takougang (à droite), diplômés de l'AIMS

L'initiative *Next Einstein* (le prochain Einstein – AIMS-NEI, voir le site www.nexteinstein.org) de l'Institut africain de mathématiques (AIMS) constitue la première réalisation de l'IP en matière de diffusion mondiale des connaissances. Fondé par Neil Turok, directeur de l'IP, l'AIMS est un centre panafricain d'excellence qui dispense une formation mathématique et scientifique avancée à des diplômés africains exceptionnels.



Des professeurs remarquables de toutes les régions du globe forment les étudiants de l'AIMS à penser de manière indépendante et à résoudre des problèmes, les aidant à acquérir les compétences nécessaires dans divers secteurs prioritaires en Afrique. Comme les mathématiques sont présentes dans toutes les facettes des économies modernes, de la finance à la santé, en passant par l'informatique, les transports et l'énergie, la formation donnée à l'AIMS accélère le développement de l'Afrique. Depuis 2003, le premier centre de l'AIMS a décerné des diplômes à plus de 300 étudiants, dont plus d'un tiers de femmes, qui font déjà leur marque dans le développement de la science dans tout le continent.

À l'automne 2009, l'équipe de diffusion mondiale des connaissances de l'IP a soumis au gouvernement canadien une proposition visant l'expansion de l'AIMS en un réseau panafricain, ainsi que la coordination de partenaires universitaires de pays développés et en développement avec des organismes d'aide, afin que l'investissement consenti ait toutes les retombées voulues.

Le 6 juillet 2010, à l'occasion d'une visite à l'IP, le Premier ministre Stephen Harper a annoncé que le Canada fournira 20 millions de dollars pour soutenir la mise sur pied de 5 nouveaux centres de l'AIMS dans diverses régions de l'Afrique, qualifiant ce plan d'« approche révolutionnaire du développement international ».

En offrant une formation scientifique ciblée et de grande qualité, ces nouveaux centres de l'AIMS accroîtront de manière rapide et spectaculaire les capacités scientifiques et technologiques de l'Afrique en développant les talents de ses jeunes cerveaux les plus brillants. L'IP est fier d'avoir joué un rôle de catalyseur dans cet investissement visionnaire.

« L'histoire montre que les avancées de la science et de la technologie rendent notre monde plus sûr, plus sain et plus stable... C'est pourquoi notre gouvernement soutient la recherche scientifique et technologique ainsi que le développement, chez nous et à l'étranger. » [traduction]

– Stephen Harper, Premier ministre du Canada, lors de sa visite à l'IP en juillet 2010, au cours de laquelle il a annoncé un financement de 20 millions de dollars pour l'AIMS-NEI, élément central du programme de diffusion mondiale des connaissances de l'IP



INSTALLATIONS

L'Institut Perimètre (IP) est situé au cœur de Waterloo (Ontario), au Canada. Son immeuble principal de quelque 6000 mètres carrés, qui a valu un prix à son architecte, surplombe le lac Silver dans le parc de Waterloo. Les chercheurs peuvent faire des marches contemplatives dans le parc ou fréquenter les restaurants, boutiques et cafés du quartier Uptown de Waterloo. L'IP est à 10 minutes de marche de l'Université de Waterloo et de l'Université Wilfrid-Laurier. Le cycle de formation PSI et le programme de diffusion des connaissances sont logés non loin, dans un édifice centenaire comportant une tour d'horloge.



Conçu avec une importante participation des chercheurs, l'immeuble principal de l'IP a été dessiné de manière à favoriser activement la recherche. On y trouve trois types d'espace : des bureaux calmes baignés de lumière naturelle pour encourager la réflexion, des espaces d'échange d'idées où les chercheurs peuvent se rassembler spontanément, et des zones plus officielles, dont une bibliothèque de deux étages et un amphithéâtre de 200 places. Les lieux où des exposés sont présentés sont câblés, pour permettre l'enregistrement d'activités en vue de leur diffusion partout dans le monde, par le truchement du site d'archivage en ligne de l'IP (PIRSA). Les tableaux noirs, outils légendaires des théoriciens, sont omniprésents dans l'immeuble. Bien après la fin des exposés, des discussions scientifiques inspirées se poursuivent dans l'excellent bistro, le bien nommé *Black Hole*, lieu accueillant pour toute la communauté de l'IP.

Le Centre Stephen Hawking de l'Institut Perimeter

Pour répondre à la croissance de ses activités de recherche, de formation et de diffusion des connaissances, l'IP a entrepris la construction du Centre Stephen Hawking. L'ouverture de cette adjonction de plus de 5000 mètres carrés à l'immeuble principal est prévue pour l'automne 2011.

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'IP tout en conservant les installations et l'environnement favorables à une recherche productive qui caractérisent la structure d'origine. Une fois terminé, l'immeuble accueillera sous un même toit jusqu'à 250 chercheurs et étudiants. Une infrastructure informatique d'avant-garde favorisera la visualisation, l'analyse de calculs complexes et la collaboration à distance avec des collègues du monde entier, réduisant d'autant les déplacements générateurs d'émissions de gaz carbonique.

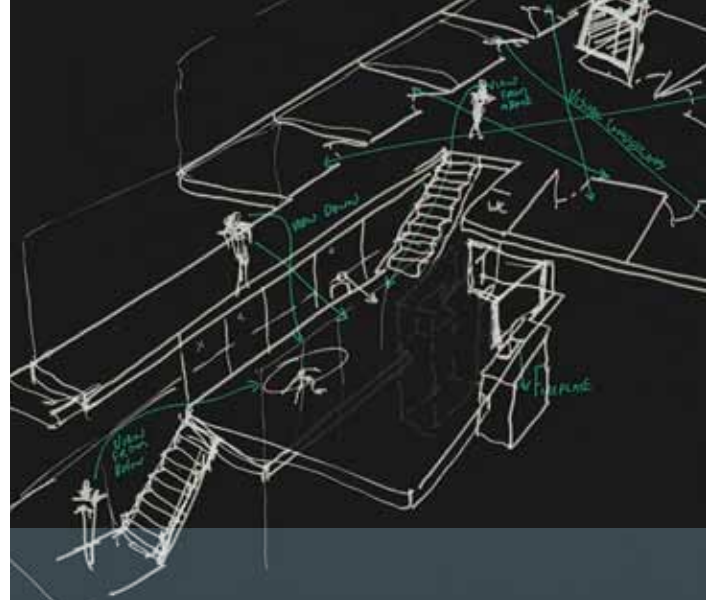


Le Centre Stephen Hawking de l'Institut Perimeter

Le ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario et la Fondation canadienne pour l'innovation ont versé une contribution totale de 20,8 millions de dollars pour cette expansion, auxquels s'est ajoutée une somme équivalente de fonds privés recueillis par l'IP.

La construction du Centre Stephen Hawking est gérée par Ball Construction. Au printemps 2010, ce projet a été le premier en Ontario à recevoir la certification « Sceau d'or », distinction nationale attribuée pour une construction de grande qualité. Il est d'autre part en voie d'obtenir la certification LEED d'argent pour le développement durable.

Lorsqu'il sera terminé, le Centre Stephen Hawking sera un immeuble spectaculaire, conçu non seulement pour accueillir, mais aussi pour optimiser des activités de recherche et de formation.

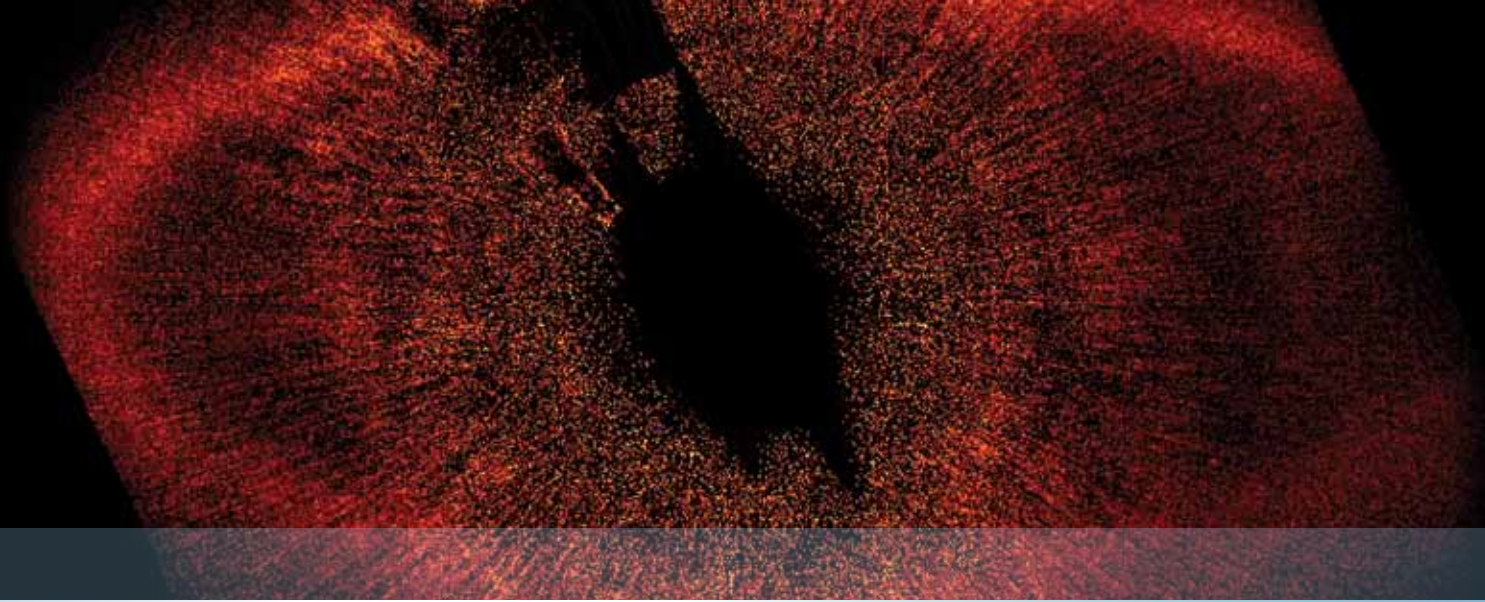


Les défis de ce projet nous ont inspirés. Tout d'abord, l'immeuble existant est bien connu comme espace architectural remarquable, puisqu'il a remporté en 2006 une médaille du Gouverneur général en architecture. Nous avons donc mis tout en œuvre pour que cette adjonction améliore encore sa réputation internationale. Ensuite, il fallait que l'immeuble existant et le nouveau fonctionnent comme un tout sans trop augmenter l'encombrement au sol de l'ensemble.

Pour atteindre ces objectifs, il a fallu faire preuve de beaucoup de réflexion et d'ingéniosité. L'adjonction « enveloppe » l'immeuble existant de telle sorte qu'elle n'occupe pratiquement pas d'espace supplémentaire au sol et que les structures nouvelles et existantes se fondent harmonieusement. Nous avons créé trois nacelles centrales pour la recherche, avec des bureaux de postdoctorants et d'étudiants diplômés qui soient propices au travail individuel tout en permettant un contact visuel entre partenaires de recherche. Les zones d'interaction sont situées à mi-chemin entre les étages, afin de rassembler les chercheurs de différentes sections tout en constituant des zones acoustiquement distinctes. Enfin, nous avons déplacé le bistro au rez-de-chaussée, pour favoriser des discussions planifiées et spontanées dès l'entrée dans l'immeuble.

C'est un concept unique, enthousiasmant, aux volumes spectaculaires et offrant des vues attrayantes où que l'on soit. [traduction]

– Stephen Teeple, Teeple Architects



PROGRAMME D'EXPANSION

L'Institut Perimeter (IP) est fondé sur un partenariat public-privé unique, où les deux secteurs partagent les possibilités, les avantages et la responsabilité d'un investissement à long terme dans la recherche fondamentale.

Dans une perspective d'avenir, l'IP a adopté un ambitieux plan stratégique pour se positionner comme le centre de recherche en physique théorique fondamentale le plus avancé au monde. C'est pourquoi, à l'automne 2009, l'IP a lancé un programme d'expansion de plusieurs années pour accroître son fonds de dotation et élargir le soutien du secteur privé. Cette campagne a un objectif initial de 200 millions de dollars.

Ce programme permettra à l'IP, de concert avec ses partenaires publics :

- de constituer une masse critique de talents scientifiques favorisant des découvertes fondamentales;
- d'attirer et de former les jeunes chercheurs les plus brillants de la planète;
- d'élaborer des programmes novateurs de diffusion des connaissances, pour faire connaître aux étudiants, aux enseignants et au grand public l'importance et le pouvoir des idées scientifiques.

Conseil d'orientation

Le conseil d'orientation du programme d'expansion, dirigé par Mike Lazaridis et Cosimo Fiorenza, respectivement président et vice-président de l'IP, a été mis sur pied pour réunir des représentants du milieu des affaires et de la collectivité, afin d'amener d'autres acteurs à comprendre le rôle qu'ils peuvent jouer dans les progrès de la science en soutenant financièrement l'IP. Nous sommes honorés de la participation d'un groupe exceptionnel de bénévoles, que nous remercions de leur engagement et de leurs efforts. Ce groupe continuera de croître avec le recrutement de nouveaux membres sur la scène locale, nationale et internationale.

CONSEIL D'ORIENTATION DU PROGRAMME D'EXPANSION DE L'IP

Mike Lazaridis,
O.C., O.Ont.
(co-président)

Cosimo Fiorenza
(co-président)

Alexandra (Alex) Brown

David Caputo

Jim Cooper

Catherine (Kiki) Delaney,
C.M.

Arlene Dickinson

Ginny Dybenko

Jim Estill

Edward S. Goldenberg

Tim Jackson

Tom Jenkins

Carol Lee

Michael Lee-Chin,
O.J.

Don Morrison

Gerry Remers

Bruce Rothney

Maureen Sabia

Kevin Shea

Fondateur de l'Institut Perimeter
Président et codirecteur général, Research in Motion Ltd. (RIM)

Vice-président du conseil d'administration, Institut Perimeter
Vice-président et avocat-conseil, Infinite Potential Group

Présidente, Aprilage inc.

Président-directeur général, Sandvine

Président-directeur général, Maplesoft

Présidente, C.A. Delaney Capital Management Ltd.

Directrice générale, Venture Communications Ltd.

Directrice, Initiatives stratégiques, École de commerce et
d'économie, Université Wilfrid-Laurier

Associé, Canrock Ventures

Associé, Bennett Jones LLP

Directeur général, Accelerator Centre

Président et responsable de la stratégie, Open Text

Présidente-directrice générale et cofondatrice, Linacare
Cosmethery Inc.

Président-directeur général, Portland Investment Counsel Inc.

Directeur de l'exploitation, Research in Motion Ltd.

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

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

Présidente du conseil d'administration, Société Canadian Tire ltée

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



REMERCIEMENTS À CEUX QUI NOUS SOUTIENNENT

L'Institut Perimeter tient à remercier les personnes et 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.

DONATEURS FONDATEURS

Mike Lazaridis
Jim Balsillie
Doug Fregin

PARTENAIRES DU SECTEUR PUBLIC

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 Glen Murray, ministre de la Recherche et de l'Innovation
L'honorable John Milloy, ministre de la Formation et des Collèges et Universités
(anciennement 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 en 2009-2010.

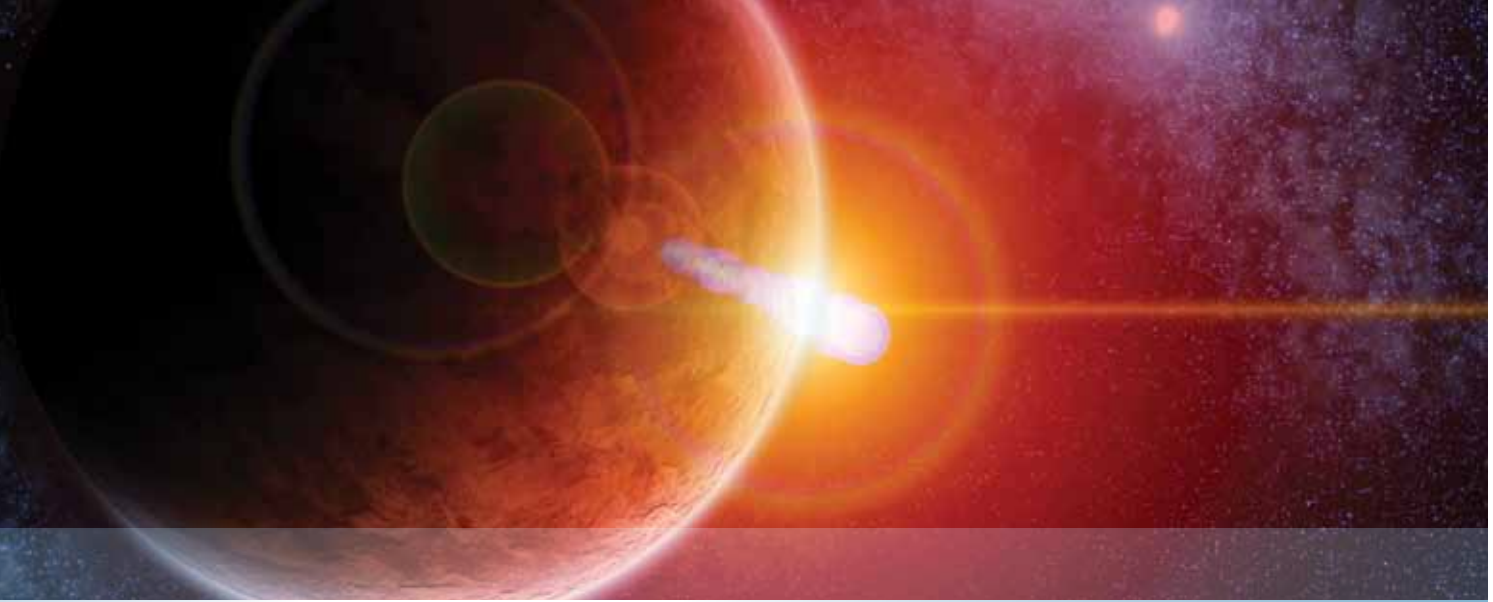
BMO Groupe financier
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
Fondation canadienne pour l'innovation
Fondation communautaire de Kitchener et Waterloo
Fondation Cowan
Fonds ontarien pour l'innovation
Fonds pour les manifestations culturelles de l'Ontario
Industrie Canada
Ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario
Ministère du Tourisme et de la Culture de l'Ontario – Fêtons l'Ontario
Research in Motion Ltd.
Société du Partenariat ontarien de marketing touristique – PPMETO

COMMANDITAIRES DU FESTIVAL DU QUANTUM AU COSMOS

Banque Scotia
Bennett Jones
Burgundy Asset Management
COM DEV International Ltd.
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
DALSA Waterloo
Fondation canadienne pour l'innovation
Goldman Sachs
Indigo
KPMG
Maplesoft
Open Text
Primal Fusion Inc.
Research in Motion Ltd.
Tech Capital Partners Inc.
Teeple Architects
Zeifman

DONATEURS ANNUELS

<i>Frances Adam</i>	<i>Rosemary Kropf</i>
<i>Anonyme</i>	<i>Hartman Krug</i>
<i>John Biggs</i>	<i>Joan Lister</i>
<i>Claus Borchardt</i>	<i>Kerry Mathers</i>
<i>Linda Butters</i>	<i>Maureen Nummelin</i>
<i>E. Kendall Cork</i>	<i>Margot Pick</i>
<i>Elise Devitt</i>	<i>Susan Raymond</i>
<i>Sue Doran</i>	<i>John O. Reid</i>
<i>Gabrielle Ettin</i>	<i>Christalyn Sangary</i>
<i>Cosimo Fiorenza</i>	<i>Murray Shephard</i>
<i>Lorne Fisher</i>	<i>Henry Slofstra</i>
<i>Lori Gardi</i>	<i>Rafael Sorkin</i>
<i>Pierre Giroux</i>	<i>Nancy Theberge</i>
<i>Helen Gordon</i>	<i>Stephen E. Traviss</i>
<i>Valerie Hall</i>	<i>United Way</i>
<i>Anna Hemmendinger</i>	<i>Helen Waind</i>
<i>Roderick Jack</i>	<i>Washington Federal</i>
<i>Robert Korthals</i>	<i>Peter Woolstencroft</i>



PRIORITÉS ET OBJECTIFS POUR L'AVENIR

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

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

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

Créer l'environnement et l'infrastructure les meilleurs au monde pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique, en terminant la construction du *Centre Stephen Hawking de l'Institut Perimeter*.

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

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

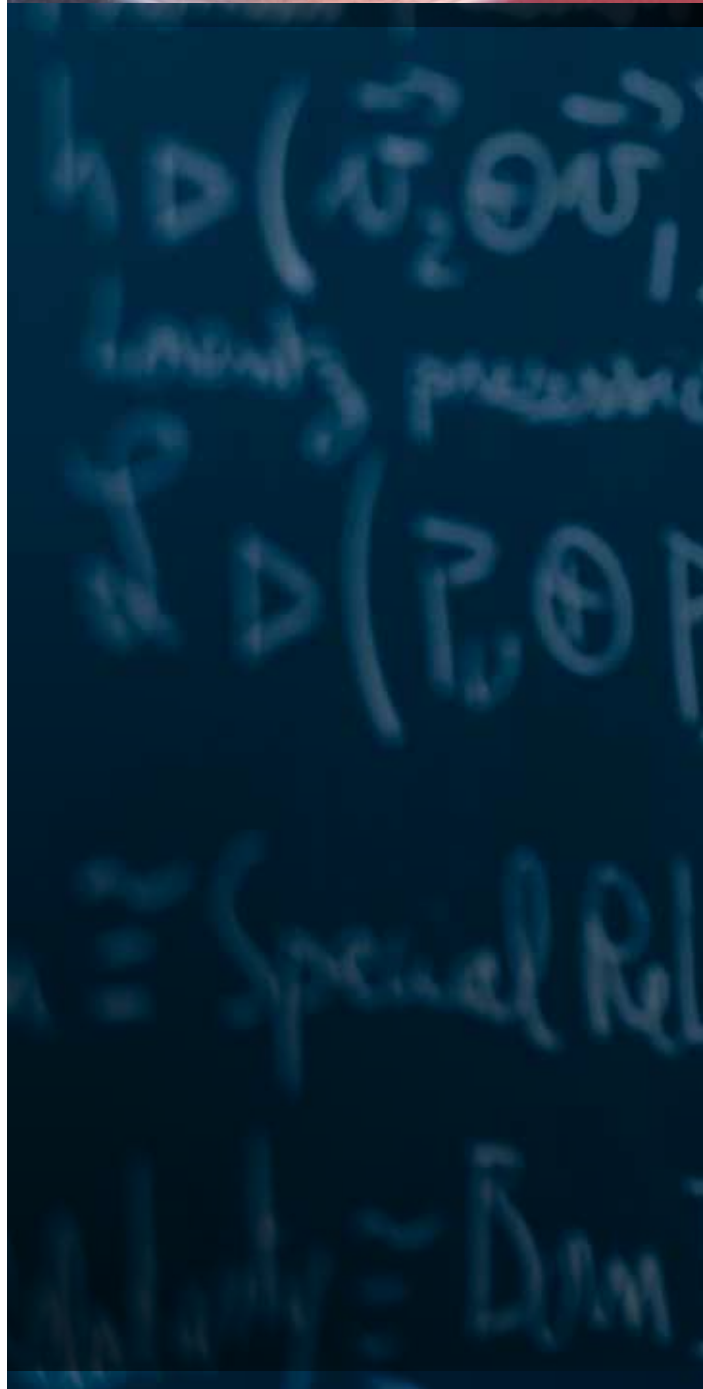
Devenir une plaque tournante d'un réseau mondial de centres de physique théorique, en recherchant des occasions de partenariat et de collaboration qui peuvent contribuer à accélérer la mise sur pied de centres d'excellence en mathématiques et physique.

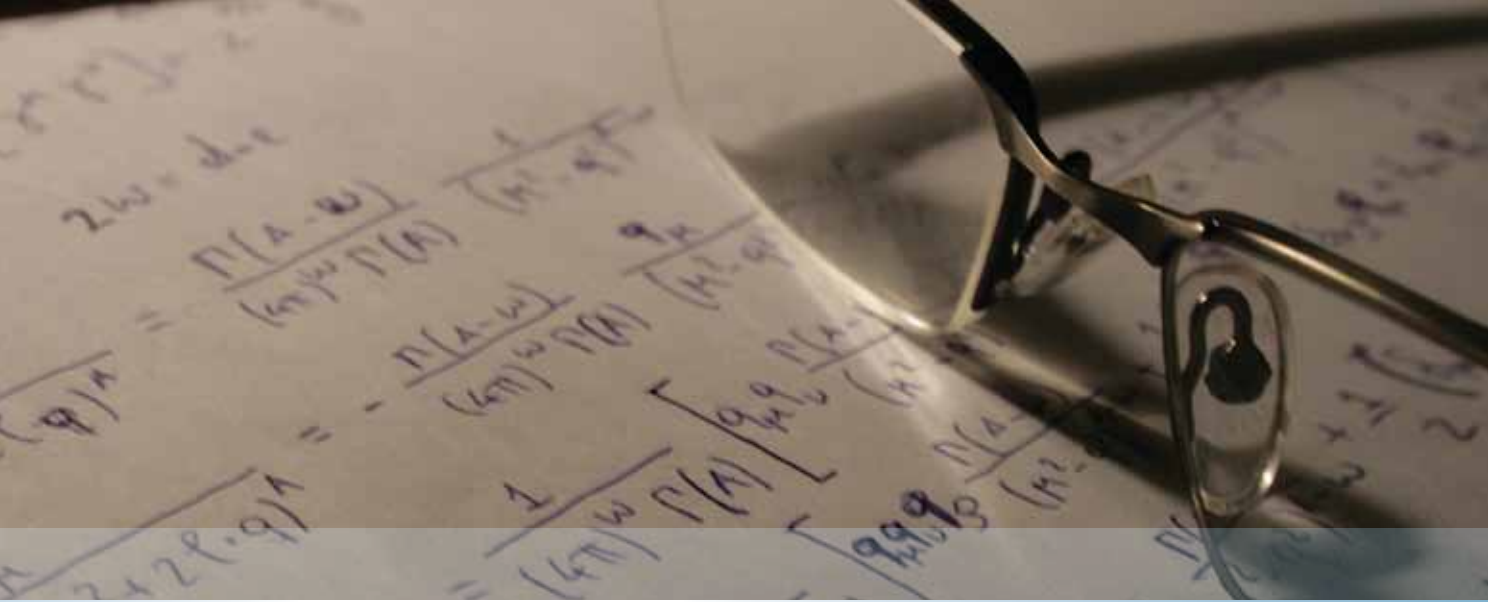
Renforcer le rôle de l'IP comme centre de convergence pour la recherche en physique fondamentale du Canada, en continuant de développer des liens nationaux et internationaux, en tirant le meilleur parti possible des technologies de participation à distance et en favorisant les interactions entre ses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

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

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

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





FINANCES

COMMENTAIRES ET ANALYSE DE LA DIRECTION

Résultats des activités

Au cours de l'exercice 2009-2010, l'IP a continué de bien progresser dans toutes ses activités, augmentant de plus de 18 % les sommes investies en recherche, conformément aux priorités définies dans son ambitieux plan quinquennal.

Comme dans le passé, des fonds publics et privés ont continué de soutenir les activités de l'IP en 2009-2010.

En plus des produits de fonctionnement résultant d'accords de subvention avec les gouvernements provincial et fédéral, une somme supplémentaire de 7,6 millions de dollars a été inscrite pour les infrastructures. Cette somme est liée à des subventions reçues de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et du ministère de la Recherche et de l'Innovation (MRI). Elle fait partie d'un engagement de 20,75 millions de dollars pris en 2009 par ces deux organismes, à raison de 10,375 millions chacun, pour les coûts de construction et d'infrastructure du *Centre Stephen Hawking de l'Institut Perimeter*.

L'engagement d'intervenants privés envers la mission de l'IP se manifeste par des dons. Les montants reçus au cours de l'exercice précédent comprenaient des dons d'un montant total de 40 millions de dollars, dont une partie importante a été affectée aux coûts encourus en 2009-2010 pour le projet d'expansion de l'IP.

Dans les états financiers, le financement public est inscrit sous la rubrique *Subventions gouvernementales*. Conformément à nos politiques, les subventions sont comptabilisées dans l'exercice au cours duquel elles sont reçues ou à recevoir. La divulgation de cette politique évite des interprétations erronées lorsque l'on compare les subventions de l'exercice 2009-2010 et celles de l'exercice 2008-2009. Les chiffres de l'exercice 2009-2010 comprennent une subvention du gouvernement fédéral de 10 millions de dollars. Par contre, seulement 5 millions étaient inscrits pour l'exercice 2008-2009, puisque 5 autres millions avaient été reçus d'avance et de ce fait comptabilisés dans les états financiers de l'exercice 2007-2008.

L'augmentation de 1,7 million de dollars des charges de recherche témoigne du succès de l'IP dans l'atteinte des objectifs fixés dans le plan quinquennal. Cette augmentation est notamment liée à la mise en œuvre pendant toute la durée de l'exercice de nouveaux programmes tels que le cycle de formation PSI et les chaires de chercheur distingué.

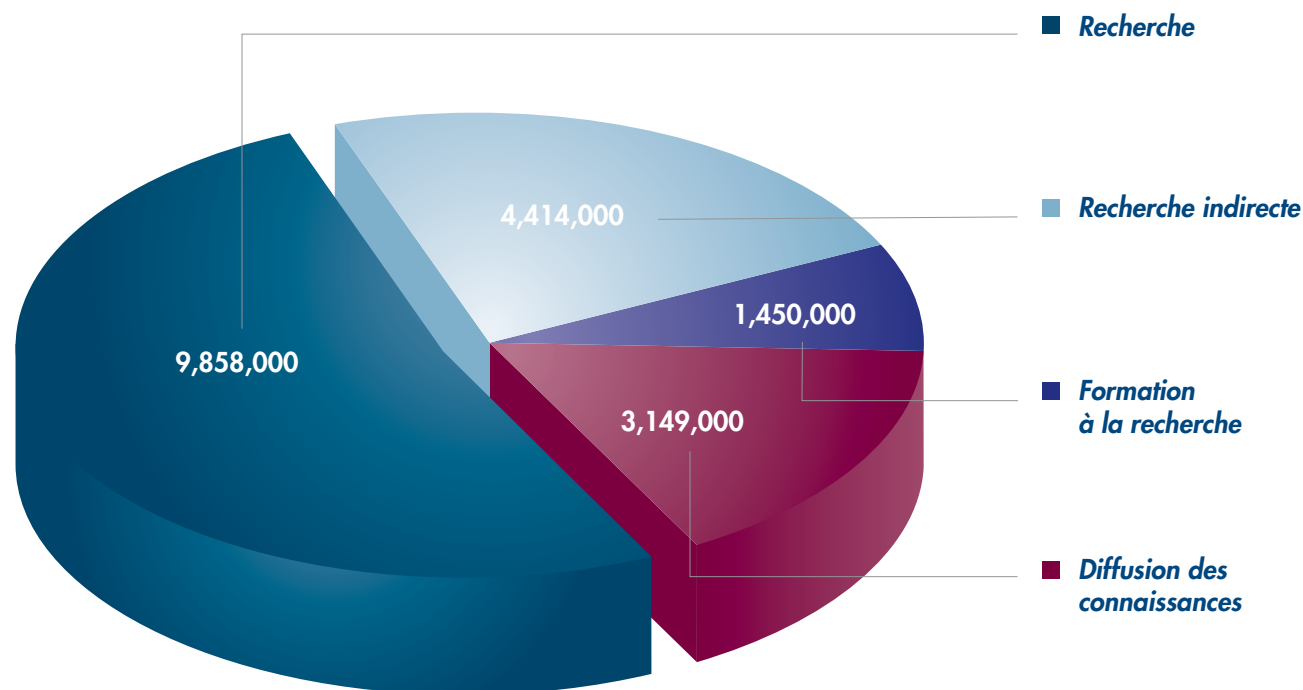
Les charges du programme de diffusion des connaissances reflètent l'engagement de l'IP à élaborer des produits et des programmes en la matière. En 2009-2010, ces dépenses ont inclus le festival *From Quantum to Cosmos* (Du quantum au cosmos) et la production du documentaire télévisuel *Les dompteurs de l'invisible*, ainsi que diverses autres activités destinées aux élèves, aux enseignants et au grand public.

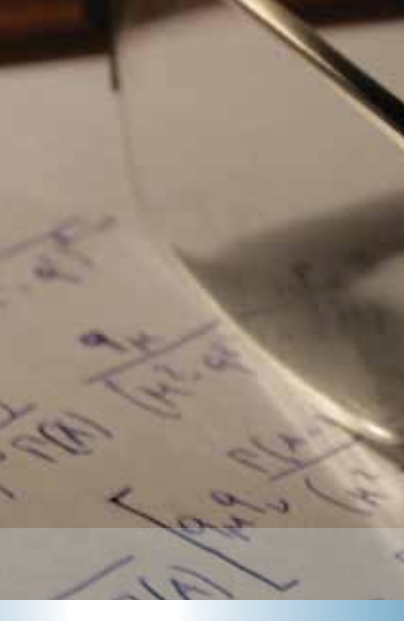
Les charges indirectes de recherche et de fonctionnement comptent pour 23 % des charges totales de fonctionnement de l'IP. Elles comprennent les coûts des activités centrales de soutien, notamment l'administration, la technologie de l'information et les installations. Les coûts du programme d'expansion de l'IP font également partie de cette catégorie et expliquent en grande partie l'augmentation par rapport à l'exercice précédent.

En 2008-2009, l'IP n'a pas été épargné par la crise financière, et son portefeuille de titres a subi des pertes comparables à celles des indices boursiers nationaux et mondiaux. Une surveillance étroite, une stratégie de placement cohérente et un portefeuille équilibré ont permis de récupérer une partie des pertes subies par le fonds de dotation au cours de l'exercice antérieur : l'IP a réalisé en 2009-2010 des gains sur investissements de plus de 5 %, soit 11,4 millions de dollars.

SOMMAIRE DES DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT

Pour l'exercice terminé le 31 juillet 2010





Bilan

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

Les progrès du projet d'agrandissement en 2009-2010 se sont traduits par une augmentation de 9,5 millions de dollars des immobilisations corporelles par rapport à l'exercice précédent. Cela explique aussi l'augmentation de 3 millions des comptes créditeurs et autre passif à court terme liés aux coûts de construction de l'immeuble (pour lequel 19 millions sont engagés).

La marge de crédit bancaire était inutilisée à la fin de l'exercice. Elle est cependant utilisée de manière stratégique et temporaire en cours d'exercice, dans le contexte d'une utilisation optimale du fonds de roulement.

Le fonds de dotation sert principalement à accumuler des fonds privés afin de répondre aux besoins futurs de l'IP. Ce fonds de 211 millions de dollars comprend des titres canadiens, des titres étrangers, des titres à revenu fixe et d'autres investissements spécifiques conformes aux objectifs de l'IP en matière de risque et de rendement.

Risques et incertitudes

L'IP doit son existence à un partenariat public-privé coopératif très fructueux qui pourvoit aux activités courantes tout en préservant les possibilités futures. Des partenaires privés, ainsi que les gouvernements du Canada et de l'Ontario, ont reconnu la valeur de l'IP en y investissant de façon durable, sur la foi d'un partenariat mondialement salué comme un modèle de partage des possibilités, des avantages et de la responsabilité qu'implique un investissement à long terme dans la recherche fondamentale.

À ce jour, le gouvernement de l'Ontario et le gouvernement du Canada ont investi environ 90 millions de dollars chacun dans l'IP, et le secteur privé plus de 180 millions.

Les engagements pluriannuels des gouvernements fédéral et provincial ont été maintenus pendant l'exercice 2009-2010, et ce financement est assuré jusqu'en mars 2011 (engagement du gouvernement provincial) et mars 2012 (engagement du gouvernement fédéral). L'IP s'emploie activement à renouveler ces engagements de financement de la part du secteur public. Même si l'IP a atteint et dépassé ses objectifs de financement public dans le passé, et que tout indique qu'il est perçu par les gouvernements comme un excellent investissement, il n'y a aucune garantie de financement dans l'avenir.

L'IP cherche en outre à recueillir des fonds supplémentaires du secteur privé, avec une ambitieuse campagne visant à doubler son fonds de dotation au cours des années à venir.

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'IP. 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 avec laquelle il faudra composer.

RAPPORT DES VÉRIFICATEURS

ZEIFMANS
LLP
CHARTERED ACCOUNTANTS

201 Bridgeland Avenue
Toronto, Ontario M6A 1Y7

Tel: (416) 256-4000
Fax: (416) 256-4001
Email: info@zeifmans.ca
www.zeifmans.ca

RAPPORT DES VÉRIFICATEURS

À l'attention du Conseil d'administration
de Perimeter Institute

Le bilan condensés ainsi que les états condensés des résultats et de l'évolution des soldes de fonds ci-joints ont été établis à partir des états financiers complets de Perimeter Institute au 31 juillet 2010 et pour l'exercice clos à cette date, à l'égard desquels nous avons exprimé une opinion sans réserve dans notre rapport daté du 24 septembre 2010. La présentation d'un résumé fidèle des états financiers complets relève de la responsabilité de la direction. Notre responsabilité, en conformité avec la note d'orientation pertinente concernant la certification publiée par l'Institut Canadien de Comptables Agréés, consiste à faire rapport sur les états financiers condensés.

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

Les états financiers condensés ci-joints 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 d'exploitation et les flux de trésorerie de l'entité, le lecteur devra se reporter aux états financiers complets correspondants.

Zeifmans LLP

Toronto, Ontario
24 septembre 2010

Comptables agréés
Experts-comptables autorisés

Zeifmans LLP is a member of Nexia International, a worldwide network of independent accounting and consulting firms.



PERIMETER INSTITUTE
(Constitué sans capital-actions en vertu des lois du Canada)
BILAN AU 31 JUILLET 2010

ACTIF

	2010		2009	
	<u>Total</u>		<u>Total</u>	
Actif à court terme :				
Trésorie et équivalents	5,063,149	\$	4,270,695	\$
Investissements	209,002,595		207,877,993	
Subventions gouvernementales à recevoir	3,611,299		5,072,000	
Autre actif à court terme	1,169,549		1,476,919	
	<hr/> 218,846,592		<hr/> 218,697,607	
Autre actif à recevoir	29,938		57,024	
Immobilisations	38,197,202		28,656,950	
TOTAL DE L'ACTIF	<hr/> 257,073,732	\$	<hr/> 247,411,581	\$

PASSIF ET SOLDE DES FONDS

Passif à court terme :				
Dette bancaire	---	\$	3,275,000	\$
Comptes créditeurs et autre passif à court terme	4,916,602		1,959,209	
TOTAL DU PASSIF	<hr/> 4,916,602	\$	<hr/> 5,234,209	\$
Solde des fonds :				
Investis dans les immobilisations	38,114,396		28,069,304	
Grevés d'affectations d'origine externe	136,180,155		131,019,937	
Grevés d'affectations d'origine interne	77,409,778		82,903,934	
Non grevés	452,801		184,197	
SOLDE TOTAL DES FONDS	<hr/> 252,157,130	\$	<hr/> 242,177,372	\$
	<hr/> 257,073,732	\$	<hr/> 247,411,581	\$

ZEIFMANS
LLP
CHARTERED ACCOUNTANTS

PERIMETER INSTITUTE
ÉTAT CONDENSÉ DES RÉSULTATS ET DE L'ÉVOLUTION DES SOLDE DE FONDS
POUR L'EXERCISE CLOS LE 31 JUILLET 2010

	2010		2009	
	<u>Total</u>		<u>Total</u>	
Produits :				
Subventions gouvernementales	18,072,639	\$	5,588,200	\$
Dons	625,753		40,087,038	
Autres produits	435,366		125,000	
	<hr/>		<hr/>	
	19,133,758		45,800,238	
Charges :				
Recherche	11,308,093	\$	9,643,807	\$
Diffusion des connaissances	3,148,718		3,151,042	
Charges indirectes de recherché et de fonctionnement	4,414,583		3,706,447	
	<hr/>		<hr/>	
TOTAL DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT	18,871,394	\$	16,501,296	\$
	<hr/>		<hr/>	
Excédent des produits par rapport aux charges (des charges par rapport aux produits) avant revenue (perte) de placement et amortissement	262,364		29,298,942	
Amortissement	(1,656,934)		(1,763,308)	
Produit (perte) de placement	11,374,328		(49,432,440)	
	<hr/>		<hr/>	
Excédent des produits sur les charges (des charges sur les produits)	9,979,758		(21,896,806)	
Solde des fonds en début d'exercice	242,177,372		264,074,178	
	<hr/>		<hr/>	
SOLDES DES FONDS À LA FIN DE L'EXERCISE	252,157,130	\$	242,177,372	\$



GOVERNANCE

L'IP 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'IP.

La planification financière, la comptabilité et la stratégie d'investissement relèvent du comité de gestion des investissements ainsi que du comité des finances et de la vérification. Le conseil d'administration forme également d'autres comités, selon les besoins, pour l'aider à exercer ses fonctions. Relevant du conseil d'administration, le directeur général de l'IP est un scientifique éminent chargé d'établir et de mettre en œuvre l'orientation stratégique globale de l'IP. Le directeur de l'exploitation est responsable du fonctionnement quotidien de l'établissement et relève du directeur général. Il est soutenu dans sa tâche par une équipe de cadres administratifs.

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

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

MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Mike Lazaridis, O.C., O.Ont. (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. Chez RIM, M. Lazaridis dirige la recherche-développement, la stratégie des produits et la fabrication des appareils sans fil BlackBerry^{MD} connus dans le monde entier.

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 Ltd. Il a été vice-président de Noranda Inc. et membre du conseil d'administration de nombreuses organisations, dont Empire Vie, la Banque Scotia, les Presses de l'Université de Toronto et la Compagnie d'assurance générale Dominion du Canada. Il est actuellement membre du conseil d'administration de Scotia Investments, membre honoraire du conseil d'administration de la Banque Scotia et membre émérite du conseil d'administration de la société Research in Motion. M. Cork s'est retiré du conseil d'administration de l'IP le 31 juillet 2010.

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

Peter Godsoe, O.C., O.Ont., était président du conseil d'administration de la banque Scotia au moment où il a pris sa retraite en mars 2004. Il a obtenu un B.Sc. en mathématiques et physique à l'Université de Toronto et un MBA à l'École de gestion de l'Université Harvard. Il est comptable agréé et membre de l'Institut des comptables agréés de l'Ontario. M. Godsoe a reçu des diplômes honorifiques de l'Université King's College (1993), de l'Université Concordia (1995), de l'Université Western Ontario (2001) et de l'Université Dalhousie (2004). En 2002, il a été intronisé au Temple de la renommée des affaires du Canada et a été reçu Officier de l'Ordre du Canada. En 2010, il a été fait membre de l'Ordre de l'Ontario. M. Godsoe demeure actif comme membre du conseil d'administration de nombreuses entreprises et organisations sans but lucratif.

Kevin Lynch, PC, Ph.D., est un ancien haut fonctionnaire qui a été pendant 33 ans au service du gouvernement du Canada. Jusqu'à récemment, il était greffier du Conseil privé, secrétaire du Cabinet et chef de la fonction publique du Canada. Auparavant, il avait été entre autres sous-ministre des Finances, sous-ministre de l'Industrie et un directeur du Fonds monétaire international.

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

John Reid est associé principal chargé de la région de l'Ontario chez KPMG. Son activité porte principalement sur les fusions et acquisitions, ainsi que sur les secteurs de la technologie de pointe 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.

Douglas T. Wright, O.C., est président émérite et professeur associé de génie à l'Université de Waterloo. Parmi ses nombreuses distinctions, il a été fait Officier de l'Ordre du Canada et Chevalier dans l'Ordre National du Mérite de France. Il a également reçu la Médaille d'or du Conseil canadien des ingénieurs. M. Wright s'est retiré du conseil d'administration de l'IP le 31 juillet 2010.



In memoriam : Lynn Watt, membre du conseil d'administration de l'IP, 2000-2010

Le professeur Lynn Watt a été membre du premier conseil d'administration de l'IP et a contribué sans relâche au développement de l'IP jusqu'au moment de son décès en juillet 2010. M. Watt a connu une brillante carrière comme professeur de génie électrique et informatique à l'Université de Waterloo, où il a occupé plusieurs postes de direction, dont celui de doyen des Études supérieures. Il a été également président et vice-président directeur du Conseil ontarien des études supérieures, président de l'Association canadienne des doyens des études avancées, ainsi que membre du comité des subventions et des bourses du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). M. Watt a par ailleurs été coordonnateur des Centres d'excellence de l'Ontario, coordonnateur du Groupe des Dix, analyste des politiques pour le ministère canadien de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie, de même que membre de plusieurs comités provinciaux et fédéraux concernant les études supérieures et la recherche. Il a reçu entre autres un doctorat honorifique en génie de l'Université Carleton et la distinction de membre honoraire de l'Université de Waterloo.

MEMBRES DU COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE

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

Abhay Ashtekar, Université d'État de la Pennsylvanie (membre depuis 2008) – Le professeur Ashtekar occupe la chaire Eberly de physique et dirige l'Institut de physique et de géométrie gravitationnelle à l'Université d'État de la Pennsylvanie. En tant que créateur des variables d'Ashtekar, il est l'un des fondateurs de la théorie de la gravitation quantique à boucles, dont il a écrit plusieurs descriptions accessibles à des non-physiciens.

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

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

Gerard 't Hooft, Université d'Utrecht (membre depuis 2008) – Les recherches du professeur 't Hooft portent sur les théories de jauge en physique des particules élémentaires, la gravité quantique et les trous noirs, ainsi que sur les aspects fondamentaux de la physique quantique. Ses contributions scientifiques ont fait l'objet de nombreuses récompenses, notamment 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 portent actuellement sur les relations entre la théorie des supercordes et la théorie quantique des champs. M. Klebanov 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 des cordes.

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

John Preskill, Institut de technologie de la Californie (Caltech) (membre depuis 2009) – Le professeur Preskill est titulaire de la chaire Richard P. Feynman de physique théorique et directeur de l'Institut d'information quantique à Caltech. Jusqu'au milieu des années 1990, ses recherches ont porté sur les particules élémentaires, la cosmologie et la gravitation. Parmi ses nombreuses contributions, mentionnons ses travaux sur les monopôles magnétiques superlourds au commencement de l'univers, qui ont conduit à la théorie de l'expansion de l'univers, la proposition selon laquelle les axions pourraient faire partie de la matière sombre froide, ainsi que la théorie des symétries discrètes locales. Depuis le milieu des années 1990, M. Preskill s'intéresse aux problèmes mathématiques liés à l'informatique quantique et à la théorie de l'information quantique. Parmi ses nombreuses distinctions, il a été boursier de la fondation Alfred P. Sloan, il a reçu à deux reprises le prix d'enseignement de l'Association des étudiants de Caltech et a été élu membre de la Société américaine de physique. Il a également été le conférencier Morris Loeb à l'Université Harvard en 2006.

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

Anciens membres du comité consultatif scientifique

Ian Affleck [2001-2004]

Université de la Colombie-Britannique

Artur Ekert [2001-2008]

Université de Cambridge

James Hartle [2001-2003]

Université de la Californie à Santa Barbara

Christopher Isham [2001-2005]

Collège impérial de Londres

Cecilia Jarlskog [2001-2006]

CERN (Genève), Institut Lund (Suède)

Sir Anthony Leggett [2004-2008]

Université de l'Illinois (prix Nobel 2003)

Sir Roger Penrose [2001-2007]

Université d'Oxford

Joseph Polchinski [2001-2004]

Université de la Californie à Santa Barbara

Jorge Pullin [2003-2007]

Université d'État de la Louisiane

Paul Steinhardt [2003-2007]

Université de Princeton

Scott Tremaine [2001-2006]

Université de Princeton

Neil Turok [2008]

Université de Cambridge

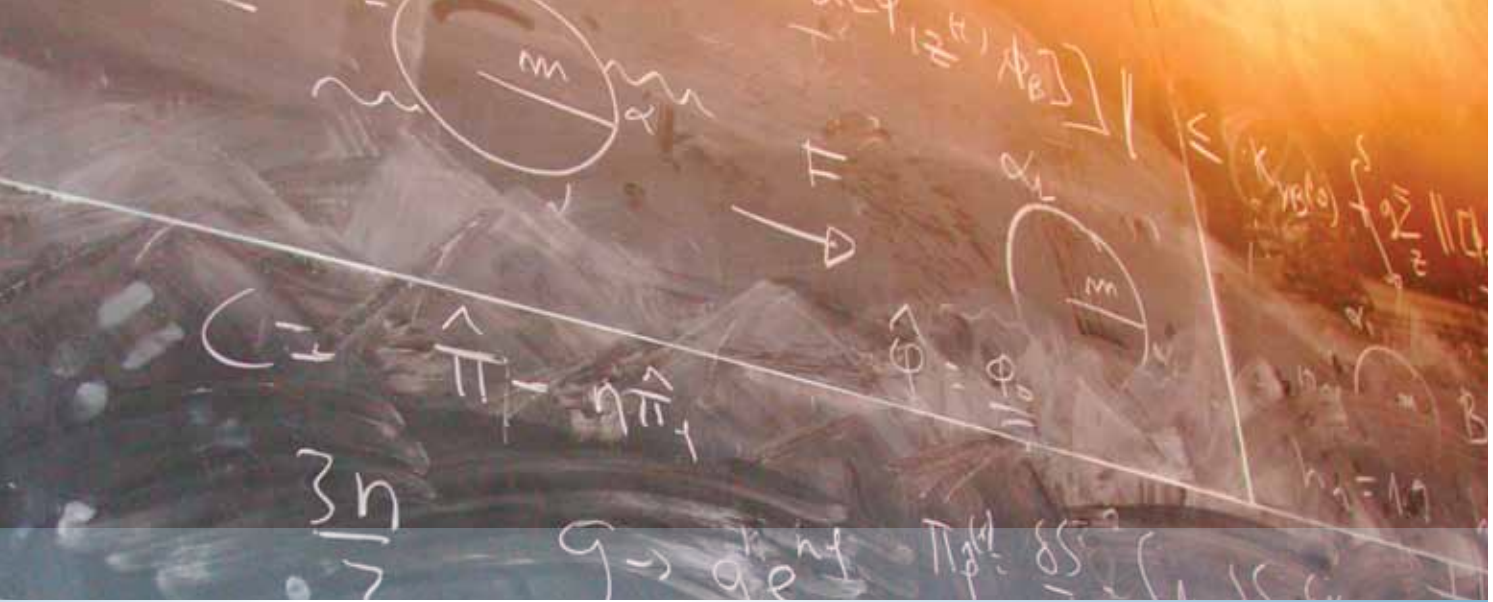
Frank Wilczek [2003-2007]

Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

(prix Nobel 2004)

Directeur général fondateur

Howard Burton [1999-2007]



ANNEXES

PROFESSEURS



Neil Turok (Ph.D., Collège impérial de Londres, 1983) est professeur titulaire et directeur de l'IP. Après avoir obtenu son doctorat, il a été postdoctorant à Santa Barbara, puis scientifique associé au laboratoire Fermilab avant de devenir en 1994 professeur de physique à l'Université de Princeton. En 1997, il a été nommé titulaire de la chaire de physique mathématique du Département de mathématiques appliquées et de physique théorique de l'Université de Cambridge. En octobre 2008, il est devenu directeur de l'IP. Entre autres distinctions, M. Turok a reçu les bourses Sloan et Packard, de même que la médaille James Clerk Maxwell 1992 de l'Institut de physique du Royaume-Uni. En 2009, il a été nommé membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). Neil Turok travaille dans un certain nombre de domaines de la physique théorique et de la cosmologie, en s'intéressant surtout à l'élaboration de théories fondamentales et de nouveaux tests d'observation. Il a entre autres démontré la corrélation possible entre les anisotropies en température et en polarisation du fond diffus cosmologique, élaboré un test important de la présence de la constante cosmologique, formulé les solutions instanton Hawking-Turok qui décrivent la naissance d'univers inflatoires, et contribué à l'élaboration d'un modèle cosmologique cyclique selon lequel le Big Bang serait le résultat d'une collision de deux « univers branaires » en théorie M (ou théorie des membranes). Né en Afrique du Sud, le professeur Turok a fondé l'Institut africain de mathématiques (AIMS) en 2003. Situé au Cap, ce centre d'études supérieures œuvre au développement des mathématiques et de la science à l'échelle du continent africain. En reconnaissance de la création de ce centre et de ses nombreuses contributions à la physique théorique, le Dr Turok s'est vu décerner le prix TED et le prix de la « Personne la plus innovante » à l'occasion du Sommet mondial sur l'innovation et l'esprit d'entreprise (WSIE).



Latham Boyle (Ph.D., Université de Princeton, 2006) est devenu professeur adjoint à l'IP en 2010. De 2006 à 2009, il a été postdoctorant à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT). Il est également boursier junior de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). Il a étudié ce que la mesure des ondes gravitationnelles peut nous enseigner sur le début de l'univers. Il s'intéresse particulièrement à l'étude de la fusion de trous noirs, à la théorie de l'inflation primordiale et aux détecteurs d'ondes gravitationnelles à basse fréquence.

Freddy Cachazo (Ph.D., Université Harvard, 2002) est professeur à l'IP depuis 2005. De 2002 à 2005, il a été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton. Le professeur Cachazo est l'un des plus grands experts mondiaux de l'étude et du calcul des amplitudes de diffusion en chromodynamique quantique (QCD) et en théorie de Yang et Mills supersymétriques en dimension 4. Il a reçu en 2007 une bourse de nouveau chercheur et en 2009 la Médaille Gribov de la Société européenne de physique.



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



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



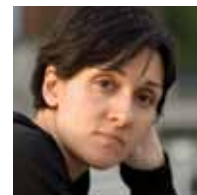
Daniel Gottesman (Ph.D., Caltech, 1997) s'est joint au corps professoral de l'IP en 2002. De 1997 à 2002, il a été postdoctorant au Laboratoire national de Los Alamos, à la division de la recherche de Microsoft et à l'Université de la Californie à Berkeley (à titre de boursier CMI à long terme de l'Institut de mathématiques Clay). M. Gottesman est l'auteur de contributions majeures qui continuent de façonner la recherche sur la théorie de l'information quantique par son travail sur la correction d'erreur quantique et la cryptographie quantique. Il est également membre du programme *Information quantique* de l'ICRA.



Lucien Hardy (Ph.D., Université de Durham, 1992) est devenu professeur à l'IP en 2002, après avoir occupé des postes de chercheur et d'enseignant dans diverses universités européennes, dont l'Université d'Oxford, l'Université *La Sapienza* de Rome, l'Université de Durham, l'Université d'Innsbruck et l'Université nationale d'Irlande. En 1992, il a trouvé une preuve très simple de la non-localité en théorie quantique, aujourd'hui appelée « théorème de Hardy ». Son travail actuel vise à caractériser la théorie quantique sous forme de postulats opérationnels et à appliquer les résultats obtenus au problème de la gravitation quantique.



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





Robert Myers (Ph.D., Université de Princeton, 1986) est l'un des principaux physiciens théoriciens travaillant sur la théorie des cordes au Canada. Après avoir obtenu son doctorat, il a été postdoctorant à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara. En 1989, il est devenu professeur de physique à l'Université McGill, puis s'est joint à l'IP en 2001. Entre autres distinctions, M. Myers a reçu en 1999 la médaille Herzberg pour ses contributions majeures à la compréhension des d-branes et de la microphysique des trous noirs, et a remporté en 2005 le prix de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques. Il est membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).



Lee Smolin (Ph.D., Université Harvard, 1979) est l'un des membres fondateurs du corps professoral de l'IP. Avant de se joindre à l'IP, il a été postdoctorant à l'Institut d'études avancées de Princeton, à l'Institut de physique théorique de Santa Barbara et à l'Institut Enrico-Fermi de l'Université de Chicago. Il a également été professeur à l'Université Yale, à l'Université de Syracuse et à l'Université d'État de la Pennsylvanie. M. Smolin est l'auteur de travaux dans de nombreux domaines, mais ses recherches portent surtout sur le problème de la gravité quantique, en particulier la gravitation quantique à boucles et la relativité restreinte déformée (ou relativité doublement restreinte). Il a reçu de nombreux prix et distinctions, dont le prix Majorana et le prix Klopsteg. Il a également été élu membre de la Société américaine de physique et de la Société royale du Canada.



Robert Spekkens (Ph.D., Université de Toronto, 2001) est professeur à l'IP depuis 2008. Auparavant, il a été postdoctorant à l'IP et titulaire d'une bourse internationale de la Société Royale de Londres à l'Université de Cambridge. Ses recherches portent sur la définition des innovations conceptuelles qui distinguent les théories quantiques des théories classiques et sur la mise en lumière de leur importance pour l'axiomatisation, l'interprétation et la mise en œuvre de différentes tâches en théorie de l'information. M. Spekkens a reçu le prix Birkhoff-von Neumann de l'Association internationale pour les structures quantiques.



Pedro Vieira (Ph.D., École normale supérieure de Paris et Centre de physique de l'Université de Porto, 2008) a été chercheur associé à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) en 2008 et 2009 avant de devenir professeur à l'IP en 2009. Ses recherches portent sur la mise au point de nouveaux outils mathématiques pour les théories de jauge et des cordes. Elles visent ultimement la résolution d'une théorie de jauge quadridimensionnelle réaliste. M. Vieira s'intéresse également aux domaines connexes que sont la correspondance entre espaces-temps anti-de Sitter et théories conformes des champs, ainsi que les calculs théoriques d'amplitudes de diffusion.

PROFESSEURS ASSOCIÉS

Niyesh Afshordi (Ph.D., Université de Princeton, 2004 – nomination conjointe avec l'Université de Waterloo) a été de 2004 à 2007 boursier de l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique, puis chercheur distingué à l'IP en 2008 et 2009. Il est professeur associé à l'IP depuis 2010. Le professeur Afshordi se spécialise dans les problèmes interdisciplinaires de la physique fondamentale, de l'astrophysique et de la cosmologie. En 2010, il a reçu l'un des huit « suppléments d'accélération à la découverte » (SAD) accordés pour la physique par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).



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



Cliff Burgess (Ph.D., Université du Texas à Austin, 1985) est devenu en 2004 professeur associé de l'IP, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster à compter de 2005. Auparavant, il avait été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton et professeur à l'Université McGill. Pendant deux décennies, M. Burgess a appliqué les techniques de la théorie effective des champs à la physique des hautes énergies, à la physique nucléaire, à la théorie des cordes, à la cosmologie de l'univers primitif et à la physique de la matière condensée. Avec ses collaborateurs, il a mis au point les modèles d'inflation qui constituent le cadre le plus prometteur pour la vérification expérimentale de la théorie des cordes. Entre autres distinctions, le professeur Burgess a été titulaire d'une bourse Killam, il a été élu membre de la Société royale du Canada et a remporté le prix de physique théorique et mathématique 2010 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et du Centre de recherches mathématiques.



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



David Cory (Ph.D., Université Case Western Reserve, 1987 – nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique et le département de chimie de l'Université de Waterloo) a été chercheur à l'Université de Nimègue, aux Pays-Bas, au Laboratoire de recherches navales du Conseil national de recherches des États-Unis, à Washington, ainsi qu'à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT). Il a également dirigé les activités de recherche-développement en résonance magnétique nucléaire chez Bruker Instruments. Depuis 1996, le professeur Cory explore les défis expérimentaux de la construction de petits processeurs quantiques fondés sur les spins nucléaires, les spins électroniques, les neutrons, les dispositifs supraconducteurs à courant persistant et l'optique. En 2010, il s'est vu attribuer la Chaire d'excellence en recherche du Canada sur le traitement de l'information quantique. David Cory préside le comité consultatif du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA).



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





Raymond Laflamme (Ph.D., Université de Cambridge, 1988 – nomination conjointe avec l’Institut d’informatique quantique) est professeur à l’IP depuis sa fondation et directeur fondateur de l’Institut d’informatique quantique de l’Université de Waterloo. Il a été chercheur à l’Université de la Colombie-Britannique et au Collège Peterhouse de l’Université de Cambridge, avant de passer au Laboratoire national de Los Alamos en 1992. C’est là qu’il a réorienté sa recherche de la cosmologie à l’informatique quantique. Depuis le milieu des années 1990, le professeur Laflamme travaille sur des approches théoriques de la correction d’erreur quantique. Il est directeur de QuantumWorks, le réseau national canadien de l’information quantique. Il est membre de l’Institut canadien de recherches avancées (ICRA) depuis 2001 et est directeur du programme *Information quantique* de l’ICRA depuis 2003. Raymond Laflamme est également titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l’information quantique.



Luis Lehner (Ph.D., Université de Pittsburgh, 1998 – nomination conjointe avec l’Université de Guelph) est professeur associé à l’IP depuis 2009. Il a été postdoctorant à l’Université du Texas à Austin et à l’Université de la Colombie-Britannique, puis membre du corps professoral de l’Université d’État de la Louisiane de 2002 à 2009. Entre autres distinctions, le professeur Lehner a reçu le prix d’honneur de l’Université nationale de Cordoba (Argentine), une bourse de doctorat de la Fondation Mellon, le prix CGS/UMI pour une thèse exceptionnelle, de même que le prix Nicholas Metropolis. Il a été boursier de l’Institut du Pacifique pour les sciences mathématiques (PIMS), boursier national de l’Institut canadien d’astrophysique théorique (ICAT), ainsi que boursier de la Fondation Alfred P. Sloan. Il est actuellement membre associé de l’ICRA et membre de l’Institut de physique du Royaume-Uni.



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



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



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



Thomas Thiemann (Ph.D., Université RWTH d’Aix-la-Chapelle, 1993 – nomination conjointe avec l’Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, en Allemagne) fait des recherches sur la théorie quantique des champs non perturbative (en particulier la théorie quantique des champs de jauge et la gravité quantique), les aspects non perturbatifs de la théorie quantique des cordes, la théorie quantique des champs constructive et algébrique, la théorie quantique des champs euclidienne (et ses liens avec la mécanique statistique), la théorie quantique des champs semi-classique et les méthodes d’approximation non perturbatives.

POSTDOCTORANTS EN 2009-2010

Brian Batell
Joseph Ben Geloun
Dario Benedetti
Robin Blume-Kohout
Hector Bombin
Giulio Chiribella
Roger Colbeck
Florian Conrady
Sarah Croke (en congé)
Claudia de Rham
Eleonora Dell'Aquila
Adrienne Erickcek
Steve Flammia
Cecilia Flori
Ghazal Geshnizjani
John Giblin
Philip Goyal
Razvan Gurau
Alioscia Hamma
Joe Henson
Janet Hung
Zhengfeng Ji
Tim Koslowski
Louis Leblond
Nicolas Menicucci
Akimasa Miyake
Leonardo Modesto
Alberto Montina
Takuya Okuda
Yutaka Ookouchi
Federico Piazza
Pier Gian Luca Porta Mana
Josef Pradler
David Rideout
Natalia Saulina
Amit Sever
Sarah Shandera
Yanwen Shang
Parampreet Singh
Aninda Sinha
David Skinner
Misha Smolkin
Rolando Somma (en congé)
Andrew Tolley
Michael Trott
Mark Wyman
Tom Zlosnik

SCIENTIFIQUES INVITÉS

* Titulaire d'une chaire de chercheur distingué
** Chercheur invité à long terme

Il est à noter que chaque scientifique invité n'est mentionné qu'une fois, même s'il a fait plusieurs séjours à l'IP.

Scott Aaronson, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Raul Abramo, Université de Sao Paulo
Dorit Aharonov*, Université Hébraïque, Jérusalem
Yakir Aharonov*, Université Chapman, Californie
Maqbool Ahmed, Université nationale des sciences et de la technologie, Islamabad
Luis Fernando Alday, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Emanuele Alesci, Institut de physique théorique III, Erlangen
Stephon Alexander, Collège d'Haverford
Sergey Alexandrov**, Université de Montpellier
Ben Allanach, Université de Cambridge
Shanta de Alwis, Université du Colorado
Jan Ambjorn, Université d'Utrecht
Martin Ammon, Institut Max-Planck, Allemagne
Matt Anderson, Université d'État de la Louisiane
Lilia Anguelova, Université de Cincinnati
Nima Arkani-Hamed*, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Pablo Arrighi, Université de Grenoble
Michele Arzano, Institut de physique théorique, Université d'Utrecht
Sujay Ashok, Institut de mathématiques, Chennai, Inde
Amjad Ashoorioon, Université d'Uppsala, Suède
Valentina Baccetti, Université Roma Tre
Dave Bacon, Université de Washington
Arjun Bagchi, Institut de recherche Harish-Chandra, Allahabad, Inde

Shant Baghrarian, Université Sharif de technologie, Téhéran
Leon Balents, Institut Kavli de physique théorique, Santa Barbara
Julian Barbour, chercheur indépendant
Howard Barnum**, Laboratoire national de Los Alamos
Marie-Pierre Barre, Institut africain de mathématiques (AIMS)
Jonathan Barrett, Université de Bristol
Stephen Bartlett**, Université de Sydney
Bruce Bassett**, Université du Cap
Rachel Bean, Université Cornell
Melanie Becker, Université A&M du Texas
Joseph Ben Geloun, Laboratoire de physique théorique d'Orsay et Université Paris-Sud XI
Dionigi Benincasa, Collège impérial de Londres
Raphael Benichou, Vrije Universiteit Brussel (Université libre flamande de Bruxelles), Belgique
Emanuele Berti, Université du Mississippi
Lev Bishop, Université Yale
Sergio Boixo, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
Valentin Bonzom, École normale supérieure de Lyon
Richard Bower, Université de Durham
Patrick Brady, Université du Wisconsin à Milwaukee
Courtney Brell, Université de Sydney
Jeandrew Brink, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
Brielin Brown, Université de la Virginie
Todd Brun**, Université Southern California
Ramy Brustein, Université Ben-Gourion du Néguev
Mathew Bullimore, Université d'Oxford
Joao Caetano, Université de Porto



Yifu Cai, Institut de physique des hautes énergies, Académie chinoise des sciences
Gianluca Calcagni, Institut Albert-Einstein, Potsdam, Allemagne
Vincenzo Calo, Université Queen Mary de Londres
Bernard Carr, Université Queen Mary de Londres
Ariel Caticha, Université d'Albany
Eric Cavalcanti, Université Griffith, Brisbane
Gregory Chaitin, Division de la recherche d'IBM
Philip Chang, ICAT, Université de Toronto
Xie Chen, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Matthew Choptuik, Université de la Colombie-Britannique
Ignacio Cirac*, Institut Max-Planck, Allemagne
Chris Clarkson, Université du Cap
Tim Clifton, Université d'Oxford
Jim Cline, Université McGill
Bob Coecke, Université d'Oxford
Alan Coley, Université Dalhousie
Jacques Colin, Institut d'astrophysique de Paris
Samuel Colin, Université Griffith, Brisbane
Joe Conlon, Université d'Oxford
David Cory**, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
Fabio Costa, Université de Vienne
Miguel Costa, Université de Porto
David Craig, Collège Le Moyne, Syracuse
Gregory Crosswhite, Université de Washington
Csaba Csaki, Université Cornell
Yanou Cui, Université Harvard
Neal Dalal, ICAT, Université de Toronto
Naresh Dadhich, Centre interuniversitaire d'astronomie et d'astrophysique (IUCAA)
Giacomo Mauro D'Ariano, Université de Pavie, Italie
Saurya Das, Université de Lethbridge
Sumit Das**, Université du Kentucky
Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge

Domenic Denicola, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
Oscar Dias, Université de Cambridge
Bianca Dittrich, Institut Max-Planck, Allemagne
Brian Dolan**, Université nationale de l'Irlande à Maynooth
Alexander Dolgov, Institut national de physique nucléaire, Division Ferrara, Italie
Patrick Dorey, Université de Durham
Richard Dowdall, Université de Nottingham
Fay Dowker, Collège impérial de Londres
Andrzej Dragan, Université de Varsovie
Runyao Duan, Université de technologie, Sydney
Artur Ekert, Université nationale de Singapour
Adrienne Erickcek, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
Glen Evenbly, Université du Queensland
J. Doayne Farmer, Institut de Santa Fe
Ruggero Ferrari, Institut national de physique nucléaire, Italie
Hassan Firouzjahi**, Institut pour la recherche en sciences fondamentales (IPM), Iran
Brendan Foster, Université d'Utrecht
Patrick Fox, Fermilab, Batavia, Illinois
Rouven Frassek, Université Humboldt de Berlin
John Friedman, Université du Wisconsin à Milwaukee
Ernesto Galvao, Institut de physique de l'Université fédérale Fluminense, Brésil
Jose Tomas Galvez Gheri, Université nationale d'ingénieurs, Pérou
David Garfinkle, Université d'Oakland
S. James Gates Jr., Université du Maryland
Davide Gaiotto, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
Viktor Galliard, ETH, Zurich
Jerome Gauntlett, Collège impérial de Londres
Jack Gegenberg, Université du Nouveau-Brunswick
Bruno Giacomazzo, Université du Maryland à College Park
Tom GIBLIN, Collège Kenyon

Scott Glancy, Institut national des normes et de la technologie, États-Unis
 James Gray, Université d'Oxford
 Hilary Greaves, Université d'Oxford
 Thomas Gregoire, Université Carleton, Ottawa
 Ruth Gregory, Université de Durham
 Jesper Grimstrup, Institut Neils-Bohr, Copenhague
 Daniel Grin, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
 Zheng-Cheng Gu, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
 Stanley Gudder, Université de Denver
 Abba Gumel, Université du Manitoba
 Benjamin Gutierrez Garcia, Université de la Colombie-Britannique
 Martin Haehnelt, Université de Cambridge
 Gabor Halasz, Université de Cambridge
 Muxin Han, Institut Albert-Einstein, Allemagne
 Kentaro Hanaki, Université du Michigan
 Chad Hanna, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
 Juho Hoppola, Université de technologie d'Aalto, Finlande
 Aram Harrow, Université de Bristol
 Patrick Hayden*, Université McGill
 Stephen Hawking*, Université de Cambridge
 Richard Healey**, Université de l'Arizona
 Jonathan Heckman, Institut d'études avancées de Princeton, (IAS)
 Simeon Hellerman, Institut de physique et de mathématique de l'univers (IPMU), Tokyo
 Adam Henderson, Université d'État de la Pennsylvanie
 Mark Hertzberg, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
 Chris Hirata, Institut de technologie de la Californie (Caltech)
 Renee Hlozek, Université d'Oxford
 Jason Hofgartner, Université de Waterloo
 Richard Holman, Université Carnegie-Mellon
 Sabine Hossenfelder, NORDITA, Stockholm
 Su Hu, Université de Tsinghua
 Taylor Hughes, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign
 Lam Hui, Université Columbia
 Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick
 Dragan Huterer, Université du Michigan
 Masahiro Ibe, Université de la Californie à Irvine
 Radu Ionicioiu, Université Humboldt de Berlin
 David Jacobs, Université Case Western Reserve, Cleveland
 Daniel Jafferis, Université Rutgers, New Jersey
 Karan Jani, Université d'État de la Pennsylvanie
 Dileep Jatkar**, Institut de recherche Harish-Chandra, Allahabad, Inde
 Steven Johnston, Collège impérial de Londres
 Kate Jones-Smith, Université Case Western Reserve, Cleveland
 Samo Jordan, Institut de physique théorique, Université d'Utrecht
 Simon Judes, Université Columbia
 Leo Kadanoff*, Institut James-Franck, Université de Chicago
 Yevgeny Kats, Université Harvard
 Andrey Katz, Université du Maryland
 Louis Kauffman, Université de l'Illinois à Chicago
 Brian Keating, Université de la Californie à San Diego
 Cynthia Keeler, Université Harvard
 Mike Kesden, ICAT, Université de Toronto
 Elias Kiritsis, Université de la Crète
 Aleksandra Klimek, École August-Witkowski, Cracovie
 Kevin Knuth, Université d'Albany
 Zohar Komargodski, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)
 Jurek Kowalski-Glikman, Université de Wrocław
 Kirill Krasnov, Université de Nottingham
 Graham Kribs, Université de l'Oregon
 Michael Kroyter, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
 Jason Kumar, Université d'Hawaii
 Gabor Kunstatter, Université de Winnipeg
 Pablo Laguna, Institut de technologie de la Georgie
 Chris Laumann, Université de Princeton
 Sung-Sik Lee, Université McMaster, Hamilton
 Jean-Luc Lehners, Université de Princeton
 Matthew Leifer, Institut d'informatique quantique, Université de Waterloo
 Rob Leigh, Université de l'Illinois
 Michael Levin, Université Harvard
 Yeong-Cherng Liang, Université de Sydney
 Steve Liebling, Université de Long Island
 Etera Livine, Centre national de la recherche scientifique (CNRS), France
 Renate Loll*, Université d'Utrecht
 Ian Low, Laboratoire national d'Argonne, Illinois
 Michael Luke, Université de Toronto
 Lorenzo Maccone, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)
 Pedro Machado, Institut de physique théorique, Université d'Utrecht
 Joao Magueijo, Collège impérial de Londres
 Anshuman Maharana, Université de Cambridge
 Rachel Maitra, Centre de physique théorique du Michigan
 Seth Major**, Collège Hamilton, Clinton, NY
 Juan Maldacena, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)



Vinothan Manoharan, Université Harvard
Elisa Manrique, Institut de physique, Université
Johannes-Gutenberg, Mayence, Allemagne
Owen Maroney, Université de Sydney
Joseph (Joe) Marsano, Université de Chicago
Kiyoshi Masui, ICAT, Université de Toronto
David Mateos, Université de Barcelone
Dalimil Mazac, Université de Cambridge
David McKeen, Université de Chicago
Paul McFadden, Université d'Amsterdam
Tristan McLoughlin, Institut Max-Planck de
physique gravitationnelle, Allemagne
Thomas Mehen, Université Duke, Durham, NC
Dessalegn Melesse, Université du Manitoba
Max Metlitski, Université Harvard
Godfrey Miller, Université de la Pennsylvanie
Jacob Miller, Collège d'ingénieurs Franklin W.
Olin, Needham, MA
Roya Mohayaee, Institut d'astrophysique de Paris
David Morrissey, Laboratoire TRIUMF, Vancouver
Ramis Movassagh, Institut de technologie du
Massachusetts (MIT)
Markus Mueller, Université de Potsdam,
Allemagne
Shinji Mukohyama, Institut de physique et
de mathématique de l'univers (IPMU), Tokyo
Romain Murezi, AIMS-NEI
Yuichiro Nakai, Institut Yukawa de physique
théorique, Kyoto
Yu Nakayama, Université de la Californie
à Berkeley
Bess Ng, Université Case Western Reserve,
Cleveland
Piero Nicolini, Institut de physique théorique,
Université Johann-Wolfgang-Goethe, Francfort
David Neilsen **, Université Brigham-Young,
Provo, UT
Scott Noble, Institut de technologie de Rochester
Jay Olson, Université du Queensland
Garnet Ord, Université Ryerson, Toronto
Carlos Ordonez, Université de Houston

Gerardo Ortiz, Université de l'Indiana
à Bloomington
Thanu Padmanabhan, Centre interuniversitaire
d'astronomie et d'astrophysique (IUCAA),
Pune, Inde
Enrico Pajer, Université Cornell
Prakash Panangaden, Université McGill
Manu Paranjape, Université de Montréal
Chang-Soon Park, Institut de technologie
de la Californie (Caltech)
Subodh Patil, Centre de physique théorique
de l'École Polytechnique (CPHT), Paris
Miguel Paulos, Université de Cambridge
Jan Pawłowski, Université de Heidelberg
Ue-Li Pen, ICAT, Université de Toronto
Joao Penedones, Institut Kavli de physique
théorique, Santa Barbara
Roberto Percacci **, École internationale
supérieure d'études avancées (SISSA),
Trieste, Italie
David Perez-Garcia, Université Complutense
de Madrid
Paolo Perinotti, Université de Pavie, Italie
Malcolm Perry*, Université de Cambridge
(Département de mathématiques appliquées
et de physique théorique – DAMTP)
Vasily Pestun, Université Harvard
Annika Peter, Institut de technologie
de la Californie (Caltech)
Patrick Peter, Institut d'astrophysique de Paris
Frank Petriello, Université du Wisconsin
à Madison
Robert Pfeifer, Université du Queensland
Dan Phalen, Université du Michigan
Levon Pogosian, Université Simon-Fraser,
Colombie-Britannique
David Poulin, Université de Sherbrooke
Frans Pretorius, Université de Princeton
Tomislav Prokopec, Université d'Utrecht
Eliot Quataert, Université de la Californie
à Berkeley

Fernando Quevedo** , Université de Cambridge (Département de mathématiques appliquées et de physique théorique – DAMTP)

Babar Qureshi, Institut d'études avancées de Dublin

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

Sumathi Rao, Institut de recherche Harish-Chandra, Allahabad, Inde

David Rapetti, Université Stanford, Palo Alto, CA

Leonardo Rastelli, Université de Stony Brook, NY

Sergei Razamat, Université de Stony Brook, NY

Harvey Reall, Université de Cambridge

David Reid, Université de Chicago

Joseph Renes, Université technique de Darmstadt, Allemagne

Ali Reza khani, Université Southern California

Claudia de Rham, Université de Genève

Lidia del Rio, ETH, Zurich

Adam Ritz, Université de Victoria

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

Fabio Rocha, Université de Princeton

Jeremie Roland, Laboratoires NEC

Paul Romatschke, Université de Washington

Terry Rudolph, Collège impérial de Londres

Shinsei Ryu, Université de la Californie à Berkeley

Subir Sachdev*, Université Harvard

Mairi Sakellariadou, King's College, Londres

Grant Salton, Université de Waterloo

Jorge Santos, Université de Cambridge

Omid Saremi, Université McGill

Frank Saueressig, Institut de physique, Université Johannes-Gutenberg, Mayence, Allemagne

Sakura Schafer-Nameki, Institut Kavli de physique théorique, Santa Barbara

Alexander Schenkel, Université de Würzburg

Bernd Schroers** , Université Heriot-Watt, Édimbourg

Norbert Schuch, Institut Max-Planck, Allemagne

Philip Schuster, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC, Stanford, CA

David Seery, Université de Cambridge

Yasuhiro Sekino, Institut de physique quantique d'Okayama

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

Nick Setzer, Université de Melbourne

Alessandro Sfondrini, Université de Padoue

Ilya Shapiro, Université fédérale de Juiz de Fora, Brésil

Arun Sharma, AIMS-NEI

Jonathan Sharman, Université de Victoria

Kris Sigurdson, Université de la Colombie-Britannique

Sukhbinder Singh, Université du Queensland

John Skilling, Maximum Entropy Consultants

Anze Slosar, Laboratoire national de Brookhaven

Dam Thanh Son, Université de Washington

Yong-Seon Song, Institut de cosmologie et de gravitation, Université de Portsmouth

Julian Sonner, Collège impérial de Londres

Simone Speziale, Centre de physique théorique de l'Université de Marseille

Christoph Stephan, Université de Potsdam, Allemagne

Dejan Stojkovic, Université de l'État de New York à Buffalo

Riccardo Sturani, Université d'Urbino, Italie

Ward Struyve, Université catholique de Louvain, Belgique

Sumati Surya, Institut de recherche Raman, Bangalore, Inde

Leonard Susskind* , Université Stanford, Palo Alto, CA

Brian Swingle, Institut de technologie du Massachusetts (MIT)

Yuji Tachikawa, Institut d'études avancées de Princeton (IAS)

Morgan Tait, Université Western Ontario

Tim Tait, Université de la Californie à Irvine

Eric Takougang, Université Simon-Fraser, Colombie-Britannique

Johannes Tambornino, Institut Albert-Einstein, Allemagne

Adrian Tanasa, Centre de physique théorique de l'École Polytechnique (CPHT), Paris

Javier Tarrío, Université de Saint-Jacques-de-Compostelle, Espagne

Natalia Toro, Université Stanford, Palo Alto, CA

Viktor Toth, chercheur indépendant

Slava Turyshev, Laboratoire JPL de la NASA

Bret Underwood, Université McGill

Deepak Vaid, Université d'État de la Pennsylvanie

Lev Vaidman, Université de Tel Aviv

Alberto Vallinotto, Fermilab, Batavia, Illinois

Ali Vanderveld, Institut de technologie de la Californie (Caltech)

Pascal Vaudrevange, Université Case Western Reserve, Cleveland

David Vegh, Université de Stony Brook, NY

Erik Verlinde, Université d'Amsterdam

Guifre Vidal* , Université du Queensland

Pedro Vieira, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, Allemagne

Dmytro Volin, Université d'État de la Pennsylvanie

Robert Wald, Université de Chicago

Aron Wall, Université du Maryland

Yidun Wan, Université Kinki, Osaka

Stephanie Wehner, Institut de technologie de la Californie (Caltech)



Silke Weinfurter, Université
de la Colombie-Britannique

James Wells, CERN, Genève

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

Daniel Wesley, Université de la Pennsylvanie

Hans Westman, Université de Sydney

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

Derek Wise, Université de la Californie
à Davis

Howard Wiseman, Université Griffith, Brisbane

William Wootters** , Collège Williams,
Williamstown, Massachusetts

Beni Yoshida, Institut de technologie
du Massachusetts (MIT)

Nico Yunes, Université de Princeton

Genke Xu, Université Harvard

Konstantin Zarembo, École normale
supérieure de Paris

Chi Zhang, Université Columbia

Shoucheng Zhang, Université Stanford,
Palo Alto, CA

MEMBRES AFFILIÉS EN 2009-2010

Ian Affleck, Université de la Colombie-Britannique

Leslie Ballentine, Université Simon-Fraser,
Colombie-Britannique

Richard Bond, ICAT, Université de Toronto

Ivan Booth, Université Memorial de Terre-Neuve

Vincent Bouchard, Université de l'Alberta

Robert Brandenberger, Université McGill

Gilles Brassard, Université de Montréal

Anton Burkov, Université de Waterloo

Bruce Campbell, Université Carleton, Ottawa

Hilary Carteret, Université de Calgary

Jeffrey Chen, Université de Waterloo

Andrew Childs, Université de Waterloo

Matthew Choptuik, Université de la
Colombie-Britannique

Dan Christensen, Université Western Ontario

Jim Cline, Université McGill

Alan Coley, Université Dalhousie

Andrzej Czarnecki, Université de l'Alberta

Saurya Das, Université de Lethbridge

Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge

Keshav Dasgupta, Université McGill

Rainer Dick, Université de la Saskatchewan

Joseph Emerson, Institut d'informatique quantique
(IQC), Université de Waterloo

James Forrest, Université de Waterloo

Doreen Fraser, Université de Waterloo

Valeri Frolov, Université de l'Alberta

Andrei Frolov, Université Simon-Fraser,
Colombie-Britannique

Jack Gegenberg, Université du Nouveau-
Brunswick

Stephen Godfrey, Université Carleton, Ottawa

Thomas Gregoire, Université Carleton, Ottawa

John Harnad, Université Concordia

Jeremy Heyl, Université de la
Colombie-Britannique

Bob Holdom, Université de Toronto

Mike Hudson, Université de Waterloo

Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick
Catherine Kallin, Université McMaster, Hamilton
Joanna Karczmarek, Université de la Colombie-Britannique
Gabriel Karl, Université de Guelph
Achim Kempf, Université de Waterloo
Pavel Kovtun, Université de Victoria
David Kribs, Université de Guelph
Gabor Kunstatter, Université de Winnipeg
Sung-Sik Lee, Université McMaster, Hamilton
Debbie Leung, Institut d'informatique quantique (IQC), Université de Waterloo
Randy Lewis, Université York
Hoi-Kwong Lo, Université de Toronto
Michael Luke, Université de Toronto
Norbert Lutkenhaus, Institut d'informatique quantique (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, Laboratoire TRIUMF, Vancouver
Norman Murray, ICAT, Université de Toronto
Wayne Myrvold, Université Western Ontario
Julio Navarro, Université de Victoria
Elisabeth Nicol, Université de Guelph
Garnet Ord, Université Ryerson, Toronto
Maya Paczuski, Université de Calgary
Don Page, Université de l'Alberta
Prakash Panangaden, Université McGill
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, Colombie-Britannique
Eric Poisson, Université de Guelph
Erich Poppitz, Université de Toronto
David Poulin, Université de Sherbrooke
Robert Raussendorf, Université de la Colombie-Britannique
Ben Reichardt, Université de Waterloo
Kevin Resch, Institut d'informatique quantique (IQC), Université de Waterloo
Adam Ritz, Université de Victoria
Moshe Rozali, Université de la Colombie-Britannique
Barry Sanders, Université de Calgary
Veronica Sanz, Université York
Kristin Schleich, Université de la Colombie-Britannique
Achim Schwenk, Laboratoire TRIUMF, Vancouver
Douglas Scott, Université de la Colombie-Britannique
Gordon Semenov, Université de la Colombie-Britannique
Kris Sigurdson, Université de la Colombie-Britannique
John Sipe, Université de Toronto
Philip Stamp, Université de la Colombie-Britannique
Aephraim Steinberg, Université de Toronto
Alain Tapp, Université de Montréal
James Taylor, Université de Waterloo
Mark Van Raamsdonk, Université de la Colombie-Britannique
Mark Walton, Université de Lethbridge
John Watrous, Institut d'informatique quantique (IQC), Université de Waterloo
Steve Weinstein, Université de Waterloo
Lawrence Widrow, Université Queen's, Kingston
Frank Wilhelm, Université de Waterloo
Don Witt, Université de la Colombie-Britannique

DIRECTION DE L'INSTITUT PERIMETER

Directeur de l'exploitation
Michael Duschenes

CADRES ADMINISTRATIFS

Analyste principal, Opérations financières
Stefan Pregelj

Conseiller en développement
Jon Dellandrea, OC

Directeur de l'information
Ben Davies

Directeur des programmes d'enseignement
John Berlinsky

Directeur des relations extérieures et des communications
John Matlock

Directeur général de la diffusion des connaissances
Greg Dick

Directrice de la diffusion mondiale des connaissances
Suzanne Corbeil

Directrice des installations
Colleen Brickman

Directrice financière
Sue Scanlan, CGA

Gestionnaire des ressources humaines
Sheri Keffer

Rédactrice en chef
Natasha Waxman



CONFÉRENCES EN 2009-2010

Reconstructing Quantum Theory
(Reconstruction de la mécanique quantique),
du 9 au 16 août 2009

**PIAF '09: New Perspectives
on the Quantum State**
(Nouvelles perspectives sur l'état quantique),
du 27 septembre au 2 octobre 2009

PI-ATLAS LHC Day
(Journée IP-ATLAS-LHC), le 30 octobre 2009

Asymptotic Safety - 30 Years Later
(La sécurité asymptotique, 30 ans plus tard),
du 5 au 8 novembre 2009

Gravity at a Lifshitz Point
(La gravité en un point de Lifshitz),
du 8 au 10 novembre 2009

Compact binaries and GRBs
(Binaires compactes et bouffées de rayons
gamma), du 19 au 21 novembre 2009

PI CITA Day
(Journée IP-CITAT), le 8 décembre 2009

**4-Corner Southwest Ontario
Condensed Matter Symposium**
(Symposium du Sud-Ouest ontarien sur
la matière condensée), le 22 avril 2010

**Fundamental Physics and
Large Scale Structure**
(Physique fondamentale et structure à grande
échelle de l'univers), du 28 au 30 avril 2010

Connections in Geometry and Physics 2010
(Connexions en géométrie et en physique
2010), du 7 au 9 mai 2010

**Laws of Nature:
Their Nature and Knowability**
(Les lois de la nature : leur nature
et la possibilité de les connaître),
du 20 au 22 mai 2010

Emergence and Entanglement
(Émergence et intrication),
du 25 au 29 mai 2010

**Cosmological Frontiers
in Fundamental Physics**
(Limites cosmologiques en physique
fondamentale), du 15 au 18 juin 2010

**Theory Meets Data Analysis at Comparable
and Extreme Mass Ratios**
(Théorie et analyse des données à propos
des rapports de masse comparables et
extrêmes), du 20 au 26 juin 2010

**Random Matrix Techniques
in Quantum Information Theory**
(Méthodes matricielles aléatoires
en théorie de l'information quantique),
du 4 au 6 juillet 2010

COURS

General Relativity for Cosmology

(Relativité générale et cosmologie)
Donné par Achim Kempf, Université de Waterloo, membre affilié de l'Institut Perimeter
Du 21 septembre au 11 décembre 2009
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C09019>

Introduction to Effective Field Theory

(Introduction à la théorie du champ effectif)
Donné par Cliff Burgess, Institut Perimeter et Université McMaster
Du 16 septembre au 11 décembre 2009
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C09020>

Introduction to AdS/CFT Correspondence

(Introduction à la correspondance entre espaces-temps anti-de Sitter et théories conformes des champs)
Donné par Rob Myers, Institut Perimeter
Du 29 septembre au 11 décembre 2009

Scattering in AdS and CFT Correlation Functions

(Diffusion dans les fonctions de corrélation entre espaces-temps anti-de Sitter et théories conformes des champs)
Donné par João Penedones, Institut Kavli de physique théorique, Université de la Californie à Santa Barbara
Les 19 et 20 novembre 2009
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C09023>

Quantum Field Theory for Cosmology

(Théorie quantique des champs et cosmologie)
Donné par Achim Kempf, Université de Waterloo, membre affilié de l'Institut Perimeter
Du 12 janvier au 12 avril 2010
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C10003>

Foundations and Interpretation of Quantum Theory

(Fondements et interprétation de la mécanique quantique)
Donné par Raymond Laflamme, Institut d'informatique quantique et Institut Perimeter, et par Joseph Emerson, Université de Waterloo
Du 12 janvier au 12 avril 2010
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C10002>

Aspects of Moduli in String Compactifications

(Aspects des modules dans les compactifications en théorie des cordes)
Donné par Joe Conlon, Université d'Oxford
Du 26 au 28 janvier 2010
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C10004>

New Developments in N=2 Supersymmetric Gauge Theories

(Nouveaux développements dans les théories de jauge possédant deux supersymétries)
Donné par Davide Gaiotto, Institut d'études avancées de Princeton
Du 22 au 26 février 2010
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C10005>

Beyond the Standard Model Physics and the LHC

(Au-delà des modèles standard de la physique avec le LHC)
Donné par James Wells, CERN, Genève
Du 29 mars au 1^{er} avril 2010
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C10007>

Cosmology Mini-Course

(Mini-cours de cosmologie)
Donné par Adrienne Erickcek, Latham Boyle, Louis Leblond et Ghazal Geshnizjani, de l'Institut Perimeter
Du 13 avril au 10 mai 2010
Visionnement :
<http://www.pirsa.org/C10008>





COPARRAINAGES

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

- Association canadienne des physiciens et physiciennes – Prix d'excellence en enseignement de la physique au secondaire
- Association canadienne des rédacteurs scientifiques – 39^e congrès annuel
- Centre d'arts de Banff – Bourses de participation au programme de communication scientifique
- Communitech – *Science Superheroes* (Superhéros scientifiques)
- Fondation de l'éducation de Waterloo – Olympiades scientifiques de l'école Southwood
- Fondations australiennes – *PIAF '09: New Perspectives on the Quantum State* (Nouvelles perspectives sur l'état quantique)
- Fondation sciences jeunesse Canada – Prix de l'École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes
- Institut canadien d'astrophysique théorique (ICAT) et Institut canadien de recherches avancées (ICRA) – Journée IP-ICAT
- Institut Fields – École d'été canadienne sur l'informatique quantique, conférence canadienne sur l'information quantique et conférence *Random Matrix Techniques in Quantum Information Theory* (Méthodes matricielles aléatoires en théorie de l'information quantique)
- Laboratoire Astroparticule et cosmologie et Institut Solvay – Conférence *Cosmological Frontiers in Fundamental Physics* (Frontières cosmologiques en physique fondamentale)
- Université de la Colombie-Britannique – Conférence *Emergent Gravity IV* (Gravité émergente IV)
- Université de l'Alberta – Institut d'hiver du lac Louise
- Université de Porto – École d'été de *Mathematica*
- Université de Toronto – Olympiades canadiennes de chimie et de physique
- Université de Waterloo – Atelier sur la théorie du calcul, de la communication et de la cryptographie quantiques
- Université McGill – Conférence *Strong and Electroweak Matter 2010* (Matière forte et électrofaible 2010)
- WWSEF – Exposition de science et de génie 2010 de Waterloo-Wellington





31, rue Caroline Nord
Waterloo (Ontario) N2L 2Y5
Canada
1 519 569 7600
perimeterinstitute.ca

« Mon objectif est simple. Il s'agit de parvenir à une compréhension complète de l'univers, des raisons pour lesquelles il est ce qu'il est, et des fondements mêmes de son existence. »

– Stephen Hawking, président distingué pour la recherche à l'Institut Perimeter et titulaire émérite de la chaire de professeur lucasien à l'Université de Cambridge

